

Skýrsla Matís

09 - 07

Mái 2007

Harðfiskur sem heilsufæði

**Ásbjörn Jónsson
Guðrún Anna Finnbogadóttir
Guðjón Þorkelsson
Hannes Magnússon
Ólafur Reykdal
Sigurjón Arason**

MATÍS

Matvælarannsóknir
Íslands

Food research,
innovation and safety

ISSN 1670-7192



Titill / Title	Harðfiskur sem heilsufæði		
Höfundar / Authors	Ásbjörn Jónsson, Guðrún Anna Finnbogadóttir, Guðjón Þorkelsson, Hannes Magnússon og Ólafur Reykdal		
Skýrsla / Report no.	09-07	Útgáfudagur / Date:	Maí 2007
Verknr. / project no.	1707	Guðrún Anna Finnbogadóttir, verkefnastjóri.	
Styrktaraðilar / funding:	AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi		
Ágrip á íslensku:	<p>Meginmarkmið verkefnisins var að afla grunnupplýsinga um eiginleika íslensks harðfisks og að upplýsingarnar yrðu opnar og þannig öllum harðfiskframleiðendum á Íslandi til hagsbóta.</p> <p>Helsta niðurstaða verkefnisins er sú að harðfiskur er mjög ríkulegur próteingjafi með 80-85% próteininnihald. Amínósýrurnar voru mældar og bornar saman við amínósýrur í eggjum. Harðfiskprótein reyndust vera af miklum gæðum. Þessar niðurstöður styðja við markaðssetningu á harðfiski, bæði sem heilsusamlegum og þjóðlegum mat.</p> <p>Mikilvægt er að skoða saltinnihald í harðfiski betur og reyna að minnka það til að auka hollustu harðfisks, sérstaklega í inni-heitþurrkuðum harðfiski þar sem það reyndist mun hærra en í öðrum harðfiski.</p> <p>Mælingar á snefilefnum leiddu í ljós að magn þeirra í harðfiski er vel innan marka miðað við ráðlagðan dagskammt (RDS) fyrir utan selen. Magn þess í 100 g er á við þrefaldan ráðlagðan dagskammt. Það er þó ekki talið skaðlegt á nokkurn hátt.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>Harðfiskur, inniþurrkun, útiþurrkun, prótein, örverur, snefilefni</i>		
Summary in English:	<p>The main object of this project was to establish information of the quality of Icelandic dried fish, which could benefit producers in Iceland.</p> <p>The main results showed that dried fish is a very rich source of proteins, containing 80-85% protein. Amino acids were measured and compared with amino acids in eggs. The conclusion was that proteins in the dried fish were of high quality. This supports the marketing of dried fish in the health foods and traditional food markets.</p> <p>However, it is important to analyse better the salt content in dried fish, and find ways to reduce it to improve balanced diet in dried fish, especially for indoor produced dried fish, where the salt content is rather high.</p> <p>The trace elements in dried fish were found to be minimal, except for selen, where the content was threefold the recommended daily allowance (RDA). This is not, however, hazardous for people in any way.</p>		
English keywords:	<i>Dried fish, indoor drying, outdoor drying, protein, microorganism, trace elements</i>		

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	1
1. INNGANGUR	1
Harðfiskframleiðsla	1
Heilsufæði	4
Áhrif fisks á heilsuna	5
2. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á HARÐFISKI 1997	7
Örverumælingar	7
Vatnsvirknimælingar	8
Niðurstöður örverumælinga og vatnsvirkni	8
3. MARKMIÐ VERKEFNISINS „HARÐFISKUR SEM HEILSUFÆÐI“	11
4. FRAMKVÆMD	11
Efni og aðferðir	11
5. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	12
Prótein og amínósýrugreiningar	12
Efnamælingar	18
Snefilefnamælingar	19
Örverumælingar	21

6. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR.....	22
7. ÞAKKARORÐ	23
8. HEIMILDIR.....	24
9. MUNNLEGAR HEIMILDIR	25

1. INNGANGUR

Harðfiskur hefur verið á borðum Íslendinga um langan aldur og hefur þótt svo sjálfsagður að litlar heimildir eru til um verkun og vinnslu harðfisks en hann kemur víða fram í frásögnum af borðhaldi Íslendinga.



Harðfiskur var lengi vel einn helsti matur Íslendinga og með honum mikið borðað af smjöri, oftast súru, og iðulega einnig sölvum. Hefð er fyrir því að borða harðfisk á þorranum ásamt öðrum hefðbundnum þorramat. Vinsældir harðfisks hafa aukist verulega undanfarin ár, og er hans mikið neytt bæði sem nasls í heimahúsum

og sem nestis í sumarfríum landsmanna. Heildarframleiðsla og sala eru 200-250 tonn á ári sem er framleitt úr 2.800 – 3.000 tonnum af slægðum fiski með haus.

Harðfiskur er ekki eingöngu framleiddur til manneldis, heldur hafa nokkrir framleiðendur hafið framleiðslu á harðfiski fyrir gæludýr. Gæðakröfur við þá framleiðslu eru síst minni ef ekki strangari heldur en fyrir framleiðslu til manneldis þegar um útflutning er að ræða. Ekki hefur gengið vel að markaðssetja harðfisk erlendis, en mikilvægt er að finna leiðir til þess.

Harðfiskframleiðsla

Harðfiskur er margbreytileg afurð og er unnin úr steinbít, ýsu, þorski, ufsa, kolmunna og lúðu. En algengustu tegundirnar eru ýsa, steinbítur og þorski. Við framleiðsluna eru notuð heil flök, bitar, blokk og marningur. Á undanförunum árum hefur verið mikil þróun í framleiðslu á bitafiski úr marning, en þó hefur verulega dregið úr framleiðslunni á síðasta ári, aðallega vegna aukins framleiðslukostnaðar.

Meðferð og vinnsla á sjó

Hráefnið sem harðfiskur er unnin úr er ævinlega nýtt og ferskt og er nær eingöngu um að ræða fisk sem veiddur hefur verið á línu. Slík veiðiaðferð er viðurkennd sem sú besta er uppfyllir skilyrði um vistvænar veiðar. Tryggt er að fiskurinn verði fyrir sem minnstu hnjaski á leið til lands. Ýsan er veidd á línu sem beitt er með síli, síld, gervibeitu (pylsa)

og Kyrrahafsmakríl (saury). Úti á sjó er ýsan sett í ískrapa og geymd í krapa þar til hún er flökuð daginn eftir í harðfiskvinnslunni. Við löndun er hitastig fisksins mælt og skráð. Með því að tryggja ýtrasta hreinlæti og vönduð vinnubrögð er reynt að tryggja að hráefnið haldi sínum upprunalegum gæðum.

Ólíkar vinnsluaðferðir eru notaðar við framleiðslu á harðfiski og er aðallega um þrjár aðferðir þurrkunar að ræða.

Útiþurrkun

Fyrir útiþurrkun er ýsan handflökuð og flökin snyrt og hreinsuð og sjáanleg bein og blóð fjarlægð. Skorið er gat í sporðinn til að hengja fiskinn upp á rár í hjöllum. Fiskflökin eru skoluð upp úr 3,5 % saltpækli eða sem nemur saltstyrk sjávar. Flökin eru hengd upp á rár (Rá er 2 m*0,5 m*0,5 m að stærð) inni í fiskverkunarhúsinu og eru flökin talin á hverja rá til að tryggja að þau liggja ekki of þétt saman á ránum. Flökin geta orðið fyrir skemmdum ef nægilegt loft leikur ekki á milli þeirra.



Mynd 1. Hjallur fyrir útiþurrkun.

Hjallar eru yfirleitt staðsettir á annesjum eða þar sem vindar vel í gegnum þá, til að ná sem bestri og hraðastri þurrkun. Þurrt loftslag á Vestfjörðum hentar sérstaklega vel til útiþurrkunar. Fyrir upphengju í hjöllum er ránum raðað ofan á hreint ker. Kerunum er síðan ekið út að hjalli þar sem ránum með fisknum á er raðað upp í þar til gerða rekka í hjallinum og dreift úr flökunum á ránum. Fiskurinn er aðeins þurrkaður í hjöllum yfir vetrarmánuðina, frá því í september og fram í byrjun maí. Útiþurrkun er háð veðurfari og nauðsynlegt er að farið sé að kólna í veðri og helst komið næturfrost þegar fiskurinn er hengdur út á hjallana. Ef ekki eru skilyrði til að hengja fiskinn út beint vegna rigningar, snjókomu, vinds eða hita að verkun lokinni, eru rárnar með fiskinum á settar í frystigám sem útbúinn er með rekkum til að hengja þær á og þar er fiskurinn geymdur þar til veður kólnar og þornar. Fiskurinn er látinn hanga í hjallinum í 4-6 vikur, en þurrkunartíminn ræðst af stærð fisks og veðráttu. Ef logn er mikið eru rafmagnsviftur notaðar til að koma hreyfingu á loftið. Fiskurinn er varinn í hjallinum með því að strengja vírnet yfir hann til að hindra ágang meindýra og segldúkur dreginn niður fyrir hjallinn til

að hindra að sandur, snjór, rigning og sól komist að fisknum þegar þannig viðrar. Veðurskilyrði á Vestfjörðum eru sérstaklega hentug til útiþurrkunar á harðfiski því loftið þar er þurr og kalt á veturna.

Eftir þurrkun

Þurr fiskur er aðeins tekinn inn úr hjalli sé veður þurr og rakastig er þá metið. Ef fiskurinn reynist ekki nægilega þurr er ránum raðað á ker sem sett eru upp inni í fiskverkunarhúsinu við 10-15°C þar til réttu rakastigi er náð og fiskurinn telst fullþurkaður. Notaðar eru viftur sem blása rakanum út úr vinnsluhúsnæðinu.



Fiskurinn er tekinn af ránum og settur í sérstaka geymslukassa sem geymdir er við -20°C í frysti.

Pökkun

Fiskurinn er tekinn úr geymslukössum og valsaður/barinn í þar til gerðri barningsvél. Áður fyrr var harðfiskurinn barinn með sleggju á

Mynd 2. Harðfiskur tekinn af ránum. fiskasteini til að mýkja hann. Það var mikið verk að berja fiskinn og á stórum heimilum var oft hafður sérstakur maður í því verki og sinnti fáu öðru, enda harðfiskur vinsæll í þá daga.

Fiskurinn er skoðaður til þess að tryggja að ekki leynist gallar í honum eins og skemmdir og bein, sem samræmist ekki kröfum neytenda og fyrirtækisins um gæði. Fisknum er pakkað í neytendaumbúðir eftir óskum kaupenda.



Umbúðir eru sérhannaðir plastpokar fyrir geymslu á harðfisk. Merkingar umbúða eru í samræmi við opinberar kröfur um merkingu matvæla. Eftir pökkun er fiskurinn settur aftur í frystigeymslu og geymdur þar fram að sölu. Harðfiskur geymist best í frosti og er tilbúinn til neyslu beint úr frosti.

Mynd 3. Harðfiskur í neytendaumbúðum.

Lofþurrkun, heit:

Upphafleg meðferð hráefnisins er sú sama og gildir um útiþurrkun og mikilvægt að vinna hráefnið sem ferskast. Saltstyrkur þækilsins er 5% en í lok vinnslunnar er fiskurinn frystur og skorinn í bita sem er raðað á grind og grindurnar settar inn í þurrkklefa. Heita loftið hitar fiskinn upp, þannig að vatnið gufar upp og loftið ber síðan rakann burt, en við það kólnar loftið og raki þess eykst. Hluti loftsins er leiddur út en hinn hlutinn er nýttur aftur, oft með því að fella út rakann með því að blása því í gegnum frystielement. Innþurrkun á flökum fer fram við 18-20°C í u.þ.b. 4 sólarhringa. Bitarnir eru þurrkaðir við 20-30°C í u.þ.b. 36-48 klst., sem fer eftir þykkt og öðrum þáttum. Lofthraðinn í klefanum er misjafn hjá framleiðendum en yfirleitt er hann um 3-4 m/s.

Eftir þurrkun eru bitarnir tilbúnir og þeir teknir af grindunum og pakkað og geymdir í frysti.

Kæliþurrkun:

Upphafleg meðferð hráefnisins er sú sama og þegar um útiþurrkun er að ræða og mikilvægt að vinna með sem ferskasta hráefnið.

Þriðja aðferðin er kæliþurrkun, og er þurrkað við -5 – 0°C hitastig í upphafi, en hitinn er síðan aukinn þegar rakastigið hefur náð ákveðnu marki. Fiskurinn er þurrkaður í stýrðum þurrkklefa þar sem hægt er að stýra hitastigi, rakastigi og loftblæstri í lokuðu kerfi, líkt og í heitri innþurrkun.

Áður en fiskurinn er þurrkaður er honum dýft í saltþækil, algengast er að nota 2% þækil, þar sem hlutfall fisks og þækils er einn á móti einum. Fiskurinn er látinn liggja í þæklinum í u.þ.b. 30 mín. og er saltþrósenta í lokaafurð um 2,5%. Eftir þurrkun eru bitarnir tilbúnir til neyslu og þeim pakkað og geymdir í frysti.

Heilsufæði

Mataræði hefur mikil áhrif á heilsuna. Þetta hefur leitt til áhuga á matvælum sem ekki aðeins gefa næringarefni heldur efla einnig heilsu. Slík matvæli eru kölluð markfæði (e. functional foods). Upphaflega mótuðust hugmyndir um markfæði í Japan út frá unnum matvælum með viðbættum hollustuþáttum, og fyrir um 15 árum síðan bárust þessar hugmyndir til Vesturlanda. Vaxandi áhuga á markfæði má einkum rekja til þess að

kostnaður við heilbrigðisþjónustu fer sífellt vaxandi, meðalævi hefur lengst og aldraðir verða sífellt stærri hluti af þjóðinni. Einnig hefur aukinn þekking í næringarfræði sýnt fram á að mataræði getur haft veruleg áhrif á heilsuna ⁽²⁴⁾. Til eru mismunandi skilgreiningar á markfæði en alltaf er þó átt við matvæli sem búa yfir sérstökum eiginleikum til að efla heilsuna ^(20, 10). Á vegum Evrópusambandsins hefur markfæði verið skilgreint í skýrslu frá FUFOSÉ hópnum (European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe): Markfæði á að vera á formi venjulegra matvæla og þau verða að skila tilætluðum árangri í því magni sem venjulega er neytt. Markfæði getur verið upprunalegt matvæli sem hollustuþáttur hefur verið bætt í eða matvæli sem tiltekin efnisþáttur hefur verið fjarlægður úr með hefðbundinni tækni eða líftækni. Einnig getur verið um að ræða matvæli með umbreyttum efnisþáttum eða með efnisþáttum sem nýtast með öðrum hætti en áður. Ekkert ætti að vera því til fyrirstöðu að fleiri en einn af möguleikum að framan sé nýttur í sömu vörinni ⁽⁸⁾. Markfæði innihalda því efni sem hafa ákveðna lífvirkni (bioactive properties), þ.e. um að ræða heilsubætandi áhrif eða æskilega lífeðlisfræðilega virkni umfram hefðbundin næringaráhrif.

Fæðubótarefni eru ofar í virðiskeðjunni en markfæði. Við vinnslu þeirra þarf að einangra eða vinna „lífvirka þætti“ úr hráefnum, jafnvel að breyta þeim, hreinsa, sía, þurrka og blanda við önnur efni. Útkoman eru heilsubætandi hylki, töflur, duft, vökvi, þykkni o.fl. ^(6, 11).

Áhrif fisks á heilsuna

Það er almennt vitað að fiskur hefur góð áhrif á heilsuna og harðfiskur hefur að öllum líkindum átt þátt í því að halda lífi í þjóðinni fyrr á öldum, þar sem þurrkunin varðveitti vel næringarefni fisksins og gerði það að verkum að auðvelt var að geyma hann og hafa á boðstólum árið um kring þegar matarframboð sveiflaðist mikið eftir árstímum og árferði. Ýmsar rannsóknir hafa verið gerðar á hollustu fisks. Má meðal annars nefna ályktun hóps bandarískra sérfræðinga þess efnis að fiskneysla dragi verulega úr hættu á heilablóðfalli. Þessar niðurstöður fengu þeir út frá gögnum úr ýmsum heilsufarsrannsóknum sem gerðar hafa verið á síðustu 40 árum. Þeir fullyrða að ef fiskur er borðaður einu sinni í viku minnki líkurnar á heilablóðfalli um 13%, samanborið við að borða fisk einu sinni í mánuði eða sjaldnar. Það er athyglisvert að bandaríski hópurinn tekur það fram að ekki sé

nóg að einblína á hollustu omega-3 fitusýra, sem t.d. er að finna í lýsi, brýna þurfi fyrir fólki að borða fisk. Í fiski sé nefnilega að finna ýmislegt annað sem bætt geti heilsuna.

Það er t.d. sífellt að koma betur í ljós að fiskprótein skipta verulega máli hvað hollustuáhrif varðar. Prótein eru langar keðjur af byggingareiningum sem nefnast amínósýrur og eru 20 mismunandi amínósýrur notaðar til að mynda óendanlegan fjölda mismunandi próteina. Það sem meira er að við meltingu og annað niðurbrot, t.d. með ensímum, myndast smærri efni, svokölluð peptíð sem eru lífvirk efni sem fullvíst er talið að hafi heilsuþætandi áhrif ⁽¹²⁾. Próteinum í fiskholdi er oft skipt í stoðvefs-, bandvefs- og umfrymisprótein. Þau eru 16-20% af massa fisksins. Í mögru fiskholdi eru prótein allt að 90% af þurrefninu. Stoðvefsprótein (aktín, myosín o.fl.) eru um 65-75% massans. Samkvæmt íslensku næringarefnaöflunni inniheldur fersk ýsa prótein á bilinu 17-19% en harðfiskur úr ýsu inniheldur prótein á bilinu 75-80% ⁽²⁵⁾.

Peptíð eru til staðar í sjávarfangi. Peptíð koma við sögu í hormónalosun, stjórnun á blóðsykri, efnaskiptum í beinum og ýmsum tauga- og varnarferlum. Hægt er að framleiða peptíð með því að brjóta niður prótein annað hvort með gerjun eða vatnsrofi (hydrolysu). Peptíð geta losnað úr próteinum við meltingu með ensímum og geta haft áhrif á efnaskipti við eðlilega meltingu fæðunnar. Stjórnunaráhrif peptíða tengjast upptöku næringarefna, ónæmiskerfinu og lækun blóðþrýstings. Þá hefur verið sýnt fram á myndun og lífvirkni peptíða eftir vatnsrof eða gerjun ⁽²⁶⁾.

Langar ómega-3 fitusýrur finnast nánast eingöngu í sjávarafurðum og í ótal yfirlitsgreinum og bókum hafa verið birtar greinar um mikilvægi lýsis og ómega-3 fitusýra á heilsuna, allt frá gigt til krabbameins og víðtækrar virkni á ónæmiskerfið. Þá hefur verið sýnt fram á að ómega-3 fitusýrur skipti máli til að viðhalda góðri andlegri og líkamlegri heilsu og leiða til breytinga á myndun einkósanóíða. En þeir hafa áhrif á ónæmiskerfið, blóðþrýsting, blóðstorknun, líkamshita og frumuvöxt ⁽²⁷⁾. Í ljósi hinna jákvæðu áhrifa sem rannsóknir hafa sýnt á áhrifum ómega-3 fitusýra á heilsutengda þætti hefur Matvæla og lyfjastofnun Bandaríkjanna (**Food and Drug Administration**), leyft svokallað „Qualified health claim’s“ hefðbundnum matvælum og fæðubótarefnum sem innihalda ómega-3 fitusýrur. Hefur það töluvert gildi við markaðssetningu þessara vörutegunda ⁽¹⁰⁾

Neytendasamtökin gerðu gæðakönnun á harðfiski að beiðni harðfiskframleiðenda árið 2001 og fengu sýni frá öllum starfandi framleiðendum á Íslandi. Hópur sérfræðinga var fenginn til að smakka og meta harðfiskinn og birtu Neytendasamtökin niðurstöðurnar í Neytendablaðinu. Niðurstöður leiddu í ljós að mikill munur er á gæðum harðfisks eftir framleiðendum ⁽²³⁾. Ekki fundust aðrar kannanir um gæðapróf á harðfiski.

Til að meta blóðþrýstingslækkandi áhrif er hægt að mæla hvort prófefni virki hindrandi á Angiotensin-I umbreytiensím (Angiotensin-I converting enzyme, ACE). Árið 1986 var greint frá ACE hindrandi peptíðum (Val-Tyr) í próteinum úr sardínium í Japan ⁽²⁹⁾. Tveimur árum seinna var greint frá sömu virkni í peptíðum úr túnfisksvöðva ⁽¹⁹⁾. ACE hindrandi efni fundust einnig í vatnsleysanlegum sardínupróteinum ⁽¹⁸⁾. Síun á meltu úr túnfiskslógi jók ACE hindrun 16-falt. Það lækkaði einnig blóðþrýsting í rottum ⁽⁹⁾. Þá hefur verið sýnt fram á ACE hindrandi áhrif ensíms í vatnsrofinni átu ⁽¹⁷⁾.

2. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á HARÐFISKI 1997

Árið 1997 gerði Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins örveru- og vatnsvirknimælingar á harðfiski. Mælingar voru gerðar á inniþurrkuðum og útiþurrkuðum fiski. Mæld voru ýsuflok, ýsubitar, þorskflök og þorskbítar með roði og án roðs, ásamt steinbítsflökum með roði og steinbítsbitum án roðs.

Örverumælingar

Aðferðir við örverumælingarnar voru að mestu leyti samkvæmt APHA (1992). Heildarörverutalningar voru gerðar með áhellingaraðferð á Plate Count Agar (PCA) með 0,5% NaCl. Skálar voru ræktaðar við 22°C í þrjú daga. Talning á mjólkursýrugerlum voru gerðar á MRS-S agar með yfirborðssáningu ⁽¹³⁾, sem voru ræktaðar við 22°C í þrjú daga. Talning á gersveppum var gerð á Potato Dextrose agar með yfirborðssáningu. Skálar voru ræktaðar við 22°C í fimm daga. Talning á kólígerlum var gerð með þriggja glasa MPN aðferð. Forræktun var gerð í LST seyði og staðfestingarpróf fyrir heildarfjölda kólígerla í BGLB seyði við 35°C og fyrir saurkólígerla í EC seyði við 44,5°C. Aðferð við *Listeria* +/- próf var samkvæmt USDA (FSIS) þar sem forræktun er gerð í UVM Enrichment seyði, önnur ræktun í Fraser seyði og síðan sáð á Modified

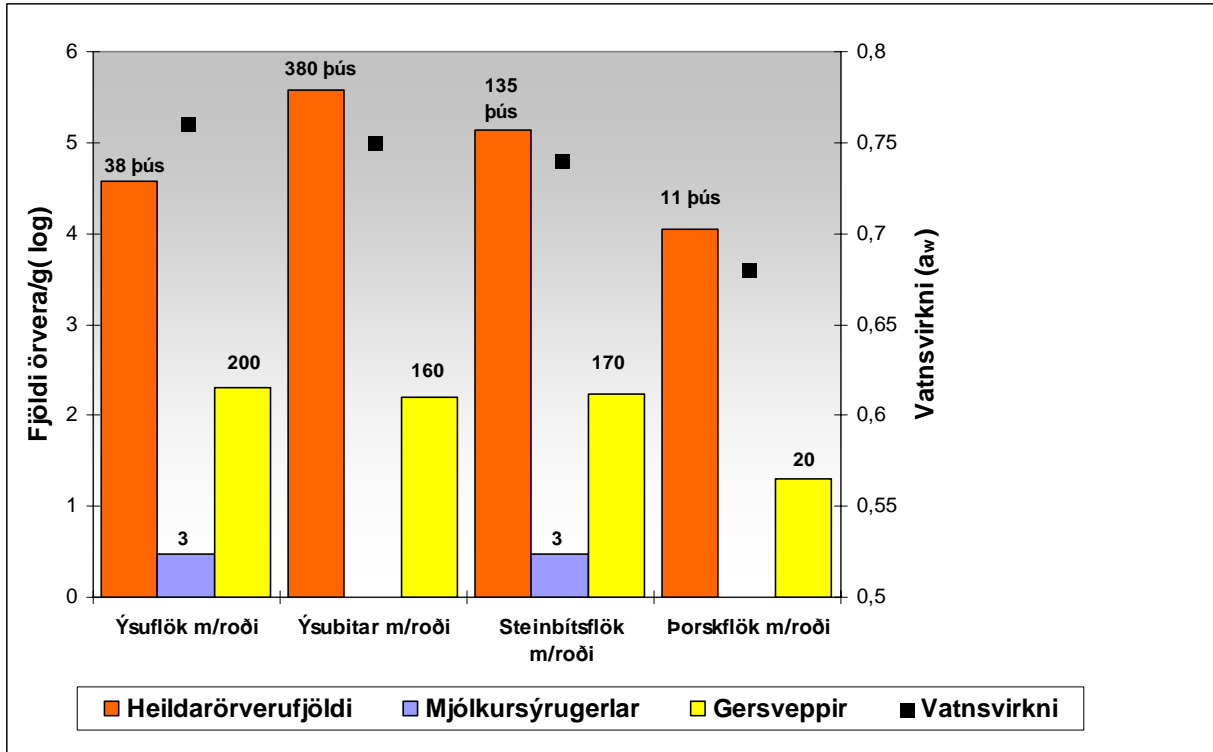
Oxford Agar (MOX). Talning á *Staphylococcus aureus* var gerð með yfirborðssáningu á *Staphylococcus medium* no.110 við 35°C í þrjá daga. Butterfield's buffer var notaður við allar þynningar.

Vatnsvirknimælingar

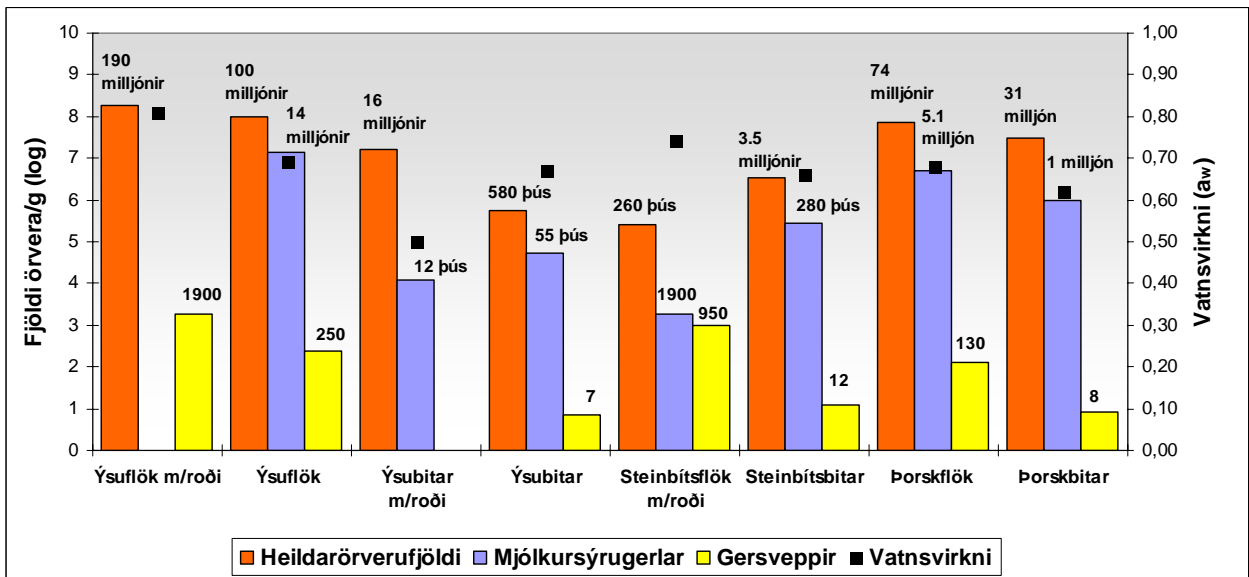
Vatnsvirkni (e. water activity, a_w) er skilgeind sem hlutfallið á milli gufuþrýstings vatns sem er í jafnvægi við vatn í matvælinu og gufuþrýsting yfir hreinu vatni við sama hitastig. Vatnsvirknin er jafnvægislofraki og er hlutfallsleg tala sem er á bilinu 0 (skraufþurr fæða) - 1 (hreint vatn). T.d. þegar $a_w = 0,75$, jafngildir það 75% hlutfallslegum lofraka. Vatnsvirkni var mæld í Novasina AW-Center (AWC503 RS-C, Axair AG, Switzerland) við staðlað hitastig. Tækið notar nema sem voru kvarðaðir við 25°C ± 0.2°C. Sýnin voru sett í hrein og þurr plastflát og hvert sýni mælt tvisvar.

Niðurstöður örverumælinga og vatnsvirkni

Niðurstöður örveru- og vatnsvirknimælinga á úti- og inniþurrkuðum harðfiski eru sýndar á myndum 4 og 5. Myndirnar sýna fjölda örvera á logaritmískum skala. Alls voru 65 sýni rannsökuð. Mikill munur reyndist vera á heildarörverufjölda eftir því hvort fiskurinn var úti- eða inniþurrkaður. Þannig var meðalörverufjöldi í útiþurrkaða fiskinum rúmlega 10 þúsund á hvert gr. (log 4/g), en 10 milljón á hvert gr. (log 7/g) í þeim inniþurrkaða. Þá reyndist sömuleiðis vera mjög mikill munur á fjölda mjólkursýrugerla eftir þurrkaðstæðum. Í útiþurrkuðum fiski var meðalfjöldi mjólkursýrugerla aðeins um 10 á hvert gr. (log 0,4/g), á meðan fjöldinn í þeim inniþurrkaða var um 200 þúsund á hvert gr.(log 5,4/g). Hins vegar var meðalfjöldi gersveppa um 5 sinnum hærri í útiþurrkuðum fiski en inniþurrkuðum. Kólígerlar fundust aðeins í þremur sýnum af 34 í útiþurrkuðum fiski en í 27 sýnum af 31 í þeim inniþurrkaða, þar af var fjöldi þeirra yfir 100 á hvert gr. (log 2/g) í 18 sýnum. Engir saurkólígerlar fundust hins vegar í sýnunum. *Listeria* fannst einungis í einu sýni af 65 og var þar um að ræða útiþurrkuð ýsuflök með roði. Sömuleiðis fannst *Staphylococcus aureus* aðeins í einu sýni; í inniþurrkuðum steinbítisflökum með roði.



Mynd 4. Meðaltal yfir örverufjölda (í 1 g) í útiþurrkuðum harðfiski ásamt vatnsvirknismælingum.



Mynd 5. Meðaltal yfir örverufjölda (í 1 g) í inniþurrkuðum harðfiski ásamt vatnsvirknismælingum.

Mikill munur var á milli lægsta og hæsta gildis innan hvers örveruhóps þannig að breytileiki milli sýna var mjög mikill. Gerir þetta samanburð á örverufjölda innan hvers

afurðarhóps erfiðan. Ekki er hægt að sjá út frá þessum gögnum hvort raunhæfur munur hafi verið á milli fisktegunda, flaka eða bita og fisks með eða án roðs, til þess eru sýnin allt of fá. Engin ástæða er til að ætla að þessi mikli örverufjöldi í harðfiskinum geti haft skaðleg heilsufarsleg áhrif.

Ástæður fyrir svo miklum mun á heildarörverufjölda í úti- og innþurrkuðum harðfiski geta verið nokkrar, t.d. er mikill munur á aðstæðum við þurrkun. Þannig er útiþurrkaður fiskur verkaður við aðstæður þar sem miklar sveiflur geta verið á hita, loftraka og lofthraða. Þurrkunin fer almennt fram í hjöllum sem verja fiskinn gegn regni. Innþurrkaður fiskur er yfirleitt þeklaður í upphafi, síðan settur á grindur í þurrkklefa og þurrkaður þar við 20-25°C í 1-2 daga ef um bita er að ræða en 6-8 daga ef verið er að þurrka flök. Hitastig við útiþurrkun er langoftast mun lægra og vaxa örverurnar þá mun hægar. Þá getur hreinlæti við framleiðsluna skipt miklu máli og er mikilvægt að þrifa alla snertifleti vel í vinnsluhúsinu. Ekki er ástæða til að ætla að mjög mikið hafi verið af „ekta“ kuldakærum örverum í útiþurrkuðum fiski. Tekið skal fram að „ekta“ kuldakærar örverur (true psychrophiles) vaxa ekki við 22°C en kjörhiti þeirra er oft talinn vera um 12-15°C. Verið getur að meira hafi verið um kuldakærar örverur í útiþurrkaða fiskinum en þeim innþurrkaða. Æskilegt hefði því verið að rækta einnig við 12-15°C til að fá samanburð á ræktun við 22°C sem gefur fjölda kuldaþolinna örvera (psychotrophs).

Meðalvatnsvirkni (a_w) í útiþurrkuðum fiski var 0,75 en 0,65 í innþurrkuðum fiski. Hæsta a_w gildi í sýnunum var 0,84. Almennt er talið að enginn sýklavöxtur né eiturmyndun geti átt sér stað í matvælum með a_w undir 0,85. Enginn sýklavöxtur getur því hafa átt sér stað í harðfiskinum sem rannsakaður var í þessari tilraun. Engar lífverur geta vaxið í matvælum sem hafa a_w undir 0,6 en mælt er með að þurrkaðar fiskafurðir séu með vatnsvirkni nálægt þessu gildi. Samkvæmt viðmiðunarreglum FDA frá 2001 (<http://www-seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/Chapt04.htm>) skal vatnsvirknin vera $<0,85$ í matvælum sem ekki þarf að geyma í kæli við geymslu og dreifingu.

3. MARKMIÐ VERKEFNISINS „HARÐFISKUR SEM HEILSUFÆÐI“

Meginmarkmið verkefnisins er að auka sölu á harðfiski sem heilsufæði bæði innanlands og erlendis. Bein markmið eru að:

- ✓ Skilgreina og mæla helstu næringar- og hollustuþætti.
- ✓ Koma upplýsingum á framfæri um framleiðslu, eiginleika, gæði og hollustu harðfisks.

4. FRAMKVÆMD

Efni og aðferðir

Harðfisksýni, bæði inniþurrkuð og útiþurrkuð (hjallaþurrkuð), voru fengin hjá framleiðendum. Útiþurrkuðu sýnin voru þurrkuð í 4-6 vikur. Inniþurrkuðu sýnin voru ýmst þurrkuð í heitu lofti við 18-22°C eða kæliþurrkuð við -1-+2°C í 12-20 klst. og síðan við 18-22°C í um 20 klst.

Eftirfarandi mælingar voru framkvæmdar á harðfisksýnunum:

- ✓ Prótein með Kjeldahl aðferð ⁽¹⁶⁾.
- ✓ Fita með Soxhlet aðferð ⁽⁴⁾.
- ✓ Salt NaCl ⁽³⁾.
- ✓ Aska ⁽¹⁶⁾.
- ✓ TMA ⁽²⁾.
- ✓ TVN ⁽²²⁾.
- ✓ Vatn ⁽¹⁴⁾.
- ✓ Ólífræn snefilefni (kopar, sink, arsenik, selen, kvikasilfur og blý) voru mæld með IPMS eftir sýruniðurbrot sýna í þar til gerðum bombum. Styrkur mismunandi frumefna í sýruniðurbrotinu var síðan ákvarðaður með ICPMS (Agilent 7500ce, Waldbronn, Germany) og ⁴⁵Sc, ⁷²Ge, ¹¹⁵In og ²⁰⁵Tl notað sem innri staðlar.
- ✓ Mælingar á ACE-hindrandi áhrifum harðfisks voru ekki framkvæmdar þar sem ekki var búið að setja upp búnað hjá Matís fyrir þær mælingar.
- ✓ Amínósýrusamsetning ⁽⁷⁾.
- ✓ Heildarfjöldi örvera við 22°C ⁽¹⁾.

- ✓ Mjólkursýrugerlar⁽¹³⁾.

5. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Eftirfarandi eru niðurstöður úr amínósýrugreiningu, efna- snefilefnamælingum, ásamt örverumælingum á inni- og útiþurrkuðum harðfiski sem voru gerðar árið 2006. Bornar eru saman örverumælingar sem gerðar voru 1997 við mælingarnar 2006.

Prótein og amínósýrugreiningar

Niðurstöður amínósýrugreininga á harðfiski koma fram í töflu 1. Til samanburðar eru niðurstöður fyrir egg, en þær eru teknar úr sænskum næringarefnatöflum (Livsmedelsverket 1996). Í ljós kom að öll sýni af harðfiski voru gríðarlega auðug af amínósýrum. Ekki reyndist umtalsverður munur á amínósýrum eftir vinnsluaðferðum og eina sýnið af hertum steinbít virðist lítið frábrugðið ýsu m.t.t. amínósýra. Há gildi fyrir amínósýrur í harðfiski endurspeglar hátt hlutfall próteins, sem er á bilinu 77-87 g/100g. Próteinið er nokkuð breytilegt eftir því hve mikið harðfiskurinn hefur verið þurrkaður. Það auðveldar því samanburð á sýnum að reikna magn amínósýranna sem hlutfall af próteinum. Venjan er sú að miða við köfnunarefni og gefa amínósýrur upp sem mg/g köfnunarefnis. Köfnunarefnið er fundið sem prótein / 6,25. Niðurstöðurnar eru birtar í töflu 2. Í töflunni kemur vel fram hversu lítil munur á amínósýrum er á milli sýna.

Gæði próteina ræðst af því hvort einstakar amínósýrur séu í því magni sem líkaminn þarf á að halda. Prótein í eggjum komast næst því að uppfylla þarfir líkamans en næst koma prótein úr mjólk, fiski og kjöti. Almennt má segja að prótein úr plöntum séu lakari að gæðum. Til að fullnægja þörfum líkamans fyrir amínósýrur þarf því að borða fjölbreytta fæðu með próteinum sem bæta hvert annað upp. Sú amínósýra sem minnst er af miðað við þarfir kallast takmarkandi amínósýra. Algengast er að lýsín, methíonín, trýptófan eða þreonín skorti í matvæli.

Einfalt mat á gæðum próteina er svokallað amínósýrugildi (e. amino acid scoring). Þá er amínósýrusamsetning viðkomandi sýnis borin saman við samsetningu viðmiðunarpróteins. Takmarkandi amínósýra er fundin og amínósýrugildið reiknað sem hlutfall þessarar amínósýru af magni í viðmiðunarpróteini. Aðeins er lítið á þær amínósýrur sem eru lífsnauðsynlegar. Í töflu 3 hefur magn amínósýra í harðfiski verið

reiknað sem hlutfall af aminosýrum í eggjum. Útreikningarnir eru byggðir á gildum í töflu 2, þ.e. byggt er á köfnunarefnisgrunni. Sjá má að valín er í öllum tilfellum takmarkandi aminosýra en hlutfallið er alltaf yfir 60% af magni aminosýrunnar í eggjum. Álykta má að prótein í harðfiski séu af miklum gæðum. Hafa þarf þó í huga að aminosýrugildi endurspeglar ekki alltaf nýtingu aminosýra í líkamanum og engar upplýsingar liggja fyrir um meltanleika harðfiskpróteina.

Neysla á einstökum aminosýrum getur verið varasöm þar sem eitrun er möguleg og skortur getur komið fram á öðrum aminosýrum⁽³⁰⁾. Mjög mikil neysla próteina getur leitt til álagsaukningar á nýrun.

Algennt er að gert sé ráð fyrir því að fullorðnir heilbrigðir einstaklingar þurfi 0,75g af próteinum á hvert kg líkamans. Taka má sem dæmi karlmann sem er 70 kg, hann þarf að fá 53g af próteinum á dag. Til að fá þetta magn úr harðfiski þyrfti hann að borða rúmlega 66 g. Kona sem er 55 kg þarf 41g af próteinum á dag eða 51g af harðfiski.

Að jafnaði fá Íslendingar nægjanlegt prótein í fæðu sinni. Sumir sækjast þó eftir próteinum til viðbótar og mikið er selt hér á landi af ýmiskonar próteinríkum fæðubótarefnum. Harðfiskur ætti hér að koma vel til álita og niðurstöður fyrir aminosýrur að hjálpa fólki að velja próteingjafa við hæfi. Ljóst er að harðfiskur í litlum skömmtum getur fullnægt þörfum líkamans fyrir prótein.

Tafla 1. Amínósýrur í harðfiski og eggjum.

	Egg	Ýsuflök	Ýsubitar	Ýsuflök	Ýsubitar	Ýsuflök	Steinbítsflök
		Inniþ, köld	Inniþ, köld	Inniþ, heit	Inniþ, heit	Útiþ.	Útiþ.
	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
Amínósýrur							
Lífisnauðsynlegar							
Fenýlalanín	0,71	3,52	3,613	3,36	3,457	3,44	3,25
Histidín	0,32	2,3	2,419	2,26	2,036	2,65	2,14
Ísóleusín	0,73	4,04	4,129	3,87	4,032	3,94	3,77
Leusín	1,15	8,04	8,841	7,85	7,704	7,97	7,48
Lýsín	0,99	8,97	9,864	8,86	8,593	9,2	7,82
Mepíonín	0,44	2,4	2,521	2,34	2,569	2,66	1,96
Tryptófan *)	0,18						
Valín	0,95	4,16	4,119	3,96	4,034	4,02	3,82
Preonín	0,61	3,56	3,61	3,36	3,497	3,5	3,48
Samtals	6,08	36,99	39,12	35,86	35,92	37,38	33,72
Aðrar amínósýrur							
Alanín	0,77	4,94	5,462	4,73	4,531	4,93	4,68
Argenín	0,83	5,42	5,55	5,24	5,318	5,37	5,26
Aspartínsýra	1,35	8,32	9,292	8,21	7,998	8,62	8,04
Glútamínsýra	1,54	12,31	13,523	12,11	11,78	12,81	11,93
Glýsín	0,46	3,68	4,073	3,6	3,384	3,76	3,66
Prólín	0,51	2,5	2,772	2,64	2,671	2,76	2,65
Serín	0,99	3,59	3,625	3,39	3,534	3,56	3,45
Tárín **)		0,49	0,414	0,31	0,346	0,47	0,67
Týrósin	0,56	3,35	3,409	3,22	3,304	3,25	2,98
Samtals	7,01	44,6	48,12	43,45	42,87	45,53	43,32
Báðir flokkar	13,09	81,59	87,236	79,31	78,79	82,91	77,04
Prótein	12,6	81,4	84,8	81,1	80,7	81,0	82,7

*) Ekki mælt.

**) Tárín getur í vissum tilfellum verið lífisnauðsynleg amínósýra.

Tafla 2. Aminósýrur í harðfiski og eggjum sem hlutfall af köfnunarefni (N).

	Egg	Ýsuflök	Ýsubitar	Ýsuflök	Ýsubitar	Ýsuflök	Steinbíts flök
		Inniþ, köld	Inniþ, köld	Inniþ, heit	Inniþ, heit	Útiþ.	Útiþ.
	mg/g N	mg/g N	mg/g N	mg/g N	mg/g N	mg/g N	mg/g N
Aminósýrur							
Lífisnauðsynlegar							
Fenýlalanín	352	270	266	259	268	265	246
Histidín	159	177	178	174	158	204	162
Ísóleusín	362	310	304	298	312	304	285
Leusín	570	617	652	605	597	615	565
Lýsín	491	689	727	683	666	710	591
Meþíonín	218	184	186	180	199	205	148
Tryptófan *)							
Valín	471	319	304	305	312	310	289
Þreonín	303	273	266	259	271	270	263
Samtals	2927	2840	2883	2764	2782	2884	2548
Aðrar aminósýrur							
Alanín	382	379	403	365	351	380	354
Argenín	412	416	409	404	412	414	398
Aspartínsýra	670	639	685	633	619	665	608
Glútamínsýra	764	945	997	933	912	988	902
Glýsín	228	283	300	277	262	290	277
Prólín	253	192	204	203	207	213	200
Serín	491	276	267	261	274	275	261
Tárin **)	-	38	31	24	27	36	51
Týrósin	278	257	251	248	256	251	225
Samtals	3477	3424	3547	3348	3320	3513	3274
Báðir flokkar	6404	6265	6430	6112	6102	6397	5822

*) Ekki mælt.

**) Tárin getur í vissum tilfellum verið lífsnauðsynleg aminósýra.

Tafla 3. Magn aminosýra í harðfiski sem hlutfall af magni aminosýra í eggjum. Reiknað er fyrir magn aminosýra á gramm köfnunarefni.

	Egg	Ýsuflök Inniþ, köld	Ýsubitar Inniþ, köld	Ýsuflök Inniþ, heit	Ýsubitar Inniþ, heit	Ýsuflök Útiþ.	Steinbíts flök Útiþ.
Aminosýrur							
Lífisnauðsynlegar							
Fenýlalanín	100	77	76	74	76	75	70
Histidín	100	111	112	110	99	129	102
Ísóleusín	100	86	84	82	86	84	79
Leusín	100	108	114	106	105	108	99
Lýsín	100	140	148	139	136	145	120
Meþíonín	100	84	85	83	91	94	68
Tryptófan *)							
Valín	100	68	64	65	66	66	61
Þreonín	100	90	88	86	90	89	87
Aðrar aminosýrur							
Alanín	100	99	105	95	92	100	93
Argenín	100	101	99	98	100	101	97
Aspartínsýra	100	95	102	94	93	99	91
Glútamínsýra	100	124	130	122	119	129	118
Glýsín	100	124	132	122	115	127	121
Prólín	100	76	81	80	82	84	79
Serín	100	56	54	53	56	56	53
Tárín **)							
Týrósín	100	93	90	89	92	90	81

*) Ekki mælt.

**) Tárín getur í vissum tilfellum verið lífisnauðsynleg aminosýra.

Töflur 4 og 5 sýna helstu áhrif lífisnauðsynlegra aminosýra og annarra aminosýra.

Tafla 4. Helstu áhrif lífsnauðsynlegra amínósýra.

Aminósýrur	Virgni
Tryptophan	Læknar svefnleysi með því að stuðla að eðlilegum svefni. Dregur úr kvíða og þunglyndi. Hjálpar við meðferð geng mígreni. Eflir ónæmiskerfið. Lækkar með lýsini kólesteról í blóði.
Lýsín	Tryggir næga upptöku á kalsíum, aðstoðar við myndun kollagens og um leið brjósk og bandvefsmýndun. Hjálpar til við myndun mótefna, hormóna og ensíma. Hugsanleg vörn gegn ákveðnum veirum (herpes). Skortur leiðir til þreytu, einbeitingarleysis, þirringis, blóðhlaupinna augna, hægari vexti, hármíssis, blóðleysis og ófrjósemi.
Histidín	Er í miklu magni í blóðrauða. Hefur verið notað við meðferð á gigt, ofnæmi, sárum og blóðleysi. Skortur getur leitt til slæmrar heyrnar.
Metiónín	Meginuppspretta brennisteins, sem kemur í veg fyrir sjúkleika í tengslum við húð, hár og neglur, hjálpar til við lækun kólesteróls með því að stuðla að aukinni framleiðslu lesitíns í lifur. Dregur úr fitu í lifur og ver nýrun. Bindur þungmálma. Stjórnar myndun ammoníks og ammoníaks lauss þvags sem dregur úr ertingu í þvagblöðru. Hefur áhrif á hársrætur og örvar hárvöxt.
Fenilalanín	Notað í heila við framleiðslu á norepinepríní sem ber boð milli tauga og heila. Heldur fólki vakandi, og með athygli. Dregur úr hungurverkjum. Kemur í veg fyrir þunglyndi og bætir minni.
Preónín	Mikilvægur hluti kollagens, bandvefs og „enamel próteina“ Hjálpar til við að koma í veg fyrir uppsöfnun fitu í lifur. Bætir starfsemi meltingarkerfisins og annarra efnaskipta líkamans.
Valín	Örvar heilastarfsemi, vöðvasamdrátt og stuðlar að andlegu jafnvægi.
Leucín og ísóleucín	Eru hluti annarra nauðsynlegra efna sem eru notuð við orkuframleiðslu. Örvar framheila og stuðlar að meiri árverkni.

Heimild: <http://www.healingwithnutrition.com/aminoacid.html>

Tafla 5. Helstu áhrif annarra amínósýra.

Aminósýrur	Virgni
Argínín	Bætir ónæmiskerfið. Græðandi. Veldur losun vaxtarhormóna. Talin mjög mikilvæg fyrir góðan vöðvavöxt og viðhald vefja.
Tyrósín	Flytur taugaboð til heila. Dregur úr þunglyndi. Bætir minni og árverkni. Stuðlar að heilbrigðri starfsemi ýmissa kirtla.
Glýsín	Hjálpar við losun súrefnis og stuðlar að orkuvinnslu við uppbyggingu fruma. Mikilvæg við framleiðslu hormóna sem eru nauðsynlegir fyrir sterkt ónæmiskerfi.
Serín	Orkuforði. Tekur þátt í byggingu mótefna og í myndun fitusýra í taugapráðaslíðrum.
Glútamínsýra	„Heilafæði náttúrunnar“. Bætir andlega getu. Græðandi. Dregur úr þreytu. Dregur úr sykurþörf.
Aspartínsýra	Hjálpar til við losun ammoníaks. Bætir þol og dregur úr þreytu.
Systín	Andoxunarefni. Hægir á öldrun. Aðstoðar við framleiðslu próteina. Hár og húð eru 10-14% systín.
Prólín	Mjög mikilvæg fyrir eðlilega starfsemi sina og liðamóta. Mikilvæg í viðhaldi og styrkingu hjartavöðva.
Alanín	Orkuforði, örvar ónæmiskerfið og hjálpar til við niðurbrot á sykrum og lífrænum sýrum.
Tárín	Örvar starfsemi lifrar, heila, sjóntaugar og bætir starfsemi hjarta og blóðrásar. Lækkar vægt háan blóðþrýsting, hefur góð áhrif á hjartsláttinn og vinnur á móti flögumyndun í æðum. Tárín er amínósýra með brennisteini. Hún myndar ekki peptíðtengi. Hún er „skilyrt“ lífsnauðsynleg amínósýra*.
Hydroxprólín	Ekki lífsnauðsynleg amínósýra. Hún er uppbyggileg fyrir uppbyggingu kollagens sem er aðalpróteinið í bandvef. Veikleikar í framleiðslu kollagens í líkamanum geta leitt til sáramyndunar, innri blæðinga, niðurbroti sina og liðbanda, beinkramar auk meiri hættu á æðaskemmdum. Tengist skorti á c-vítamíni.

Heimild: http://www.s.com/notebook/cat_proteins.html

Efnamælingar

Í töflu 6 hér fyrir neðan eru sýndar niðurstöður efnamælinga sem framkvæmdar voru á inni- og útiþurrkuðum harðfiski.

Tafla 6. Efnamælingar á inni- og útiþurrkuðum harðfiski.

	Fita	Salt (NaCl)	Aska	TMA	TVN	Vatn
Tegund sýnis	(%)	(%)	(%)	mg N/100g	mg N/100g	(%)
Ýsuflok, inniþ.-kalt	0,6	1,6	5,9	18,9	89	14,8
Ýsubitar, inniþ.-kalt	0,8	2,0	6,0	18,4	87	11,3
Ýsuflok, inniþ.-heit	0,8	3,9	7,1	70,8	150	15,0
Ýsubitar, inniþ.-heit	0,75	4,2	7,5	18,8	81,5	11,3
Ýsuflok, útiþurrkuð	0,6	1,2	5,6	22,8	102	15,9

Trimethylamine oxide (TMAO) í sjávarafurðum er um 40-120 mg/kg. Eftir dauða afoxa sérhæfðar örverur TMAO í TMA. TVN inniheldur heildarmagn af rokgjörnum köfnunarefnisbösum (TMA), ásamt öðrum köfnunarefnishópum sem hvarfast úr próteinum. Í töflu 6 sést að heildarmagn af rokgjörnum bösum er langmest í harðfiski úr ýsuflokum sem hafa verið heitþurrkuð inni. Ástæðan er sú að við inniþurrkun við 18-22°C tekur verkunin um fjóra sólarhringa, og þá myndast meira af rokgjörnum köfnunarefnissamböndum en við þurrkun við lægra hitastig og styttri tíma. TVN er lægra fyrir inniþurrkaða ýsubita þar sem þeir eru frystir og síðan þurrkaðir. Niðurbrot á köfnunarefnissamböndum verður því minna vegna styttri verkunartíma og lægra hitastigs. Almennt er saltinnihald fyrir þurrkaðar fiskafurðir í kringum 1,5-2,0%. Í heitþurrkuðum ýsuflokum og ýsubitum er saltinnihald heldur hátt.

Snefilefnamælingar

Snefilefni má flokka í þrjá flokka eftir virkni eða mikilvægi þeirra fyrir mannlíkamann.

- ✓ **Frumefni sem eru lífsnauðsynleg fyrir mannlíkamann.** Undir þennan flokk teljast frumefni eins og járn, kopar, sink, króm, selen, kalsíum, magnesíum, litíum, kóbalt, mólybden, jod og flúor.
- ✓ **Frumefni sem talin eru nauðsynleg fyrir mannlíkamann án þess að hlutverk þeirra sé þekkt til fullnustu.** Þessum flokki tilheyra t.d. tin, nikkell, vanadíum, arsen og mangan.
- ✓ **Frumefni sem eru eitruð í miklu magni,** eru t.d. kadmíum, mólybden, blý, kvikasilfur, arsen, bór og tin.

Sum af snefilefnunum eru lífsnauðsynleg í litlu magni en eitur fyrir líkamann ef magn þeirra fer yfir ákveðin mörk. Stundum er ekki vitað hvaða hlutverki þau gegna, aðeins að þau eru lífsnauðsynleg. Sem dæmi um þetta er frumefnið selen. Fram til ársins 1957 var litið á selen sem eitur en það ár uppgötvaðist líffræðileg virkni efnisins. Í dag eru þekkt nokkur lífefnahvörf þar sem selen er nauðsynlegur hlekkur í ferlinu. ⁽²⁸⁾.

Tafla 7. Snefilefnamælingar á inni- og útiþurrkuðum harðfiski (mg/kg)

Tegund sýnis	Kopar	Sínk	Arsenik	Selen	Kadmíum	Kvikasilfur	Blý
Ýsuflok, inniþ.-kalt	1,58	14,69	23,03	1,51	0,05	0,12	0,04
Ýsubitar, inniþ.-kalt	1,05	15,58	31,34	1,93	0,05	0,22	0,02
Ýsuflok, útiþurrkuð	1,05	12,99	21,36	1,98	0,05	0,16	0,03
Ýsuflok, inniþ.-heit	1,05	15,84	21,78	1,80	0,05	0,19	0,07
Ýsubitar, inniþ.-heit	1,05	16,24	18,44	1,64	0,05	0,24	0,04
Steinbítflök-útiþurrkuð	1,80	46,28	8,52	1,09	0,06	0,36	0,09

Gagnlegt er að reikna hversu stór hluti af ráðlögðum dagskammti fæst úr 100 g af harðfiskafurðum. Niðurstöðurnar eru birtar í töflu 8 hér fyrir neðan.

Tafla 8. Nokkur steinefni í 100 g af harðfiski sem hlutfall (%) af ráðlögðum dagskammti sem miðað er við í reglugerð um merkingu og kynningu matvæla.

Tegund sýnis	Kopar % af RDS	Sínk % af RDS	Selen % af RDS
Ýsuflök, inniþ.-kalt	17 %	16 %	3*RDS
Ýsubitar, inniþ.-kalt	12 %	17 %	3*RDS
Ýsuflök, útiþurrkuð	12 %	14 %	3*RDS
Ýsuflök, inniþ.-heit	12 %	18 %	3*RDS
Ýsubitar, inniþ.-heit	12 %	18 %	3*RDS
Steinbítsflök-útiþurrkuð	20 %	51 %	3*RDS

Selen er í hvatanum glútaþíonperoxídasa, sem er m.a. að finna í rauðum blóðkornum. Selen kemur í veg fyrir myndun sindurefna sem veldur meðal annars öldrun, en sindurefni eru skaðleg úrgangsefni frá frumum. Selen hefur því svipuðu hlutverki að gegna og E-vítamín sem andoxunarefni. Einnig dregur selen úr áhrifum kvikasilfurseytrunar í mönnum og dýrum. Ráðlagður dagsskammtur (RDS) fyrir fullorðna er misjafn eftir löndum. Hér á landi er RDS um 40-50 µg/dag. Í Finnlandi er skammturinn hins vegar 110 µg/dag ⁽⁵⁾. Í harðfiski (Tafla 8) má sjá að magn selens er u.þ.b. þrefalt hærra miðað við ráðlagðann dagskammt. Þar sem flest selensambönd sem við fáum úr fæðunni eru vatsnleysanleg skolast þau fljótt úr líkamanum ásamt því að upptaka selens í líkamanum er lítil ⁽⁵⁾. Því ætti ekki að vera hætt á eitrunaráhrifum selens.

Sínk er nauðsynlegt til að viðhalda virku ónæmiskerfi og eðlilegri skiptingu og starfsemi fruma. Sínk dregur úr lyktar- og bragðtruflunum og hraðar græðslu sára. Það gegnir einnig hlutverki í hórmonamyndun og framleiðslu sæðis, og er talið mikilvægt fyrir heilbrigði blöðruhálskirtils. Dregið getur úr nýtingu kopars í meltingarveginum. RDS fyrir fullorðna er 7-9 mg/dag. Magn sínks í útiþurrkuðum steinbítsflökum er töluvert hærra en í þurrkuðum afurðum úr ýsu, eða rúmlega 46 mg/kg miðað við 14-16 mg/kg í ýsunni. Þannig að í 100 g af þurrkuðum steinbít fæst um helmingur af ráðlögðum dagskammti af síni.

Arsenik er eitt af þungmálum og getur valdið krabbameini í mönnum. Magn arseniks er þrefalt hærra í þurrkuðum afurðum úr ýsu en í þurrkuðum steinbítsflökum (Tafla 7), en þó langt undir hættumörkum.

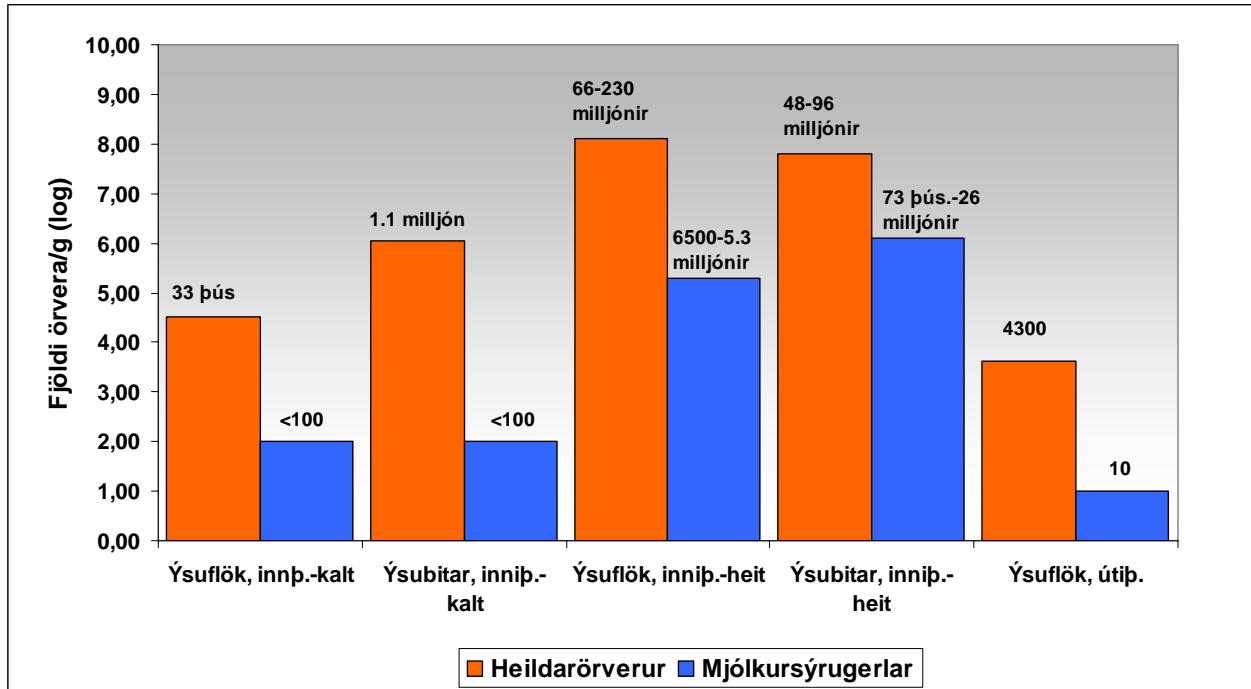
Kadmíum og kvikasílfur eru einnig þungmálmar og eru báðir skyldir sinki. Þeir eru ekki bætiefni eins og sink og eru skaðlegir. Geta þeir bundist við brennisteinshópa, t.d. í hvötum og gert þá óvirka. Auk þess mynda þeir eitruð lífræn sambönd. Magn kvikasílfurs er hærra í þurrkuðum steinbít en í þurrkaðri ýsu, en þó langt undir hættumörkum.

Blý var með fyrstu málmunum sem vitað var að ylli eitrun. Börn eru sérlega næm fyrir blýeitrun. Aðaleinkennin eru óvæð, en sé eitrunin alvarleg getur hún valdið blóðleysi og heilaskaða.

Óverulegt magn af kadmíum og blýi er að finna í harðfiskafurðum og er mælt magn allt undir greiningarmörkum (Tafla 7). Einnig má sjá að magn kvikasílfurs er langt undir þeim efri mörkum sem Evrópusambandið hefur heimilað eða 0,5 mg/kg af fiski.

Örverumælingar

Niðurstöður örverumælinga á inniþurrkuðum harðfiski við mismunandi hitastig og útiþurrkuðum harðfiski eru sýndar á mynd 6. Myndin sýnir fjölda örvera á lógaritmískum skala. Mikill munur reyndist vera á heildarörverufjölda í inniþurrkuðum (heitþurrkuðum) harðfiski samanborið við útiþurrkaðan harðfisk. Að meðaltali var heildarörverufjöldi í inniþurrkuðum (heit) harðfiskflökum um log 5,4/g og í útiþurrkuðum harðfiskflökum log 3,6/g. Sama tilhneiging var í fjölda mjólkursýrugerla í inniþurrkuðum (heit) harðfiskafurðum þar sem fjöldinn var á milli log 5 og log 6/g, og undir log 2/g í útiþurrkuðum afurðum. Bæði heildarörverufjöldi og fjöldi mjólkursýrugerla í inniþurrkuðum afurðum við kældar aðstæður var minni en í inniþurrkuðum afurðum við heitar aðstæður. Þessi mikli munur í fjölda örvera á milli inni- og útiþurrkaðra afurða er í samræmi við fyrri niðurstöður frá 1997. Eins og þar kemur fram gæti fjöldi „ekta“ kuldakærra örvera hafa verið meiri í útiþurrkaða fisknum en þeim inniþurrkaða, en þær örverur koma ekki fram við ræktun við 22°C .



Mynd 6. Meðaltal yfir örverufjölda (í 1 g) í inni- og útþurrkuðum harðfiski. Örverufjöldi fyrir ofan hverja súlu.

6. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Niðurstöður leiddu í ljós að harðfiskur er góð uppspretta af hágæðapróteinum. Einnig innihélt hann óverulegt magn af þungmálmum og allt undir greiningarmörkum, nema selen.

Niðurstöður verkefnisins munu nýtast öllum harðfiskframleiðendum á Íslandi **þar sem þær verða opnar og birtar opinberlega**, og þeir geta notað niðurstöðurnar til framdráttar sinni vöru með beinum eða óbeinum hætti. Þessar rannsóknir munu auðvelda harðfiskframleiðendum markaðssókn sína þar sem umræðan um harðfisk ætti að verða meiri og jákvæðari og því líklegt að harðfiskur fái betra hillupláss í verslunum en hingað til. Harðfiskur er matur sem Íslendingar þekkja mjög vel frá fornu fari, en útflutningur á honum hefur ekki orðið mikill miðað við vinsældir vörunnar innanlands. Verð á harðfiski er frekar hátt borið saman við önnur matvæli en ekki þegar tekið er tillit til hollustunnar og þess að hann er þurrkaður og aðeins 10% af upprunalega hráefninu verður söluvara.

Niðurstöður mælinga munu skapa framleiðendum tækifæri til aukinnar markaðssóknar erlendis sem mun leiða til aukinnar framþróunar í greininni, einkum ef hægt er að skilgreina harðfisk sem heilsufæði. Þá munu þessar niðurstöður nýtast við áframhaldandi rannsóknir á harðfiski og framþróunar á því sviði. Þess má geta að ferðamáladeild Hólaskóla hefur hug á að gera markaðsrannsókn og kynningarátak á harðfiski í tengslum við ferðaþjónustu og þjóðlegan mat og mun nýta niðurstöður þessarar rannsóknar í þeim rannsóknum.

Markaður fyrir harðfisk er innanlands, en hann hefur mikla sérstöðu með sölutoppum í kringum þorrann og sumarleyfi landsmanna. Niðurstöður þessarar rannsóknar gæti aukið söluna innanlands og gert hana jafnari yfir allt árið. Aukin þekking á góðum áhrifum harðfisks mun opna dyr að erlendum mörkuðum og leiða til aukinnar vöruþróunar til að aðlaga þessa þjóðlegu vöru að alþjóða markaði. Asíubúar og aðrir íbúar Vesturlanda sem eiga ríka hefð fyrir því að borða þurrkað sjávarfang gætu t.a.m. verið góður markhópur harðfiskframleiðenda.

7. ÞAKKARORÐ

Sérstakar þakkir fá allir þeir harðfiskframleiðendurnir sem tóku þátt í verkefninu og veittu fúslega upplýsingar um framleiðsluna og gáfu öll sýni í rannsóknið. Þeir sýndu verkefninu mikinn áhuga og voru traustir samstarfsaðilar þess.

Auk þess þökkum við AVS rannsóknarsjóði og starfsmönnum Matís ohf á efna- og örverumælingadeild fyrir sinn þátt í rannsókninni.

8. HEIMILDIR

1. American Public Health Association (APHA) 1992: Compendium of methods for the microbiological examination of foods, 3. ed. 1992
2. AOAC 17th ed. 2000 no. 920.03.
3. AOAC 17th ed. 2000 no. 976.18. Measurement of salt in fishmeal-Titrino.
4. AOCS Official method BA and application note Tecator no. AN 301, 1997.
5. Alexander J., Borch-Johnsen B., Frey H., Kumpulainen J., Meltzer H.M., Grawé Petersen K., Petterson R., Rylander R., Sandström B., Aro A., Hansen E., Jóhannesson T. 1995. Report of Nordic project group. Risk evaluation of essential trace elements-essential versus toxic levels of intake. Ed. Oskarsson A., Nord 1995: 18.
6. Arnheiður Eyþórsdóttir og Hjörleifur Einarsson. 2005. Lífvirk efni í íslenskum sjávarlífverum; Forsendur og möguleikar á nýtingu (örverur og hryggleysingjar). Skýrsla til AVS. Háskólinn á Akureyri, 20 bls.
7. Commission Directive 98/64EC of 3 September 1998 with modifications.
8. Evrópusambandið, 2003. The basics. Backgrounds on functional foods. Heimasíða www.org/en/quickfacts/functional_foods.htm.
9. Fuji M, Matsumura N, Mito K, Shimizu T, Kuwahara M, Sugano SW, Karaki H. 1993. Antihypertensive peptides in autolysate of bonito bowels on spontaneously hypertensive rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **57**: 2186-2188.
10. Hasler C.M. 1998. Functional Food: Their role in disease prevention and health promotion., Scientific Status Summary. *Food Technology*, **52** (11): 63-70.
11. Helga Gunnlaugsdóttir, Margrét Geirsdóttir, Arnheiður Eyþórsdóttir, Hjörleifur Einarsson og Guðjón Þorkelsson. 2005. Lífvirk efni í íslensku sjávarfangi: Samantekt. Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins, Verkefnisskýrsla Rf, 5-05: 1-15.
12. Innanhúsfrettir Rf. 2004. Fiskneysla dregur úr hættu á heilablóðfalli. *Innanhúsfrettir Rf* 26.07.2004.
13. International Journal of Food Microbiology 1987. deMan, Rogosa and Sharpe agar with sorbic acid (MRS-S agar). Volume 5: 230-232.
14. ISO 6491999. Method for analysing the water content in fish and fishmeal.
15. ISO 5984-2002 (E) Method for analysing ash in fishmeal and feed.
16. ISO 5983-2:2005. Method for analysing protein in fish or fishmeal.
17. Kawamura Y, Sugimoto T, Takane T, Satake M. 1992. Physiologically active peptide motif in proteins, peptide inhibitor of ACE from the hydrolysates of antarctic krill muscle protein. *Jarq-Japan Agricultural Research Quarterly* **26** (3): 210-213.
18. Kawamura Y, Sugimoto T, Takane T, Satake M. 1989. Biologically active peptide from food proteins (I), Angiotensin I-converting enzyme inhibiting peptides from water soluble protein of sardine muscle. *Biryō eiyousokenkyū*, **6**: 117-121.

19. Kohama Y, Matsumoto S, Oka H, Terramoto T, Okabe M, Mimura T. Isolation of angiotensin-converting enzyme inhibitor from tuna muscle. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 1988, **155**: 332-337.
20. Laufey Steingrimsdóttir. 2000. Markfæði og fæðubótarefni – hollusta eða auglýsingaskrum. Í *Manneldi á nýrri öld.* (Ritstj. Inga Þórsdóttir og Björn S. Gunnarsson, bls.69-77. Rannsóknarstofa í næringarfræði. Háskólaútgáfa, Reykjavík).
21. Livsmedelverket, 1996. Livsmedelstabell – Aminosyrur. ISBN 91 7714 0737.
22. Malle, P and Pommeyrol, M. 1989. A new chemical criterion for the quality control of fish: Trimethylamine/Total volatile basic nitrogen (%). *Journal of Food protection*, vol **52**, no.6, pp 419-423.
23. Neytendasamtökin, 2001. *Harðfiskur eflir íþrótt og fjör.* Neytendablaðið, október 2001.
24. Ólafur Reykdal, Zulema Sullca Porta. 2003. Getur lambakjöt orðið markfæði - Greinagerð, Matra skýrsla nr. 03:12, Desember 2003.
25. Ólafur Reykdal. 1993. Næringargildi matvæla. *Næringarefnaöflur. 4. útgáfa.* Námsgagnastofnun, Rannsóknarstofnun landbúnaðarins.
26. Philanto-Leppälä A. 2001. Bioactive peptides derived from bovine whey proteins: opioid and ace-inhibitory peptides. *Trends in Food Science and Technology* **11**: 347-356.
27. Shaidi F. 1998. Functional seafood lipids and proteins. Í: *Functional foods. Biochemical & processing aspects*, G.Mazza (ritstj.), Technomic Publishing, Lancaster, 381-401.
28. Sigríður Jónsdóttir, 2004. Hvað eru snefilefni. <http://www.visindavefur.hi.is>
29. Suetsuna, K. and Osajima, K. 1986. The inhibitory activities against angiotensin I convertin enzyme of basic peptides originating from sardine and hair tail meat. *Nippon suisangakkaishi* **52**: 1981-1984.
30. Whitney, E.N., Cataldo, C.B. og Rolfes, S.R. 2002. Understanding normal and clinical nutrition. 6. útg. Wadsworth, Australia.

9. MUNNLEGAR HEIMILDIR

1. Finnbogi Jónasson, 2006-7. Harðfiskverkun Finnboga J. Jónassonar. Ísafirði.
2. Guðrún Pálsdóttir, 2006-7. Fiskverkun E.G. Flateyri.
3. Ómar Helgason, 2006-2007. Vestfiskur hf. Súðavík.
4. Garðar Hinriksson, 2006. Vestfirska Harðfisksalan. Reykjavík.
5. Halldór Halldórsson, 2006-2007. Gullfiskur, Fisksöluskrifstofan ehf. Hafnarfirði.
6. Sigurður Gunnarsson, 2006-2007. Stígandi, harðfiskverkun. Ólafsfirði.