



## Mælingar og nýting á slógi

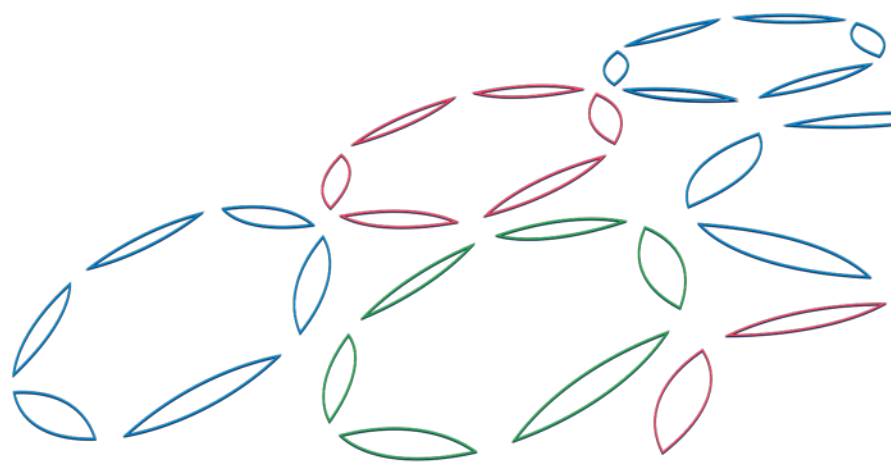
---

**Ragnheiður Sveinþórsdóttir**  
**Ásbjörn Jónsson**  
**Muhammad Rizal Fahlivi**

---

**Skýrsla Matis 09-17**  
**September 2017**

**ISSN 1670-7192**



## Report summary

Titill / Title	<b>Mælingar og nýting á slógi</b>		
Höfundar / Authors	<i>Ragnheiður Sveinþórsdóttir, Ásbjörn Jónsson, Muhammad Rizal Fahlivi</i>		
Skýrsla / Report no.	09-17	Útgáfudagur / Date:	27.09.20017
Verknr. / Project no.	20032294	<i>Bætt nýting á slógi</i>	
Styrktaraðilar /Funding:	Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið		
Ágríp á íslensku:	<p>Í verkefninu var þorskur sem veiddur var við suðurströnd Íslands slægður í landi. Fiskurinn var mældur og vigtaður fyrir og eftir slægingu til að hægt væri að reikna út slóghlutfall hans yfir árið. Einnig var hvert líffæri vigtað til að sjá magn og hlutfall hvers líffæris í slógi þorsks. Eftir þessar mælingar eru til gögn frá óháðum aðila sem sýna slóghlutfall þorsks yfir tvær vertíðar.</p> <p>Með það að markmiði að auka verðmæti landaðs afla var horft til nýtingar á slógi og gerðar voru tilraunir þar sem áburður var búinn til úr slóginu á þrennskonar hátt og þær tegundir áburðar prófaðar og bornar saman. Auk þess var slík meðhöndlun borin saman við plöntur sem einungis voru vökvaðar með vatni og plöntur sem vökvaðar voru með tilbúnum plöntuáburði sem er á markaði í dag.</p>		
Lykilorð á íslensku:	Slóg, slóghlutfall, innyfli, áburður.		
Summary in English:	<p>In this project cod was caught at south cost of Iceland and gutted at shore. The fish was measured and weighed before and after gutting to calculate it's rate of guts for the whole year. Also every organ was weighed to see the guts combination.</p> <p>With the aim to increase the value of landed material experiments were made where fertilizer was created in three ways, it was tested and compared with each other and plants that were only irrigated with water and plants irrigated with plant fertilizer that are on market today.</p>		
English keywords:	Guts, viscera, fertilizer		

## Efnisyfirlit

Inngangur .....	1
Framkvæmd.....	3
Mælingar á slóghlutfalli .....	3
Aðgreining líffæra .....	4
Slæging, mælingar og sýnataka .....	5
Efnagreiningar .....	6
Prótein.....	6
Vatn .....	6
Fita.....	6
Snefilefni .....	6
Áburður úr slógi.....	7
Slógáburður meðhöndlaður með 1 M Sodium hydroxide (NaOH).....	7
Slógáburður meðhöndlaður með náttúrulegum ensímum (sjálfsmelta) .....	8
Slógáburður meðhöndlaður með iðnaðarensími .....	9
Þróun áburðar úr þorsklógi.....	10
Efna- og örverugreiningar.....	13
Prótein.....	13
Vatn .....	13
Fita.....	14
Aska .....	14
Steinefni og þungmálmar.....	14
pH gildi .....	14
Vatnsvirkni ( $a_w$ ) .....	14
Seigja .....	14
Örverugreiningar.....	14
Tölfræðigreiningar.....	14
Niðurstöður .....	15
Slóginnihald þorsks sem veiddur var við suðurströnd landsins .....	15
Efnamælingar á slógi .....	18
Eðliseiginleikar slógáburðar.....	20
pH gildi .....	20
Vatnsvirkni ( $a_w$ ) .....	20
Heildarfjöldi baktería og heildar kólígerlar .....	20

Seigja í slógáburðinum .....	21
Áburður úr slógi í eftir frtostþurrkun .....	21
Greining á vexti plantnanna eftir mismunandi áburðum .....	21
Efnamælingar á plöntuáburði úr fiskislógi .....	23
Prótein.....	23
Vatn .....	23
Fita.....	23
Aska .....	23
Steinefni .....	24
Umræða og ályktanir.....	25
Mælingar og slóghlutfall.....	25
Framleiðsla slógáburðar .....	25
Eðlis- og efnafræði slógáburðanna.....	26
Prótein.....	26
Vatn .....	27
Fita.....	27
Aska .....	27
Snefilefni .....	27
pH gildi .....	28
Vatnsvirkni ( $a_w$ ).....	28
Heildarfjöldi baktería og kólígerlara .....	29
Seigja .....	29
Slógáburður í föstu formi .....	29
Áhrif mismunandi slógáburðar í lauk- og hvítlauksræktun .....	30
Lokaorð.....	31
Heimildir .....	32
Viðauki 1 .....	34
Töflur með meðalþyngd og meðalhlutfalli stakra líffæra í slógi .....	34
Viðauki 2 .....	35
Íslenskar rannsóknir á slógi .....	35

Mynd 1. Þorskur lengdarmældur og vigtaður fyrir slægingu á M1100 vog frá Marel. ....	4
Mynd 2. Einstök líffæri; lifur, hrogn, svil, skúflangar og gallblaðra. ....	5
Mynd 3. Flæðirit af vinnslu á áburði úr slógi meðhöndlað með 1M NaOH. ....	7
Mynd 4. Flæðirit af vinnslu á áburði úr slógi meðhöndlað með náttúrulegum ensímum í slóginu (sjálfsmelta). ....	8
Mynd 5. Flæðirit af vinnslu á meltu til áburðarframleiðslu meðhöndlað með alkalösum.....	9
Mynd 6. Klefi með flúorljósum.....	10
Mynd 7. Gróðursetning lauks sem vökvaður var með slógáburði. ....	11
Mynd 8. Gróðursetning hvítlauks sem vökvaður var með slógáburði. ....	12
Mynd 9. Gróðursetning lauks og hvítlauks sem vökvaður var með vatni og tilbúnum áburði (Maxicrop). ....	13
Mynd 10. Slóghlutfall í þorski á tímabilinu 1 janúar 2015 til 1 júní 2016. Meðal slóghlutfall með 95% öryggismörkum.....	15
Mynd 11. Meðalþyngd einstakra líffæra í þorski. Meðalþyngd stakra líffæra.....	16
Mynd 12. Hlutfall stakra innnyfla í slógi. ....	17
Mynd 13. Efnamælingar einstakra líffæra í þorski. ....	18
Mynd 14. pH gildi slógáburðanna.....	20

Tafla 1. Eyðublað sem fyllt var út við mælingar .....	4
Tafla 3. Snefilefni og þungmálmur í innnyflum þorsks. ....	19
Tafla 4. Heildarfjöldi baktería og kólí gerlar í slógáburðunum, meðan á geymslu stóð.....	20
Tafla 5. Seigja í slógáburðunum og tilbúnum áburði (Meðaltal ± staðalfrávik). ....	21
Tafla 6. Prótein í frostþurrkaðri meltu. ....	21
Tafla 7. Vaxtarhlutfall, fjöldi laufa og hæð plantna í 28 daga ræktun á laukum með mismunandi áburðum (Meðaltal ±staðalfrávik).....	22
Tafla 8. Vaxtarhlutfall, fjöldi laufa og hæð plantna í 28 daga ræktun á hvítlauk með mismunandi áburðum. ....	22
Tafla 9. Næringarefnasamsetning í slógáburðunum. ....	23
Tafla 10. Steinefni í slógáburði eftir mismunandi meðhöndlun.....	24
Tafla 11.Meðalþyngd einstakra líffæra þorsks í grömmum. ....	34
Tafla 12. Meðalhlutfall einstakra líffæra í slógi. ....	34

## Inngangur

Slóg eru líffæri fiska sem skilin eru frá kviðarholinu þegar fiskur er slægður. Slóg inniheldur lifur, hrogn, svil, gallblöðru, maga og skúflanga. Lifur, hrogn og jafnvel svil hafa verið nýtt í mörg ár en öðrum líffærum hefur að jafnaði verið fargað í sjóinn. Þegar bátar koma með óslægðan fisk í land er annað af tvennu hægt að gera í stöðunni. Sum fyrirtæki eru með endurvigtunarleyfi frá Fiskistofu þar sem aflinn er vigtaður aftur eftir slægingu eða slægingarstuðull er notaður til að draga áætlað slóghlutfall frá óslægðum afla. Slægingarstuðullinn er 0,84 þ.e. 16% af óslægðum fiski er slóg.

Slægingarstuðullinn var endurnýjaður fiskveiðiárið 1997/1998 fyrir þorsk, ýsu og ufsa og var hann færður úr 0,80 í 0,84. Síðan þessi reglugerðarbreyting tók gildi hafa útgerðarmenn sem landa óslægðum fiski verið missáttir, og má þá sérstaklega nefna þær útgerðir sem veiða þorsk við suðurströnd landsins. Ástæðan er sú að tiltölulega stór fiskur veiðist fyrripart árs á þessum slóðum og hafa dæmi verið nefnd þar sem slóghlutfallið getur orðið allt að 30%. Þegar honum er landað óslægðum eru 16% dregin frá heildarþyngd en raunverulegt slóghlutfall er hærra. Vilja menn meina að þetta leiði til herra hráefnisverðs fyrir landvinnsluna þar sem nýting afla og kvótaútreikningar útgerðarmanna miðast við reglugerð en ekki rauntölur. Á öðrum árstímum er minna um að fiski sé landað óslægðum svo ekki kemur lágt slóghlutfall á öðrum árstímum á móti þessari meintu kvótaskerðingu. Ástæðan fyrir því að stórþorskur kemur óslægður í land á netavertíðinni er sú að þessi fiskur er notaður í saltfisk. Reynslan hefur sýnt að stór og slægður fiskur á það til að brotna og rifna við eyruggabeinið (klumbu) en minna er um að það gerist ef fiskurinn er eingöngu blóðgaður um borð í veiðiskipunum. Haft hefur verið orð á því að sumir verða fyrir því að slógið sé dregið af aflaheimildum (sem fiskvöðvi) vegna mismunar á viðmiði slóghlutfalls og raun slóghlutfalls við löndun á óslægðum afla á meðan vertíð stendur yfir.

Slóghlutfall fisks er breytilegt eftir árstímum, stærð fisks og veiðisvæðum. Í þessu verkefni er einblínt á veiðisvæði við suðurströnd Íslands. Helstu ástæður hás slóghlutfalls þorsks í janúar til mars eru t.d. loðnugöngur á slóðinni sem þorskurinn nýtir sér sem æti ásamt síli, þar sem þorskurinn er að birgja upp sitt forðabúr fyrir hrygningu. Orkubú þorsksins er að mestu leyti í lifur ásamt því að kynkirtlar (hrogn og svil) aukast í þyngd og er því aukning á slógi á þessum árstíma.

Að koma með óslægðan afla að landi hefur verið vandamál hvað varðar förgun á slóginu. Erfitt reynist að urða slóg vegna skorts á föstu efni eins og beinum, ásamt kostnaði við urðun. Hefur slógi þá verið fargað í sjóinn sem er ekki leyfilegt í dag. Fyrirtæki hafa brugðið á ýmis ráð til að vinna verðmæti úr slógi og hafa verið verkefni í gangi sem vinna t.d. snyrti- og heilsuvörur úr ensímum sem finnast í slógi. Einnig er búin til hálfmelta sem seld er erlendis og unninn áfram þar í afurðir. Melta er náttúrleg afurð úr fiskislógi og inniheldur steinefni, næringarefni og amínósýrur. Meltu er hægt að nota sem áburð eða sem hluta af dýrafóðri (McNeill, Blanc, & Rochers, 2008; Stephen J. Naylor, 1999). Einn aðalávinningur þess að vinna slóg í verðmæta afurð er nýting þess sjálfs í stað þess að farga því í sjóinn eða urða það.

Í þessu verkefni var markmiðið að mæla slóghlutfall þorsks sem veiðist við suðurströnd Íslands. Fiskurinn veiddist á Selvogsbanka suður af Þorlákshöfn, við Vestmannaeyjar og Surtsey og austur í Lónsbugt. Fiskurinn sem notaður var í verkefninu var tekinn í seinasta hali veiðiferðar, blóðgaður og ísaður um borð, slægður í landi þar sem fiskurinn var vigtaður óslægður og slægður. Slógið var vigtað auk þess sem öll líffæri voru vigtuð sérstaklega. Slóghlutfall var reiknað út frá þessum mælingum.

Í seinni hluta verkefnisins voru gerðar tilraunir með þremur mismunandi aðferðum til að fullvinna áburð úr slóginu. Notaður var basi (NaOH), náttúruleg ensím sem eru til staðar í slóginu og iðnaðarensímið Alcalase<sup>®</sup> 2.4L (endo protease). Afurðirnar voru síðan prófaðar á vöxt tveggja lauktegunda í samanburði við annarsvegar einungis vatn og hinsvegar tilbúins áburðar sem fæst í verslunum hér á landi.

Niðurstöður erlendra rannsókna sýna að fiskafurðir hafa góð áhrif á vöxt plantna (Stephen J. Naylor, 1999; Ockerman, 2000), (Celis J, 2008), (Zhai, 2009), (Mohammad, 2004). Aðrar rannsóknir hafa sýnt að köfnunarefnisinnihald í fiskslógi nýtist betur en köfnunarefni úr tilbúnum áburði og húsdýraáburði, þar sem stór hluti tapast við uppgufun. Slóg hefur mun lengra áburðargildi þar sem frumefnin N, P, K losna hægar út í jarðveginn (Ockerman, 2000) (Árnason, 1993).

## Framkvæmd

Framkvæmd verkefnisins fólst í því að reikna út slóghlutfall, ásamt þyngd einstakra líffæra. Einnig var þróaður áburður úr slógi með þrem mismunandi aðferðum.

## Mælingar á slóghlutfalli

Matís ohf. sá um mælingar á slóghlutfalli í þorski veiddum við suðurströnd landsins í samstarfi við Fiskistofu auk tveggja fiskvinnslufyrirtækja í Þorlákshöfn;

1. Hafnarnes-Ver hf.
2. Auðbjörg ehf.

Fyrirtækin sáu um hráefnisöflun, veittu upplýsingar um uppruna hráefnis út frá afladagbókum og útveguðu aðstöðu til mælinga. Matís sá um mælingar og Fiskistofa um leyfisveitingar.

Mælingar hófust í janúar 2015 og var lokið í júní 2016. Mikilvægt þótti að ná sem flestum mælingum yfir tvær netavertíðar. Mælingarnar voru tíðari yfir vertíðarnar, (febrúar til apríl) en þá var reynt að mæla tvisvar í mánuði. Hins vegar fór það eftir veðri, aflabrogðum og hrygningarstoppi hvenær mælingar voru framkvæmdar. Á öðrum árstímum var stefnt á eina sýnatöku í mánuði en það fór einnig eftir veðri, aflabrogðum og stoppi hjá skipunum, hvenær mælingar voru framkvæmdar.

Komið var með eitt 300 lítra ker af blóðguðum en óslægðum fiski í land. Allir fiskarnir voru lengdarmældir og vigtaðir fyrir og eftir slægingu (Mynd 1), auk þess sem einstök líffæri voru vigtuð úr 20 fiskum. Í janúar til apríl var fiskurinn fenginn úr netum en í maí til desember veiddist fiskurinn í vörpu eða dragnót. Allar mælingar sem gerðar voru á óslægðum þorski voru skráðar niður á þar til gerð eyðublöð (Tafla 1).





Mynd 1. Þorskur lengdarmældur og vigtaður fyrir slægingu á M1100 vog frá Marel.

Tafla 1. Eyðublað sem fyllt var út við mælingar

Dagsetning mælingar	Uppruni (afladagbók, hús)	Hitastig eftir löndun	Þyngd f. slægingu	Þyngd e. slægingu	Lengd	Þyngd lifur	Þyngd hrogn	Þyngd svil	Þyngd gallblaðra	Þyngd Magi	Þyngd skúflangar

### Aðgreining líffæra

Slóg inniheldur lifur, hrogn, svil, maga, skúflanga og gallblöðru (Mynd2). Kynkirtlar, hrogn og svil, eru þó misstór eftir árstíma og þegar nálgast hrygningu eru þau orðin einn stærsti hluti slógsins, sérstaklega lifrin.



Mynd 2. Einstök líffæri; lifur, hrogn, svil, skúflangar og gallblaðra.

Algengt er að vinnsalur vinni ákveðna hluta slógsins í afurðir á meðan öðrum hlutum þess er fargað. Lifrinn er unnin allt árið. Sjómenn sem slægja á sjó taka lifrina frá öðrum slóghlutum og er henni komið fyrir í sér lifrarkerum eða gengið frá henni í poka og ísað yfir til að varðveita gæði hráefnisins. Lifrinn er síðan soðin niður eða brædd í lýsi.

Í upphafi árs og fram að hrygningu aðskilja sjómenn sem slægja fiskinn úti á sjó einnig hrogn frá slóginu. Ýmsar afurðir eru framleiddar úr þorskhrognum, t.d. fryst, söltuð hrogn, reykt hrogn og sykursöltuð hrogn sem notuð eru í ídýfur en einnig getur almenningur keypt þau fersk í fiskbúðum á þessum árstíma ásamt þorsklifur. Einnig eru svil og magar stöku sinnum nýtt, þau líffæri eru þá hreinsuð, fryst og seld til Asíu.

### Slæging, mælingar og sýnataka

Fiskurinn kom blóðgaður og kældur á ís af veiðiskipunum. Fyrst var fiskurinn vigtaður heill og lengdarmældur. Fiskurinn var slægður á hefðbundinn hátt á borði, rist var frá hálsi og aftur í gotrauf, innfyli fjarlægð og vigtuð sem ein heild. Fiskurinn var síðan vigtaður slægður. Næst voru innfylin aðskilin, og einstaka líffæri vigtað, þ.e. lifur, hrogn/svil, gallblaðra, magi og

skúflangar. Í hvert skipti voru 20 fiskar meðhöndlaðir á tímabilinu. Einnig voru fiskarnir sem eftir voru í kerinu vigtaðir fyrir og eftir slægingu auk þess að vera lengdarmældir.

Sýni voru tekin á tímabilinu janúar 2015 til júní 2016. Öll líffæri voru aðskilin og hvert líffæri efnagreint sérstaklega.

Slógið sem notað var í tilraunir fyrir þróun á áburði fékkst af netabátum í Þorlákshöfn. Fiskurinn var blóðgaður og kældur úti á sjó en slægður í landi. Hrogn og lifur voru skilin frá og slógið fryst og geymt við -25°C þar til tilraunir hófust.

Nýting hluta slógs til manneldis er ekki ný af nálinni. Sala og neysla á hrognum og sérstaklega lifur hefur verið nýtt til niðursuðu sem og til lýsisbræðslu. Eins eru til dæmi um tilraunir Íslenskra hagaðila í sjávarútvegi til að selja svil, sem á ensku er gjarnan selt sem „*soft roe*“.

Ákveðið var að greina slóg m.t.t. hlutfalls og magns líffæra sem eru nýtt nú þegar í einhverjum mæli og þeirra líffæra sem hafa verið nýtt til verðmætasköpunar í öðrum iðnaði. Lögð var áhersla í þessu verkefni að vinna með vannýtt líffæri úr slógi, önnur en hrogn og lifur.

## Efnagreiningar

Efnamælingar voru framkvæmdar á slóginu. Tekið var þrísýni af einstökum líffærum og voru eftirfarandi efnisþættir mældir:

### Prótein

Próteininnihald slógsins var skv. (ISO 16634-1, 2008).

### Vatn

Vatnsinnihald var ákvarðað skv. (ISO 6. , 1999).

### Fita

Fita var mæld skv. Soxhlet (AOCS Ba, 1997).

### Snefilefni

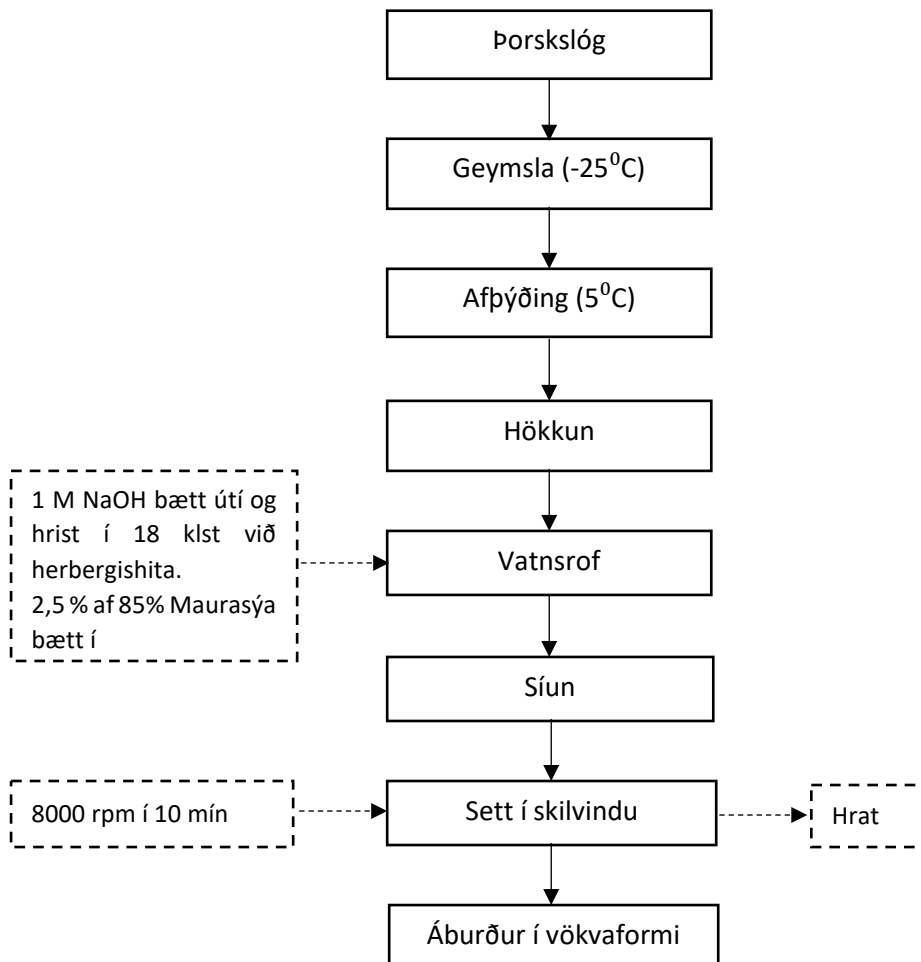
Snefilefni voru mæld (NMKL 186, 2007).

## Áburður úr slógi

Í þessum hluta verkefnisins var þróaður fljótandi áburður úr þorsklógi. Gerðar voru tilraunir með þremur mismunandi meðhöndlunum á slógi, sem höfðu það markmið að hámarka næringargildi áburðarins og auka vöxt plantna. Aðferðirnar sem þróaðar voru og prófaðar á plöntum voru eftirfarandi:

### Slógáburður meðhöndlaður með 1 M Sodium hydroxide (NaOH)

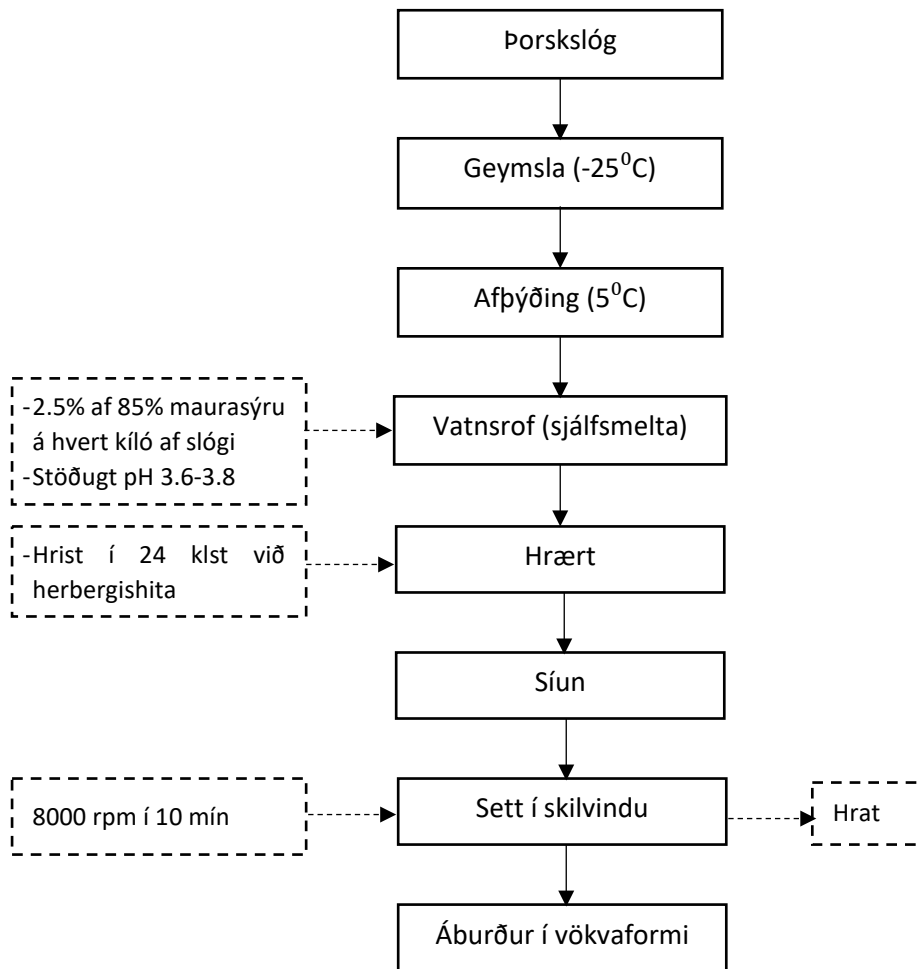
Með þessari vinnsluaðferð var búin til melta með því að brjóta niður slógið og vatnsrjúfa próteinin með NaOH (Mynd 3). Sýrustigsgildið var lækkað niður í 3,6 með 85% maurasýru (HCOOH) til að auka geymslupolið og gera áburðinn stöðugan fyrir ylrækt.



Mynd 3. Flæðirit af vinnslu á áburði úr slógi meðhöndlað með 1M NaOH.

## Slógáburður meðhöndlaður með náttúrulegum ensímum (sjálfsmelta)

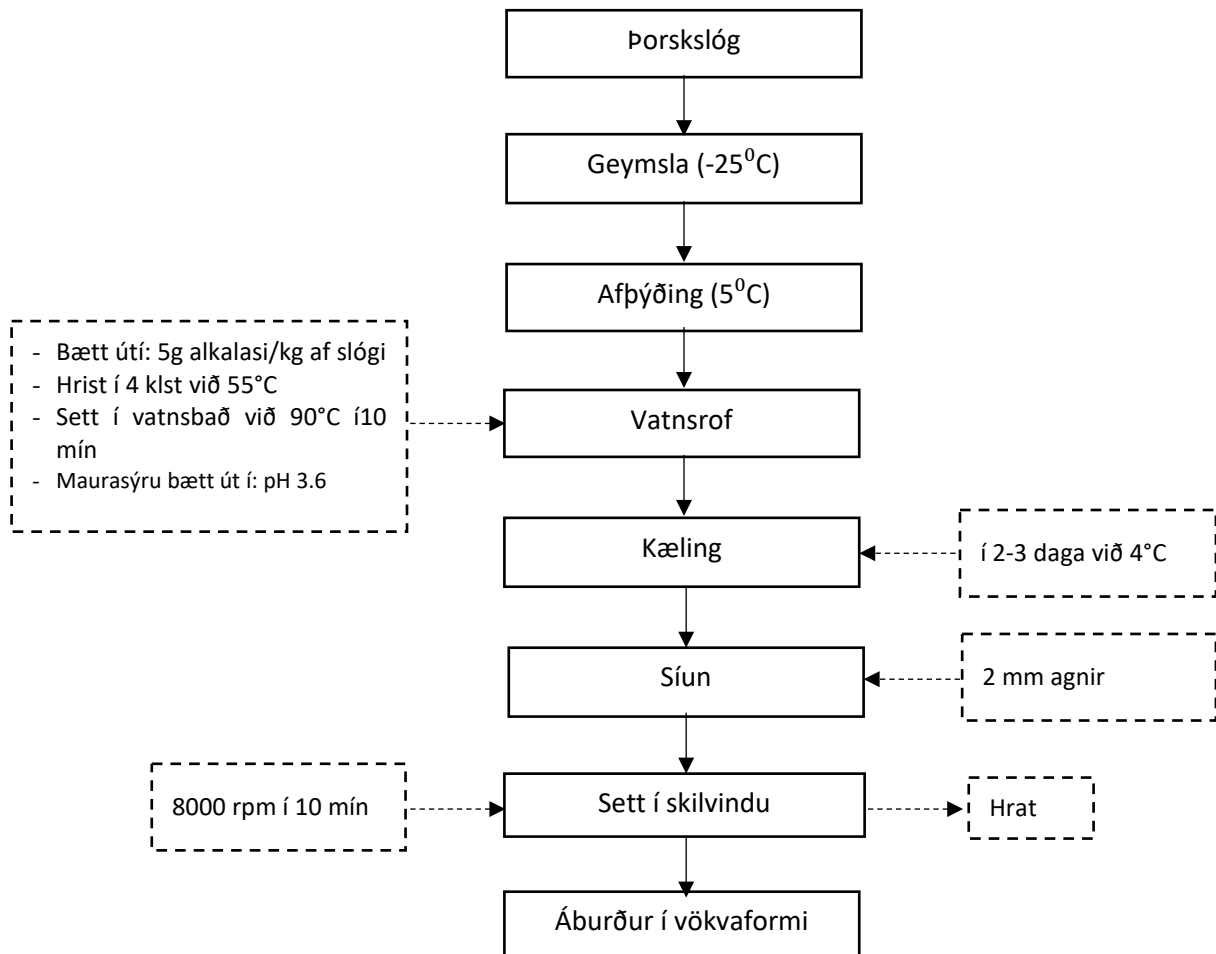
Slógið var brotið niður með náttúrulegum ensímum (vatnsrof próteina og sjálfsmelta) sem eru til staðar í slóginu til meltugerðar (Mynd 4). Maurasýru (85%) var bætt í til að lækka sýrustigið í 3,6-3,8 sem eykur geymsluþolið og gerir áburðinn stöðugan fyrir ylraekt.



Mynd 4. Flæðirit af vinnslu á áburði úr slógi meðhöndlað með náttúrulegum ensímum í slóginu (sjálfsmelta).

## Slógaburður meðhöndlaður með iðnaðarensími

Notað var iðnaðarensímið Alcalase<sup>®</sup> 2.4L (endo protease) frá Novozymes, Bagsvaerd, Denmark, sem var bætt við til að brjóta slógið niður í peptíð og aínósýrur (vatnsrof) og framleiða meltu til áburðarframleiðslu (Mynd 5).

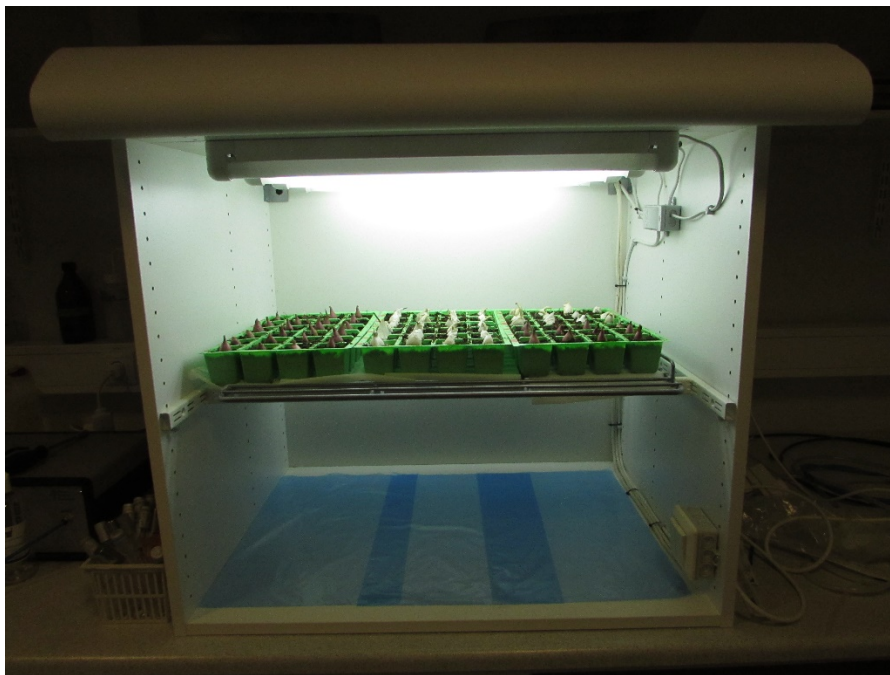


Mynd 5. Flæðirit af vinnslu á meltu til áburðarframleiðslu meðhöndlað með alkalösom.

## Þróun áburðar úr þorskslógi

Þrjár útfærslur af áburði sem þróunin gekk út á, voru prófaðar á tvönniskonar plöntum, matlauk og hvítlauk, í samanburði við tilbúinn áburð sem fæst í verslunum í dag og nefnist „Maxicrop“. Einnig var samanburðarhópur sem eingöngu var vökvaður með vatni. Vaxtarhlutfall plantnanna var metið að ákveðnum tíma liðnum.

























Matlaukarnir sem notaðir voru í tilraununum voru af ættkvíslinni *Allium* en ættin nefnist Alliaceae (Maynard & Hochmuth, 1997). Laukurinn (*Allium cepa* L.) er einn af garðyrkjulaukunum sem er ræktaður sem krydd (Irfan, 2013). Hvítlaukurinn (*Allium sativum* L.) tilheyrir sömu ætt og er einn af mest nýttu hvítlaukum heims (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). Laukur og hvítlaukur voru gróðursettir í næringarsnauðri mold, þar sem þeim var komið fyrir í klefa með flúorljósum svo auðveldara væri að stjórna vöxt þeirra (Mynd 6).



Mynd 6. Klefi með flúorljósum.

Fræ lauks og hvítlauks voru látn spíra og vaxa í 3 vikur áður en þau voru flutt í hina næringarsnauðu mold. Þyngd plantnanna, hæð og fjöldi laufa var mælt í upphafi tilraunar, áður en þær voru gróðursettar. Plönturnar voru vigtaðar áður en þær voru gróðursettar. Í tilrauninni voru plönturnar vökvaðar á tveggja daga fresti með vatni og áburði. Áburðirnir sem voru notaðir voru þynntir þannig að 100 ml af vatni innihéldu 0,5% áburð. Tilraunin stóð í 28

























daga. Plönturnar sem voru eingöngu vökvaðar með vatni voru samanburðarhópurinn, hinir hóparnir voru vökvaðir með mismunandi áburði úr fiskislógi og tilbúnum áburði sem fæst í verzlunum. Laukar voru vigtaðir og raðað í ræktunarbakka (Mynd 7) sem vökvaðir voru með slógáburðunum.

Áburður eftir meðhöndlun með NaOH		Áburður eftir sjálfsmeltu með náttúrulegum ensímum		Áburður eftir meðhöndlun með Alkalasa	
(A)		(B)		(C)	
A	A	B	B	C	C
 5.6 g	 2.9 g	 2.6 g	 7.4 g	 6.6 g	 3.4 g
 3.5 g	 4.5 g	 3.2 g	 4.7 g	 2.7 g	 2.8 g
 7.2 g	 2.4 g	 3.5 g	 5.9 g	 4.0 g	 5.7 g
 2.4 g	 8.2 g	 4.8 g	 5.2 g	 4.4 g	 3.2 g

Mynd 7. Gróðursetning lauks sem vökvaður var með slógáburði (Þyngd hvernar plöntu þegar hún er gróðursett er sýnd í viðkomandi reit).



























Hvítlaukar voru vigtaðir og raðað í ræktunarbakka (Mynd 8) sem vökvaðir voru með slógáburðunum.

Áburður eftir meðhöndlun með NaOH		Áburður eftir sjálfsmeltu með náttúrulegum ensímum		Áburður eftir meðhöndlun með Alkalasa	
(A)		(B)		(C)	
A	A	B	B	C	C
 8.9 g	 5.2 g	 4.2 g	 4.9 g	 6.0 g	 4.9 g
 6.9 g	 4.3 g	 5.3 g	 5.2 g	 4.8 g	 6.3 g
 5.4 g	 6.5 g	 5.4 g	 8.4 g	 7.9 g	 5.5 g
 5.9 g	 4.4 g	 6.5 g	 3.8 g	 4.3 g	 4.0 g

Mynd 8. Gróðursetning hvítlauks sem vökvaður var með slógáburði. (Þyngd hvernar plöntu þegar hún er gróðursett er sýnd í viðkomandi reit).

Laukar og hvítlaukar voru vigtaðir og raðað í ræktunarbakka (Mynd 9) og vökvaðir með vatni (samanburðarhópur) og tilbúnum áburði sem fæst í verslunum.

Samanburðar hópur (vatn)	Tilbúinn áburður (Maxicrop)		Samanburðar Hópur (vatn)	Tilbúinn áburður (Maxicrop)	
 8.4 g	 3.2 g	 6.2 g	 10.2 g	 7.8 g	 3.3 g
 5.4 g	 4.5 g	 3.6 g	 6.4 g	 5.8 g	 4.4 g
 3.6 g	 2.6 g	 4.0 g	 5.9 g	 5.2 g	 5.7 g
 4.8 g	 4.5 g	 3.4 g	 4.2 g	 6.3 g	 6.1 g

Mynd 9. Gróðursetning lauks og hvítlauks sem vökvaður var með vatni og tilbúnum áburði (Maxicrop), (Þyngd hverrar plöntu þegar hún er gróðursett er sýnd í viðkomandi reit).

Að tilraun lokinni var vöxtur metinn út frá þyngd og hæð plantnanna ásamt fjölda laufa (Stephen J. Naylor, 1999).

### Efna- og örverugreiningar

Í áburðunum voru mæld; prótein, vatn, fita, aska, pH gildi, vatnsvirkni, heildar bakteríufjöldi, *E. coli*, seigja, steinefni og pungmálmar.

#### Prótein

Próteininnihald áburðanna var mælt með Kjeldahl aðferð (ISO 5.-2. , 2005).

#### Vatn

Vatnsinnihald var ákvarðað með (ISO 6. , 1999)

#### Fita

Fita var mæld með ethyl-ether útdrætti úr þurrkuðum sýnum skv. (Soxhlet) (AOCS Ba, 1997).

#### Aska

Magn ösku var mælt skv. (AOAC, 2013).

#### Steinefni og þungmálmar

Steinefni og þungmálmar voru mældir skv. (NMKL 186, 2007).

#### pH gildi

pH gildi sýnanna var mælt með combined electrode SE 104- Mettler Toledo, Knick Berlin Germany.

#### Vatnsvirkni ( $a_w$ )

Aqua Lab Dew Point Water Activity Meter (Decagon Devices, Inc.) var notaður til að mæla vatnsvirkni ( $a_w$ ) í áburðinum.

#### Seigja

NDJ-8S seigjumælir var notaður til að mæla seigju áburðanna.

#### Örverugreiningar

Örverugreiningar voru gerðar á áburðunum á degi 0, degi 15 og degi 30. Heildar bakteríufjöldi var mældur skv. (NMKL, 2013). *E. coli* var mælt skv. (NMKL 9. , 2009), modified.

#### Tölfræðigreiningar

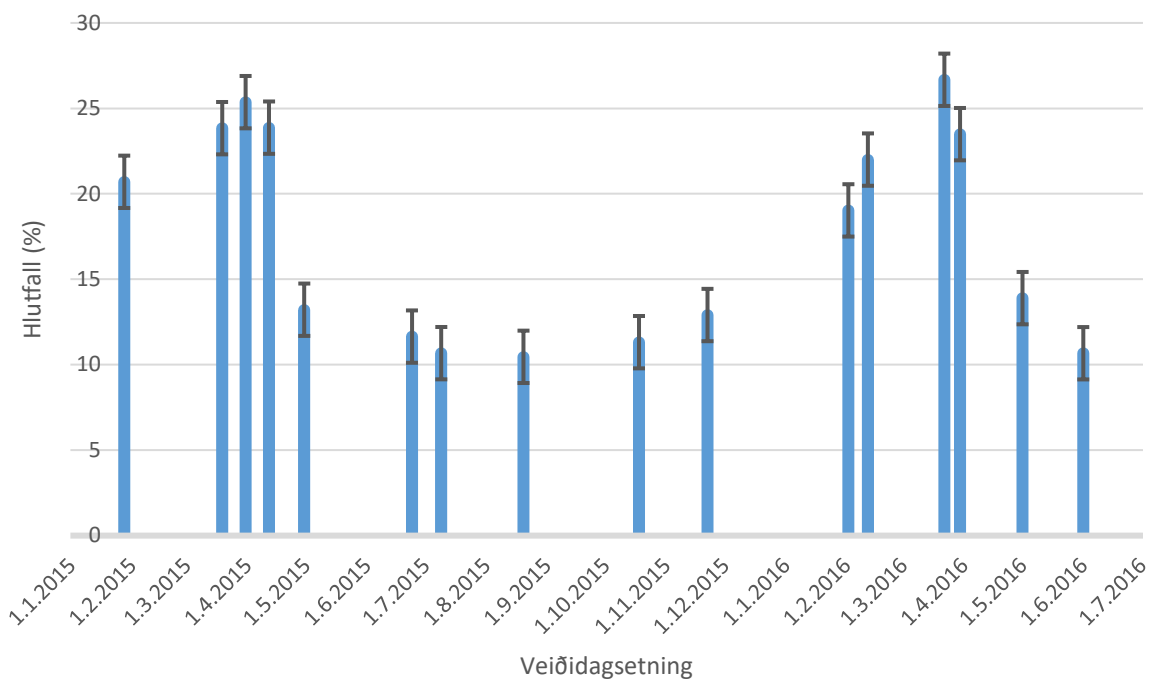
Allar mælingar voru gerðar í þrísýni. Gögnum sem safnað var voru greind með one way ANOVA með 95% marktækni.

## Niðurstöður

### Slóginnihald þorsks sem veiddur var við suðurströnd landsins

Slóghlutfall þorsks sveiflast töluvert innan árána 2015 og 2016 (Mynd 10). Í byrjun árs 2015 er slóghlutfall þorsks í kringum 20% að meðaltali, það hækkar fram að hrygningu og fer upp í 26% að meðaltali í apríl. Eftir að þorskurinn hefur hrygnt lækkar slóghlutfallið niður í um 13% í maí og helst nokkuð jafnt þar til kynkirtlar fara að stækka og orkuforði í lifur fer að aukast í desember í lok ársins 2015. Sömu sveiflur er að sjá á árinu 2016.

Meðalslóghlutfall sýnanna sem safnað var er 16% yfir eitt ár sem er sami slægingarstuðull og miðað var við í reglugerð. Eins og áður segir koma margir bátar einungis með óslægðan afla að landi yfir netavertíðina og frá janúar fram að hrygningarstoppi er meðal slægingarhlutfallið 23%.

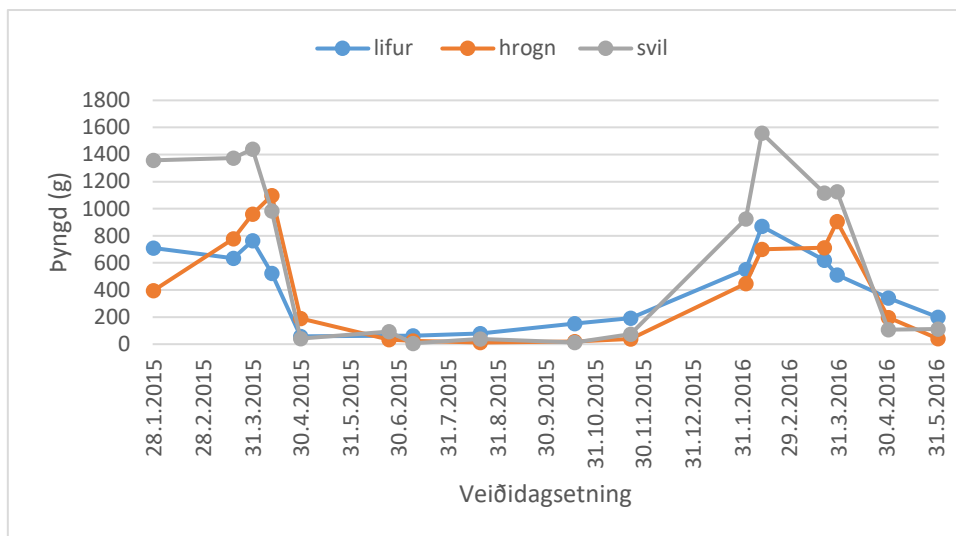


Mynd 10. Slóghlutfall í þorski á tímabilinu 1 janúar 2015 til 1 júní 2016. Meðal slóghlutfall með 95% öryggismörkum

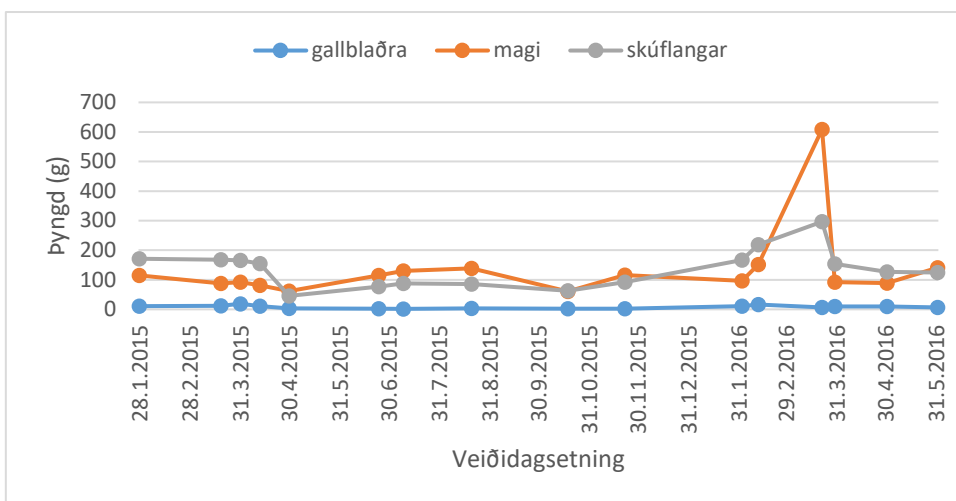
Meðalþyngd einstakra líffæra í þorski var reiknuð eftir vigtanir (Mynd 11 og 12). Þyngdir sýna tímabil janúar 2015 til júní 2016. Lifrin stækkar mikið um leið og kynkirtlarnir eða í kringum áramót til loka hrygningar. Á þeim tíma er gallblaðra og skúflangar einnig töluvert þyngri.

Þyngd maga var breytilegt þar sem hann innihélt mismikið æti. Ástæðan er sú að frá áramótum til apríl undirbýr fiskurinn sig fyrir hrygningu. Hann étur mikið og þyngist hratt auk þess sem hrognin stækka og þroskast á þessum tíma. Í apríl hrygnir þorskurinn og þá kemst meira jafnvægi á líkamsstarfsemina. Slóghlutfall er svipað og þyngd einstakra líffæra og er stöðugra á tímabilinu apríl-nóvember eða þar til nær dregur að hrygningartímabilinu aftur.

Þegar myndir 11 og 12 eru skoðaðar þarf að taka tillit til að í útreikningum á hlutfalli einstakra líffæra er meðaltal allra mælinga tekið, ekki er gerður greinamunur á kyni þorsksins.

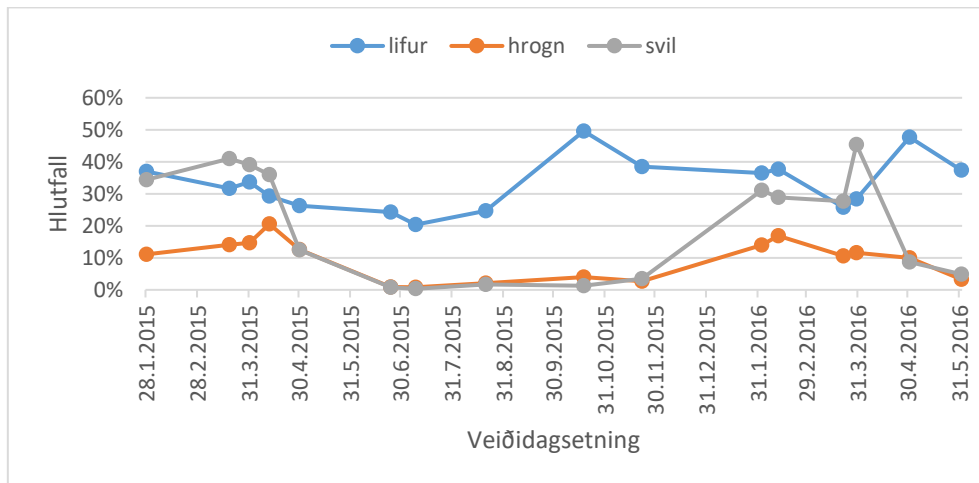


Mynd 11. Meðalþyngd lifurs, hrogn og svilja í þorski, árin 2015 og 2016, eftir veiðidagsetningum.

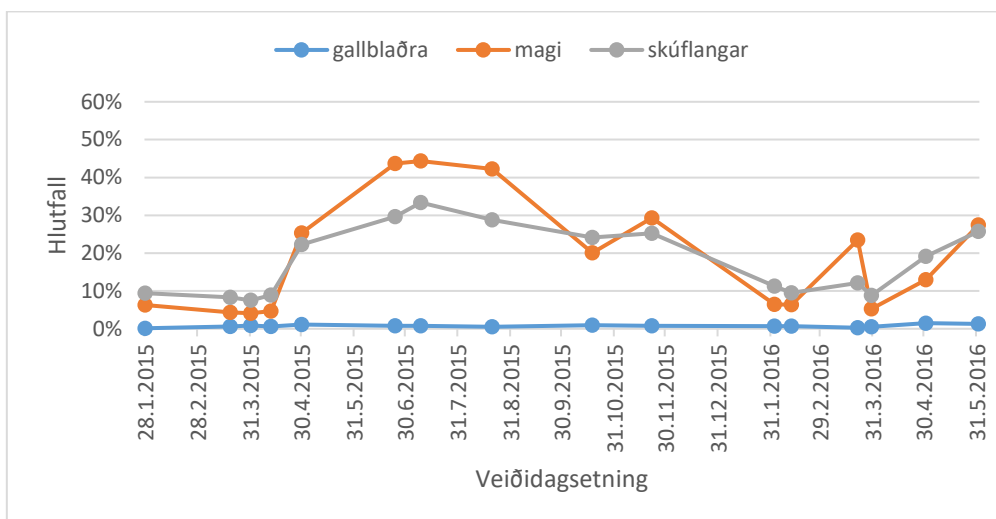


Mynd 12. Meðalþyngd gallblaðra, maga og skúflanga í þorski, árin 2015 og 2016, eftir veiðidagsetningum.

Eftir vigtanir var meðalhluftall einstakra líffæra í slógi reiknað út (Mynd 13 og 14). Mælingarnar sýna tímabil janúar 2015 til júní 2016. Lifur er alltaf einn stærsti hluti slógs en í byrjun árs þegar fiskurinn undirbýr sig fyrir hrygningu eru auk lifrarinnar hrogn og svil stærstu hlutar slógsins. Eftir hrygningu er maginn og skúflangarnir, auk lifrarinnar, stærsti hluti slógsins.



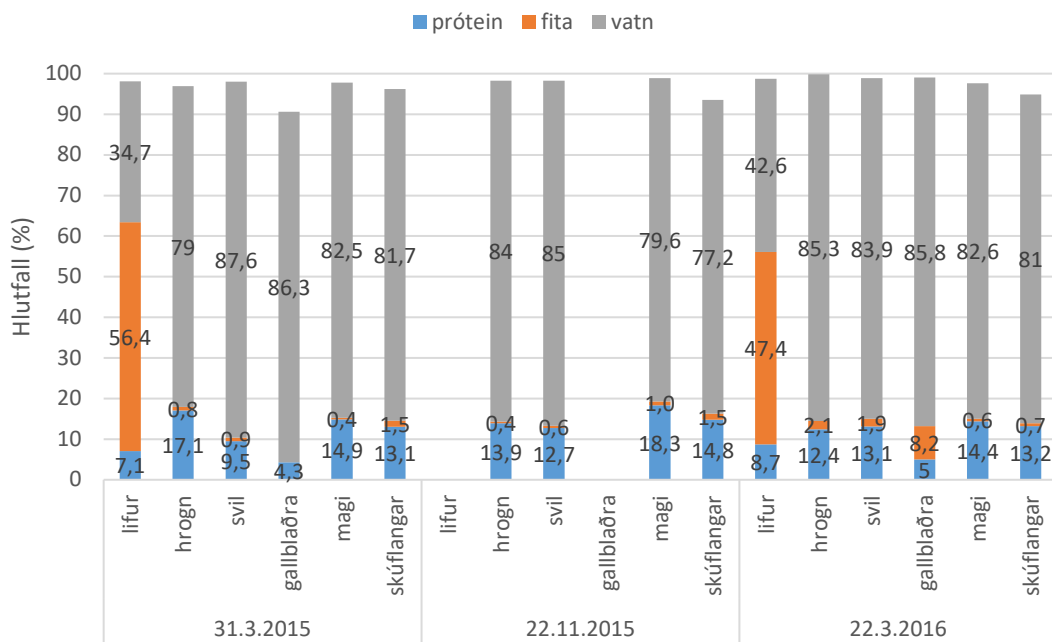
Mynd 13. Meðalhluftall lifrar, hrogna og svilja í þorski, árin 2015 og 2016 eftir veiðidagsetningum.



Mynd 14. Meðalhluftall gallblaðra, maga og skúflanga í þorski, árin 2015 og 2016 eftir veiðidagsetningum.

## Efna­mælingar á slógi

Gerðar voru efna­mælingar á einstökum líffærum á þrem tímabilum. Líffærum var safnað saman og sendar í efna­mælingar á efna­rannsóknarstofu Matís. Í einstökum líffærum þorsks er próteininnihald frá u.þ.b. 4% upp í tæp 20%, lægst í gallblöðru og hæst í maga. Mesta hlutfall fitu var í lifur eða rúmlega 56% í mars 2015. Vatnsinnihald er í einstökum líffærum 77-87%, nema í lifrinni sem hefur vatnsinnihald frá 35 til 43% (Mynd 15).



Mynd 15. Efna­mælingar einstakra líffæra í þorski.

Þegar snefilefni í einstökum líffærum voru mæld kom ljós að lítið magn er af kvikasilfri (Hg), kadmíum (Cd) og blýi (Pb) í þorskinnyflum. Járn (Fe) mældist frá 6 mg/kg upp í 264 mg/kg og arsen (As) mældist frá um 1 mg/kg upp í 7 mg/kg (Tafla 3). Skv. viðmiðum Evrópusambandsins er hámark magn kvikasilfurs (Hg) í þorskhaldi 0,5 mg/kg, kadmíums (Cd) 0,05 mg/kg og blýs (Pb) 0,2 mg/kg. Magn kvikasilfurs (Hg) og blýs (Pb) er langt undir mörkum um styrk þungmálma í þorskhaldi. Hins vegar er styrkur kadmíniums (Cd) í lifur langt yfir mörkum (0,39-0,47 mg/kg) sem gilda um þorskhöld en önnur líffæri eru nálægt eða rétt yfir þessum mörkum. Þess má geta að ekki hafa verið sett hámarksgildi fyrir líffæri í fiskum, til þess þyrfti að framkvæma áhættumat sem m.a. tæki mið af neyslumynstri (Helga Gunnlaugsdóttir, 2010). Ekki hefur verið gefin út hámarksgildi fyrir arsen og járn. Þegar hámarksgildi fyrir landdýr eru skoðuð má sjá að skv. Reglugerð nr.265/2010 hefur kjöt úr nautgripum, sauðfé,

svinum og alifuglum hámarksgildi kadmíums 0,05 mg/kg en lifur úr sömu dýrum hefur hámarksgildi 0,5 mg/kg.

Tafla 2. Snefilefni og þungmálmar í innnyflum þorsks.

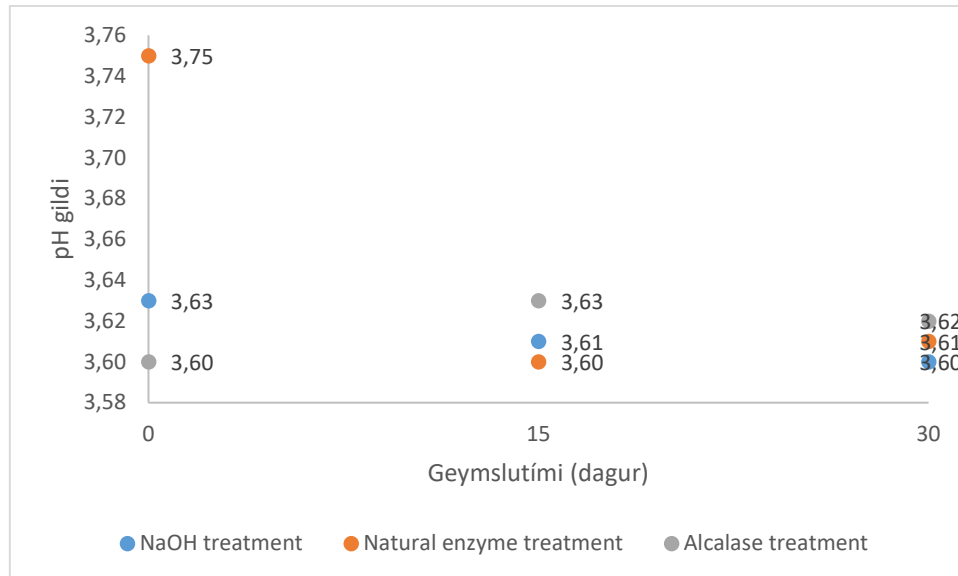
(mg/kg)	31.03.15	22.11.15	22.03.16
<b>Kvikasilfur (Hg)</b>			
Lifur	0,015	em	<0,06
Hrogn	0,005	0,045	0,023
Svil	0,015	0,042	0,021
Gallblaðra	0,004	Em	<0,009
Magi	0,035	0,063	0,023
Skúflangar	0,035	0,077	0,029
<b>Járn (Fe)</b>			
Lifur	19,3	em	
Hrogn	5,93	13,6	
Svil	8,23	8,4	
Gallblaðra	9,8	em	
Magi	21,57	45,1	
Skúflangar	30,9	264,1	152,5
<b>Kadmín (Cd)</b>			
Lifur	0,39	em	0,47
Hrogn	<0,002	0,02	0,02
Svil	0,01	0,02	0,02
Gallblaðra	0,02	em	0,04
Magi	0,07	0,17	0,04
Skúflangar	0,06	0,48	0,08
<b>Blý (Pb)</b>			
Lifur	0,047	em	<0,04
Hrogn	0,004	<0,007	<0,006
Svil	0,002	<0,006	<0,007
Gallblaðra	0,006	Em	<0,006
Magi	0,002	<0,009	<0,007
Skúflangar	0,003	0,034	<0,008
<b>Arsen (As)</b>			
Lifur	6,55	em	
Hrogn	0,46	1,07	
Svil	1,47	1,43	
Gallblaðra	0,87	em	
Magi	1,02	3,06	
Skúflangar	1,04	2,86	



## Eðliseiginleikar slógáburðar

### pH gildi

Sýrustig áburðanna var á bilinu 3,60-3,62 yfir geymslutímann (Mynd 16).



Mynd 16. pH gildi slógáburðanna.

### Vatnsvirkni ( $a_w$ )

Vatnsvirkni allra áburðanna úr slóginu var 0,96.

### Heildarfjöldi baktería og heildar kólígerlar.

Heildarfjöldi baktería og *E. coli* var hverfandi í áburðunum (Tafla 4).

Tafla 3. Heildarfjöldi baktería og kólí gerlar í slógáburðunum, meðan á geymslu stóð.

Slógáburður	Heildarfjöldi baktería (Log number/g)			E. coli (MPN)		
	Dagur 0	Dagur 15	Dagur 30	Dagur 0	Dagur 15	Dagur 30
NaOH meðhöndlun	< 10	< 10	< 10	< 3	< 3	< 10
Meðhöndlun með náttúrulegum ensímum	< 10	< 10	< 10	< 3	< 3	< 10
Meðhöndlun með Alkalasa	< 10	< 10	< 10	< 3	< 3	< 10

## Seigja í slógáburðinum

Seigja var mæld í áburðunum þremur og borin saman við tilbúinn áburð (Maxicrop). Niðurstöður mælinga sýndu marktækan mun ( $p < 0,05$ ) á seigju. Hæsta gildi seigju mældist í áburðinum sem búinn var til úr meltu með náttúrulegum ensímum (Tafla 5).

Tafla 4. Seigja í slógáburðunum og tilbúnum áburði (Meðaltal  $\pm$  staðalfrávik).

Plöntuáburður	Seigja (mPa.s)
Meðhöndlun með NaOH	1,79 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
Meðhöndlun með náttúrulegum ensímum	6,30 $\pm$ 0,33 <sup>c</sup>
Meðhöndlun með Alkalasa	2,19 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>
Tilbúinn áburður (Maxicrop)	1,58 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>

Mismunandi bókstafir sýna marktækan mun ( $p < 0,05$ ).

## Áburður úr slógi í eftir frtostþurrkun

Prótein innihald frostþurrkaðs áburðar sýndi að hæsta hlutfall próteina fékkst úr áburði sem búin var til með náttúrulegum ensímum (67,5%), (Tafla 6).

Tafla 5. Prótein í frostþurrkaðri meltu.

Frostþurrkaður áburður	Prótein (%)
Meðhöndlun með NaOH	34,4
Meðhöndlun með náttúrulegum ensímum	67,5
Meðhöndlun með Alkalasa	65,1

## Greining á vexti plantnanna eftir mismunandi áburðum

Vöxtur laukanna og hvítlauksins, sem nærðir voru með mismunandi áburðum, var mældur og settur fram sem vaxtarhlutfall plöntunnar (aukning á þyngd), fjöldi laufa og hæð (Töflur 7 og 8).

Laukur sem vökvaður var með áburði meðhöndluðum með Alkalasa hafði hæsta vaxtarhlutfallið (92,6 $\pm$ 18,6%), en með lægsta vaxtarhlutfallið var samanburðarhópurinn sem vökvaður var með vatni (38,4 $\pm$ 18,8%) (Tafla 7). Munur á fjölda laufa í hinum mismunandi ræktunarhópum var ekki marktækur ( $p > 0,05$ ). Hins vegar voru hóparnir sem vökvaðir voru með áburði meðhöndluðum með náttúrulegum ensímum, áburði meðhöndluðum með

Alkalasa og tilbúna áburðinum voru marktækt ( $p < 0,05$ ) með hærri plöntur samanborið við plöntuhópinn sem vökvaður var með áburði meðhöndluðum með NaOH og vatninu.

Tafla 6. Vaxtarhlutfall, fjöldi laufa og hæð plantna í 28 daga ræktun á laukum með mismunandi áburðum (Meðaltal  $\pm$ staðalfrávik).

Áburður	Vaxtarhlutfall (%)	Fjöldi laufa	Hæð plöntu (cm)
Samanburðarhópur (vatn)	38,4 $\pm$ 18,8 <sup>a</sup>	16,3 $\pm$ 2,6	31,8 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>
Meðhöndlun með NaOH	73,7 $\pm$ 24,7 <sup>b</sup>	18,3 $\pm$ 6,6	35,4 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>
Meðhöndlun með náttúrulegum ensímum	86,7 $\pm$ 18,8 <sup>b</sup>	15,00 $\pm$ 3,4	40,0 $\pm$ 1,8 <sup>c</sup>
Meðhöndlun með Alkalasa	92,6 $\pm$ 18,6 <sup>b</sup>	18,3 $\pm$ 1,0	38,5 $\pm$ 1,9 <sup>c</sup>
Tilbúinn áburður (Maxicrop)	75,9 $\pm$ 6,3 <sup>b</sup>	11,8 $\pm$ 1,7	40,0 $\pm$ 2,7 <sup>c</sup>

Mismunandi bókstafir sýna marktækan mun ( $p < 0,05$ )

Hvítlaukur sem var nærður með áburði meðhöndluðum með Alkalasa var einnig með hæsta vaxtarhlutfall (105,6 $\pm$ 14,8%) en með lægsta vaxtarhlutfall var samanburðarhópurinn sem vökvaður var með vatni (56,1 $\pm$ 10,9%) (Tafla 8). Vaxtarhlutfall, fjöldi laufa og hæð plantna hvítlauks sem vökvaður var með áburði meðhöndluðum með NaOH, áburði meðhöndluðum með Alkalasa og tilbúnum áburði var marktækt ( $p < 0,05$ ) hærra í samanburði við áburð meðhöndlaður með náttúrulegum ensímum og samanburðarhóp (vatn). Hins vegar var hvítlaukur sem vökvaður var með áburði meðhöndluðum með Alkalasa með hæstu plöntuhæð (50,1 $\pm$ 6,5 cm) á meðan lægstu plönturnar voru í hópum sem vökvaðir voru með áburði úr náttúrulegum ensímum (40,6 $\pm$ 2,8 cm).

Tafla 7. Vaxtarhlutfall, fjöldi laufa og hæð plantna í 28 daga ræktun á hvítlauk með mismunandi áburðum.

Áburður	Vaxtarhlutfall (%)	Fjöldi laufa	Hæð plöntu (cm)
Samanburðarhópur (vatn)	56,1 $\pm$ 10,9 <sup>a</sup>	5.8 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	45.5 $\pm$ 2.9 <sup>a</sup>
Meðhöndlun með NaOH	85,3 $\pm$ 8,5 <sup>b</sup>	6.8 $\pm$ 0.5 <sup>b</sup>	49.5 $\pm$ 2.9 <sup>b</sup>
Meðhöndlun með náttúrulegum ensímum	56,4 $\pm$ 23,3 <sup>a</sup>	5.8 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>	40.6 $\pm$ 2.8 <sup>a</sup>
Meðhöndlun með Alkalasa	105,6 $\pm$ 14,8 <sup>b</sup>	7.0 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup>	50.1 $\pm$ 6.5 <sup>b</sup>
Tilbúinn áburður (Maxicrop)	99,8 $\pm$ 14,7 <sup>b</sup>	7.0 $\pm$ 0.0 <sup>b</sup>	49.3 $\pm$ 1.2 <sup>b</sup>

## Efnamælingar á plöntuáburði úr fiskislógi

### Prótein

Prótein innihald í áburðum var mælt. Áburður meðhöndlaður með NaOH innihélt 8,18% prótein að meðaltali. Áburður sem gerður var úr meltunni þar sem náttúruleg ensím voru notuð innihélt að meðaltali 12,69% prótein og áburður sem var meðhöndlaður með Alkalasa mældist með marktækt hærra prótein ( $p < 0,05$ ) eða 13,16% í samanburði við hina hópana. Marktækur munur var milli allra hópa. Tilbúinn áburður innihélt 4,5% af próteini (Tafla 9).

### Vatn

Niðurstöður sýndu að marktækur munur var á vatnsnihaldi milli allra hópanna. Hæsta vatnsinnihaldið var í áburðinum þar sem slógið var meðhöndlað með náttúrulegum ensímum og var vatnsinnihaldið 81,2% að meðaltali. Næst kom áburðurinn sem búinn var til með því að meðhöndla slógið með ensíminu Alcalasa en vatnsinnihald hans var 79,8% að meðaltali og að lokum var NaOH áburðurinn með 76,3% vatnsinnihald að meðaltali (Tafla 9).

### Fita

Fita í áburðunum þremur var á milli 0,20% - 0,30%. Fituinnihald í hópnum meðhöndlaður með náttúrulegum ensímum og tilbúna áburðinum (Maxicrop) var marktækt hærri ( $p < 0,05$ ) en í hinum hópnum (Tafla 9).

### Aska

Öskuinnihald áburðarins úr slógi meðhöndlaður með NaOH var marktækt hærri ( $p < 0,05$ ) en aðrir áburðir, með gildi 3,34% að meðaltali (Tafla 9).

Tafla 8. Næringarefnasamsetning í slógáburðunum.

Slógáburður	Næringarefnasamsetning (%)			
	Próteininnihald	Vatnsinnihald	Fituinnihald	Öskuinnihald
NaOH meðferð	8.18 ± 0.13 <sup>b</sup>	76.30 ± 0.23 <sup>a</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.34 ± 0.08 <sup>c</sup>
Náttúruleg ensími	12.69 ± 0.04 <sup>c</sup>	81.20 ± 0.21 <sup>c</sup>	0.30 ± 0.02 <sup>b</sup>	2.29 ± 0.01 <sup>b</sup>
Subtílása meðferð	13.16 ± 0.42 <sup>d</sup>	79.80 ± 0.17 <sup>b</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.91 ± 0.01 <sup>a</sup>
Tilbúinn áburður (Maxicrop)	4.50 ± 0.01 <sup>a</sup>	85.70 ± 0.10 <sup>d</sup>	0.30 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.22 ± 0.06 <sup>b</sup>

Niðurstöður eru meðalgildi ± stdev. Mismunandi bókstafir sýna marktækan mun ( $p < 0.05$ )

## Steinefni

Niðurstöður mælinga á steinefnum sýndu að magn köfnunarefnis var marktækt hærra ( $p < 0,05$ ) í slógáburði meðhöndluðum með Alkalasa (2,11%) í samanburði við aðra áburði. Magn annarra steinefna eins og fosfórs og kalíums var mest í tilbúna áburðinum (Maxicrop) (Tafla 10).

Tafla 9. Steinefni í slógáburði eftir mismunandi meðhöndlun.

Steinefni (%)	Slógáburður			
	NaOH meðhöndlun	Meðhöndlun með náttúrulegum ensímum	Subtílasa meðhöndlun	Tilbúinn áburður (Maxicrop)
<b>Köfnunarefni (N)</b>	1.31±0.01 <sup>b</sup>	2.03±0.00 <sup>c</sup>	2.11±0.05 <sup>d</sup>	0.72±0.00 <sup>a</sup>
<b>Fosfór (P)</b>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.21±0.00 <sup>b</sup>	0.22±0.00 <sup>c</sup>	2.00±0.00 <sup>d</sup>
<b>Kalíum (K)</b>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.00 <sup>b</sup>	0.25±0.00 <sup>c</sup>	3.00±0.00 <sup>d</sup>
<b>Natríum (Na)</b>	0.99±0.03 <sup>b</sup>	0.17±0.00 <sup>a</sup>	0.18±0.00 <sup>a</sup>	18.9±0.00 <sup>c</sup>
<b>Kalk (Ca)</b>	0.13±0.00 <sup>a</sup>	0.52±0.01 <sup>d</sup>	0.30±0.01 <sup>b</sup>	0.44±0.00 <sup>c</sup>
<b>Magnesium (Mg)</b>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>c</sup>	0.04±0.00 <sup>b</sup>	0.58±0.00 <sup>d</sup>

Niðurstöður eru meðalgildi ± stdev. Mismunandi bókstafir sýna marktækan mun ( $p < 0,05$ )

## Umræða og ályktanir

### Mælingar og slóghlutfall

Þorskurinn sem notaður var til greiningar í verkefninu var veiddur á bátum sem gera út frá Þorlákshöfn. Fiskurinn var veiddur frá janúar 2015 til júní 2016 á Selvogsbanka suður af Þorlákshöfn en á öðrum árstímum við Vestmannaeyjar og í Meðallandsbugt. Fiskurinn var blóðgaður á sjó en slægður í landi þar sem fiskurinn var vigtaður fyrir og eftir slægingu og einstök líffæri vegin. Slóg var efnagreint og einnig framleiddur áburður úr því.

Í lok mars 2015 og 2016 jókst slóghlutfall í þorskinum en á þeim tíma fer fiskurinn að búa sig undir hrygningu. Hann étur mikið og fitnar þ.a.l. hratt, það verður til þess að lifrin stækkar auk kynkirtlanna. Fyrir þann tíma er slóghlutfallið um 11% að meðaltali, frá hrygningu að áramótum, og eykst svo jafnt og þétt þar til toppi er náð um mánaðarmótin mars/apríl og er þá um 26% að meðaltali, eftir það minnkar slóghlutfallið eftir hrygningu.

Bátar landa óslægðum afla yfirleitt um netavertíðina, þá er fiskurinn stór og er að miklum hluta nýttur í saltfiskvinnslu. Sömu bátar koma þá með aflann slægðan að landi á öðrum árstímum.

Þegar horft er á samsetningu slógsins á ársgrundvelli sést að lifrin er alltaf einn stærsti hluti slógsins. Yfir vertíðina eru hins vegar hrogn og svil einnig fyrirferðarmest en eftir hrygningu eru skúflangar og magi stærstur hluti slógsins ásamt lifrinni.

Þegar innnyflin voru efnagreind kom í ljós að lifrin innihélt um 50% fitu, tæplega 10% prótein og 40% vatn. Önnur líffæri innihéldu yfir 10% prótein, 1-2% fitu og mest af vatni. Hins vegar var töluvert af steinefnum í slógi, og var mest af járni.

### Framleiðsla slógáburðar

Þegar áburður úr fiskislógi er framleiddur er mikilvægasti þáttur framleiðslunnar ferskleiki hráefnisins. Slóg sem byrjað er að brotna niður vegna sjálfsmeltu og skemmast er ekki hæft í meltu þar sem gæði hráefnisins hefur rýrnað, með hátt bakteríuinnihald og illa lyktandi (Haaland & Njaa, 1990). Gæði meltu byggist alltaf á ferskleika hráefnisins sem notað er, framleiðsluferlinu og geymslu. Þegar framleiða á gæða afurð er mikilvægt fyrir veiðar og

vinnslu að líta á slógið sem verðmætt hráefni sem unnið verður áfram, en ekki sem úrgang eins og tíðkast hefur.

Í þessari þróunarvinnu á slógáburði voru magarnir í slóginu tæmdir áður en slógið var hakkað til að koma í veg fyrir mismun í efnamælingum af völdum magainnihalds. Fiskislóg er ríkt af próteinrjúfandi ensímum og sjávar peptónum (proteolytic enzymes and marine peptones) sem styðja við fjölgun góðra (probiotic) baktería (Vázquez, González, & Murado, 2004). Hægt er að bæta tilbúnum ensímum við sjálfsmeltuna, s.s. Alkalasa, en það stuðlar að mun hraðara ferli við niðurbrot próteina en náttúrulegu ensímin sem eru til staðar í slóginu. Einnig hefur hitun áhrif á hraða niðurbrotsins. Ef slógið er hitað upp í 55°C tekur ferlið skemmri tíma.

Þær þrjár aðferðir sem voru notaðar í þessum tilraunum byggðust á því að hakka slógið niður og bæta maurasýru við í lokin til að auka geymsluþol afurðanna.

### Eðlis- og efnafræði slógáburðanna.

Næringarefnainnihald slógáburðanna var svipað og í hráefninu/slóginu. Það var örlítill munur á próteini, fitu og ösku í slógáburðunum miðað við slógið sjálft en það má skýra með niðurbroti vegna vatnsrofs. Rannsóknir Tanuja, Mohanty, Kumar, Moharana, & Nayak (2014) sýndu að lágt pH gildi hjálpar til við að virkja náttúrulegu ensímin sem eru til staðar í slóginu.

### Prótein

Meira magn próteina í slógáburðinum sem meðhöndlaður var með ensíminu Alkalasa ( $13.16 \pm 0.42\%$ ) miðað við slógáburðinn meðhöndlaður með náttúrulegu ensímunum (sjálfsmelta) ( $12.69 \pm 0.04\%$ ) og NaOH slógáburðinum ( $8.18 \pm 0.13\%$ ) gaf til kynna hærra köfnunarefnisinnihalds. Rannsóknir Shahidi, Han, & Synowiecki (1995) leiddu í ljós að þegar fiskiprótein eru vatnsrofin með Alkalasa verður til afurð með bætta eiginleika, hærra magn af niðurbrotnum próteinum í peptíð eða amínósýrur. Ákveðnar bakteríur í jarðvegi eiga því auðvelt með að brjóta þessi efnasambönd í einingar sem plantan tekur upp og nýtir sem orkugjafa.

Próteininnihald minnkaði í slógáburðinum sem var meðhöndlaður með NaOH. Flipot, Mowat, Parkins, & Buchanan-Smith (1976) héldu því fram að lágt hlutfall próteins væri vegna

taps á óbundnu ammóníaki. Nishino, Ohshima, Miyase, & Yokota (Nishino, 1993) komust að samskonar niðurstöðu. Hinsvegar eykst magn köfnunarefnis við niðurbrot á próteinum, sem eykur vöxt plantna. Örverur í jarðveginum brjóta svo niður sambönd sem innihalda köfnunarefni eins og áður sagði, þannig að plantan á auðveldara með að nýta sér köfnunarefni úr jarðveginum.

## Vatn

Mest vatnsinnihaldið var í áburði sem var meðhöndlaður með náttúrulegum ensímum ( $81.20 \pm 0.21\%$ ) samanborið við áburð sem var meðhöndlaður með Alkalasa ( $79.80 \pm 0.17\%$ ) og áburði meðhöndluðum með NaOH á ( $76.30 \pm 0.23\%$ ). Bakteríuvirknin hafði þ.a.l. stoppað en fisk ensímin brjóta niður próteinin svo meltan verður fljótandi. (Arason, Thoroddsson, & Valdimarsson, 1990). Auk þess er hærra vatnsinnihald í ensímaburðunum (náttúruleg ensími og Alkalasa) vegna byrjunar á sjálfsmeltu og niðurrots próteina. Meltan verður þ.a.l. meira fljótandi og þá með hærra vatnsinnihaldi. Jangaard (1987) sagði að melta verður fljótandi vegna rýrnunar vefjauppbyggingar sem orsakast af sjálfsmeltu af völdum ensíma sem eru til staðar í holdinu.

## Fita

Samkvæmt niðurstöðum hefur slógáburður mjög lágt fituinnihald (0,2-0,3%) en það kemur ekki að sök því í ræktun á gróðri þarf ekki fitu heldur einungis köfnunarefni, fosfór og kalíum.

## Aska

Báðir áburðir meðhöndlaðir með ensímum (náttúrulegum og Alkalasa) voru með um 2% öskuinnihald en áburður meðhöndlaður með NaOH var með hærra hlutfall ösku vegna blöndunar NaOH í meltuframléiðslunni og hefur þ.a.l. áhrif á saltinnihald lokaafurðar. NaOH

## Snefilefni

Mest var af snefilefnum í áburði meðhöndluðum með Alkalasa, sem uppfyllir þörfum plantna og samræmist rannsóknum Karim, Lee, & Arshad (Karim, 2015) á meltu úr "Threadfin



seabream” sem veiðist í heitari sjó. Í þeirri rannsókn greindist  $1,84 \pm 0,38\%$  köfnunarefni,  $0,50 \pm 0,09\%$  fosfór og  $0,41 \pm 0,05\%$  kalíum og mældist sú blanda hafa góð áhrif á vöxt plantna.

Þegar slógáburður er borinn saman við tilbúinn plöntuáburður með  $0,72\%$  próteininnihaldi er áburður úr slógi ríkari af próteinum og steinefnum, og þar af leiðandi góður kostur fyrir ræktun. Rannsóknir Tatterson & Windsor (2006) sýndu fram á að samsetning meltu er sambærilegt hráefninu sem hún er unnin úr. Melta unnin úr slógi hefur minna af steinefnum en melta unnin úr heilum fiski, hausum eða rækjuhausum (Srour, 2009). Þar sem melta er fljótandi og sýru er bætt í hana og próteinsameindir brotnar niður og jarðvegsbakteríur eiga auðveldara að brjóta niður í ákjósanlegt form fyrir plöntur, því auðveldari er upptaka plantna á þeim næringarefnum sem þær þurfa á að halda.

#### pH gildi

pH gildi lokaafurðar á slógáburðunum var á bilinu 3,6-3,8, sem er æskilegasta sýrustig til varðveislu og veldur þ.a.l. engum bakteríuvexti eða sveppamyndun. Til að stilla af rétt sýrustig í meltunni og auka geymsluþol hennar er mikilvægt að bæta sýru við hana. Maura-sýra var notuð í þessum tilgangi og er hún því raunverulega rotvarnarefnið. Nuria, Engberg, & Jensen (2004) skrifuðu að maura-sýra væri lífræn sýra sem hefur verið notuð áratugum saman sem rotvarnarefni fyrir fóður, og kemur í veg fyrir örveru- og sveppamyndun og eykur geymsluþol gerjaðs fóðurs eins og meltu.

Við lægra sýrustig en 3,0 virka ensímin ekki eins og til er ætlast og ef sýrustigið er hærra en 4,5 er aukin hætt á að bakteríur fjölgi sér, sem leiðir til rotnunar og skemmda af öðrum örverum (Tanuja, Mohanty, Kumar, Moharana, & Nayak, 2014)

#### Vatnsvirkni ( $a_w$ )

Vatnsvirkni skiptir máli þegar kemur að vexti örvera í matvælum og öðru hráefni. Vatnsvirkni í slógáburðunum var á bilinu 0,96 og 0,97. Venjan er að örveruvöxtur eykst þegar vatnsvirkni fer upp fyrir 0,85 en niðurstöður þessara tilrauna sýna að þó að vatnsvirknin sé hærri í meltu þá skipta aðrir þættir máli til að hemja vöxt örvera, svo sem hitastig, pH gildi, afoxunarhæfni, súrefni og koldíoxíð eða ef varan hefur verið meðhöndluð með rotvarnarefnum (Rodel, 2001).

Takmarkandi þáttur geymsluþols fyrir slógáburð með hárri vatnsvirkni er vöxtur örvera. Rodel (2001) sagði að afurð með vatnsvirkni lægri en 0,70 getur verið stöðugri þegar kemur að örverum og þ.a.l. haft lengra geymsluþol en á móti kemur hægara niðurbrot ensíma. Það væru aðallega efnahvörf sem ákvarða gæði og stöðugleika afurðarinnar. Lorenzo & Kiely (2008) fundu að maurasýra hamlaði myndun niðurbrotssykra (WSC) og vexti óæskilegra örvera.

#### Heildarfjöldi baktería og kólígerlara

Hvorki bakteríur eða *E.coli* greindust í slógáburðunum. Ástæðan er notkun maurasýrunnar til að viðhalda sýrustiginu í 3,6 - 3,8 sem kemur í veg fyrir vöxt örvera þar sem maurasýran virkar sem rotvörn. Maurasýran eykur mjólkursýrugerlana í meltunni, dregur úr myndun ediksýru, própansýru, smjörsýru, minnkar niðurbrot próteina og lækkar sýrustigið samanborið við meltu án maurasýru. Hins vegar dregur of hár skammtur af maurasýru úr þessum eiginleikum Randby (2000).

#### Seigja

Áburður meðhöndlaður með NaOH hafði minnstu seigju. Ástæðuna má rekja í aukið vatnsmagn við blöndun á NaOH töflum við vatn. NaOH áburðurinn var ekki mjög frábrugðinn tilbúna áburðinum, sem notaður var til viðmiðunar í þessum tilraunum, hvað varðar seigju.

(Jangaard, 1987) sagði að seigja meltu færi eftir því hitastigi sem meltan væri framleidd og geymd við. Við hærra hitastig verður meltan þynnri og getur þ.a.l. innihaldið meira af næringarefnum en þykkari meltu. Meltingarensím eru alltaf til staðar í slógi. Í öllum aðferðunum sem voru þróaðar voru meltingarensím notuð til að vatnsrjúfa próteinin og búa til meltu. Þegar hitastigið er hækkað byrjar sjálfsmelting og slógið verður meira fljótandi. Þ.a.l. gefur hærra hitastig betra vatnsrof.

#### Slógáburður í föstu formi

Vegna próteininnihalds slógs ætti að vera mögulegt að framleiða slógáburð í föstu formi. Hugmynd um að frostþurrka slóg kom fram en frostþurrkun er hins vegar dýr framleiðsluaðferð og ekki miklar líkur á að það borgi sig. Enke, et al. (2009) skrifaði að þurrkuð

slógmelta væri hentug í fóður fyrir fiskeldi til að auka næringarefni fóðursins. Þurrkuð melta gæti komið í staðinn fyrir fiskimjöl í hágæða fóðri.

#### Áhrif mismunandi slógáburðar í lauk- og hvítlauksræktun

Laukur og hvítlaukur sem nærðir voru með slógáburði meðhöndluðum með Alkalasa var með hæsta vaxtarhlutfallið of mesta magn næringarefna. Vaxtarhlutfall plantnanna var marktækt ( $p < 0,05$ ) hærri miða við plöntur sem nærðust á öðrum áburði. Mælt er með að áburðinum verði tappað á flöskur sambærilegar við þær sem tilbúni áburðurinn er seldur í. Hrista þarf áburðinn fyrir notkun.

## Lokaorð

Vandasamt hefur verið að innleiða nýtingu á slógi í íslenskum sjávarútvegi. Auðvelt er að slægja aflann úti á sjó og farga slóginu í sjóinn. Hins vegar mætti, með nýrri hugsun, að nýta þessi hráefni í afurðir sem gætu gefið hærri virðisauka en hið almenna flak. Um langt skeið hefur verið unnið að því að koma þessum hlutum aflans í verðmæti og hafa fyrirtæki og stofnanir unnið að þeirri þróun í yfir 40 ár með Sigurjón Arason í farabroddi. Í dag eru útgerðir að vinna um 80% aflans í verðmætar afurðir. Þannig að íslenskum sjávarútvegi fer fram í þessum efnum, miðað við frændur okkar á hinum Norðurlöndunum. Í upphafi miðuðu rannsóknir á slógi að því að framleiða meltu úr slóginu og að auka gæði meltunnar. Fljótlega var þó einnig farið að gera tilraunir með ensímvinnslu úr slógi. Þær tilraunir hafa þó gengið hægar þar sem verðmæti afurðar (flök) hafa verið margfalt hærri miðað við meltuframleiðslu.

Margt hefur áunnist hvað varðar nýtingu á ákveðnum hlutum slógsins, t.d. hafa nokkur fyrirtæki verið stofnuð sem sjóða niður lifur til verðmætasköpunar, meðan áður var hún eingöngu sett í bræðslu. Aukin vinnsla á hrognum í verðmætari afurðir þróast og svil hafa verið seld til Asíu.

Þrátt fyrir viðamiklar rannsóknir á meltu hefur notkun hennar hér á landi verið takmörkuð. Algengara er að á Íslandi sé útbúin hálfmelta sem seld er erlendis þar sem hún er áframunnin. Ein af ástæðunum er eflaust að framboðið á slógi er ekki stöðugt. Eins og áður sagðir er algengt að fiskur sé slægður úti á sjó og slóginu varpað í hafið en ekki siglt með það í land. Í melturannsóknum síðustu ára hafa t.d. Norðmenn þróað fóður úr meltu en á Íslandi hafa rannsóknir farið í þá átt að nota meltuna í áburð fyrir jarðrækt. Í þessu verkefni var þeirri þróun haldið áfram og prófaðar þrjár aðferðir við að umbreyta slógi í áburð fyrir plöntur. Niðurstöður verkefnisins sýna ótvíræðan árangur slógáburðs á plöntur og einnig þegar hann er borinn saman við vatn og vinsælan tilbúinn áburð. Slógáburðinn er prótein- og steinefnaríkur sem er góður kostur í ræktun og köfnunarefnisinnihaldið samræmist vel þörfum plantna fyrir vöxt enda voru plöntur sem nærðar voru með slógáburði hærri en þær plöntur sem voru vökvaðar með öðrum áburði. Nú þegar þessu verkefni er lokið er til tilbúin lausn fyrir fyrirtæki til að nýta það slóg sem kemur að landi í verðmætari afurðir. Þetta verkefni miðaði að bættri nýtingu slógs úr þorski, og einnig er mikilvægt að liðka fyrir aukinni nýtingu á slógi óháð fiskitegundum.

## Heimildir

- Arason, S., Thoroddsson, G., & Valdimarsson, G. (1990). The Production of Silage from Waste and Industrial Fish: The Icelandic Experience. *International By-Products Conference*, 79-85.
- Arisoy, M. (1998). The Effect of Sodium Hydroxide Treatment on Chemical Composition and Digestibility of Straw. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 22, 165-170.
- Árnason, H. (1993). *Lífrænn áburður úr fiskislógi*. Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins, skýrsla 26 nív.
- Celis J, S. M. (2008). Plant response to salmon wastes and sewage sludge used as organic fertilizer on two degraded soils under greenhouse conditions. *Journal of Agricultural Research*, vol 69, 3, 274-271.
- FAO. (2001). *Fish Silage*. Sótt frá FAO:  
<http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5937e/x5937e00.htm#Contents>
- Ferraz de Arruda, L., Borghesi, R., & Oetterer, M. (2007). Use of Fish Waste as Silage - A Review. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50(5), 879-886.
- Helga Gunnlaugsdóttir, H. Ó. (2010). *Valuable facts about Icelandic seafood*. Reykjavík: Matís.
- Irfan, M. (2013). Response of Onion (*Allium ascalonicum* L.) to Plant Regulator and Leaf Fertilizer. *Agrotechnology Journal*, 3(2), 35-40.
- ISO 16634-1. (2008). Determination of the total nitrogen content by combustion according to the Dumas principle and calculation of the crude protein content.
- Jangaard, P. (1987). Fish silage: A review and some recent developments. *Fish silage workshop* (bls. 8-33). Nova Scotia: Department of fisheries and oceans fisheries development program.
- Karim, N. L. (2015). The Effectiveness of fish silage as organic fertilizer on post-harvest quality of pack choy. *European International Journal of Sciences*, 163-174.
- Krishnamuthy, D., & Sharanappa. (2005). Effect of sole and integrated use of improved composts and NPK fertilizers on the quality, productivity and shelf life of Bangalore rose red onion (*Allium cepa* L.). *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 39(3), 355-361.
- Lošák, T., & Winiowska-Kielian, B. (2006). Fertilization of garlic (*Allium sativum* L.) with nitrogen and sulphur. *Annales UMCS*, 45-50.
- Maynard, D. N., & Hochmuth, G. J. (1997). *Knotts' Handbook for Vegetable Growers*. New York: John Wiley & Sons Inc. .
- McNeill, A., Blanc, M., & Rochers, K. D. (2008). From Sea to Soil : Adding Value to Fish Waste. *SPC Fisheries Newsletter*, #126, 31-36.

- Mohammad, H. G. (2004). Use of composted organic wastes as alternative to synthetic fertilizers for enhancing crop productivity and agricultural sustainability on the tropical island of Guam. *13th International Soil Conservation Organisation Conference*, (bls. 1-6).
- Nishino, N. O. (1993). Digestion of alkali-treated alfaalfa silage by goats. *Asian-Australasian Journal of animal sciences*, 5-11.
- Ockerman, H. o. (2000). Animal by-product processing and utilization. Í H. o. Ockerman, *Animal by-product processing and utilization*. Inc. Pennsylvania, USA: Technomic Publishing Company.
- Randby, A. T. (2000). The effect of some acid-based additives applied to wet grass crops under various ensiling conditions. *Grass and Forage Science*, 55, 289–299.
- Rodel, W. (2001). Water activity and its measurement in food. Í a. C. E. Kress-Rogers, *Instrumentation and sensors for the food industry* (bls. 453-483). Boca Raton, FL.: CRC Press LLC.
- Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (1997). *World Vegetable Principles, Production and Nutritive Values* (Second útg.). New York. USA: Chapman and Hall International Thomson Publishing.
- Srour, T. M. (2009). Fish Waste and Shrimp Head Silage as Dietary Protein Sources for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Egyptian J. Anim. Prod.*, 46(1), 69-84.
- Stephen J. Naylor, R. D. (1999). The chemical composition of settleable solid fish waste (manure) from commercial Rainbow trout farm in Ontario, Canada. *North American Journal of Aquaculture*, 21-26.
- Tanuja, S., Mohanty, P. K., Kumar, A., Moharana, A., & Nayak , S. K. (2014). Shelf Life Study of Acid Added Silage Produced from Fresh Water Fish Dressing Waste with and without the Addition of Antioxidants. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 5(2), 91-98.
- Vázquez, J. A., González, M. P., & Murado, M. A. (2004). Peptones from autohydrolysed fish viscera for nisin and pediocin production. *J. Biotechnol*, 112, 299-311.
- Zhai, Z. E. (2009). Organic fertilizers for greenhouse tomatoes: Productivity and substrate microbiology. *Hortscience*, 800-809.

## Viðauki 1

Töflur með meðalþyngd og meðalhluftfalli stakra líffæra í slógi

Tafla 10. Meðalþyngd einstakra líffæra þorsks í grömmum.

Veiðidagur	lifur	hrogn	svil	gallblaðra	magi	skúflangar
28.1.2015	711	395	1357	11	115	171
19.3.2015	635	778	1373	12	88	168
31.3.2015	763	961	1439	19	92	166
12.4.2015	524	1098	984	11	81	155
30.4.2015	58	191	42	3	62	46
24.6.2015	63	35	92	2	115	77
9.7.2015	63	26	7	2	130	88
20.8.2015	80	12	38	4	139	86
18.10.2015	152	19	13	2	61	63
22.11.2015	191	39	74	2	115	92
2.2.2016	551	446	925	11	97	167
12.2.2016	870	700	1558	17	152	219
22.3.2016	620	712	1116	7	609	296
30.3.2016	511	907	1127	10	92	153
1.5.2016	342	196	106	10	89	126
1.6.2016	200	40	112	7	141	125

Tafla 11. Meðalhluftfall einstakra líffæra í slógi.

Veiðidagur	lifur	hrogn	svil	gallblaðra	magi	skúflangar
28.1.2015	37%	11%	34%	0%	6%	9%
19.3.2015	32%	14%	41%	1%	4%	8%
31.3.2015	34%	15%	39%	1%	4%	8%
12.4.2015	29%	21%	36%	1%	5%	9%
30.4.2015	26%	13%	12%	1%	25%	22%
24.6.2015	24%	1%	1%	1%	44%	30%
9.7.2015	20%	1%	0%	1%	44%	33%
20.8.2015	25%	2%	2%	0%	42%	29%
18.10.2015	50%	4%	1%	1%	20%	24%
22.11.2015	39%	3%	4%	1%	29%	25%
2.2.2016	36%	14%	31%	1%	6%	11%
12.2.2016	38%	17%	29%	1%	6%	9%
22.3.2016	26%	11%	28%	0%	23%	12%
30.3.2016	28%	12%	45%	1%	5%	9%
1.5.2016	48%	10%	9%	1%	13%	19%
1.6.2016	37%	3%	5%	1%	27%	26%

Vertíðir eru afmarkaðar með gulum lit.

## Viðauki 2

### Íslenskar rannsóknir á slógi

Jónsson, Á., Ásbjörnsson B. H og Arason, S. (2014). Slegist um slógið – Nýting á slógi frá fiskvinnslum. *Skýrsla Matís 08-14*.

Halldórsdóttir, S. M., (2014). Vinnsla verðmætra afurða úr slógi. *Skýrsla Matís 09-14*.

Ingvadóttir, E. M., Scully, S. M., Jóhannsdóttir, J., Björnsdóttir, R., og Jónsson, Á. (2013). Extraction of hydrolases from *Gadus morhua*. *Skýrsla unnin í samvinnu við Matís, Icewest, AVS og Háskólanum á Akureyri*.

Tryggvason, H., Finnbogadóttir, G. A., og Schram, J. G. (2007). Úrlausnir vegna umhverfisáhrifa við losun slógs. *Skýrsla Matís 38-07*.

Örlygsson, J. (2002). Möguleikar í sjávarlíftækni á Íslandi. Unnið fyrir Iðnaðar- og viðskiptaráðuneytið og Atvinnuþróunarfélag Eyjafjarðar. Skýrsla Rannsóknarstofnunar fiskiðnaðarins.

Árnason, S. V., og Arason, S. (1995). Melturannsóknir. *Rit Rf nr. 44*.

Arason, S. (1994) Production of fish silage (1994). Bókarkafli.

Árnason, H. (1993). Lífrænn áburður úr fiskslógi. Samantekt fyrir Aflanýtingarnefnd. *Skýrsla Rannsóknarstofnunar fiskiðnaðarins*.

Pórisson, S., Þorsteinsson, H. P., og Hjaltason, B. (1993). Melta – Markaðsmöguleikar og framboð. *Skýrsla Rf 12*.

Arason, S., Þóroddson, G., og Valdimarsson, G. (1990). The production of silage from waste and industrial fish: The Icelandic experience. Making profits out of seafood waste. Proceedings of the International Conference on Fish by-products. (ed. Keller S.), University of Alaska.

Arason, S., Ásgeirsson, L., og Harðarson, T. (1990). Meltuvinnsla. *Tækni tíðindi nr. 152*, Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins.

Benediktsson, B., og Bjarnason, J. B. (1987). Frumvinnsla próteinkljúfandi ensíma úr þorsklógi. *Skýrsla Rannsóknarstofnunar fiskiðnaðarins og Raunvísindastofnunar Háskóla Íslands*.

Benediktsson, B., og Bjarnason, J. B. (1986). Ensímvinnsla úr íslenskum hráefnum-uppskölun á ensímvinnslu úr innflum þorsks. *Skýrsla Raunvísindastofnunar Háskóla Íslands*.

Sjávarútvegsráðuneytið. (1986). Lifra og slógnýting. *Ráðuneytisskýrsla*.

Arason, S. (1986). Nýting slógs og aukaafli – Meltuvinnsla. *Erindi*, Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins.

Arason, S., og Harðarson, V. (1982). Meltuverkun um borð í skuttogara. *Tækni tíðindi Rf nr. 137*.

Arason, S., og Harðarson, V. (1982). Tæknilegar upplýsingar um meltuvinnslu. *Tækni tíðindi Rf nr. 138*.

Arason, S., og Arnesen, G. (1981) Meltur úr fiskúrgangi. *Tækni tíðindi nr. 126. Rf*.

Arason, S., og Guðmundsson, Ó. (1984). Melta og mysuþykkni – Framleiðsla og geymsla. Ráðunautafundur. Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins og Rannsóknarstofnun landbúnaðarins.

Dagbjartsson, B. (1976). Ný aðferð til nýtingar á slógi og úrgangsfiski. *Skýrsla, Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins*.