

Vinnsla og vöruþróun  
Processing and Product  
Development

Líftækni  
Biotechnology



Matvælaöryggi  
Food Safety



# „Feitt er agnið“ Beita úr aukaafurðum

Rósa Jónsdóttir  
Soffía Vala Tryggvadóttir  
Margrét Bragadóttir  
Haraldur Einarsson  
Höskuldur Björnsson  
Sveinbjörn Jónsson

Líftækni

Skýrsla Matís 43-07  
Nóvember 2007

ISSN 1670-7192

Titill / Title	<b>“Feitt er agnið” – beita úr aukaafurðum / Bait from fishery byproducts</b>		
Höfundar / Authors	<i>Rósa Jónsdóttir, Soffía Vala Tryggvadóttir, Margrét Bragadóttir, Haraldur Einarsson, Höskuldur Björnsson, Sveinbjörn Jónsson</i>		
Skýrsla / Report no.	43 - 07	Útgáfudagur / Date:	Nóvember 2007
Verknr. / project no.	231656		
Styrktaraðilar / funding:	<i>AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi</i>		
Ágrip á íslensku:	<p>Markmið verkefnisins var að þróa og framleiða samsettar beitur fyrir línuveiðar úr vannýttu hráefni með nýþróaðri snjótækni sem fengist hefur einkaleyfi fyrir. Efnasamsetning beituhráefnis og notkun þörunga sem þráavörn í beitu var skoðuð, auk þess sem framkvæmdar voru veiðitilraunir. Í tengslum við verkefnið var beitningavél hönnuð og smíðuð og tilraunir sem gerðar voru með hana vorið 2007 enduðu með 97% beitingu.</p> <p>Notkun þörunga sem andoxunarefni í beitu skilaði ekki miklum árangri. Beitan var töluvert þránuð strax í upphafi geymslutilraunar svo líklegast náðu þörungarnir ekki að virka sem skildi. Íshúðun með C-vítamíni virtist gefa einhverja vörn, þó svo lofttæmdar umbúðir skipti mestu máli.</p> <p>Töluvert af tilraunum sem voru gerðar á beitunni miðuðu að því að bera beituna saman við hefðbundna beitu úr sama efni. Yfirleitt fékkst minni afli á pokabeituna sem rekja má að hluta til geymslu, en vanda þarf meira til geymslu á pokabeitu en hefðbundinni beitu. Þessar tilraunir miða að því að athuga hvort pokabeitan virki að einhverju leyti fráhrindandi á fisk sem nálgast hana. Við túlkun á niðurstöðum verður hins vegar að hafa í huga að nota má hráefni í pokabeitu sem ekki er hægt að nýta í hefðbundna beitu, betri nýting fæst á beituhráefni og líklega er best að pokabeitan fari frosinn í sjóinn.</p> <p>Undir lok verkefnisins bentu veiðitilraunir til þess að pokabeita gæfi svipaða veiði og hefðbundin beita. Í síðustu veiðiferðinni sem farin var í nóvember 2006 fékkst betri ýsuaflí á pokabeitu en venjulega beitu, en galli á uppsetningu tilraunar rýrir nokkuð sannleiksgildi niðurstöðunnar. Auk þess gaf C-vítamínþætt pokabeita heldur meiri afla en pokabeita án C-vítamíns.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>Beita, pokabeita, þörungar, beitningavél, veiðitilraunir</i>		

*Summary in English:*

The aim of the project was to develop and produce effective bait for long line fishing from under-utilized raw material using newly developed snow technology that has been patented. The chemical composition of bait raw material and the use of seaweed as an antioxidant in the bait were studied and fishing experiments were done. In connection with the project a baiting machine was designed and produced. Experiments using the machine gave 97% of baited hooks.

The use of seaweed as an antioxidant was not successful. The antioxidant activity of the seaweed was probably limited because the bait raw material was already oxidized in the beginning of the storage study. Icing the bait with vitamin C did give some protection although the most important factor seems to be the vacuum packaging.

The aim of the fishing experiment was to study the attractiveness of the artificial bait. Most of the fishing experiments were done by studying the artificial bait against the traditional bait using the same raw material. The catch was often less from the artificial bait compared to traditional bait. This can possibly be explained by lower storage stability of the artificial bait due to oxidation. Using artificial bait mainly based on waste from fish processing plants and/or pelagic fish instead of expensive traditional bait material is however promising. The latest fishing experiments showed better results given similar catch for both the artificial and traditional bait. In the last experiment in November 2006 the haddock catch was better for the artificial bait than the traditional bait although it has to be mentioned that the experimental design was incomplete. Artificial bait with vitamin C added gave also better result than the artificial bait without vitamin C.

*English keywords:*      *Bait, artificial bait, seaweed, baiting machine, fishing experiment*

<b>1. INNGANGUR .....</b>	<b>1</b>
<b>2. FRAMKVÆMD.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Þróun á samsettri beitu .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Notkun þörunga sem andoxunarefni í beitu .....</b>	<b>4</b>
2.2.1. Tilhögun geymslutilraunar .....	4
2.2.2. Efnamælingar .....	5
2.2.3. Tölfræði .....	6
<b>2.3. Veiðitilraunir.....</b>	<b>6</b>
<b>3. NIÐURSTÖÐUR.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Þróun á samsettri beitu .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2. Notkun þörunga sem andoxunarefni í beitu .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Veiðitilraunir.....</b>	<b>22</b>
<b>4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR.....</b>	<b>25</b>
<b>5. ÞAKKARORÐ .....</b>	<b>26</b>
<b>6. HEIMILDIR.....</b>	<b>27</b>
<b>VIÐAUKI I .....</b>	<b>29</b>
Notkun viðbættra þráavarnarefna í fisk .....	29

## EFNISYFIRLIT

### 1. INNGANGUR

#### **Aukið verðmæti sjávarfangs**

Heildarmarkaður fyrir beitu á Íslandi er tæpur milljarður króna á ári og er stór hluti innfluttur smokkfiskur, makrill og sandsíli. Íslenski fiskveiðiflotinn notar u.þ.b. 450 milljón beitur. Ef miðað er við að meðalbeita vegi um 20 g þá er þetta um 10 þús. tonn af hráefni sem flutt eru inn til beitugerðar, fyrir utan mikinn ónýttan afskurð sem verður til við hefðbundnar beitningar. Markmið þessa verkefnis var að þróa og framleiða áhrifaríkar samsettar beitur fyrir línuveiðar úr vannýttu hráefni með nýþróaðri snjótækni sem einkaleyfi hefur fengist fyrir. Snjótæknin byggist á því að raspa fryst hráefni og móta frystihakkið í réttar beitustærðir sem síðan er pakkað í trefjaumbúðir. Allur vinnsluferillinn er framkvæmdur við -24 °C til að hráefnið, frystihakkið og beitan sé í frosnu ástandi í gegnum alla framleiðsluna, en það hefur sýnt sig að við þíðingu tapast mikilvæg lyktar- og bragðefni sem laða fisk að beitu (Soffía Vala Tryggvadóttir o.fl. 2002). Þessi nýja tegund beitu hefur ýmsa kosti fram yfir hefðbundna beitu (síld, makrill, smokkfisk). Beitan er ódýr því einkum er notast við ódýrt, vannýtt hráefni auk þess sem auðvelt og þrífalegt er að beita henni því hver beita er sérpökkuð og tilbúin á krókinn. Ávinningurinn af því að nýta úrgang sem til fellur í fisk- og skelfiskvinnslu innanlands og sömuleiðis ódýra uppsjávarfiska í beitu í stað þess að flytja inn dýrt hráefni til beitninga er því augljós. Annar mikilvægur ávinningur er að geta stýrt betur aflsamsetningu við línuveiðar. Það eru gömul sannindi að mikill tegundamunur getur verið á afla eftir því sem beitt er. En með því að nýta önnur og áður ónothæf hráefni í beitu má ef til vill skerpa enn frekar þetta tegundaval eða velja fyrir öðrum tegundum sem annars hefur lítið verið sótt í með línu.

#### **Fyrri rannsóknir á beitu**

Í desember 2003 lauk CRAFT - Evrópuverkefni sem bar heitið ARTIFICIAL BAIT ALTERNATIVES, MAINLY BASED ON FISH WASTE (Þróun beitu til línuveiða), Q5CR-2000-70427. Verkefnið var unnið af Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf) og Veiðarfærasölunni Dímon ehf. í samstarfi við Spánverja og Portúgala. Markmið

verkefnisins var að þróa "gervibeitu" fyrir línuveiðar, aðallega á þorski og ýsu. Í verkefninu var lögð áhersla á að nýta vannýtt hráefni svo sem afskurð frá fiskvinnslunni, úrgang frá skelfiskvinnslum og uppsjávarfiska svo sem loðnu og kolmunna. Til að finna árangursríkt, ódýrt hráefni var hlutur Rf í verkefninu meðal annars að efnagreina (prótein, fita, vatn, fitusýrugreining, amínósýrugreining og greining á rokgjörnum efnum) afskurð og úrgang sem til fellur við fiskvinnslu (bolfiskvinnslu, skelfiskvinnslu, og síldarflökun) og við vinnslu á bræðslufiski (loðna og kolmunni). Á ofangreindu stigi endaði rannsóknarþáttur verkefnisins, en nauðsynlegt þótti að rannsaka enn frekar ýmsa þætti varðandi frystibeituna til að ná fram ódýrari og árangursríkari framleiðslu (Soffía Vala Tryggvadóttir o.fl. 2003).

CRAFT-verkefnið skilaði miklum árangri sem að mestu leyti kom frá íslensku aðilunum sem tókst að þróa aðferð og vélbúnað til að framleiða árangursríka beitu með nýstárlegri tækni (snjótækni). Tilraunaframleiðslan gaf góða raun í veiðitilraunum borið saman við hefðbundna niðurskorna beitubita úr sama safni af frystiblokkum og virtist fiskurinn ekki hafna beituumbúðunum. Þessi niðurstaða var mjög mikilvæg varðandi framhald á þróunarvinnunni því beiturannsóknir sem gerðar hafa verið um allan heim á síðastliðnum áratugum, þar sem reynt hefur verið að finna hentugt bindiefni eða umbúðir fyrir beitu, hafa ekki borið árangur svo vitað sé. Upp úr þessu stofnaði Dímon ehf. fyrirtækið Aðlöðun hf. - Dímon beitungtækni, sem hafði það markmið að sinna þróunarstarfi Evrópuverkefnisins. Í janúar 2004 voru aðstandendur Aðlöðunar hf. búnir að stofna og byggja upp beituverksmiðju á Ísafirði.

Í Rannís-verkefninu "Aðdráttarafl beitu - banvænn biti" voru gerðar frekari rannsóknir á hráefni til beitungar. Markmið verkefnisins var að auka útstreymi niðurbrotsefna frá beitu í þeim tilgangi að laða fisk að beitunni. Ensímvirkni (lypoxýgenasi og próteasi) í beituhráefni var rannsökuð og áhrif þessara ensíma á myndun niðurbrotsefna (lyktarefna og amínósýra) var skoðuð. Tilgátan var sú að hægt væri að auka virkni samsettrar beitu með því að nota hráefni, sem inniheldur próteasa- og lypoxýgenasa virkni, þannig að hún framleiddi niðurbrotsefni sem gefa ferska fiskilykt. Niðurstöður sýndu að samsetning á rokgjörnum efnum í mismunandi beituhráefni útskýrði breytileika hráefnisins. Á svipaðan hátt var breytileikinn útskýrður vegna mismunandi fitusýrusamsetningar,

amínósýrusamsetningar og efnainnihalds (fita, prótein og vatn). Þorskinnyfli gáfu áberandi mestu próteasavirkni (Rósa Jónsdóttir og fleiri, 2005).

### **Beituverksmiðjan og einkaleyfi**

Eins og áður kom fram þá stofnaði Veidarfærasalan Dímon ehf. dótturfyrirtækið Aðlöðun hf. - Dímon beitutækni, sem hafði það aðalmarkmið í byrjun að sinna þróunarstarfi Evrópuverkefnisins. Í janúar 2004 voru aðstandendur Aðlöðunar hf. búnir að fá einkaleyfi á framleiðsluferlinum á Íslandi (umsókn nr 6396; umsókn samþykkt 03.02.04) sem byggist á vélbúnaði og framleiðsluaðferð (“snjótækni”) á pokabeitum. Í árslok 2006 var fyrirtækið búið að fá staðfest einkaleyfi í 27 löndum frá EPO (evrópsku einkaleyfastofunni). Í fyrstu var beituverksmiðja til framleiðslu á pokabeitunum byggð upp á Ísafirði en í árslok 2005 fjárfesti Súðavíkurreppur í Aðlöðun hf. og var verksmiðjan flutt til Súðavíkur í framhaldi af því. Verksmiðjan heitir nú Seabait hf. og er að Njarðarbraut 1 í Súðavík.

### **Feitt er agnið**

Markmið verkefnisins *Feitt er agnið* var að þróa áfram og framleiða áhrifaríkar samsettar beitutegundir fyrir línuveiðar úr vannýttu hráefni með hinni nýju snjótækni. Þessi aðferð hentar vel því það hefur komið á daginn að við þíðingu og blöndun á beituhráefni þá virðist ferska lyktin sem fiskurinn laðast að á línunni minnka verulega. Þessi nýja tegund beitu hefur ýmsa kosti fram yfir hefðbundna beitu (síld, makríl, smokkfisk). Beitan verður ódýr, þar sem stefnt er að því að notast við ódýrt vannýtt hráefni, auk þess sem auðvelt og þrífalegt er að beita henni því hver beita er sérpökkuð og tilbúin á krókinn.

Í veiðitilraunum var aðallega horft eftir því að reyna að svara tveimur rannsóknarspurningum. Sú fyrri er hvort beita sem er meðhöndluð með snjótækni og pökkuð í pappírspoka veiði eins vel og venjuleg beita. Til að svara þessari spurningu verður að vera sama gerð af samanburðarbeitu og í pokunum. Með þeim samanburði er hægt að ætla áhrif þess að rífa niður beituna og pakka á veiðihæfni og aðlöðun beitunnar. Seinni spurningin er tæknilega svipuð en þar er spurt hvort notkun á óhefðbundnu hráefni sem beitu s.s. mjög feitri afurð, slógi, afskurði o.fl. og bera saman við algenga hefðbundna beitu.

## 2. FRAMKVÆMD

Verkefnið skiptist í þrjá aðskilda verkþætti, þ.e. þróun á samsettri beitu, notkun þara sem þráavörn í beitu og veiðutilraunir.

### 2.1. Þróun á samsettri beitu

Upplýsingum um efnasamsetningu hráefnis sem nýta má í samsetta beitu, t.d. síld, síldarhrat og kúfiskhrat, var safnað. Þannig má velja það hráefni sem líkist hefðbundnum vinsælum beitum að efnasamsetningu og framleiða samsettar beitur. Áframhaldandi þróun var á mótun beitunnar og einnig var beitningavél þróuð í tengslum við verkefnið.

### 2.2. Notkun þörunga sem andoxunarefni í beitu

#### 2.2.1. Tilhögun geymslutilraunar

Beituhakk (snjór) af makríl (*Scomber scombrus*), sem framleitt var hjá Aðlöðun hf. í Súðavík, kom til Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins (Rf) í Reykjavík þann 27. september 2006. Makrillinn var veiddur við Færeyjar í ágúst sama ár af Engey RE 1. Beituhakkið kom í loftskiptum 3 kg loftþéttum pakkningum (súrefni sogið út og köfnunarefni blásið inn) og var sett í -70°C frystigeyslu strax við komuna á Rf en þá var það aðeins farið að þiðna. Sýni fyrir geymslutilraun voru útbúin þann 4. október. Þrjár mismunandi gerðir af andoxunarefnum í mismunandi styrkleikum voru notaðar (Tafla 2.1). Þörungategundirnar söl (*Palmaria palmata*) og marinkjarni (*Alaria esculenta*) voru notaðar og einnig ísóaskorbat (sodium erythorbate). Til viðmiðunar var sýni án íbætts andoxunarefnis. Undirbúningur geymslusýna var unninn í -20 °C frysti til að fyrirbyggja að sýnin þiðnuðu við meðhöndlun. Sýnunum var pakkað í loftþétta plastpoka og í 100 g lofttæmdar pakkningar og þau geymd í -24°C frystigeyslu á meðan á geymslutilraun stóð. Sýni voru tekin til efnamælinga í upphafi geymslutímans, eftir 1 viku, 1, 2, 4 og 7 mánuði í frystigeyslu.

**Tafla 2.1. Tilraunahópar fyrir geymslutilraun á beitu.**

Sýnahópar	Andoxunarefni	Styrkleiki þráhindra (g/kg)
Ísóaskorbat 200	Erythobate (200 mg/kg)	0,2
Ísóaskorbat 500	Erythobate (500 mg/kg)	0,5
Ísóaskorbat 1000	Erythobate (1000 mg/kg)	1
Söl 5%	Fínt duft (5000 mg/kg) úr sölum	5
Söl 10%	Fínt duft (10.000 mg/kg) úr sölum	10
Marinkjarni 5%	Duft (5000 mg/kg) úr marinkjarna	5
Marinkjarni 10%	Duft (10.000 mg/kg) úr marinkjarna	10
Viðmiðun	-	-

### 2.2.2. Efnamælingar

Mælingar á próteinum var gerð með Kjeldal aðferð samkvæmt ISO 5983-2 (2005), fitu með Soxhlet aðferð (AOCS, 1997), vatn var mælt með ISO 6496 (1999) og aska með ISO 5984 (2002). Heildarmagn reikulla basa, TVB-N, var mælt með gufueimingu (Struers) og títrun eftir útdrátt með 7,5% trichloroacetic acid lausn (TCA). Eimuðu TVB-N var safnað í bórsýrulausn og síðan títrað með H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (AOAC, 2000).

### TBA-gildi

TBA-gildi var mælt með aðferð sem byggir á beinni útdráttaraðferð skv. Vyncke (1970), með nokkrum breytingum. Hökkuð sýni (15 g) voru mixuð með 30 mL af 7.5% tríklóredíksýrulausn, sem innihélt einnig 0.1% af hvortveggja própýl gallati og EDTA. TBA-gildið var reiknað út frá mismun á ljósgleypni sem var mæld við A<sub>530nm</sub> - A<sub>600nm</sub> skv. Nissen o.fl. (2004). TBA-gildi sem  $\mu\text{mól}$  malondíaldehyð á kílógramm sýnis ( $\mu\text{mól}$  MDA/kg), var reiknað með því að nota malondíaldehyð-bis-(diethyl acetate) sem staðal.

### Mælingar á rokgjörnum efnum (volatile compounds)

Gasgreini-massagreini (GC-MS) mæling á viðmiðunarsýni í upphafi geymslutímans var framkvæmd til að skoða hvaða rokgjörn efni væru einkennandi fyrir makríl. Sýni var látið þiðna í kælskáp yfir nótt. 100 g af sýni var blandað saman við 100 g af mettaðri saltlausn í 250 ml suðuflošku. Að lokum var 1 mL af 10 ppb heptanoic acid (C<sub>7</sub>) ethyl ester bætt út

í sem innri staðall. Því næst er köfnunarefni blásið í gegnum vatnssýnið í 2,5 klst (100 mL/mín) og lyktarefnum safnað á gildru með ásogsefni (TENAX). Rokgjörnu efnin voru því næst aðgreind með GC-MS til að ákvarða byggingarformúlur efna. Kennsl voru borin á einstök efni með samanburði efnanna við staðla og rástíma ásamt massarófum. Magn efna er gefið upp sem PAR (peak area ratio) sem er flatarmál efnis sem hlutfall af flatarmáli innri staðals (C<sub>7</sub>).

### **2.2.3. Tölfræði**

Reiknað var meðaltal og staðalfrávik fyrir hvert sýni. Fervikagreining (ANOVA) var reiknuð í NCSS (Number Cruncher Statistical System, version 2000, NCSS Statistical Software, Kaysville, Utah) og Duncans samanburðarpróf notað til að ákvarða mun á sýnum ( $P < 0.05$ ).

### **2.3. veiðitilraunir**

Farnar voru alls 12 sjóferðir til mælinga á árangri í veiði með pokabeitu. Í veiðiferðum voru allir fiskar tegundagreindir, lengdarmældir og skráðir á hvaða beitu þeir komu á. Tilhögun flestra veiðiferða fór þannig fram að farið var með ákveðið magn af böllum eingöngu beittum með pokabeitu og samanburðarbeita notuð í öðrum böllum til viðmiðunar. Reynt var að hafa alla bala eins hvað varðaði útbúnað veiðarfæra s.s. krókgerð, sigurnaglar og aldur línunnar. Þegar línan var lögð var í flestum tilfellum reynt að hafa lögnina á sem einsleitustum botni ef því var við komið. Eins var í sumum tilfellum um endurtekna tilraun að ræða, þ.e.a.s. nákvæmlega sama beitan reynd daginn eftir og var þá reynt að leggja á annað dýpi en fyrri daginn.

Í mörgum tilraunum var verið með 2-3 bala með litarmerktum krókum. Á þessum böllum var skipt um lit á u.þ.b. 10 króka fresti en með því að skipta svona ört er fljótlega að fá mat á marktækni margra þátta en ef skipt er á milli bala (u.þ.b 500 króka fresti). Yfirleitt var talað um bala með litarmerktum krókum sem Gallup bala og verður þeim sið haldið í skýrslunni hér á eftir. Eitt af markmiðum með notkuninni á Gallup böllum var að fá hugmynd um hve marga flokka (beitu eða krók) væri hægt að prófa í einu með litarmerktum taumum sem skiptu á 10 króka fresti. Niðurstaðan var að ef verið var að prófa fleiri en 2 hluti þurfti að vera með sérstök hólfi, jafnmörg og flokkarnir sem var

verið að prófa og miða við að aflinn væri mældur upp úr hólfunum. Ekki virðist fýsilegt að prófa fleiri en 4 - 5 atriði í einu með Gallup böllum.

Ekki er hægt að prófa alla þætti með því að skipta svona ört, og þarf t.d að skipta mun sjaldnar ef verið er að prófa mismunandi gerð af beitu og helst að hafa eyðu á línunni milli eininga. Þetta er af því að ein tegund beitu getur dregið fisk að umfram aðra en ekki er víst að fiskur taki þessa sömu beitu frekar þegar hann nálgast hana. Má í þessu tilfelli segja að verið sé að prófa aðra eiginleika beitunnar ef skipt er mjög ört. Í fyrstu tilraununum voru Gallup balarnir prófaðir til að bera saman mismunandi stærðir pokabeitu en í síðari tilraununum voru þeir notaðir til að bera saman mismunandi krókastærðir og gerðir. Var pokabeitan talin henta vel í þannig tilraunir þar sem stærð og lögun hennar er mjög jöfn samanborið við venjulega beitu.

**Tafla 2.2. Tilraunaveiðiferðirnar sem farnar voru og fjöldi bala í hverri ferð.**

<i>Nr</i>	<i>Línubátur</i>	<i>Dagsetning</i>	<i>Fjöldi bala</i>
1	Ólafur HF	15 október 2002	9 balar
2	Draupnir ÍS	30 október 2002	12 balar
3	Ólafur HF	13 nóvember 2002	11 balar
4	Draupnir ÍS	15 nóvember 2002	18 balar
5	Ólafur HF	12 maí 2005	30 balar
6	Sundhani ST	2 september 2005	13 balar
7	Sundhani ST	4 september 2005	13 balar
8	Sundhani ST	6 september 2006	13 balar
9	Sundhani ST	7 september 2006	13 balar
10	Sundhani ST	15 september 2006	16 balar
11	Sundhani ST	16 september 2006	11 balar
12	Ólafur HF	23 nóvember 2006	24 balar

Í öllum þessum veiðiferðum var handbeitt og er möguleiki á að það ferli hafi haft áhrif á niðurstöður í einhverjum tilfellum. Það kom fyrir að sjóferðir drógust vegna veðurs sem þýddi að beiturnar voru óþarflega lengi í frystigámum sem voru ekki alltaf nógu kaldir. Þessi viðkvæmni beitunnar fyrir lélegum geymslum er auðvitað galli samanborið við hefðbundna beitu en á ekki að þurfa að vera vandamál. Notkun pokabeitu er ferli þar sem beitunni er pakkað, geymd í góðum frysti og beitt á sem stystum tíma áður en hún fer í sjóinn og er best að hún fari frosinn í sjóinn. Öll frávik frá þessu ferli hafa meiri áhrif á eiginleika pokabeitunnar en hefðbundinnar beitu.

### 3. NIÐURSTÖÐUR

#### 3.1. Þróun á samsettri beitu

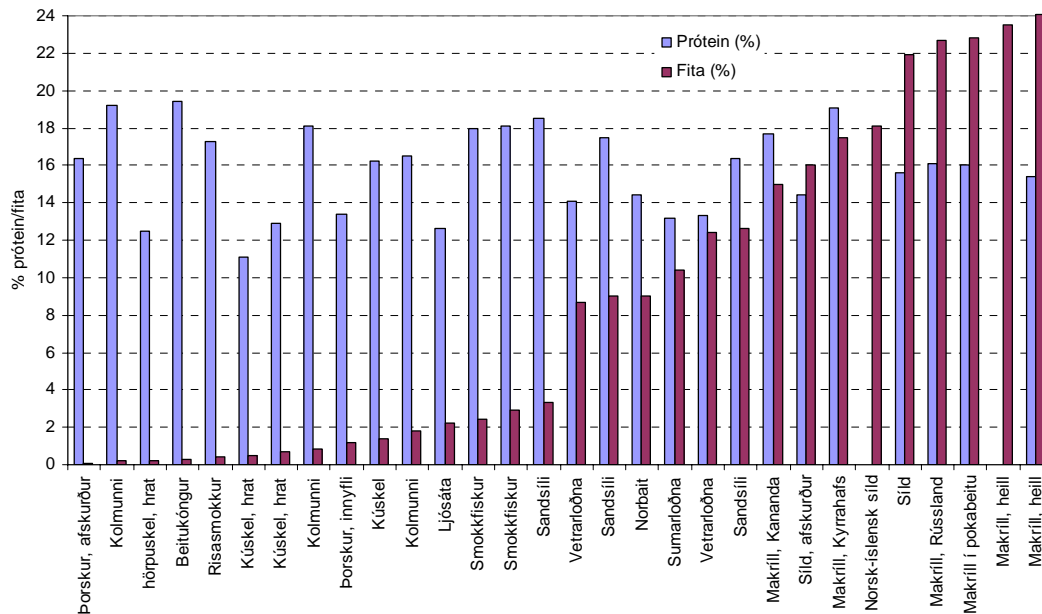
##### *Efnasamsetning pokabeitu*

Beita þarf að innihalda efni sem laða fiskinn að henni og hafa rannsóknir einkum beinst að því að skoða áhrif amínósýra. Ljóst er að ýmis önnur efni hafa einnig áhrif á virkni beitunnar. Á síðustu árum hafa verið gerðar efnamælingar á ýmsum tegundum afskurðar og úrgangs frá fiskvinnslu og einnig á nokkrum tegundum uppsjávarfiska. Nú eru fyrirbyggjandi í gagnagrunni upplýsingar um efnainnihald (fita, prótein, vatn) ýmissa beituhráefna (Tafla 3.1). Mikill munur var á orkuinnihaldi beitusýna, sérstaklega á fituinnihaldi (Mynd 3.1). Minnst var fitan í þorskafskurði, kúffiskhrati, hörpuskelhrati og beitukóngi sem innihéldu minna en 1% fitu en mest var fitan í norsk-íslenskri síld, síld og makríl eða 18-24%. Próteininnihald beituhráefnanna var á bilinu 12 til 19%. Eins og áður hefur komið fram (Soffía Tryggvadóttir o.fl. 2002) þá inniheldur smokkfiskur svipað magn af fríum amínósýrum eins og innfli úr þorski (Mynd 3.2). Talið er að það séu fimm tegundir af fríum amínósýrum sem helst eigi þátt í að laða fisk að beitu (Hara, 1992). Þetta eru amínósýrurnar glycine (GLY), serine (SER), glutamic sýra (GLU), threonine (THR) og valine (VAL) en magn þeirra í þorsksinnyflum reyndist svipað og í smokkfiski.

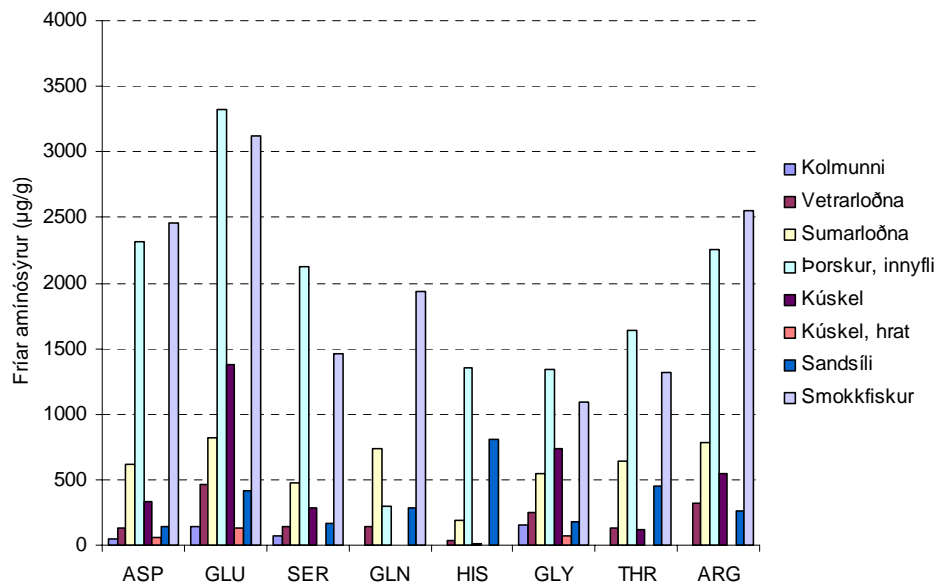
Hlutfall mettaðra fitusýra (hlutfall af heildarfitu beituhráefnis) var nokkuð jafnt í beitusýnunum, eða á bilinu 17-24% (Tafla 3.2). Meiri munur var á hlutfalli einómettaðra fitusýra milli sýna og var lægst hlutfallið í kúskel, hörpuskelhrati og beitukóngi. Hæsta hlutfall einómettaðra fitusýra var í loðnusýnunum eða frá 52% í sumarloðnu upp í 59% í vetrarloðnu sem er í samræmi við eldri niðurstöður (Margrét Bragadóttir, 2001). Hlutfall fjölómettaðra fitusýra var í öfugu hlutfalli við hlutfall einómettaðra fitusýra þar sem magn þeirra var mest í kúskel, hörpuskelhrati og beitukóngi og minnst í loðnusýnunum. Stór hluti fjölómettaðra fitusýra eru langar ómega-3 fitusýrur, þ.e. EPA, DPA og DHA.

**Tafla 3.1. Niðurstöður efnamælinga (prótein, vatn, fita, salt og aska) á ýmsum beitum og hugsanlegum valkostum í pokabeitum.**

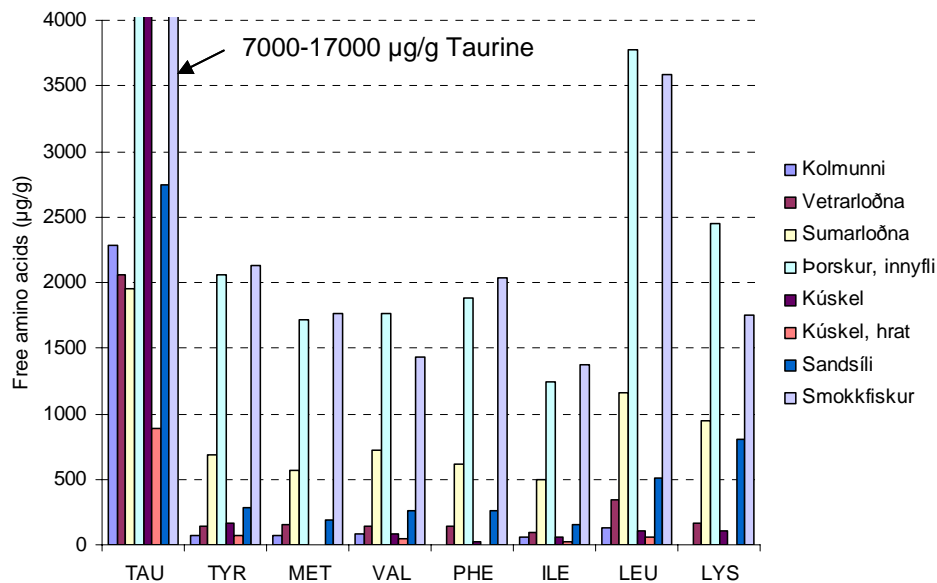
Beita	Latneskt heiti	Prótein (%)	Vatn (%)	Fita (%)	Salt (%)	Aska (%)
Kolmunni	<i>Micromesistius poutassou</i>	18,1	80,5	0,8	0,1	1,2
Kolmunni	"	19,2	78,2	0,2	0,7	2,4
Kolmunni	"	16,5	78,5	1,8	0,5	3,2
Kolmunni, mjöl	"	72,5	7,8	7,3	2,0	12,7
Þorskur, innfyli	<i>Gadus morhua</i>	13,4	80,2	1,2	1,2	3,7
Þorskur, afskurður	"	16,4	82,8	0,1	0,3	1,2
Vetraloðna	<i>Mallotus villosus</i>	14,1	74,8	8,7	0,4	2,0
Vetraloðna	"	13,3	71,6	12,4	0,5	2,2
Sumarloðna	"	13,2	74,1	10,4	0,8	2,0
Síld	<i>Clupea harengus</i>	15,6	59,6	21,9	0,2	2,2
Síld, afskurður	"	14,4	66,6	16,0	0,7	3,2
Norsk-íslensk síld	"		64,5	18,1		
Ljósáta	<i>Eupahusiidae</i>	12,6	80,9	2,2	1,5	-
Makrill	<i>Scomber scombrus</i>	15,4	57,0	24,1	0,4	2,4
Kanada makrill	"	17,7	64,6	15,0	0,4	-
Rússlands makrill	"	16,1	58,8	22,7	0,3	-
Kyrrahafs -makrill, heill	"	19,1	60,2	17,5	0,3	-
Makrill, heill	"		58,7	23,5		
Makrill í pokabeitu	"	16,0	58,3	22,8		2,3
Sandsili	<i>Ammodytes tobianus</i>	17,5	70,1	9,0	0,4	2,3
Sandsili	"	16,4	67,5	12,6	0,5	2,4
Sandsili	"	18,5	75,2	3,3	0,2	-
Kúskel	<i>Artica islandica</i>	16,2	75,6	1,4	1,5	2,5
Kúskel, hrat	"	12,9	84,2	0,7	0,3	0,9
Kúskel, hrat	"	11,1	85,3	0,5	0,5	1,7
Hörpuskel, hrat	<i>Chlamys islandica</i>	12,5	85,7	0,2	0,3	0,7
Beitukóngur	<i>Buccinum undatum</i>	19,4	75,2	0,3	1,1	1,8
Smokkfiskur	<i>Illus Argentinus</i>	18,0	76,1	2,4	1,1	1,9
Smokkfiskur	"	18,1	75,7	2,9	1,0	1,9
Risasmokkur	<i>Architeuthis dux</i>	17,3	81,9	0,4	0,9	
Carpmeal		65,2	5,7	7,2	2,0	20,2
Norbait		14,4	71,7	9,0	0,5	2,3



Mynd 3.1. Fitu- og próteininnihald mismunandi beitategunda raðað eftir hækkandi fitumagni.



Mynd 3.2a. Aminósýrusamsetning (Aspartic sýra, ASP; Glutamic sýra, GLU; Serine, SER; Glutamine, GLN; Histidine, HIS; Glycine, GLY; Threonine, THR; Arginine, ARG) nokkurra beitategunda og hugaslegum valkostum í pokabeitur (heimild Soffía Vala Tryggvadóttir o.fl. 2003).

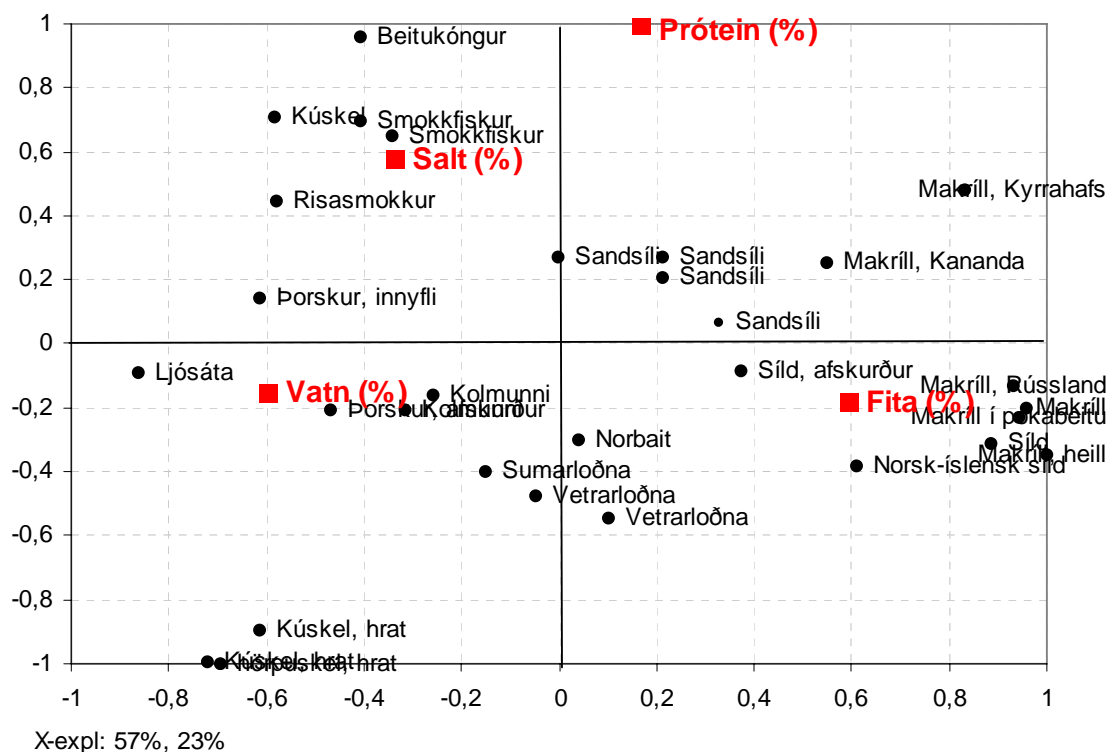


Mynd 3.2b. Amínósýrusamsetning (Taurine, TAU; Tyrosine, TYR; Methionine, MET; Valine, VAL; Phenylalanin, PHE; Isoleucin, ILU; Leucin, LEU; Lysine, LYS) nokkurra beitutegunda og hugsanlegum valkostum í pokabeitur pokabeitur (heimild Soffía Vala Tryggvadóttir o.fl. 2003).

Út frá niðurstöðum efnamælinga er mögulegt að setja saman alls kyns tegundir af ódýru fiskhráefni. Þannig má setja saman pokabeitur sem líkjast hefðbundnum beitum að efnasamsetningu og ættu þar af leiðandi að gefa frá sér samskonar lyktarútstreymi. Samband efnainnihalds beitutegunda var skoðað með svokallaðri fjölbreytugreiningu (Mynd 3.3). Myndin sýnir í stórum dráttum hvað einkennir helst beitusýnin, þ.e. sýni nálægt breytunni “Fita (%)” einkennast af háu fituinnihaldi (t.d. makrill og síld) en sýni lengst frá þeirri breytu innihalda minna magn af fitu. Beitusýni sem hópast saman á myndinni hafa svipaða efnasamsetningu en því lengra sem er á milli sýna á myndinni því ólíkari er efnasamsetning þeirra. Með þessu móti er auðvelt að átta sig á hvað beitusýnin eiga sameiginlegt og á hvaða hátt þau eru ólík. Efnagreining hefur sýnt fram á að íblöndun þorskinnyfla í annað beituhráefni svo sem kolmunna og loðnu gæti gefið góða raun til að ná fram efnaeiginleikum smokkfisks. Sömuleiðis hefur efnagreining á kúffiskhratinu sýnt að hratið er í mörgu líkt efnasamsetningu smokkfisks t.d. er hlutfall amínósýra mjög svipað. Mikill ávinningur er að útbúa ódýra hráefnisblöndu sem líkist efnainnihaldi og þar með útstreymi smokkfisks þar sem smokkfiskur er afkastamesta og vinsælasta beitan hér við land.

**Tafla 3.2. Hlutfall mettaðar, einómattaðra, fjölómattaðra og langra n-3 fjölómattaðra fitusýra í nokkrum beitutegundum og hugsanlegum valkostum í pokabeitur.**

Beita	Latneskt heiti	Fitusýrur				
		mettaðar	einómattaðar	fjölómattaðar	fj.óm. n-3 langar	óþekktar
Kolmunni	<i>Micromesistius poutassou</i>					
Kolmunni	"	20,8	23,4	46,4	42,4	9,5
Kolmunni	"					
Kolmunni, mjöl	"					
Þorskur, innfli	<i>Gadus morhua</i>	20,5	39,0	35,5	31,1	5,0
Þorskur, afskurður	"					
Vetarloðna	<i>Mallotus villsus</i>	21,6	54,7	19,4	14,2	4,3
Vetarloðna	"	18,1	59,3	17,9	13,3	4,7
Sumarloðna	"	16,9	52,0	25,9	17,7	5,1
Síld	<i>Clupea harengus</i>	22,6	47,1	24,9	17,5	5,4
Síld, afskurður	"	22,4	46,6	25,2	17,8	5,6
Norsk-íslensk síld	"					
Ljósáta	<i>Eupahusiidae</i>					
Makrill	<i>Scomber scombrus</i>	22,7	39,1	32,1	20,9	6,1
Kanada makrill	"					
Rússlands makrill	"					
Kyrrahafs -makrill, heill	"					
Makrill, heill	"					
Makrill í pokabeitu	"					
Sandsíli	<i>Ammodytes tobianus</i>	21,1	41,8	31,8	21,0	5,3
Sandsíli	"	18,8	45,9	29,3	18,6	6,0
Sandsíli	"					
Kúskel	<i>Artica islandica</i>	22,3	18,6	40,2	34,2	18,8
Kúskel, hrat	"					
Kúskel, hrat	"	18,0	13,5	41,1	34,4	27,3
Hörpuskel, hrat	<i>Chlamys islandica</i>	23,6	12,9	51,7	42,8	11,5
Beitukóngur	<i>Buccinum undatum</i>	17,2	14,1	48,2	38,2	20,5
Smokkfiskur	<i>Illus Argentinus</i>	24,5	21,5	48,5	42,9	5,4
Smokkfiskur	"	23,1	25,7	46,1	40,5	5,1
Risasmokkur	<i>Architeuthis dux</i>					



Mynd 3.3. Samband efnainnihalds og beitutegunda skoðað með fjölbreytugreiningu (principal component analysis).

### Pokabeitan

Snjótæknin byggist á því að raspa fryst beituhráefni og móta frystihakkið í réttar beitu stærðir sem síðan er pakkað í trefjaumbúðir. Í þessu verkefni varð framþróun í mótun beitu úr frystihakkinu. Smíðaður var teinn í beitu mótin sem myndaði gat í miðju beittunnar þannig að kræking öngla í hana varð mun þægilegri og fljótlegri.

Trefjaefnið í umbúðunum hentar vel til að stjórna útstreymi beituhráefnisins í nægilegu magni í æskilegan tíma (Mynd 3.4). Efnið í trefjapokunum hefur einnig þá eiginleika að þegar það blotnar þá mýkist það og áferðin líkist helst roði á fiski. Trefjaefnið sem notað er í pokana er, samkvæmt upplýsingum frá framleiðanda, umhverfisvænt og eyðist í náttúrunni á u.þ.b. tveimur árum. Þátttakendur verkefnisins telja þó nauðsynlegt að það fari fram úttekt á umhverfisáhrifum pokanna, hversu hratt þeir eyðast og hvernig þeir fara í meltingarvegi fiska. Þessar tilraunir mætti gera í eldiskerjum.



*Mynd 3.4. Lengst til vinstri er raspað frosið beituhráfni, í miðju er búið að móta töflu úr raspinu og síðan lengst til hægri er búið að pakka beitunni inn í trefjaefni (Soffía V. Tryggvadóttir o.fl. 2003). Nýjustu pokabeitur eru nú með gati í miðju til að auðvelda beitingu.*

#### *Beitningavél fyrir pokabeitu*

Markaður pokabeitu fyrir smábáta, þar sem handbeitt er í landi, er óverulegur miðað við markaðinn á stórum línuskipum sem byggja á beitningavélum um borð. Beituverksmiðjan gæti aldrei borið sig með því að framleiða beitu eingöngu fyrir smábáta. Í tengslum við verkefnið var hönnuð og smíðuð beitningavél fyrir staðlaða pokabeitu frá Seabait. Vélín var smíðuð í samvinnu við ýmsa aðila, meðal annarra Ragnar Aðalsteinsson og KM stál. Undir lokin var unnið að vélinni í samvinnu við Vísi hf. í Grindavík. Tilraunir sem gerðar voru með beitingavélina á vormánuðum 2007 með Vísi hf enduðu með 97% beitingu á 8 mílna ferð sem er mjög gott. Beitningavélin hefur ekki verið aðlöguð að notkun í stórum línuveiðibátum vegna fjárhagsstöðu Seabait hf. Með notkun á beitningavél nást fram bestu skilyrðin fyrir pokabeitu því þá er hægt að taka beituna beint úr frysti á krókinn og út á hafíð. Ef beitan er handbeitt og sett inn á frystiklefa hrakar henni hraðar en annarri beitu því súrefni hefur auðveldara aðgengi að röspuðu hráefni pokabeitunnar en hefðbundnum beitubita. Þegar beitan er hins vegar sett frosin í beitningavélina helst hún fersk og ætti því að fiska mun betur. Með notkun beitingavélar verður takmarkað geymsluþol pokabeitunnar því minna vandamál.

### 3.2. Notkun þörunga sem andoxunarefni í beitu

Niðurstöður efnamælinga á pokabeitum sýndu litlar sem engar breytingar á prótein-, fitu-, vatns- eða öskuinnihaldi viðmiðunarsýnis (án andoxunarefna) á geymslutímanum (Tafla 3.3). Sýni með 5% söl og 5% marinkjarna voru með svipað efnainnihald og viðmiðunarsýni. Heildarmagn reikula basa (TVB-N) var 13,7 mg N/100g í upphafi sýnatöku. Eftir 7 mánaða frystigeymslu (-24°C) var TVB-N svipað í viðmiðunarsýni og í beitu með 5% marinkjarna (um 14 mg N/100g), en hafði hækkað upp í 27,3 mg N/100g í beitu með 5% sölum.

**Tafla 3.3. Efnainnihald viðmiðunarsýnis í upphafi geymslutilraunar og eftir 7 mánaða geymslu í frysti í viðmiðunarsýni, sýni með 5% sölum og 5% marinkjarna.**

Sýni	makrill heill	viðmiðun upphafssýni	viðmiðun e. 7 mán	söl 5% e. 7 mán	marinkjarna 5% e. 7 mán
Prótein (%)	-	16,0	16,1	16,1	16,6
Fíta (%)	23,5	22,8	20,3	22,0	20,6
Vatn (%)	58,7	58,3	60,2	58,3	59,6
Aska (%)	-	2,3	2,2	2,2	1,8
TVN (mg N/100g)	11,2	13,7	13,7	27,3	14,2
TBA gildi (µmól/kg)	23,1	64,4			

Gasgreinimælingar á rokgjörnum lyktarefnum geta gefið upplýsingar um þránun. Annars stigs myndefni þránunar eru aðallega rokgjörn aldehyð og ketónar sem eru að miklu leyti ábyrg fyrir þránunareinkennum (bragði og lykt). Gasgreinimælingar hafa mikið verið notaðar til að rannsaka oxun fitu eða þránun í lýsi (Lee, Kizito, Weese, Craig Schmidt, Le, Wei, An, 2003; Aidos, Jacobsen, Jensen, Luten, Padt, Boom, 2002), örhúðuðu lýsi (Jónsdóttir, Bragadóttir and Arnarson, 2005) og fiski (Guðrún Ólafsdóttir, 2005).

Helstu efnaflokkar rokgjarnra lyktarefna í viðmiðunarsýni beitu í upphafi geymslutíma voru alkóhól og ketónar sem eru einkennandi myndefni oxunar á löngum fjölómettuðum (n-3) fitusýrum. Þó aldehyð hafi ekki verið í miklu magni í beitusýninu þá hafa þau, líkt og ketónar, mjög lágan lyktarþröskuld og geta því haft mikil áhrif á þrálykt þrátt fyrir að

vera í litlum styrk (Lindsay 1990). Aldehýðin sem greindust eru öll vel þekkt sem myndefni þránunar og hefur 2,4-heptadienal verið tengt þránun lýsis (Karahadian and Lindsay 1989). Mikið magn af 1-penten-3-ól greindist í upphafssýninu en bent hefur verið á að 1-penten-3-ól geti verið mælikvarði á byrjun oxunar (þránunar) á löngum fjölómettuðum n-3 fitusýrum þó svo að þetta alkóhól gefi ekki mikla þráalykt (Olsen o.fl. 2005). Ekki reyndist mögulegt að skoða sýnin í lok geymslutímans.

**Tafla 3.4. Helstu efnaflokkar rokgjarnra efna, rokgjörn efni og magn þeirra (Peak Area Ratio, flatarmál efnis/flatarmál innri staðals) í viðmiðunarsýni beitu úr makríl í upphafi geymslutíma.**

Efnaflokkur	Virkur hópur	Rástími (mín)	Efni	Magn (PAR)	
				meðaltal	staðalfrávik
aldehýð	-CHO	3,68	2-pentenal	8,2	1,3
		6,35	2-hexenal	7,4	2,8
		12,68	2,4-heptadienal	23	10,3
		20,37	decanal	3,8	1,6
		23,26	undecanal	6,4	
alkóhól	-OH	2,75	1-penten-3-ol	787	381
		3,92	2-penten-1-ol	149	83
		12,02	1-octen-3-ol	8,8	4,7
		20,75	2-phenoxy-ethanol	14,9	8,1
ketón	-CO-	2,17	2-butanone	218	92
		2,56	3-methyl-2-butanone	34	4,1
		2,88	3-pentanone	226	20,7
		3,00	3-hydroxy-2-butanone	69	33
súlfíð	S	3,52	dimethyl disulfide	13,3	6,4
sýrur	-OH	19,51	octanoic acid	246	189
		22,38	nonanoic acid	208	114
diene		5,10	3,5-octadiene	294	253
aromatísk		11,92	phenol	9,4	1,2
limonene		13,96	D-limonene	8,2	3,5

Þránun mæld sem TBA (thiobarbituric acid) gildi er mælikvarði á myndun malonaldehýðs og er því mælikvarði á niðurbrot peroxíða sem er annað stig þránunar. TBA-gildi var frekar hátt í upphafssýni eða 64,5  $\mu\text{mól/kg}$  sem er í samræmi við hátt magn rokgjarnra niðurbrotsefna af völdum þránunar (Tafla 3.4). Þessar niðurstöður benda því til þess að beitusýnið hafi verið orðið þrátt strax í upphafi geymslutilraunar. TBA-gildi fór lækkandi með geymslutíma þar til það fór að hækka á ný eftir 7 mánaða geymslutíma (Tafla 3.3; Mynd 3.5 og 3.6).

Þegar niðurstöðurnar voru skoðaðar með tvíþáttagreiningu (GLM ANOVA), reyndist vera marktækur munur á geymslutíma ( $P = 0,000$ ), en ekki á milli hópa ( $P = 0,2572$ ) (Tafla 3.5). Þegar hver geymslutími var skoðaður fyrir sig, var um marktækan mun á milli hópa að ræða í öllum tilvikum nema eftir 7 mánaða geymslu ( $P = 0,1885$ ). TBA gildi lækkaði hraðast fyrsta mánuðinn í geymslu í beitusýnum sem voru með ísóaskorbati og 5% söllum. Lægst voru TBA gildin eftir 4 mánaða geymslu og þá var 10% marinkjarni með marktækt lægra gildi en önnur sýni, ef undan eru skilin sýni með 1000 mg/kg ísóaskorbat og sýni með 5% marinkjarna. Eftir 7 mánaða geymslu var prófað að opna umbúðir fyrir viðmiðunarsýni og sýni með 5% söl og 5% marinkjarna og fóru þá TBA gildin í 382, 333 og 421  $\mu\text{mól/kg}$ , í sömu röð, á einni viku.

Almennt má segja að þessar niðurstöður voru ekki í samræmi við það sem búist var við. Algengast er að TBA-gildi sé lágt í byrjun geymslutíma, en fari svo hækkandi með myndun annars stigs myndefna þránunar (aldehýð, ketónar og alkóhól) við lengri geymslutíma. Þó má segja um TBA-gildi að það er misjafnt eftir gerð og magni fitu sem er í sýnum. Þannig er TBA-gildi hærra í feitum fiski eins og laxi, en í mögrum fiski eins og þorski. TBA-gildi er einnig hærra í fjölómattaðri fitu, en í mettaðri fitu. Tillaga um viðmiðunarmörk fyrir TBA-gildi í frosnum fiski hefur verið birt sem 18  $\mu\text{mól/kg}$  (Robles-Martinez o.fl. 1982) en í makríl sem 11 – 16  $\mu\text{mól/kg}$  (Icekson o.fl. 1998). Makrillinn sem notaður var í beituna var mjög feitur (20-22% fita) og var TBA gildi fyrir röspun frekar hátt eða 23  $\mu\text{mól/kg}$  (Tafla 3.3). TBA gildið í makrílnum sem notaður var í þessa geymslutilraun var mjög hátt (64,4  $\mu\text{mól/kg}$ ) en þá var búið að raspa hráefnið og auka þar með aðgengi súrefnis að fitunni sem ýtir undir þránun. Það gerir allan samanburð erfiðan. Fiskurinn var raspaður heill (þ.e. hvorki hausaður né slægður) og því var mikið af blóði, brúnum vöðva og hugsanlega innyflaensímum í raspinu sem hvetur mjög þránun. Önnur hugsanleg skýring er að þráhindrarnir, sem var blandað út í frosið raspið, hafi ekki leyst vel upp í sýninu, og hafi því ekki náð að virka sem skildi. TBA mælingin sjálf getur verið torveld og hentar ekki í öllum geymsluþolsmælingum. Malondialdehýðin, sem mæld eru í þessari aðferð, eru bæði rokgjörn og óstöðug. Ekki er ólíklegt að malondialdehýðin hafi hvarfast við hvarfgjörn efni í raspaða makrílnum í byrjun geymslutímans, síðan náð jafnvægi og hækkað svo aftur í lok frystigeymslunnar. Einnig er hugsanlegt að einhver þránun hafi átt sér stað við undirbúning sýna fyrir

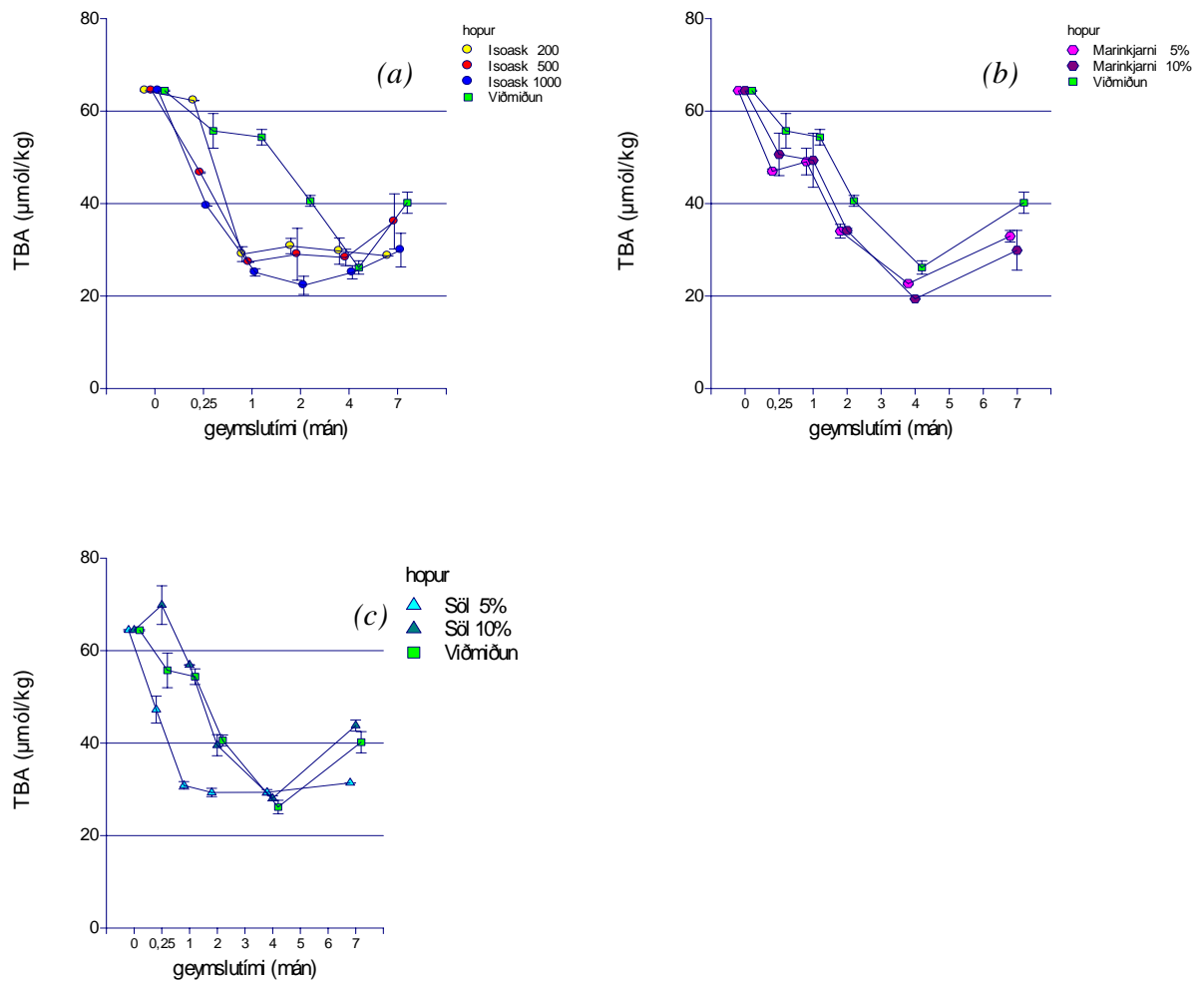
mælingar, þ.e við vigtun, hökkuð og útdrátt. Slík meðhöndlun gæti hæglega komið af stað kröftugri þránun í svona sýnum sem innihalda mikið af þráahvötum (blóð og brúnn vöðvi) og fjölómattaðri fitu.

Prófað var að íshúða makrílpokabeitu með erythobate (2000 ppm) í íshúðunarvatninu. TBA var mælt strax við sýnamóttöku á Rf. Þá höfðu sýnin verið eina viku í frysti, annars vegar í lofttæmdum umbúðum og hins vegar í opnum umbúðum. TBA í sýnum sem geymd voru í lofttæmdum umbúðum var mun lægra en í fyrri tilraun, eða  $27,7 \pm 0,3$   $\mu\text{mól/kg}$  (n=8) sem er mun nær því sem búast má við í upphafi frystigeymslu. Aftur á móti var TBA  $53,8 \pm 1,1$   $\mu\text{mól/kg}$  (n=8) eftir eina viku í opnum umbúðum þrátt fyrir íshúðina með erythobate. Það var þó lægra gildi en upphafsgildi í fyrri tilraun svo hugsanlega er íshúðun með erythobate að gefa einhverja vörn þó svo lofttæmdar umbúðir skipti mun meira máli.

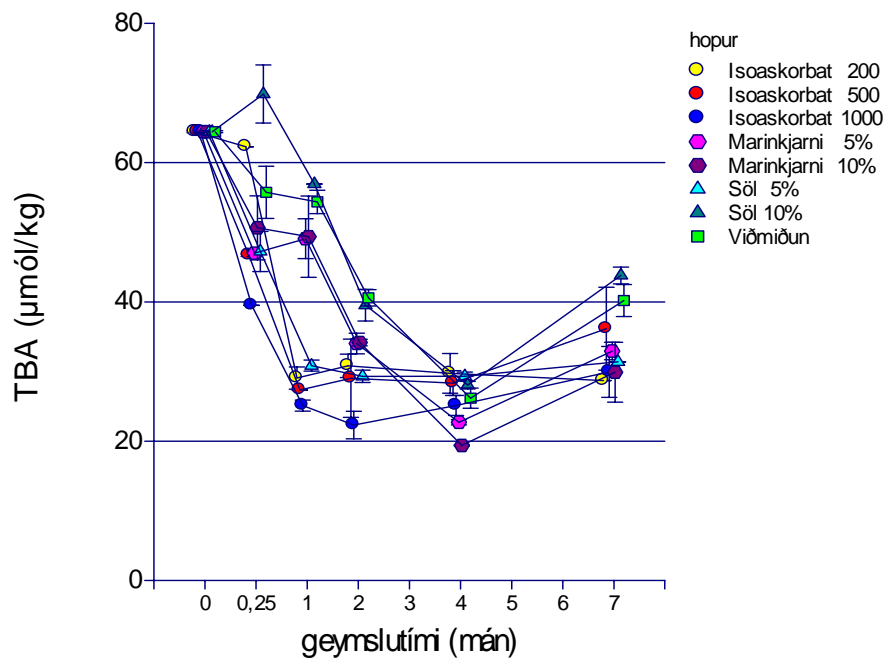
Hvað varðar þörungana, þá innihalda þeir m.a. fjölfenól sem hafa mikla lífvirkni, m.a. þráahindrandi virkni. Marinkjarni (*Alaria esculenta*) sem er brúnþörungur innheldur mun meira af fjölfenólum en söl (*Palmaria palmata*) sem eru rauðþörungar. Skimun á andoxunarefni þörunganna leiddi í ljós mikla fylgni á milli heildarmagns fjölfenóla og andoxunarefni þörunganna mæld með DPPH scavenging capacity og ORAC aðferð (Wang Tao o.fl. 2007). Reyndist andoxunarefni marinkjarna mun hærri mæld með þessum aðferðum en í sölvum. Í geymslutilrauninni með pokabeiturnar var íblöndun m.a. þörungadufts sem andoxunarefni skoðað, bæði íblöndun sölvanna (5 og 10%) og marinkjarna (5 og 10%). TBA gildi í pokabeitunum fór að hækka á ný eftir 7 mánaða geymslu á pokabeitunum en ekki reyndist marktækur munur á hópunum ( $P= 0,188$ ). TBA gildi var lægra í pokabeitu með marinkjarna miðað við 10% söl sem styður mælingar á hærri andoxunarefni marinkjarna.

Notkun þörunganna sem andoxunarefni í beitur skilaði ekki miklum árangri samkvæmt niðurstöðum þessarar geymslutilraunar. Þess ber að geta að beitan virtist töluvert þrá strax í upphafi geymslutilraunar og þráahindrar því ekki náð að virka. Einnig er líklegt að þráahindrarnir hafi ekki náð að virka sem skildi þar sem þeim var blandað út í frosið raspið og þeir hafi því ekki verið nægilega vel uppleystir í sýninu. Íshúðun með C-

vítamíni virtist gefa einhverja vörn, samkvæmt þrúnunarmælingum, þó svo lofttæmdar umbúðir skipti meira máli. Nauðsynlegt er að skoða betur geymsluþol pokabeitu með fersku og góðu beituhraefni.



Mynd 3.5. Breytingar á TBA gildi með geymslutíma í pokabeitu með ísóaskorbat (a), marinkjarna (*Alaria esculenta*)(b) og með söl (*Palmaria palmata*) (c) sem andoxunarefni.



Mynd 3.6. Breytingar á TBA gildi með geymslutíma í pokabeitu með isoaskorbat (200, 500 og 1000 mg/kg), 5 og 10% marinkjarna (*Alaria esculenta*) og 5 og 10% söl (*Palmaria palmata*) sem andoxunarefni.

**Tafla 3. 5. TBA gildi ( $\mu\text{mól/kg}$ ) hefur þráahindra og tíma, meðatöl ( $\pm$  staðalskekkja).**

Hópur	Tími (mán)	n	TBARS ( $\mu\text{mól/kg}$ )	
Viðmiðun	0	2	64,4	$\pm 0,1$
	0,25	2	55,7	$\pm 3,7$
	1	2	54,4	$\pm 1,7$
	2	2	40,6	$\pm 1,2$
	4	2	26,2	$\pm 1,5$
	7	2	40,2	$\pm 2,3$
Isoaskorbat 200 mg/kg	0,25	1	62,3	-
	1	2	29,1	$\pm 1,6$
	2	2	30,8	$\pm 1,7$
	4	2	29,7	$\pm 2,9$
	7	1	28,7	-
Isoaskorbat 500 mg/kg	0,25	2	46,7	$\pm 0,2$
	1	2	27,4	$\pm 0,1$
	2	2	29,1	$\pm 5,6$
	4	2	28,4	$\pm 1,8$
	7	2	36,2	$\pm 5,9$
Isoaskorbat 1000 mg/kg	0,25	1	39,5	-
	1	2	25,1	$\pm 0,8$
	2	2	22,3	$\pm 2,0$
	4	2	25,1	$\pm 1,4$
	7	2	30,0	$\pm 3,7$
Marinkjarni 5%	0,25	2	47,0	$\pm 0,5$
	1	2	49,1	$\pm 2,9$
	2	2	34,0	$\pm 1,5$
	4	2	22,7	$\pm 0,4$
	7	2	33,0	$\pm 1,3$
Marinkjarni 10%	0,25	2	50,6	$\pm 4,6$
	1	2	49,4	$\pm 5,8$
	2	2	34,2	$\pm 0,5$
	4	2	19,4	$\pm 0,1$
	7	2	29,9	$\pm 4,3$
Söl 5%	0,25	2	47,3	$\pm 2,9$
	1	2	30,9	$\pm 0,8$
	2	2	29,3	$\pm 0,9$
	4	2	29,3	$\pm 0,6$
	7	1	31,4	-
Söl 10%	0,25	2	69,9	$\pm 4,2$
	1	1	56,9	-
	2	2	39,6	$\pm 2,3$
	4	2	28,1	$\pm 0,5$
	7	2	43,8	$\pm 1,2$
<b>ANOVA (<i>P</i>-value)</b>				
	Áhrif hóps		0,2572	
	Áhrif geymslutíma (mán)		0,0000	
	Víxláhrif		0,0003	

### 3.3. Veiðitilraunir

Í mörgum af veiðitilraununum voru prófaðar fleiri en ein gerð af pokabeitu eða notast var við mismunandi samsetningu af viðmiðunarbeitu. Í sjóferðum farnar 2002 voru ekki mjög margir balar með í hverri ferð, enda verksmiðjan ekki komin í gang. Ef skoðuð er tafla 3.6. má sjá að í þessum tilraunum þá virðist sem valið sé frá þorski í mörgum tilfellum en varast skal að oftúlka slíkar niðurstöður þegar fjöldi fiska er lítill. Í þremur veiðiferðum fékkst umtalsvert meira af ýsu hlutfallslega með pokabeitu miðað við samanburðarbeitu.

**Tafla 3. 6. Samanburður á fjölda þorsks og ýsu sem fékkst á pokabeitu eða samanburðarbeitu.**

Veiðiferð	pokabeita	samanburðarbeita	Fjöldi bala		Fjöldi á bala (poka beita)		Fjöldi á bala (samanburðarbeitu.)		Hlutfall pokabeitu miðað við fjölda fiska á samanburðarbeitu.	
			pokabeit	Samanb.	þorskur	ýsa	þorskur	ýsa	Þorskur	Ýsa
15.okt.02	smokkfiskur og síli	smokkur með síli í bland	1	3	6	42	19	41,7	<b>32%</b>	101%
15.okt.02	smokkur, makrill og síli	smokkur með síli í bland	1	3	3	37	19	41,7	<b>16%</b>	89%
30.okt.02	Síli	Síli	4	5	19,75	13,75	21	6,4	94%	<b>215%</b>
13.nov.02	smokkur	smokkur og makrill	3	1	9	16,3	16	21	56%	78%
13.nov.02	smokkur	smokkur	3	2	9	16,3	9	15	100%	109%
15.nov.02	síli	síli	8	8	20,3	76,0	45,5	110,6	<b>45%</b>	<b>69%</b>
12.mai.05	makrill	smokkfisk og síld	16	14	22,5	56,2	25,0	22,5	90%	<b>250%</b>
2.sep.05	danskt síli	danskt síli	4	3	6,8	28	8,7	37,3	78%	75%
2.sep.05	norskt síli	norskt síli	2	2	1,5	25,5	8,5	54	<b>18%</b>	<b>47%</b>
4.sep.05	danskt síli	danskt síli	2	2	13	49,5	13	64	100%	77%
4.sep.05	norskt síli	norskt síli	3	3	5,7	63,7	15,3	94,3	<b>37%</b>	68%
6.sep.06	makrill	makrill	5	5	5	60	18,8	100,2	<b>27%</b>	60%
7.sep.06	makrill	makrill	5	5	10	89,8	25,6	115,6	<b>39%</b>	78%
15.sep.06	makrill	makrill	5	5	2,8	47,4	5,6	50	50%	95%
16.sep.06	makrill	makrill	5	5	31	48,25	62	61	50%	79%
23.nov.06	makrill + c-vítamín	makrill	9	4	17,89	61,78	22	39,29	81%	<b>157%</b>
23.nov.06	makrill	makrill	7	2	14,57	46	22	39,29	66%	117%

Fyrsta skiptið var þann 30 október 2002 þegar síli var prófað bæði í poka og samanburði en þá jókst meðalfjöldi ýsa úr rúmlega 6 á bala í tæplega 14 ýsur með poka en þorskveiðin hélst nánast sú sama. Þetta var mjög athyglisverður árangur þó fjöldi fiska sé ekki mikill. Næsta skipti var þann 12 maí 2005 og var þá notaður feitur makrill í poka og var ekki hægt að beita honum á hefðbundinn hátt. Því var hann borinn saman við skorinn smokkfisk og síld. Þá varð veruleg aukning í afla á ýsu en þorskfjöldinn var svipaður. Þessi árangur er sá besti hlutfallslega og er sá sem fiskimenn í dag eru að

notfæra sér þegar þeir egna fyrir ýsu. Í síðustu ferðinni var prufuð pokabeita sem var með makríl og viðbættu þráavarnarefni (C-vítamín) og borin saman við bala beittum með makríl og pokabeitu án þráavarnarefnis. C vítamínbætta pokabeitan veiddi meira og svipað magn af þorski og hefðbundin beita og meira af báðum tegundum en pokabeita án C vítamíns. Nokkurn fyrirvara verður þó að hafa á þessari síðustu tilraun þar sem uppsetning hennar var ekki sem skildi. Í fyrsta lagi voru samanburðarlínurnar ekki allar með sigurnagla, hluti samanburðarbeittunnar var blönduð með saury (*Cololabis saira*) og fjöldi samanburðarbala var of lítill. Saury, sem er beita innflutt frá Asíu, er af ætt geirsnefs og hefur verið nefndur stökknefur á íslensku.

Í veiðiferðum frá Drangnesi í september 2005 og 2006 var verið að athuga hvort umbúðirnar og meðferð beitunnar hefði áhrif á árangur við veiðar og var þess því gætt að samanburðarbeitan væri nákvæmlega sú sama. Reynt var að prófa hverja uppsetningu á mismunandi dýpi enda er líklegt að dýpi hafi áhrif á veiðni beitu, t.d. minnkar skyggni með dýpi og mögulegt er að fiskur forðist pokabeitu vegna útlits hennar. Meginniðurstöður þessara tilrauna voru þær að pokabeitan veiddi 60-95% af þeim fjölda ýsu sem fékkst á samanburðarbeittuna en fjöldi þorska var innan við helmingur borið saman við samanburðarbeittuna, fjöldi þorska var þó yfirleitt fremur lítill.

Fjöldi fiska á bala er ekki endilega góður mælikvarði á árangur því stærð eða þyngd fiska skiptir í raun meira máli þar sem heildarmagn af lönduðum fiski í kílóum er mælt og greitt fyrir. Það er sterkt samband á milli lengdar og þyngdar fiska þannig að 10% lengri fiskur er 30-35% þyngri. Í töflu 3.7 er sýnd meðallengd fisks sem veiddist á pokabeitu og á samanburðarbeitu. Sést að þorskur sem veiðist á pokabeituna er stundum minni og stundum stærri enda er fjöldi þorska sem veiddist oft fremur lítill og stærðarbilið mikið þ.a. niðurstöður eru ekki marktækar. Sé hinsvegar litið á ýsu er sú ýsa sem veiðist á pokabeituna oftast heldur stærri og í sumum tilfellum má tala um marktækan mun. Við þá ályktun verður þó að hafa í huga að skipt er um beitu á u.þ.b. 430 króka fresti meðan hefðbundin tölfræðipróf byggja á því að skipt sé mjög oft um beitu eins og á Gallup bølunum.

**Tafla 3. 7. Samanburður á meðallengd þorskur og ýsu fengna á pokabeitu eða samanburðarbeitu.**

Veiðiferð	pokabeita	samanburðarbeita	Fjöldi bala		Meðallengd (pokar)		Meðallengd (samanb)		Munur meðallengdar fisks á pokabeitu miðað við samanburðarbeitu.	
			pokabeit	samanb	Þorskur	Ýsa	Þorskur	Ýsa	Þorskur	Ýsa
15.okt.02	Smokkfiskur og síli	Smokkur með síli í bland	1	3	57,8	47	58,0	44,8	-0,2	<b>2,2</b>
15.okt.02	Smokkur, makrill og síli	Smokkur með síli í bland	1	3	55,7	49,9	58	44,8	-2,3	<b>5,1</b>
30.okt.02	Síli	Síli	4	5	46,4	48,7	48,7	49	-2,3	-0,3
13.nov.02	smokkur	smokkur og makrill	3	1	57,2	46,8	54,61	45,49	<b>2,6</b>	<b>1,3</b>
13.nov.02	smokkur	smokkur	3	2	57,2	46,8	59,4	46,5	-2,2	<b>0,3</b>
15.nov.02	síli	síli	8	8	50,4	50,2	49,5	48,6	<b>0,9</b>	<b>1,6</b>
12.mai.05	makrill	smokkfisk og síld	16	14	70,5	50,9	68,6	50,6	<b>1,9</b>	<b>0,3</b>
2.sep.05	danskt síli	danskt síli	4	3	51,4	54,3	54,8	54,3	-3,4	0,0
2.sep.05	norskt síli	norskt síli	2	2	49	56,5	52,7	55,6	-3,7	<b>0,9</b>
4.sep.05	danskt síli	danskt síli	2	2	54	55,7	56,2	56,3	-2,2	-0,6
4.sep.05	norskt síli	norskt síli	3	3	50,4	57,4	53,6	55,5	-3,2	<b>1,9</b>
6.sep.06	makrill	makrill	5	5	58,2	49,4	50	46,2	<b>8,2</b>	<b>3,2</b>
7.sep.06	makrill	makrill	5	5	59	49,4	58,2	46,8	<b>0,8</b>	<b>2,6</b>
15.sep.06	makrill	makrill	5	5	54,4	56,7	50,8	56,1	<b>3,6</b>	<b>0,6</b>
16.sep.06	makrill	makrill	5	5	54,8	39,8	53,7	40,4	<b>1,1</b>	-0,6
23.nov.06	makrill + c-vítamín	makrill	9	4	66,3	51,3	67,2	49,9	-0,9	<b>1,4</b>
23.nov.06	makrill	makrill	7	2	67	50,5	67,2	49,9	-0,2	<b>0,6</b>

Niðurstöður tilraunanna á Drangnesi benda til að bæði þorskur og ýsa taki pokabeitu síður en sambærilega samanburðarbeitu. Einn fyrirvari á þessari niðurstöðu er að beitan sem var notuð hafi verið geymd í frekar lélegum frysti á Drangnesi en það hefur væntanlega haft meiri áhrif á pokabeituna en samanburðarbeituna. Einnig ber að hafa í huga að jafnvel þó niðurstöður væru á þann veg að pokabeita veiddi minna en venjuleg beita úr sömu hráefnum er eftir að taka tillit til þeirra þátta að í pokabeituna má nota hráefni sem ekki er hægt að nota í hefðbundna beitu og að minna magn af hráefni þarf í hverja pokabeitu. Athugun með sambærilega beitu er hins vegar mikilvægur liður í þróun pokabeitunnar.

Aðrar tegundir af fiskum voru skráðar í hverri veiðiferð en oftast var fjöldi þeirra það lítil að markleysa væri að setja fram sem niðurstöður. Þó ber að nefna að í þeim tilfellum sem vart varð við steinbít þá virtist hann fara mun síður á pokabeituna. Í síðustu ferðinni 23. nóvember 2006 fékkst þó álíka mikið af steinbít á pokabeituna og á samanburðarbeita hver sem ástæðan var. Þetta er auðvitað dæmi um að niðurstöður

geta verið mjög breytilegar eftir stað og stund og skyggni er án efa mikilvægur þáttur, einkum ef útlit beitunnar er að fæla fisk frá.

#### 4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Markmið verkefnisins var að þróa áfram og framleiða áhrifaríkar samsettar beitungundir fyrir línuveiðar úr vannýttu hráefni með hinn nýju snjótækni. Aðferðin byggir á því að raspa fryst hráefni og móta frystihakkið í réttar beitustærðir sem síðan er pakkað í trefjaumbúðir. Aðlöðun hf. fékk einkaleyfi á Íslandi í janúar 2004 á framleiðsluferlinum sem byggist á vélbúnaði og framleiðsluaðferð (“snjótækni”) á pokabeitum.

Þessi nýja tegund af beitu hefur ýmsa kosti framyfir hefðbundna beitu (síld, makríl, smokkfisk). Fyrir það fyrsta þá fæst mun betri nýting á hráefni í pokabeitur því magn hráefnis er um 10g í pokabeitur en um 20g í hefðbundnar beitur. Beitan getur einnig verið ódýr því hægt er að notast við ódýrt, vannýtt hráefni, eins og uppsjávarfisktegundir og afskurð frá fiskvinnslu. Auk þess er auðvelt og þrífalegt að beita henni því hver beita er sérþökkuð og alltaf tilbúin á krókinn. Athuganir benda einnig til þess að ásókn sjófugla í pokabeitur sé minni en í hefðbundna beitu.

Þessi framleiðsluaðferð hentar vel því það hefur komið á daginn að við þíðingu og blöndun á beituhráefni virðist ferska lyktin, sem fiskurinn laðast að á línunni, minnka verulega. Hætta á oxun eða þránun eykst þó við röspunina sem styttr geymsluþol og dregur úr ágæti aðferðarinnar. Nauðsynlegt er að geyma pokabeituna í lofttæmdum umbúðum til að auka stöðugleika hennar og draga úr hættu á þránun.

Í tengslum við verkefnið var hönnuð og smíðuð beitningavél. Tilraunir sem gerðar voru með beitningavélina á vormánuðum 2007 með Vísi hf. enduðu með 97% beitingu á 8 mílna ferð sem er mjög gott. Notkun pokabeitu við handbeitningu getur valdið því að hún þíðnar og jafnvel þíðnað aftur ef farið er langt í hlýju veðri til veiða. Með notkun á beitningavélinni nást fram bestu skilyrðin fyrir pokabeituna því þá er hægt að taka beitunguna beint úr frysti á krókinn. Beitningavélin vegur þannig upp annmarka geymslupólsins.

Veiðitilraunir bentu til þess að pokabeita veiði að meðaltali minna en sambærileg hefðbundin beita en ef litið er á þróunina með tíma fór munurinn á pokabeitu og hefðbundinni beitu minnkandi. Í síðustu veiðiferðinni sem farin var í nóvember 2006 fékkst betri ýsuaflí á pokabeitu en venjulega beitu. Auk þess gaf C-vítamínþætt pokabeita heldur meiri afla en pokabeita án C-vítamíns þó vankantar væru á uppsetningu þeirrar veiðiferðar. Íshúðun með C-vítamíni virtist gefa einhverja vörn samkvæmt þránunarmælingum, þó svo lofttæmdar umbúðir skipti meira máli. Notkun þörunga sem andoxunarefni í beitur skilaði ekki miklum árangri. Þess ber að geta að beitan virtist töluvert þrá strax í upphafi geymslutilraunar svo þörungarnir náði líklegast ekki að virka sem skildi. Nauðsynlegt er að skoða betur geymsluþol pokabeitu með fersku og góðu beituhráefni.

Með vali á beitusamsetningu og stærð beitunnar verður hugsanlega hægt að hafa áhrif á eða velja hvaða fisktegundir og/eða fiskstærðir veiðast hverju sinni. Niðurstöður veiðiferða bentu til þess að pokabeitan virðist veiða eitthvað minna af smáfiski en venjuleg beita en munurinn er ekki mjög mikill. Nauðsynlegt er að það fari fram úttekt á umhverfisáhrifum pokanna, hversu hratt þeir eyðast og hvernig þeir fara í meltingarvegi fiska. Þessar tilraunir mætti gera í eldiskerjum. Með tilkomu pokabeitunnar og beitningavélarinnar er hér komin enn ein leið til að auka verðmæti vannýtttra fisktegunda og aukahráefnis hér á landi.

## **5. ÞAKKARORÐ**

Skýrsluhöfundar þakka AVS rannsóknasjóði fyrir veittan styrk til verkefnisins. Einnig bestu þakkir til allra sem komu að verkefninu á einn eða annan hátt.

## 6. HEIMILDIR

- Aidos, I.; Jacobsen, C.; Jensen, B.; Luten, J.B.; Padt, A van der; Boom, R.M. 2002. Volatile oxidation products formed in crude herring oil under accelerated oxidative conditions. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104(12): 808-818.
- AOAC, 17th ed. 2000 920.03 Total volatile basic Nitrogen
- AOAC 17th ed. 2000 no. 976.18. Measurement of salt in fishmeal-Titrino.
- AOCS Official method BA and application note Tecator no. AN 301, 1997.
- ISO 649-1999. Method for analysing the water content in fish and fishmeal.
- ISO 5984-2002. Method for analysing ash in fishmeal and feed.
- ISO 5983-2:2005. Method for analysing protein in fish or fishmeal.
- Guðrún Ólafsdóttir, 2005. Volatile compounds as quality indicators in fish during chilled storage. PhD. Thesis. University of Iceland and Icelandic Fisheries Laboratories.
- Jónsdóttir R., Bragadóttir M., Arnarson G.Ö. 2005. Oxidatively derived volatile compounds in microencapsulated fish oil monitored by solid-phase microextraction (SPME). *J. Food Sci.*, 70(7): C433-C440.
- Karahadian C., Lindsay R.C. 1989. Evaluation of compounds characterizing fishy flavors in fish oils. *J Amer Oil Chem Soc* 66: 953-7.
- Lee H., Kizito S.A., Weese S.J., Craig Schmidt M.C., Lee Y., Wei C.I., An H. 2003. Analysis of headspace volatile and oxidized volatile compounds in DHA-enriched fish oil on accelerated oxidative storage. *J. Food Sci* 68(7): 2169-2177.
- Margrét Bragadóttir. On the Stability of Icelandic Capelin Meal. A M.Sc. thesis in food science. Department of Food Science. University of Iceland. 2001.
- Nissen, L. R., Byrne, D. B., Bertelsen, G., Skibsted, L. H. 2004. The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Sci.* 68: 485-495.
- Rósa Jónsdóttir, Bragadóttir M., Arnarson G.Ö. 2005. Oxidatively derived volatile compounds in microencapsulated fish oil monitored by solid-phase microextraction (SPME). *J. Food Sci.*, 70(7): C433-C440.
- Soffía Vala Tryggvadóttir, Rósa Jónsdóttir, Guðrún Ólafsdóttir. Artificial bait alternatives, mainly based on fish waste. Project report to EU. Skýrsla Rf 31-2003.

Soffía Vala Tryggvadóttir, Gunnar Páll Jónsson, Rósa Jónsdóttir, Guðrún Ólafsdóttir.

Artificial bait alternatives, mainly based on fish waste. Individual progress report to EU for the period from March 2001 to February 2002 (Craft Q5CR-2000-70427) Skýrsla Rf 09-2002.

Tao Wang, Rósa Jónsdóttir, Guðrún Ólafsdóttir 2007. Screening of antioxidant activity in Icelandic seaweed. 5th Euro Fed Lipid Congress. Gothenburg, Sweden.

Vyncke, W. 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette Seif. Anstrichm.* 77: 239–240.

## VIÐAUKI I

### Notkun viðbættra þráavarnarefna í fisk

#### Margrét Bragadóttir

Notkun þráavarnarefna í kjöti er betur þekkt en í fiski, t.d. notkun á nítítri. Þráavörn nítítris er álitin vera tilkomin vegna þess að það skapar stöðugleika í frumhimnum, það bindur járn og veiðir óbundnar stakeindir í gegnum virkni nítíróxíðs (Mielche og Bertelsen 1994). Margar rannsóknir hafa sýnt að blanda af fjölfosfötum og askorbati hefur reynst hindra myndun upphitunarbragðefna (Warmed Over Flavor, WOF) í kjöti með samvirkandi (synergískum) hætti (Bailey 1988), en askorbat eitt og sér hafði þveröfug áhrif í soðnum hökkuðum fiski (Ramanathan og Das 1992). Mörg þráavarnarefni hafa verið prófuð, bæði efnaframleidd og náttúruleg, með mjög misgóðum árangri (Bailey 1988, Mielche og Bertelsen 1994).

Virkni þráahindra getur verið ólík við mismundandi aðstæður. Þráahindri sem virkar vel í hreinni olíu getur virkað öðruvísi við aðrar og flóknari aðstæður, eins og í þorskvöðva, þar sem eru til staðar fosfólípíð, vökvafasi, þráahindrar og -hvatar, en vinnsla eins og hökkun og suða breytir líka aðstæðum verulega og getur dregið úr virkni þráahindra. Þetta torveldar val á þráahindrum til notkunar í kjöti og fiski, en reynslan sýnir að oft þarf að blanda saman þráahindrum með mismunandi virkni til þess að koma í veg fyrir þráahvötun og auka líkur á samvirkni þeirra.

Efnaframleiddir, fituleysanlegir þráahindrar hafa ekki reynst draga verulega úr WOF myndun í kjöti (Bailey 1988) nema þá í mjög háum styrk (St Angelo o.fl. 1988), en það hefur litla hagnýta þýðingu, því að í soðinn fisk má ekki nota efnaframleidd þráavarnarefni, nema tókóferól, askorbinsýru, sítrónusýru og sölt af þessum sýrum (engin hámarksgildi, en gæta skal góðra framleiðsluhátta (GFH) við notkun aukefna (Umhverfissráðuneytið 2002).

Virkni vatnsleysanlegra og náttúrulegra þráahindra eins og fenólsambanda og flavoníða, sem finnast oft í miklu magni í kryddjurtum, er líkt og með aðra þráahindra mismunandi

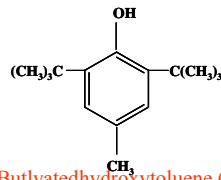
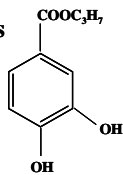
eftir aðstæðum. Í rannsókn á soðnum hökkuðum makríl (*Scomberomorus commersoni*) (Ramanathan og Das 1992) reyndust bæði fenólsambönd og flavoníðar (200 mg/kg) draga verulega úr þránun. Ef þessir vatnsleysanlegu þráhindrar draga úr þránun í soðnum, feitum fiski eins og makríl er áhugavert að skoða það nánar, því fenólsambönd finnast náttúrulega í sjávarlífverum. Í íslenskri rannsókn (Bragadóttir 2003) kom fram að þörungar innihalda fenólsambönd. Líklega má rekja fenólinnihald í vatnsleysanlegum efnum í loðnumjöli til fæðu loðnunnar, sem lifir að mestu á rauðátu og krabbaflóm, sem nærast á plöntusvifi í sjónum (Vilhjálmsson 1994). Fenólsambönd hafa einnig fundist í ýmsum skeldýrum, en uppruni efnanna er talinn vera frá þörungum eða plöntusvifi (Pasquel og Babitt 1991, Sakata o.fl. 1994, Seymour o.fl. 1996).

## Fenólsambönd

Í Lipidtext verkefninu (undirverkefni í Seafood plus) voru prófuð ýmis fenólsambönd (Institute of Marine Research CSIC, Spain), bæði efnaframleidd (synthetic); propyl gallate, butylatedhydroxytoluene (BHT), og náttúruleg; cinnamic acid, catechin.

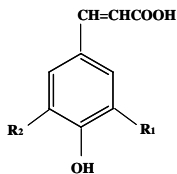
### Synthetic antioxidants

Propyl Gallate

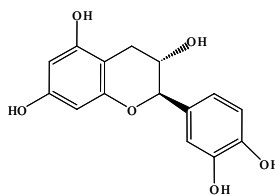


Butylatedhydroxytoluene (BHT)

### Natural Phenolic Antioxidants: Cinnamic Acids and Catechins

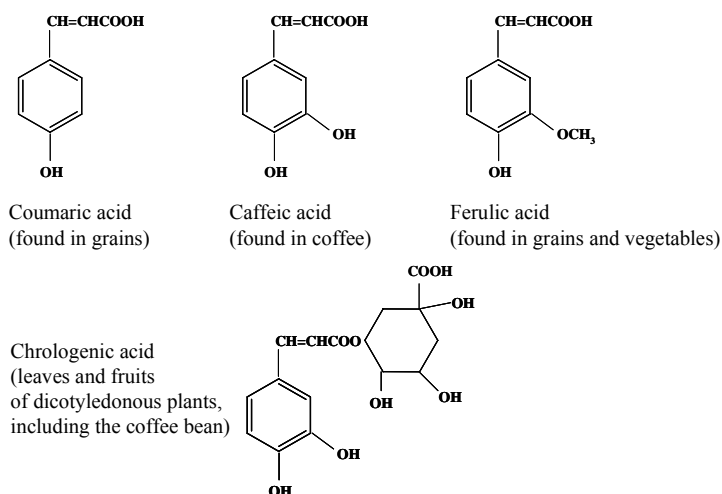


Cinnamic acid  
(derivatives)



Catechin

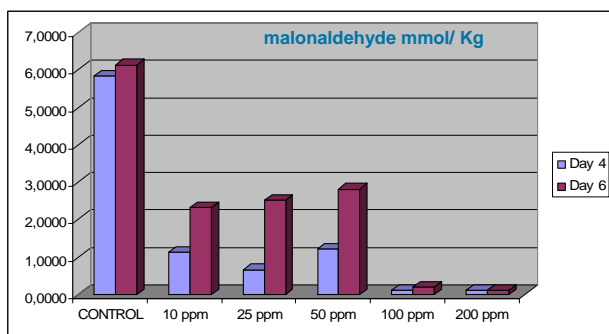
## Cinnamic Acids



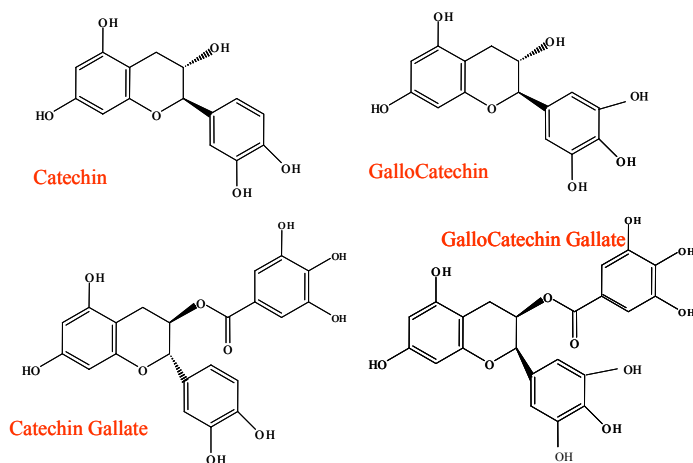
Mynd 1. Efnaframleidd þráavarnarefni (PG og BHT) og náttúruleg phenólsambönd

Þegar prófuð voru þráavarnarefni með ólíka efnabyggingu, sýndu niðurstöður að **caffeic**, **catequin** og **PG** (100 ppm) drógu mest úr þránun (TBARS) í hökkuðum hestamakríl (4% fita) við 4°C.

Nánari prófun á cinnamic acid afleiðum sýndi að **caffeic** og **ferulic** sýrur (10 ppm) drógu mestu úr þránun (TBARS) í hökkuðum hestamakríl (1.5% fita) við 4°C.



Mynd 2. Áhrif styrks caffeic sýru á TBARS í hakki af hrossamakríl (horse mackerel).



Mynd 3. Catechin afleiður

Nánari athugun á Catechin-afleiðum sýndi mesta þráhindrun hjá PG og catequin. Niðurstöður sýndu að mólakúlbygging efnanna skiptir miklu máli fyrir þrávörnina. Catechol hópur er mikilvægastur og aukinn fjöldi galloyl hópa minnkar virknina. Varðandi verð, þá hefur caffeic sýra góða samkeppnisstöðu.

### Fyrri rannsóknir

**Laxaflokk.** Í rannsókn á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (nú Matis) á geymsluþoli laxaflaka í frysti var notað efni sem kallast Herbalox (Snorri Þórisson og Margrét Bragadóttir 1992). Herbalox er náttúrulegt extract af rosemary ([http://www.kalsec.com/products/herbalox\\_season\\_over.cfm](http://www.kalsec.com/products/herbalox_season_over.cfm)). Íshúðað var tvisvar með þráavarnaefni (Herbalox P, Kalsec Inc., 0.10% í íshúðunarvatni) og flökin geymd í frysti við  $-26^{\circ}\text{C}$  í eitt ár. Lítil sem engin þránun mældist á tilraunartímanum og enginn marktækur munur kom fram milli tilraunahópa. Herbalox-hópurinn hafði þó tilhneigingu til þess að tapa meiri lit en aðrir tilraunahópar. Aftur á móti fékk þessi hópur hæstu einkunn fyrir geðjun og lægstu einkunn fyrir þráabragð í skynmati í lok geymslutímans, en munurinn var ekki marktækur.

**Lýsi.** Herbalox var einnig prófað í lýsi (Margrét Bragadóttir o.fl. 1992) og reyndist það draga betur úr þránun en blanda af tókóferólum (Coviox) í þorskalýsi (1000 ppm) mælt með PV, AV og súrefnisupptöku. Hins vegar reyndist það svipað og tókóferól skv.

lyktarskynmati. Lykt af herbalox var þó ekki til trafala, því þríhyrningspróf á aflyktuðu lýsi með og án herbalox sýndi engan mun.

Í þessari sömu skýrslu eru tekin saman þráahindraáhrif allmargra þráavarnarefna í loðnulýsi (Tafla 2). Þar sést að Herbalox eykur hindrunartímabil loðnulýsis um 1,2 eða 20%, mælt með súrefnisupptöku í Warburg-tæki við 30 °C. Annað áhugavert efni er Grindox, sem lengir hindrunartímabil fyrir súrefnisupptöku um 60%.

**Tafla 1. Áhrif þráavarnarefna (100 mg/kg) á hindrunartímabil loðnulýsis (lenging hindrunartímabils) sem margfeldi af hindrunartímabili viðmiðunar.**

Þráavarnarefni	Lenging hindrunartímabils
Askorbat	<1,1
Ronoxan	<1,1
d-alfa tók. asetat	<1,1
d-alfa tókóferól	<1,1
d-alfa tókóferól	<1,1
dl-alfa tókóferól	<1,1
dl-gamma tókóferól	1,1
Coviox	1,1
Embanox-T 70	1,1
Tenox GT-2	1,2
Herbalox	1,3
Grindox	1,6
BHT	1,6
PG	3,3
TBHQ	6,0

Heimild: Margrét Bragadóttir o.fl. (1992).

Grindox er blanda af “náttúrulegum” þráavarnarefnum (17,5% **PG**, 10% **sítrónusýru**, 7,5% **askorbýl palmitat**, 35% ein- og tvíglýseríð (bindiefni) í propýlen glýkól). PG eitt og sér er einnig öflugur þráahindri í lýsi og lengir hindrunartímabilið þrefalt.

**Karfi.** Erythorbate (ísó-askorbat) var notað til þess að draga úr litartapi í heilfrystum karfa, en rauði litur roðsins dofna í frystigeymslu (Bragadóttir 1998). Tafarlaus böðun á karfa með erybati leiddi í ljós minna litartap í samanburði við biðtíma fyrir böðun eða enga böðun. Tafarlaus böðun á karfa með erybati og erybat í íshúð gáfu hæstu einkunn

fyrir rauðan lit allan frystitímann og erybat í íshúðunarvatni skilaði bestum árangri við langan þíðingartíma.

### **Aðrar rannsóknir**

Erythroate og önnur vatnsleysanleg þráavarnarefni hafa einnig verið prófuð til þess að draga úr þránun í fiskafurðum. Fylgst var með þránun í vinnslu og geymsu á síldarpróteinum sem unnin voru með leysni við pH 2.7 (Undeland o.fl. 2005). Niðurstöður sýndu að erythroate með eða án fosfats (STPP-sodium tripolyphosphate) eða EDTA dró úr þránun við vinnsluna. Við geymslu á ís dró mest úr þránun ef þráavarnarefnum var bætt út í síldarpróteinin bæði við vinnslu og geymslu, og EDTA var notað í stað fosfats. Erythroate og fosfat var notað í 200 pp styrkleika en EDTA í 44 ppm.

Rannsókuð voru áhrif þráavarnarefna á þránun í hakkaðri og soðinni sardínu sem geymd var við 2 °C í 14 daga (Jittrepotch o.fl. 2006). Þránun, mæld sem PV, TBARS jókst jafnt og þétt með viðbót EDTA (2500 ppm), á meðan nítrít (10 ppm) og askorbat (2000 ppm) hindraði þránun verulega.

Grindox 1021, rosemary, rutine, erythroate og askorbin sýra voru prófuð til þess að draga úr þránun í þurrgerjuðum pylsum (Balev o.fl. 2005). Grindox dró mest úr þránun mælt sem PV og TBARS, á meðan rutine dró helst úr hækkun PV og erythroate úr TBARS.

Herbalox, 250 ppm og Duralox, 200 ppm (blanda af kryddi, tókóferóli og sítrónusýru) frá Kalsec Inc voru prófuð í hakkað nautakjöt (Formanek o.fl. 2001). Kjötið var af dýrum sem fengu E-vítamín í föðri. Til samanburðar var BHA/BHT (10 ppm af hvoru). Bæði Duralox og Herbalox reyndust draga úr þránun í líku mæli og BHT/BHA.

### **Þörungar**

Í tilraun á þráhindravirkni í helstu þörungum í kringum landið voru klóróform/metanól úrdrættir úr ferskum þörungum prófaðir í 1000 mg/kg styrkleika í þorskalýsi. Fram kom þráhindravirkni í sumum þörungategundum og var hún meiri að vori, en síðla sumars og snemma vetrar. Reyndar sýndu allir þeir þörungar sem tíndir voru snemma vetrar, í nóvember, annað hvort enga þráhindravirkni eða þráhvatavirkni. Þráhindravirkni í

þörungum sem tíndir voru að vori var í eftirfarandi röð: *L. hyperborea* > *A. esculenta* > *L. saccharina* > *F. distichus* (Ólafsson & Bragadóttir 1995). (Tröllapari > marinkjarni > beltisþari > skúfaþang).

Í tilraun um áhrif þörungum og lækningajurta á geymsluþol loðnulýsis voru prófaðar fjórar tegundir af þörungum sem annað hvort hafa verið nýttir til matar á Íslandi, eða sem líkjast þeim tegundum sem t.d. Japanir borða (Margrét Bragadóttir 2003). Tilgangurinn var að athuga hvort vatnsleysanlegir þráhindrar af flokki fjölfenóla finndust í íslenskum þörungum og að rannsaka hvort fituleysin efni úr þörungunum hefðu þráhindravirkni í loðnulýsi.

Þörungar sem notaðir voru í tilraunina voru tíndir í fjöru við Vatnsleysuströnd í lok maí 2003. Þráhindravirkni mælist mjög lág í maríusvuntu, en hinir þörungarnir sýndu þráhvatavirkni. Heildarmagn fenólsambanda í þörungunum var í litlu samhengi við þráhindravirkni þeirra. Af þörungunum innihélt marinkjarni mest magn af fenólum, eða 41 mg GJ/g þurrvigt, en maríusvunta, sem var eini þörungurinn sem sýndi þráhindravirkni en innihélt einungis 1,6 mg GJ/g (Tafla 3).

**Tafla 3. Niðurstöður mælinga á þörungum ásamt þráhindravirkni 0,5% þykkna af þeim í loðnulýsi (sem hindrun, % H), við 60 °C í Oxipres.**

Hráefni		Vatns- innihald (%)	Fitu- innihald <sup>a</sup> (%)	Heildarmagn fenóla <sup>b</sup> (mg GJ/g þv)	% H
Beltisþari	<i>Laminaria saccharina</i>	84,1	0,39	9,05	-7,9
Hrossapari	<i>Laminaria digitata</i>	83,0	0,43	0,73	-14
Marinkjarni	<i>Alaria esculenta</i>	81,5	0,56	41,0	-13
Maríusvunta <sup>c</sup>	<i>Ulva lactuca</i>	81,4	0,78	1,57	2,3

<sup>a</sup> Heildarmagn fituleysanlegra efna mælt með Bligh & Dyer fituútdrætti.

<sup>b</sup> Mælt í vatns/methanól fasa frá Bligh & Dyer fituútdrætti.

<sup>c</sup> Blanda af *Ulva lactuca* og *Ulvaria obskura*.

Rannsókn á möguleikum þörungum (maríusvuntu) til þess að framkalla ferskleikaeinkenni í loðnulýsi fyrir tilstuðlan lipoxygenasavirkni var prófuð árið 2003 (Rósa Jónsdóttir o.fl. 2005). Hakkaðri maríusvuntu var bætt út í loðnulýsi í 3,3%, 6,7% 10% og 16,7% styrk (w/v) og fylgst með þránun sýnanna við stofuhita (20 °C) og lýsingu (venjulegar flúrperur), og hrist var upp í flöskunum daglega. Þránun var metin eftir 4 vikna geymslu með mælingum á peroxíðgildi, gasgreinimælingum og lyktarmati. Viðbót maríusvuntu

dróg talsvert úr þránun loðnulýsis við þessar aðstæður. Þráahindravirkni maríusvuntu sem hlutfallslega hindrun (%) á peroxíðgildi reyndist vera á bilinu 43-63% hindrun og mest þar sem viðbótin var hæst. Myndefni þránunar, sem mæld voru með gasgreini, voru einnig í mun hærra magni í hreinu loðnulýsi heldur en í loðnulýsi með maríusvuntu. Nú er í gangi verkefni á Matís ohf. þar sem markmiðið er m.a. að skima fyrir þráahindravirkni ýmissa þörunga.

### **Notkunarmöguleikar**

Eins og áður kom fram þá má ekki nota í soðinn fisk, né heldur ferskan fisk, efnaframleidd þráavarnarefni, nema **tókóferól**, **askorbinsýru**, **sítrónusýru** og sölt af þessum sýrum (engin hámarksgildi, en gæta skal góðra framleiðsluhátta - GFH).

**Fosföt**, 1000 ppm má nota í frosinn fisk og súrímí. **EDTA** (75 ppm) má nota í kryddlagðar fiskafurðir, fiskafurðir í legi, niðurlagðar afurðir og niðursoðnar fiskafurðir.

Nítrít, PG og önnur þráavarnarefni má ekki nota í fisk. Hins vegar er hægt að nota efni eins og **Herbalox** þar sem það er flokkað sem krydd og þá má merkja það sem "Natural flavor," "Natural flavoring," eða "Oleoresin rosemary". Einnig er áhugaverð Duralox blandan, þar sem hún inniheldur rosemary og tokóferól.

Notkunarmöguleikar þörunga sem þráavörn í fisk eru ókannaðir eftir því sem best er vitað. Ýmsir möguleikar eru þó fyrir hendi. Í þessu rannsóknarverkefni, Feitt er agnið, voru rannsökuð áhrif þörunga (þurrkaður marinkjarni og söl) í beitu úr makríl. Fylgst var með þránun (TBA-gildi) við frystigeymslu. Þörungasýnin fengust hjá fyrirtæki sem heitir Hollusta úr hafinu (<http://www.simnet.is/hollustaurhafinu/>), en þar eru í framleiðslu ýmsar afurðir úr þörungum, sem áhugavert væri að prófa með tilliti til þáahindraeiginleika í fiski.

### **Heimildir**

Bailey M E. 1988. Inhibition of warmed-over flavor with emphasis on Maillard reaction products. Food Technol 42, 123-126.

- Balev D, Vulkova T, Dragoev S, Zlatanov M, Bahtchevanska S. 2005 A comparative study on the effects of some antioxidants on the lipid and pigment oxidation in dry-fermented sausages. *Int. J Food Sci. Technol.* 40:977-983.
- Bragadóttir M. 2003. Áhrif þörunga og lækningajurta á geymsluþol loðnulýsis. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Verkefnaskýrsla 29-03.
- Bragadóttir M. 2001. On the Stability of Icelandic Capelin Meal. MS thesis. University of Iceland, 1-87.
- Bragadóttir M. 1998. Redfish Colour - Processing Improvements on Board Freezing Trawlers. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Skýrsla Rf /IFL report, 11-98: 1-13.
- Formanek Z, Kerry J P, Higgins F M, Buckley D J, Morrissey P A, Farkas J. 2001. Addition of synthetic and natural antioxidants to  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplemented beef patties: effects of antioxidants and packaging on lipid oxidation. *Meat Sci* 58 (4): 337-341. doi:10.1016/S0309-1740(00)00149-2.
- Jittrepotch N, Ushio H, Ohshima T. 2006 Effects of EDTA and a combined use of nitrite and ascorbate on lipid oxidation in cooked Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) during refrigerated storage. *Food Chem.* 99: 70-82.
- Icekson, I., Drabkin, V., Aizendorf, S., Gelman, A. (1998) "Lipid oxidation levels in different parts of the mackerel, *Scomber scombrus*" *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 7: 17-29
- Rósa Jónsdóttir, Soffía Vala Tryggvadóttir, Guðrún Ólafsdóttir, Bergrós Ingadóttir, Magnús Már Kristjánsson, Þrándur Helgason, Sveinbjörn Jónsson. (2005). Aðdráttarafl beitu – banvænn biti. Skýrsla Rf report 04-05 Útgáfudagur / Date: Maí 2005 Margrét Bragadóttir, Snorri Þórisson og Baldur Hjaltason. 1992. Þránun Lýsis. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Rit Rf, 32: 1-35.
- Mielche M M, Bertelsen G. Approaches to the prevention of warmed-over flavour. *Trends Food Sci Technol* 5, 322-927.
- Ólafsson, G., Bragadóttir, M. Screening for antioxidant activity in Icelandic seaweed - preliminary results. In: 18th Nordic Lipid Symposium; Haraldsson, G. G., Guðbjarnarson, S., Lambertsen, G., Eds.; Lipidforum: Bergen, 1995, p 107.
- Pasquel L J, Babbitt, J K. 1991. Isolation and partial characterization of a natural antioxidant from shrimp (*Pandalus jordani*). *J Food Sci* 56, 143-145.

- Ramanathan L, Das N P. 1992. Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. *J Agric Food Chem* 40, 17-21.
- Snorri Þórisson og Margrét Bragadóttir. 1992. Geymsluþol á frystum laxi. *Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Rit Rf*, 34: 1-40.
- Umhverfísráðuneytið. 2002. Reglugerð nr. 285/2002 um aukefni í matvælum. Viðauki II, Aukefnalisti.
- Undeland I, Ekstrand B, Lingnert H. 1998. Lipid Oxidation in Minced Herring (*Clupea harengus*) during Frozen Storage. Effect of Washing and Precooking. *J Agric Food Chem* 46, 2319-2328.
- Undeland I, Hall G, Wendin K, Gangby I, Rutgersson A. 2005 Preventing lipid oxidation during recovery of functional proteins from herring (*Clupea harengus*) fillets by an acid solubilization process. *J. Agric. Food Chem*, 53: 5625-5634.