

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



Nýting á slógi með tilliti til umhverfisáhrifa

Ragnheiður Sveinþórsdóttir
Hólmfríður Hartmannsdóttir
Ólafur Ögmundarson

Vinnsla, virðisaukning og eldi

Skýrsla Matís 13-12
Mars 2012

ISSN 1670-7192

Report summary

<i>Titill / Title</i>	Nýting á slógi með tilliti til umhverfisáhrifa		
<i>Höfundar / Authors</i>	Ragnheiður Sveinþórsdóttir, Hólmfríður Hartmannsdóttir, Ólafur Ögmundarson		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	13-12	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Mars 2012
<i>Verknr. / project no.</i>	2001 - 2015		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	Verkefnasjóður sjávarútvegsins		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Markmið verkefnisins var að kanna hvort lífríkið í sjónum sé að nýta það slóg sem veiðiskip henda í hafið þegar fiskur er slægður um borð, einnig að kanna hvort nýta megi slóg á arðbæran hátt og hvort það hafi jákvæðari áhrif fyrir náttúruna. Niðurstöðurnar eru þær að það magn slógs sem sett var út í tilrauninni hvar á tilraunátíma og því uppfyllti verkefnið markmið sín. Hins vegar er þörf á meiri rannsóknum á þessu sviði til að hægt sé að áætla hversu mikið magn hafið getur tekið við án þess að af hljótist vandamál vegna lífrænnar ofauðgunar.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Slóg, nýting, umhverfisáhrif</i>		
<i>ummary in English:</i>			
<i>English keywords:</i>			

Efnisyfirlit

Inngangur	1
Löndun á óslægðum afla	3
Lög og reglur	3
Samsetning slógs	4
Framkvæmd.....	6
Tilraun með slóg	6
Niðurstöður	7
Tilraun með slóg	7
Slóg sett í sjó þann 11.08.2011.....	8
Netapokar hífðir úr sjó þann 16.08.2011	9
Netapokar hífðir úr sjó þann 25.08.2011 við lok tilraunar	11
Samanburður á umhverfisáhrifum eftir mismunandi nýtingarmöguleikum slógs.....	12
Niðurbrot lífrænna efna í vatni	12
Slóg sem fæða fyrir sjófugla	13
Nýtingarmöguleikar slógs.....	14
Melta:	14
LífDiesel:	14
Áburður:	15
Fiskimjöl:.....	16
Fóður:	16
Umræður	18
Þakkir	21
Heimildir	21

Inngangur

Töluvert hefur verið unnið að rannsóknum á nýtingu slógs erlendis en lítið hefur verið gert af því á Íslandi að nýta það á arðbæran hátt. Þær rannsóknir sem unnar hafa verið á þessu sviði hafa flestar verið unnar hjá Matís ohf. og Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins þar á undan.

Nú er svo komið að flestir hlutar fisksins eru gjörnýttir, en þó hefur ekki fundist ásættanleg leið í nýtingu á slógi og ekki hefur verið athugað sérstaklega hvort lífríki sjávar nýtir slógið sem bátar kasta fyrir borð. Hafrannsóknastofnunin hefur stundað rannsóknir á magainnihaldi þorskfiska en niðurstöður þeirra hafa ekki verið birtar opinberlega, en þó hefur komið í ljós að slóg er óverulegt í fæðu þeirra. Hins vegar eru líkur á að ýmis botndýr nýti slóg sem fæði og tilgangur verkefnisins var meðal annars að varpa ljósi á það. Hjá Matís hafa verið unnar rannsóknir á meltugerð auk þess sem verkefni um aukna nýtingu á „auka“-hráefni hafa verið vinsæl á undanförunum áratugum. Annað atriði sem skoðað hefur verið í verkefninu er slóg sem fæða fyrir sjófugla. Gerðar hafa verið rannsóknir á fæðuvali sjófugla við Ísland og til dæmis hefur verið reiknað út að fyllinn étur u.þ.b. 40 þúsund tonn af útkasti frá fiskiskipum yfir sumarið. Minnst er um útkast í fæðu hans fyrir suðurlandi en mest við norð-austurland yfir sumarmánuðina. (Kristján Lilliendahl og Jón Sólmundsson, 1998). Sömu höfundar skoðuðu einnig aðra möguleika varðandi nýtingu slógsins.

Norðmenn hafa náð einna mestum árangri í nýtingu slógs. Það orsakast meðal annars af magni hráefnis sem þeir hafa úr að ráða vegna umfangsmikils fiskeldis þar í landi og því hefur förgun úrgangs frá laxasláturhúsum verið mikið vandamál. Sú leið sem þeir hafa farið er að framleiða meltu úr nær öllu því slógi sem fellur til við fiskvinnslu þar í landi. Þannig hefur meltuframleiðsla Norðmanna einkum verið nýtt til áburðar- og fóðurgerðar, en á síðustu árum hafa þeir í síauknum mæli ráðstafað fjármunum í rannsóknir á frekari nýtingu meltu í verðmætari afurðir. Má þar til dæmis nefna prótein- og peptíðframleiðslu fyrir heilsuvöru- og líftækniðnað (Sigurður Vilhelmsson, 2006).

Önnur leið sem notuð hefur verið bæði hér á landi og erlendis er að nota slóg í fiskimjöl. Fiskimjölsverksmiðjur eru hins vegar yfirleitt staðsettar við stærstu löndunarhafnirnar á Íslandi þar sem þægilegt er að nota aukaafurðir með við fiskimjölsframleiðslu. Annað er uppi á teningnum í dreifðari byggðum landsins. Í litlum og einungruðum sjávarþorpum er bæði framboð á aukaafurðum úr fiski lítið og það berst óreglulega. Það er því almennt ekki hagkvæmt að framleiða fiskimjöl úr aukaafurðum á þessum stöðum vegna hás flutningskostnaðar til næstu fiskimjölsverksmiðju en hinsvegar er meltugerð fýsilegur kostur, bæði vegna þess að hún stöðvar skemmdarferil hráefnisins (Arason, S., 1994) og vegna þess að hér er um dýrmætt hráefni að ræða sem nýst getur sem fóðurbætir eða áburður fyrir bændur í grennd við framleiðslustaði meltunnar.

Eins og áður var getið er greinilegt að magn slógs sem fellur til á landi er nokkuð dreift um löndunarhafnir landsins. Út frá löndunartölum þá sker vesturhluti landsins sig nokkuð úr, með þremur stórum og þéttbýlum svæðum þar sem stór hluti slógsins fellur til:

- Yst á Reykjaneskaga,
- Snæfellsnes N
- Norðanverðir Vestfirðir.

Það má því álykta að skipulögð söfnun slógs á þessum svæðum gæti verið fýsileg ef farið væri út í að hagnýta vinnslu á slógi. Mikið slóg fellur einnig til í öðrum landshlutum en þeir staðir eru dreifðari og því erfiðara um vik að safna slóginu til vinnslu á einum stað, nema þeim mun hærra verð fengist fyrir það en nú er (úr skýrslunni *Úrlausnir vegna umhverfisáhrifa við losun slógs*; Hagstofa Íslands, www.hagstofan.is).

Þegar gert er að fiski um borð í veiðiskipum eins og tíðkast á stærri bátum og skipum er slóginu kastað í hafið en sífellt færast í vöxt að lifrin sé hirt vegna verðmætanna sem í henni felast. Magnið sem um ræðir er umtalsvert.

Á smábátum er sjaldan gert að fiski um borð og er þar helst um aðstöðuleysi og mannfæð að kenna. Þegar ekki er slægt um borð er siglt með aflann óslægðan í land og þarf þá að farga slóginu með einverjum hætti. Hægt er að urða slógið en því fylgja nokkur vandkvæði og kostnaður. Vegna mikils vatnsinnihalds sem bundið er í vefjunum verður loftfirrt niðurbrot mikið svo jarðvegurinn verður gljúpur og dúandi ef ekki er blandað nægilega miklu af föstu efni samanvið slógið. (Heimir Tryggvason, 2007). Til að varpa ljósi á kostnaðinn sem fylgt getur urðun á slógi þá kostar skv. gjaldskrá Sorpu 10,87 kr/kg að urða fiskiúrgang.

Þegar vinna á afurðir úr fiskislógi skiptir máli að það sé ferskt, slóg skemmist hratt vegna meltingarensímanna sem það inniheldur. Afurðir sem hafa skilað árangri þegar slóg er nýtt eru; melta, LífDiesel, áburður, fiskimjöl og fóður fyrir eldisfisk og loðdýr.

Komið hafa fram kenningar hjá sjómönnum að þar sem slógi sé kastað í hafið aukist við lífríkið og þá sérstaklega ýsugengd á því svæði, það hefur þó ekki verið rannsakað.

Miðað við upprunalega uppsetningu verkefnisins var það skorið niður í umfangi vegna þess að AVS sjóðurinn sá sér ekki hag í að styrkja verkefnið nema um 62% af því sem sótt var um. Verkefnið takmarkaðist við að gera tilraun þar sem slógi var safnað og það látið liggja á hafsbotni í netapokum með misgreiðum aðgangi fyrir botndýr. Vitjað var um sýnin á 2-3 daga fresti og þau vigtuð og mynduð.

Löndun á óslægðum afla

Árið 2009 féllu til í Þorlákshöfn um 2400 tonn af slógi. Árið 2009 bárust að landi 14.000 tonn (*Reiknistofa fiskmarkaða*). Miðað var við 50.000 tonn af óslægðum afla sem barst að landi. Á landinu öllu var fiskveiðiárið 2006/07 um 32 þúsund tonnum af óslægðri ýsu landað (u.þ.b. þriðjungur af heildarafla) og um fjórðungur 50 þúsund tonnum af óslægðum þorski (*Þingskjal 277, mál 210, 135. löggjafarþing*). Sama ár var, skv. vef Fiskistofu, heildarafli botnfisks í íslenskri lögsögu um 458 þúsund tonn (óslægt) og um 397 þúsund tonn (slægt). Heildarmagn slógs það fiskveiðiár var því ríflega 60 þúsund tonn. Árið eftir var heildarmagn slógs um 54 þúsund tonn, skv. sömu heimild. Af ofansögðu má ráða að einungis hluti af því slógi sem til fellur árlega berst að landi. (Ásbjörn Jónsson, 2011).

Lög og reglur

Ný reglugerð um vigtun og skráningu sjávarafla tók gildi 1. september 2007. Með þessari reglugerð verður Fiskistofu heimilt að veita leyfi til að vigta þorsk, ýsu og ufsa eftir slægingu í landi þar sem áður þurfti að vigta afla óslægðan ef honum var landað óslægðum. Samhliða gildistöku reglugerðarinnar átti að breyta slægingarstuðlum, sem notaðir eru til að umreikna þyngd á óslægðum afla yfir í slægðan. Stuðlarnir áttu að breytast úr 0,84 í 0,88 (samsvarar hlutfalli slógs 16% í 12%) fyrir þorsk og ýsu, en 0,87 (hlutfall slógs 13%) fyrir ufsa. Þetta hefur það í för með sér að minni hluti, af afla sem vigtaður er óslægður, er reiknaður sem slóg og því dregst meira frá aflamarki. Þessari breytingu hefur þó verið frestað vegna andstöðu smábátasjómannanna. Erfitt er að fullyrða hvort og þá hvaða þýðingu þessar breytingar hafa á magn þess slógs sem berst að landi. Þó má telja líklegt að fleiri sjómenn komi með afla óslægðan að landi þar sem leyfilegt verður að vigta hann eftir slægingu í landi.¹

Í reglugerð Umhverfissráðuneytisins nr. 738/2003, um urðun úrgangs, er gert ráð fyrir að urðun á lífrænum úrgangi verði minnkuð í áföngum til ársins 2020. Viðmiðunarárið er urðun lífræns úrgangs árið 1995. Samkvæmt reglugerðinni má urðun lífræns úrgangs árið 2009 vera mest 75% af lífrænum úrgangi 1995, árið 2013 má það vera 50% og árið 2020 á það að vera orðið 35%.

Í lögum nr 55/2003 er kveðið á um að Umhverfisstofnun skuli gefa út landsáætlun um meðhöndlun úrgangs. Markmið þessarar landsáætlunar er að draga markvisst úr myndun úrgangs, auka endurnotkun og endurnýtingu hans og minnka magn úrgangs sem fer til endanlegrar förgunar. Markmiðin koma fram í lögum nr. 55/2003 um meðhöndlun úrgangs og nánar í reglugerð nr. 737/2003.²

¹ Rgl. nr. 224/2006, http://www.sjavarutvegsraduneyti.is/log-og-reglugerdir/reglugerdir/Vigtun_nyting.../nr/1273

² Lög nr. 55/2003, <http://www.althingi.is/lagas/nuna/2003055.html>

Öll sveitarfélög á landinu vinna að stefnumótun í sambandi við hvernig staðið skal að urðun lífræns úrgangs og setja sér markmið í samræmi við þá stefnu sem tekin er. Hins vegar er ekki alls staðar á hreinu hvernig þau ætla að ná þeim markmiðum. Þau sveitarfélög sem hafa löglega sorpbrennslu eru ekki í miklum vandræðum að ná þessum markmiðunum.

Fram kemur í Landsáætlun Umhverfisstofnunar fyrir 2004-2020 að:

„Óheimilt er að urða fljótandi úrgang, til dæmis seyru, grút, blóðvatn og ef til vill fiskislóg. Þetta felur í sér að farveg þarf að finna fyrir slíkan úrgang.“³

Hér er ljóst að skrefið er ekki tekið til fulls og slóg skilgreint sem fljótandi. Það liggur ekki beint við hvernig skilgreina eigi slóg, sem fljótandi eða fast efni. Eins og verður vikið að hér síðar, er það nokkrum vandkvæðum bundið að urða slóg án nokkurra annarra ráðstafana, vegna mikils vatnsinnihalds.

Í reglugerð nr. 601/2003 um nýtingu afla og aukaafurða segir : „Heimilt er að varpa fyrir borð verðlausum fiski, innyflum, hausum og öðru því sem fellur til við verkun og vinnslu afla um borð í veiðiskipum, enda verði þessi fiskúrgangur ekki nýttur með arðbærum hætti“.⁴ Hér á eftir verður farið nánar yfir förgun slógs í sjó (Heimir Tryggvason et al. 2007).

Samsetning slógs



Mynd 1 Mynd af slógi í ker. Á henni sjást líka netapakarnir sem notaðir voru við tilraunina. Möskvastærð þeirra var mismunandi og er skýrt nánar út hér að neðan

lifur verði flokkuð frá og nýtt til manneldis, annaðhvort niðursoðin eða brædd í lýsi.

Við vinnslu á slógi er spurning um að hvort ekki megi flokka slógið að einhverju marki og koma einstökum hlutum þess í verð. Traustur farvegur er fyrir nýtingu á lifur sem á annað borð kemur að landi í frekari vinnslu, niðursoðu eða bræðslu. Nokkuð er um að hrogn séu hirt og seld til frekari vinnslu til manneldis. Aðrir hlutar eru nýttir í minna mæli. Þó má í flestum tilfellum gera ráð fyrir að

³ Landsáætlun UST, http://www.ust.is/media/ljosmyndir/mengun/Landsaatlun_2004-2016_VEF.pdf

⁴ Rgl. nr. 601/2003, http://www.sjavarutvegsraduneyti.is/log-og-reglugerdir/reglugerdir/Vigtun_nyting.../nr/549

Þar sem það er mikil vinna að flokka slógið er mikilvægt að hver nýtingarleið standi undir sér og eru nýtingarmöguleikar mjög háðir verði og eftirspurn hverju sinni.

Aukið fiskeldi skapar ný tækifæri í nýtingu slógs þar sem hægt er að stýra því nákvæmlega hvenær slátrunin fer fram og auðveldara er að safna slóginu saman og fullvinna ákveðna hluta þess. Auk þess er fiskurinn sveltur fyrir slátrun, sem gerir slógið og alla vinnu við það mun hreinlegri. Flokkun á slógi úr villtum fiski er erfiðari í framkvæmd, því slógið skemmist mjög hratt og aðstæður við söfnun, geymslu og flutning eru misjafnar (Heimir Tryggvason et al. 2007).

Framkvæmd

Tilraun með slóg

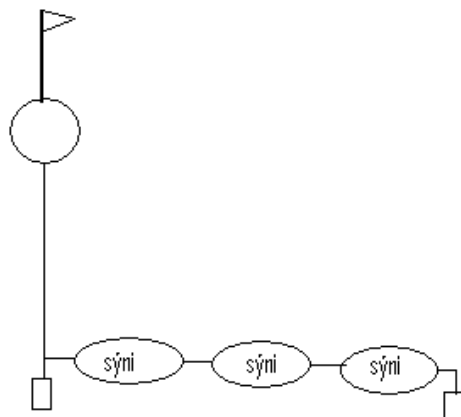
Slógi var safnað á veiðiskipi gagnert fyrir verkefnið. Það var gert á þann hátt að þegar gert var að fiskinum var innnyflum með lifur safnað í poka í stað þess að vera hent. Í hvern poka var sett u.þ.b. 15 kg af slógi sem síðan var fryst.

Tilraunin var framkvæmd í ágúst 2011.

Útbúnir voru netapokar sem rúmuðu sýnin, með 20 mm, 30 mm og 45 mm möskvastærðum svo að aðgangur fiska og botndýra væri misgreiður. Sýnin voru sett í netapokana í landi og þau vigtuð og ljósmynduð. Þrír mismunandi sýnapokar voru festir saman og netasteinar settir á sinn hvorn endann til að halda sýnunum föstum á



Mynd 2 Slóg í netapoka. Á myndinni er verið að lkoa poka sem í eru um 15 kg af slógi



Mynd 3 Uppsetning tilraunar. Sýni voru lögð á hafsbottinn í þremur mismunandi stærðum af sýnapokum og allt var þetta „fest“ við botninn með þyngingum. Bauja var svo fest við sýnin til að segja til um staðsetningu þeirra

botninum. Bauja var að lokum tengd við annan endann svo hægt væri að vitja um sýnin.

Tveir sýnahópar voru hafðir á um það bil 10 metra dýpi. Fyrsti hópurinn var hafður á hörðum botni (í Klaufinni við Vestmannaeyjar) annar sýnahópurinn var hafður á mjúkum botni (Stakkabót við Vestmannaeyjar) og þriðji hópurinn var settur á um það bil 100 metra dýpi á humarslóð austan við Vestmannaeyjar.

Vitja átti um sýnin á 2-4 daga fresti og þau vigtuð og mynduð. Vegna leiðinlegs veðurs var hins vegar ekki hægt að halda sig við upprunalegt plan eins og greint verður frá í næsta kafla.

Niðurstöður

Tilraun með slóg

Farið var með sýnin á vettvang þann 11. ágúst 2011. Stefnt var að því að vitja um þau 2-3 dögum seinna en vegna veðurs og sjólags var ekki vitjað um þau aftur fyrr en 16.ágúst. Einnig var vitjað um sýnin þann 18.ágúst en vegna veðurs og sjólags var ekki hægt að vitja um þau aftur fyrr en 25.ágúst.

Sýnin voru sett niður á 10 metra dýpi í Stakkabót þar sem þau voru á mjúkum botni og á 10 metra dýpi í Klaufinni við Vestmannaeyjar þar sem þau voru á hörðum botni en þetta var gert til að sjá hvort munur sé á hvort botn sé mjúkur eða harður þegar kemur að niðurbroti lífrænna efna. Einnig var sýnahópur settur niður á 100 metra dýpi á humarslóð austan við Vestmannaeyjar en í óveðrinu sem gekk yfir á tímanum sem sýnin voru í hafi gerði það að verkum að útbúnaðurinn færðist úr stað og fannst ekki aftur þrátt fyrir mikla leit.

Annað óhapp varð þegar sýnapokarnir voru hífðir upp af prófunarstöðunum sem fyrst var vitjað um, eða 16. ágúst 2011. Úr tveimur stærri möskvastærðarpokunum datt slóg, bæði á Stakkaborni og í Klaufinni og á djúpslóð á humarslóð austan við Vestmannaeyjar. Engin ummerki voru á botninum um að slógið lægi þar og rotnaði.

Niðurstöður mælinga á niðurbroti slógs á Stakkabotni (á mjúkum botni) og í Klaufinni (á hörðum botni) dagana 11.-25. ágúst 2011 má sjá í töflum 2 og 3.

Tafla 1. Niðurstöður mælinga á niðurbroti slógs á Stakkabotni dagana 11.-25. ágúst 2011

Stakkabót	11.8.2011	16.8.2011	18.8.2011	25.8.2011
20 mm	15,7 kg	6,5 kg	2,8 kg	0,0 kg
30 mm	15,5 kg	4,7 kg	1,5 kg	0,0 kg
45 mm	16,0 kg	2,5 kg	1,5 kg	0,0 kg

Tafla 2. Niðurstöður mælinga á niðurbroti slógs í Klaufinni dagana 11.-25. ágúst 2011

Klauf	11.8.2011	16.8.2011	18.8.2011	25.8.2011
20 mm	16,0 kg	6,1 kg	2,1 kg	0,0 kg
30 mm	12,5 kg	3,5 kg	1,2 kg	0,0 kg
45 mm	16,9 kg	3,8 kg	0,0 kg	0,0 kg

Hér á eftir fara myndir sem teknar voru þegar slógið var sett í sjóinn og til samanburðar eru myndir teknar þegar vitjað var um pokana.

Slóg sett í sjó þann 11.08.2011



Fallegur morgun í Vestmannaeyjarhöfn

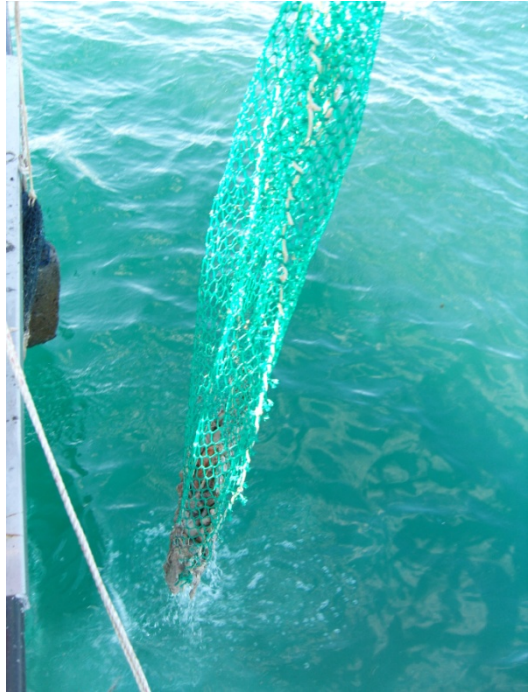


Slóg í netapokum af mismunandi möskvastærðum



Netapokar híðir úr sjó þann 16.08.2011





Netapokar hífðir úr sjó þann 25.08.2011 við lok tilraunar



Samanburður á umhverfisáhrifum eftir mismunandi nýtingarmöguleikum slógs

Niðurbrot lífrænna efna í vatni

Þegar áburðarefni notuð í landbúnaði berast út í hafið geta þau valdið gríðarmiklum þörungavexti. Þegar þörungarnir drepast fellur mikið magn þeirra á sjávarbotninn og rotnar þar. Súrefnisinnihald í neðstu lögum sjávar getur þá fallið með þeim afleiðingum að hin ýmsu dýr sem þar búa geta varla lifað af og hverfa því vegna óhagstæðra skilyrða. Slíkar aðstæður gætu skapast ef miklu magni af slógi væri kastað í hafið og það myndi sökkva til botns og rotna þar án þess að lífverur ynnu nægjanlega hratt á þeim til að flýta rotnun. Erfitt getur verið að meta losun gróðurhúsalofttegunda frá slógi sem rotnar í hafinu enda er hafið margbreytilegt eftir svæðum. Hitastig sjávar og dýpi er breytilegt, hafsbotninn er jarðfræðilega mismunandi eftir heimshornum og margar fleiri breytur gera vísindamönnum erfitt fyrir við rannsóknir á hafinu. Niðurbrot lífrænna efna hefur þó verið rannsakað í uppistöðulónum hér á landi og annarsstaðar. Gagnlegt getur verið að hafa þessar rannsóknir til hliðsjónar þegar hugað er að rotnun slógs á sjávarbotni, en hafa þarf í huga að aðstæður eru nokkuð mismunandi. Þessi lón fyllast af fersku vatni en sjórinn er saltur, vistkerfi eru önnur í lónum heldur en hafinu auk þess sem samsetning slógs er önnur heldur en gróðurs, t.d. er meiri fita í slógi.

Helstu gróðurhúsalofttegundirnar eru koltvísýringur (CO_2), metan (CH_4) og hláturgas (N_2O) og myndast þessar lofttegundir t.d. þegar lífrænt efni fer undir vatn í virkjunarlónum. Aðrar gróðurhúsalofttegundir eru m.a. vetnisflúorkolefni (HFC), perflúorkolefni (PFC) og brennisteinshexaflúoríð (SF_6). Breytileiki er á losun lofttegunda frá einu lóni til annars þar sem áhrifavaldarnir eru breytilegir eftir tíma og staðsetningu. Heildarmagn lífræns efnis, gróðurs og jarðvegs, sem fer undir vatn er sá þáttur sem vegur hér mest en hitastig, dýpi, styrkur súrefnis í vatnsbolnum, veðurlag, kolefnisbúskapur og næringarefnastaða vistkerfanna spila líka stórt hlutverk. Á norðlægum slóðum er losun gróðurhúsalofttegunda úr uppistöðulónum sérlega breytileg og þar er hún líka ekki jafn mikil og í hitabeltinu. Í hitabeltinu er það helst mikið magn lífrænna efna, hátt hitastig og ríkjandi loftfirrtar aðstæður í vatnsbol lónanna sem valda því að uppistöðulónin láta frá sér verulegt magn gróðurhúsalofttegunda. Hér á landi fer minna gróið land undir lón en víða erlendis, enda eru virkjanaf framkvæmdir hér á landi vanalega á frekar gróðursnauðu landi eða mýrum og móum. Hins vegar inniheldur íslenskur jarðvegur mun meira lífrænt efni heldur en flestar erlendar gerðir jarðvegs. Þúrlendisjarðvegur hér á landi er aðallega s.k. *Andasol* eða eldfjallajarðvegur og hefur þessi jarðvegur að geyma meira lífrænt efni heldur en flestar gerðir þúrlendisjarðvegs. Magn lífræns efnis í votlendi er einnig margfalt meira en fyrirfinnst í rýrum móa. Mýrar eru uppspretta metans en þær virka sem svelgur á CO_2 . Þetta er vegna þess að metan myndast við loftfirrt niðurbrot en koltvísýringur myndast við loftháð niðurbrot. Samspil loftfirtra og loftháðra aðstæðna getur svo

leitt til myndunar hláturgass. Hláturgas hefur um 300falda virkni miðað við CO₂ sem gróðurhúsalofttegund og metan hefur rúmlega 20falda virkni miðað við CO₂. Myndun þessara efna hlutfallslega skiptir því miklu máli. Eftir því sem lengra líður frá myndun lóna dregur úr myndun gróðurhúsalofttegunda og ein athugun sýndi að losun í lóni hafði dregist saman um tæp 25% á 15 árum (Óskarsson, H. 2008).

Árið 2005 var losun vegna virkjunarlóna hér á landi áætluð $213,3 \cdot 10^3$ CO₂ ígildi en það er sú mælieining sem notuð er til að mæla gróðurhúsaáhrif. Þar af voru $141,4 \cdot 10^3$ tonn vegna CO₂, $49,1 \cdot 10^3$ tonn vegna CH₄ og $21,7 \cdot 10^3$ tonn voru vegna N₂O (Óskarsson, H. 2008).

Slóg sem fæða fyrir sjófugla

Samkvæmt yfirgripsmiklum talningum sem gerðar hafa verið á fjölda verpandi sjófugla á síðustu árum eru sex algengustu sjófuglar við Ísland álka, langvía, stuttnefja, lundi, rita og fýll. Samkvæmt erlendum rannsóknum er sumarfæða allra þessara fugla nema fýls aðallega smávaxnir torfufiskar eins og t.d. loðna, síli og síld. Þá éta fuglarnir einnig ýmsar tegundir svifkrabbadýra en þó ekki eins mikið af þeim og fiskunum. Aftur á móti sker fýllinn sig úr og étur einkum útkast frá fiskiskipum. Að vetrarlagi virðist fæða svartfugla (álku, langvíu og stuttnefju) vera breytileg eftir landshlutum. Á Suðurlandi er hún aðallega síli en síld í desember en á Norðurlandi virðist hún vera fjölbreyttari og þar éta fuglarnir loðnu, ljósátu, síld og marflær. Aðalfæða svartfugla og lunda fyrir vestan land hefur verið álitin seiði þorskfiska en fyrir austan þyrsklingur, loðna og síli. Meira en helmingur af fæðu fýls reyndist, samkvæmt þeirri rannsókn sem gerð var, vera útkast frá fiskiskipum. Fýllinn virðist einnig borða síli og eitthvað af loðnu. Fæða fýls var fjölbreyttust og breytileg eftir landshlutum. Við norðaustanvert landið var fæða fýls að þremur fjórðu hlutum rækja og karfi frá fiskiskipum en fyrir norðvesturlandi virtust tæplega tveir þriðju hlutar fæðunnar vera frá fiskiskipum komnir, aðallega karfi, rækja og ísrækja. Fyrir vestan land var meira en helmingur fæðu fýls aðrir fæðuhópar eins og smokkfiskar og marflær. Einnig fundust þar fuglar sem átu hvítleitar flyksur úr efstu lögum sjávar. Undan Austurlandi var fæða fýls aðallega rækja og karfi sem líklega voru fengin frá fiskiskipum. Fyrir sunnan land var tæplega helmingur fæðu fýlsins útkast frá fiskiskipum og var þá einkum um að ræða kolmunna, gulllax, karfa, humar og innyfli fiska (slóg). Síli skiptu mestu máli fyrir fýl fyrir sunnan og vestan en annars skiptu þau litlu máli.

Kristján Lilliendahl og Jón Sólmundsson áætla át þessara sex algengustu sjófugla á varptíma við Ísland vera 184.000 tonn af síli, 171.000 tonn af loðnu, 34.000 tonn af ljósátu og 52.000 af annarri fæðu og slóg er talið þar með. Af þessum 52.000 tonnum eru 40.000 tonn ýmiskonar útkast frá fiskiskipum sem fýllinn étur. Síli, loðna og ljósátu voru meira en 95% af sumarfæðu svartfugla, lunda og ritu við Ísland. Því er ljóst að slóg er ekki mjög stór hluti af fæðu sjófugla við Íslands nema fýlsins og því hlýtur

einhver hluti þess að sökkva til botns og annað hvort rotna þar eða vera étin af öðrum dýrum (Sólmundsson 1998 og Heimir Tryggvason et al. 2007)

Nýtingarmöguleikar slógs

Melta: Í stuttu máli er melta hakkaður fiskúrgangur sem er brotinn niður af ensímum í hráefninum og rotvörð með sýru. Þegar sýru er blandað í hráefnið lækkar sýrustigið, vöxtur örvera minnkar og virkni ensíma eykst. Við 30°C verður hakkaður fiskúrgangur þunnfljótandi á u.þ.b. 24 klst. Í slógi og roði eru ensím sem hvata meltu, próteasar brjóta niður prótein og lípasar brjóta niður fitu. Þessi ensím eru þó ekki til staðar í fiskholdi (Sveinn Víkingur Árnason, 1995). Meltun gengur hægar þegar engin innfyli eru til staðar í slóginu því þá eru niðurbrotsensímmin ekki til staðar.

Eftir því sem niðurbrot meltu gengur lengra verður fiskúrgangurinn vökvakenndari, hraði meltunarinnar ákvarðast af virkni hvatanna í hráefninu, sýrustigi, hitastigi og ástandi hráefnisins. Nauðsynlegt er að hafa efnið á hreyfingu á meðan meltun fer fram vegna þess að eftir því sem niðurbrotið gengur lengra losnar fitan og flýtur upp en agnirnar í vökvanum setjast á botninn.

Melta getur verið notuð í ýmsar afurðir, m.a. er hægt að nota meltu sem íblöndunarefni í fiskimjöl, í ýmis fóður og sem áburð (Sveinn Víkingur Árnason, 1995) Melta er tiltölulega ódýr afurð en flutningskostnaðurinn er mikill vegna mikils vatnsmagns.

LífDiesel: Þegar slóg er unnið í meltu er fitan skilin frá slóginu. Hægt er að nota fituna í t.d. LífDiesel. LífDiesel er olía sem unnin er úr fitu en ekki úr jarðolíu, algengast er að nota plöntufitu en einnig er hægt að nota fiskifitu eða aðra dýrafitu.

Þegar LífDiesel er framleitt er notað ferli sem kallast „transesterification“, þá er metanóli og NaOH blandað úti fituna og hitað, þá verður til blanda af LífDiesel og glýseróli sem skilst sjálfkrafa í sundur. Að lokum er eldsneytið hreinsað og þá fæst hreint LífDiesel (Leray, 2011). LífDiesel samanstendur af mono-alkylesterum sem afleiddir eru af löngum fitusýrukeðjum úr plöntum eða dýrum (Hess).

LífDiesel er umhverfisvænn orkugjafi sem brotnar niður í náttúrunni auk þess sem það er auðvelt í framleiðslu. Hægt er að nota 5% (og allt upp í 20%) LífDieselblöndu á bifreiðar með díselvél án þess að verulegra breytinga á vélinni sé þörf. Þegar þessum orkugjafa er brennt myndast hvorki súlföt né súlfoxíð sem eru aðalefni í súru regni og kolefnisútblastur frá LífDieseli hefur 50% minni ósonmyndandi eiginleika heldur en útblástur frá hefðbundinni díselolíu. Þetta gerir LífDiesel að einstaklega umhverfisvænum orkugjafa (Commonly asked questions, 2009). LífDiesel getur verið aðeins dýrara en díselolíu en gjaldið er ekki hátt ef litið er til ávinningsins sem er minni mengun og lengri festing kolefna í kolefnishringnum.

Lífdeisel fæst í öllum 50 ríkjum Bandaríkja Norður Ameríku. Þar er lífdiesel sumstaðar komið á dælur og orðið jafn auðvelt að nálgast það og venjulega diesel olíu eða bensín. Í borgum eins og Las Vegas,

Austin og Greenville í Suður Karólínu fylki er að finna yfir tylft af lífdiesel dælum og talan fer hækkandi um öll Bandaríkin (Board, 2011). Talið er að lífdiesel eigi eftir að hafa mikil áhrif á orkumarkaði heimsins innan fárra ára enda eykst eftirspurn mikið eftir endurnýjanlegum orkugjafa. Evrópusambandið vill að umhverfisvænir orkugjafar eins og lífdiesel og bioethanol verði orðin 20% eldsneytis fyrir samgöngur í lok árs 2020. Samgöngur eru ábyrgar fyrir u.þ.b. fjórðungi losunar gróðurhúsalofttegunda í Evrópusambandslöndunum og eftirspurn eftir olíu og bensíni fer enn hækkandi. Árið 2004 voru 270 milljón tonn af jarðefnaeldsneyti notuð í þessum löndum miðað við 180 milljón tonn árið 1985 og líklega verður notkunin komin í 325 milljón tonn árið 2020. Þýskaland er það land sem notar lífdiesel mest sem af Evrópusambandslöndunum en árið 2004 var þar notað 1,1 tonn af lífdieseli á meðan Bretar notuðu 0,3 milljón tonn af þessum orkugjafa árið 2004 (Ho, 06). Evrópusambandslöndin eru aðal framleiðendur lífdiesels í heiminum og jókst framleiðslan um 17% frá árinu 2008 til ársins 2009. Árið 2009 framleiddu ESB löndin 10.187 milljón lítra af lífdieseli eða 55-60% heimsframleiðslunnar. Bandaríkin fylgdu þar á eftir með 2.060 milljón lítra, Brasilía var í þriðja sæti með 1.535 milljón lítra af lífdieseli og Argentína í því fjórða með 1.340 milljón lítra. Asísk (Tæland, Kína, Kórea, Malasía, Indónesía o.fl.) lífdiesel framleiðsla var svo u.þ.b. 2.000 milljón lítrar sama ár. Árið 2009 var heimsframleiðsla á lífdiesel samtals um 18.000 milljón lítrar sem var 11% aukning miðað við árið 2008 (Production of biodiesel in the EU, 2010).

Hér á Íslandi hefur verið hægt að nálgast Lífdiesel á þremur stöðum á stór Reykjavíkursvæðinu í nokkur ár, við Hringbraut, Skógarsel og Reykjavíkurveg. Er það nú áformað að stöðvar N1 verði útbúnar lífdiesel dælum hringinn í kringum landið og myndu þetta vera fjölorkustöðvar (Tryggvadóttir, 2008). Hins vegar gæti yfirstandandi kreppa seinkað þróun á vistvænum orkugjöfum hér á landi sem og annarsstaðar.

Áburður: Með vaxandi áhuga á lífrænni ræktun hefur þörf skapast fyrir lífrænan áburð. Fiskmelta hefur reynst vel sem lífrænn áburður fyrir grös, matjurtir og aðrar plöntur og hefur úrvalið af lífrænu áburðarþykki úr fiski og þara aukist. Þeir sem kaupa lífrænt ræktaðar afurðir eru oft tilbúnir til að borga hærra verð fyrir vöruna og fá í staðinn kosti lífræns ræktaðrar matvöru.

Rannsóknir hafa verið gerðar á slógmeltu sem áburði, bæði héraendis og erlendis, og hafa þær rannsóknir sýnt fram á kosti slógmeltunar sem áburður. Kostnaður við að nota slóg sem áburð er þó hár, sérstaklega þegar kemur að flutningi en það getur fylgt því jafn mikill kostnaður að flytja slógið í til verksmiðju til frekari vinnslu eins og að flytja það á haf út eða til urðunar.

Köfnunarefnisinnihald í áburði úr fiskmeltu er tiltölulega lágt samanborið við tilbúinn áburð. Rannsóknir hafa þó sýnt að köfnunarefnisinnihald áburðar úr fiskmeltu nýtist betur en köfnunarefni í tilbúnum áburði og húsdýraáburði. Slógið virkar einnig lengur sem áburður vegna þess að frumefnin losna hægar út í jarðveginn ásamt því að hvetja til örveruvaxtar í jarðveginum sem er jákvætt. (Heimir

Tryggvason, 2007)

Markaðir fyrir fiskmeltu sem áburð eru til staðar í lífrænni ræktun enda er lífrænn markaður í vexti. Á fyrri hluta síðustu aldar var algengt að slóg væri borið á tún hér á landi með góðum árangri og ekkert ætti að vera því til fyrirstöðu að markaðssetja meltu sem lífrænan áburð á tún og fyrir plöntur. Þrátt fyrir þetta hefur lítil vinna verið lögð í markaðssetningu hér á landi.

Um aldamótin 2000 var áætluð áburðarnotkun í heiminum reiknuð um 140 milljón tonn í hráum efnum. Þar af var um 63% notað í þróunarlöndunum en 37% í þróuðu löndunum. Köfnunarefni var um 60% af þessum efnum, hlutfall fosfórs 24% og kalíums 16%. Köfnunarefni (N), fosfór (P) og kalíum (K) eru oft kölluð aðalnæringarefni plantna en þær þurfa einnig kalsíum (Ca), magnesíum (Mg) og brennistein (S) auk snefilefna. Talið er að fram til ársins 2030 muni notkun tilbúins áburðar aukast, 170 – 200 milljón tonn á ári, og mun mesta aukningin væntanlega verða í Asíu og norðanverðri Afríku. Notkun tilbúins áburðar er nauðsynleg og talið er að árið 2000 hafi 2,2 milljarðar manna átt lífi sínu áburðarnotkun í matvælaframleiðslu að launa. Áburður er nauðsynlegur til að viðhalda og auka frjósemi jarðvegs. Mögulegt væri að nota meltu sem áburð með tilbúnum áburði en í sumum tilvikum vegna lífrænn áburður og tilbúinn áburður hvorn annan upp og flytja jarðveginum næringarefni á mjög skilvirkan hátt (Gunnarsson, 2008).

Auk þess hefur áburðarverð farið hækkandi samfara hækkandi kornverði vegna vaxandi eftirspurnar, sem kemur m.a. til vegna þurrka í Rússlandi haustið 2010 (SS, 2011).

Fiskimjöl: Þegar úrgangur frá frystihúsum, hausar og beinagarðar, voru brædd var einfalt að bræða slógið með þar sem nóg hráefni var til staðar svo það borgaði sig að gangsetja bræðsluna. Eftir því sem nýting hefur aukist í landvinnslu hefur hráefni til bræðslu minnkað en ekki hefur borgað sig að bræða slógið eitt og sér. Slóg skemmist hratt og kostnaðurinn við að bræða lítið í einu er of hár svo að búnaður verksmiðjanna nýtist á arðbæran hátt. Auk þess er slógið erfitt í vinnslu eitt og sér vegna eiginleika þess. Þrátt fyrir að hráefni til bræðslu hafi minnkað voru fiskimjöls- og lýsisafurðir um 10% af verðmæti útfluttra sjávarafurða árið 2005. Vaxandi markaður er fyrir fiskimjöl og lýsi vegna aukins fiskeldis víða um heim. Einnig eru nýir markaðir að þróast og má nefna gæludýrmarkaðinn sem dæmi. Slóg og melta gætu verið hluti af þessum nýju mörkuðum ásamt fiskeldinu. Árið 2005 voru um 3% af heimsframleiðslu fiskimjöls og 6% af heimsframleiðslu lýsis frá Íslandi (Ábyrgð í málefnum sjávarútvegs - vinnsla - fiskimjöl, 2006).

Fóður: Slóg hefur í gegnum tíðina oft verið notað í fóður, bæði fyrir loðdýr, búfenað og eldisfisk. Þá er melta notuð beint eða sem meltuþykki. (Sveinn Víkingur Árnason, 1995)

Alls eru framleiddar nærri 5 milljónir tonna af fiskimjöli og 1 milljón tonna af fiskilýsi í heiminum á ári og fer um 60% allrar fiskimjölsframleiðslu og 80 % lýsisframleiðslu í heiminum í fiskeldi (Stöðugt meira mjöl og lýsi fer í fiskafóður, 2011).

Í fiskeldi hefur verið búin til massi af fódri fyrir þorsk, þá er búin til kaka úr meltu og loðnu sem þorskurinn bítur af. Þurrfóður sem unnið er úr fiskimjöli hefur þó hentað betur í fiskeldi en blautfóður sem unnið er úr meltu, þurrfóðrið er þrifalegra og hentar betur í fóðrunarkerfin. Þorskur í áframeldi tekur þó ekki þurrfóður en hann sættir sig við blautfóður þó hann éti aðallega frystan fisk. Í áframeldi er 1- 2 kg þorskur veiddur og settur lifandi í sjókvíar. Þessi þorskur getur étið meltuköku sambærilega við þá sem nefnd er hér áður.

Þegar ætlunin er að fóðra loðdýr með meltu er heppilegast að nota blöndu af brennisteinssýru og ediksýru til að brjóta niður slógið sem verður að meltu en þegar meltan á að vera fiskifóður er best að nota maurasýru (Sigurjón Arason, 1984). Einnig er notuð própíónsýra en hana má alls ekki nota í fóður fyrir laxeldi. Maurasýra hefur mest verið notuð hér á landi við meltugerð, hún er ódýr, lífræn og útbreidd í landbúnaði og hún er ekki eitruð fyrir neytendur fóðursins, að minnsta kosti ekki í litlu magni (Arason, 1997). Maurasýra er þó vissulega ertandi og því þarf að gæta ýtrustu varúðar þegar hún er meðhöndluð.

Ef feitur fiskur er notaður í meltu þarf að skilja fituna frá og fjarlægja hana ef ætlunin er að fóðra búfénað með meltunni vegna þess að of feit melta getur gert kjötið bragðvont. Hins vegar ef fóðra á pelsdýr með meltunni er óþarfi að fjarlægja fituna (Larsen, 2005).

Markaðir eru fyrir meltu í Danmörku og Noregi í landbúnaði. Í Danmörku hefur verið þróaður meltumarkaður fyrir fugla- og svínarækt sem og loðdýr. Þar í landi hefur sérstökum móttökubúnaði verið komið fyrir á viðkomandi sveitabæjum. Í Noregi er meltuþykki notað sem íblöndunarefni við annað hráefni og úr þessari blöndu er framleitt laxafóður. Amínósýrurnar í meltunni eru aðalinnihaldsefnið fyrir dýrin sem fóðruð eru með meltu eða meltublöndu þurfa á að halda. (Jónas Bjarnason, 1997). Hér á landi hefur melta aðallega verið notuð sem fóður fyrir eldisfisk og loðdýr og virðist fóðurmarkaðurinn vera aðalmarkaðurinn fyrir meltu hér á landi. Árið 1993 vann þriggja manna teymi frá Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins að markaðskönnun um meltu í fóðurframleiðslu. Þá sýndu 11 fyrirtæki hvaðanæva úr heiminum áhuga á að nota meltu sem hráefni til fóðurgerðar. Öll fyrirtækin höfðu áhuga á að fylgjast með þróun mála og sum þeirra höfðu þegar prófað að nota meltu. Eitt fyrirtæki vildi strax fá sýni til að prófa og annað fyrirtæki sagðist ekki nota meltu vegna þess að framleiðslufyrirtæki gætu ekki tryggt stöðug gæði á framleiðslu sinni. Í skýrslunni kemur fram að stór hluti framleiddrar meltu gæti nýst sem hráefnisviðbót í fiskmjölsframleiðslu og að notkunarmöguleikar meltuþykkis í fóðurgerð bæði innanlands og utan séu miklir. (Snorri Þórisson, 1993).

Umræður

Nokkrar leiðir hafa verið reyndar bæði við förgun og nýtingu slógs og eru þær mjög háðar aðstæðum á hverjum stað. Á sumum stöðum eru þessi mál í góðum farvegi og menn að nýta slógið eða farga því á ábyrgan hátt. Þó er víða pottur brotinn í þeim efnum. Hér á eftir verða raktar nokkrar af þeim leiðum sem hafa skilað góðum árangri. Þegar þessi mál eru skoðuð ber þó yfirleitt alltaf á sama vandamálinu, leiðir til úrlausna þykja of kostnaðarsamar.

Markmiðið er að losa lífrænan úrgang á sem umhverfisvænastan og hagkvæmastan hátt. Afurðir úr slógi eru almennt verðlitlar en vinnslan krefst trausts söfnunarferlis og aðferða til að viðhalda gæðum hráefnisins.

Eins og fram kom hér að framan er það stefnan að minnka magn lífræns úrgangs næstu árin. Halda kostnaði við förgun eða nýtingu slógs í lágmarki en við hvert skref aukinnar vinnslu hækkar kostnaðurinn. Hingað til hafa hugmyndir um vinnslu slógs miðað að því að slík vinnsla stæði undir greiðslum fyrir slógið. Það er vart raunhæft en spurningin er sú hvort hægt sé að losa fiskverkendur við það þeim að kostnaðarlausu.⁵

Í stað þess kostnaðar sem hlýst af flutningi á urðunarstað sem og urðuninni verður söluhæfur áburður framleiddur. Litið er til þeirrar sóunar sem núverandi förgun er í raun sem og þess ávinnings er hlýst af framleiðslu afurðar, eins má líta til gjaldeyrissparnaðar fyrir þjóðarbúið.

Hægt að meta aukið verðmæti með því að skoða hagkvæmni þess að vinna slógið áfram til áburðarframleiðslu og lýsisframleiðslu eða urða það eins og gert er í dag.

Áburður hefur hækkað mikið í verði sl. ár, í kjölfar hækkandi hráefnisverðs og gengisfellingar krónunnar. Meðalverð á áburði árið 2009 var um kr 55-60 þúsund kr./tonn. Líklegt má teljast að þetta verð hækki enn frekar á árinu 2010, skv. framreikningi m.v. gengispróun er áburðarverð nú á bilinu 67-75 þúsund krónur/tonn. Almennt er gert ráð fyrir að áburðarverð muni haldast hátt í framtíðinni, m.a. vegna aukins orkukostnaðar við framleiðslu tilbúins áburðar og skorts á sumum næringarefnum sem notuð eru við áburðarframleiðslu. Prótein innihald slógs er um 16%. M.v. köfnunarefnisstuðulinn 6,25 inniheldur slóg um 2,5% köfnunarefni. Áburðarverksmiðjan framleiðir einkorna áburð Magna með 27% köfnunarefnis innihaldi sem seldur var á 52-55 þúsund/tonn árið 2009, Skeljungur seldi sambærilegan áburð Sprett með 27% köfnunarefnisinnihald á 50-54 þúsund kr./tonn og Búvís seldi Kraft einkorna áburð á 53 þúsund kr./tonn. Einkorna áburður er vinsæll. (Ásbjörn Jónsson, 2011)

⁵ Heimir Tryggvason et al. 2007

Þakkir

Öllum samstarfsaðilum er þakkað fyrir gott samstarf.

Heimildir

Ábyrgð í málefnum sjávarútvegs - vinnsla - fiskimjöl. (2006, 08). Sótt 07 2011, frá Sjávarútvegsráðuneytinu: <http://old.fisheries.is/islenska/vinnsla/fiskimj.htm>

Ásbjörn Jónsson, 2011. *Slegist um slógið – Nýting á slógi frá fiskvinnslum.*

Board, N. B. (2011). *Guide to buying biodiesel.* Sótt 25. 07 2011 frá Biodiesel.org: <http://www.biodiesel.org/buyingbiodiesel/guide/>

Commonly asked questions. (2009, 10). Retrieved 07 07, 2011, from Biodeisel: http://www.biodiesel.org/pdf_files/fuelfactsheets/CommonlyAsked.PDF

Geir Arnesen, Sigurjón Arason og Sveinn Jónsson (1981). Tæknilegar upplýsingar um meltuvinnslu. Tæknitíðindi Rf, nr 126.

Guðrún A. Tryggvadóttir (24. 06 2008). *Fjölorkustöðvar og raunveruleikinn á landinu í dag.* Sótt 27. 07 2011 frá Náttúran.is: <http://www.natturan.is/frettir/2976/>

Heimir Tryggvason, G. A. (2007). *Úrlausnir vegna umhverfisáhrifa við losun slógs.* Reykjavík: Mátis.

Hess, M. S. (n.d.). *How Biodiesel works.* Retrieved 07 07, 2011, from How stuff works, Inc: <http://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/alternative-fuels/biodiesel.htm>

Ho, D. M.-W. (06. 03 06). *Biodiesel boom in Europe.* Sótt 26. 07 2011 frá Institute of Science in Society: <http://www.i-sis.org.uk/BBIE.php>

Jón Már Halldórsson, (2005, 01 14). *Hverjir eru helstu mengunarvaldar hafsins og hvaða áhrif hafa þeir á lífverur sjávar.* Sótt 08 09, 2011, af Visindavefnum: <http://visindavefur.hi.is/svar.php?id=4715>

Jón Guðmundsson o.fl. (2008). Gróðurhúsaáhrif uppistöðulóna - Rannsóknir við Gilsárlón 2003-2006. Landbúnaðarháskóli Íslands. Landsvirkjun.

Jónas Bjarnason, S. A. (04 1997). *Meltuframleiðsla.* Sótt 28. 07 2011 frá Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins: <http://www.matis.is/media/utgafa/Pistill-2.pdf>

Kristján Lilliendahl og Jón Sólmundsson (1998). *Fæða sex sjófugla við Ísland að sumarlagi. Bliki, nr.19.*

Larsen, M. J. (2005, 12). *Technology: Fish Silage*. Retrieved 07 14, 2011, from Larell.dk: <http://www.larell.dk/SilageInfosamakOctDec05.pdf>

Leray, D. C. (08. 06 2011). *Cyberlipid Center*. Sótt frá <http://www.cyberlipid.org/glycer/biodiesel.htm>.

Production of biodiesel in the EU. (2010). Sótt 26. 07 2011 frá Biofuels platform: <http://www.biofuels-platform.ch/en/infos/eu-biodiesel.php>

Raa, I. And Gilberg, A. (1982). *Fish silage. A review. CRC Crd. Rev Food Scr. Nutr., 16, 383-419.*

Sigurður Vilhelmsson (2006). *Úrgangur frá fiskvinnslum, -vaxandi vandamál eða vannýtt verðmæti? Ægir 99. árg. 2. tbl.*

Sigurjón Arason og Viðar Harðarson (1982). *Meltuverkun um borð í skuttogara. Tæknitíðindi Rf, nr 137.*

Sigurjón Arason og Viðar Harðarson (1982). *Tæknilegar upplýsingar um meltuvinnslu. Tæknitíðindi Rf, nr 138.*

Sigurjón Arason, L. Á. (1984). *Tæknitíðindi: Meltuvinnsla. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Rf.*

Sigurjón Arason, L. Á. og Tryggvi Harðarson. (1984). *Meltuvinnsla. Tæknitíðindi Rf, nr 152.*

Sigurjón Arason. (1994). *Production of fish silage. Fisheries Processing: Biotechnological applications. 244-272. Chapman & Hall, London.*

Sigurjón Arason o.fl. (1997). *Rf pistlar: Meltuframleiðsla. Reykjavík.*

Snorri Þórisson, H. P. (02 1993). *Melta - Markaðsmöguleikar og framboð*. Sótt 28. 07 2011 frá Matis.is: <http://www.matis.is/media/utgafa//Skeyrsla12.pdf>

Soffía Vala Tryggvadóttir. 1992. *Stöðlun fiskmjöls til fiskfóðurgerðar. Eldisfréttir.*

Sólmundsson, K. L. (1998). *Fæða sex tegunda sjófugla við Ísland að sumarlagi. Bliki - Tímarit um fugla (19).*

SS. (29. 01 2011). *Viðtal við Eyjólf Sigurðsson á naut.is*. Sótt 28. 07 2011 frá Fódurblandan.is: <http://www.fodurblandan.is/Article.aspx?catID=12&ArtId=226&showDate=true>

Stöðugt meira mjöl og lýsi fer í fiskafóður. (2011, 04 08). Retrieved 07 12, 2011, from Stakkavík ehf: http://www.stakkavik.is/index.php?option=com_content&view=article&id=214%3Astoeugt-meira-mjoel-og-lysi-fer-i-fiskafoeur&catid=39%3Afrettir&Itemid=1&lang=is

Sveinn Víkingur Árnason, S. A. (1995). *Melturannsóknir*. Reykjavík: Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

Teitur Gunnarsson (2008). *Áburður og framleiðsla hans*. Sótt 28. 07 2011 frá mannvit.is: <http://mannvit.is/media/PDF/Aburdarframleidsla.pdf>

Hess, M. S. (n.d.). *How Biodiesel works*. Retrieved 07 07, 2011, from How stuff works, Inc: <http://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/alternative-fuels/biodiesel.htm>

Stöðugt meira mjöl og lýsi fer í fiskafóður. (2011, 04 08). Retrieved 07 12, 2011, from Stakkavík ehf: http://www.stakkavik.is/index.php?option=com_content&view=article&id=214%3Astoeugt-meira-mjoel-og-lysi-fer-i-fiskafoeur&catid=39%3Afrettir&Itemid=1&lang=is