

Verkefnaskýrsla Rf

01 - 04



Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins

Janúar 2004

Áframeldi smáþorsks

I Hluti: Áhrif fóðrunar á vinnslueiginleika

II. Hluti: Arðsemismat

Gústaf Helgi Hjálmarsson,
Sigurjón Arason,
Kristín Anna Þórarinsdóttir,
Ari Wendel,
Jón Ö. Pálsson,
Logi Jónsson.

I. HLUTI

Áhrif fóðrunar á vinnsloeiginleika

Efnisyfirlit

INNGANGUR	1
Áframeldi þorsks.....	2
Fóðurgerð og fóðrun.....	3
Svelti fyrir slátrun.....	4
Vinnsla og nýting eldisfisks.....	4
EFNI OG AÐFERÐIR	7
HRÁEFNI.....	7
Áframeldisþorskur.....	7
Villtur þorskur.....	8
TILRAUNASKIPULAG.....	8
VINNSLA OG VERKUN.....	9
Fersk flök (FE).....	9
Fryst flök (FR).....	9
Söltuð flök.....	10
MÆLINGAR OG MAT.....	11
Sýnataka.....	11
Undirbúningur sýna.....	12
Ákvörðun á prótein, fitu, vatni, salti og pH.....	12
Ákvörðun á Omega – 3 - fitusýrum.....	13
Ákvörðun á vatnsheldni í fiskholdi.....	13
Örverumælingar.....	14
Ákvörðun á TMA-O, TVN og TMA.....	14
Áferð.....	15
Skynmat.....	16
Tölfræði úrvinnsla.....	17
NIÐURSTÖÐUR	18
EFNAMÆLINGAR Í LIFUR.....	18
ÁSTAND FISKS OG NÝTING.....	19
VINNSLUHLUTI	20
FERSKFLÖK (HÓPUR FE).....	20
Prótein, vatn, fita og pH.....	20
Omega-3-fitusýrur.....	20
Vatnsheldni (WHC).....	21
Örverutalning.....	22
TMA-O, TMA og TVB-N.....	22
Áferð.....	23
Skynmat.....	25
Fjölpáttagreining.....	25
FRYST FLÖK (HÓPUR FR).....	27
Nýting eftir frystingu.....	27
Prótein, vatn og pH.....	28

<i>Vatnsheldni (WHC)</i>	29
<i>Áferð</i>	30
<i>Skynmat</i>	32
<i>Fjölþáttagreining</i>	33
SÖLTUÐ FLÖK	34
<i>Nýting</i>	34
<i>Vatn, salt, prótein og pH</i>	36
<i>Vatnsheldni (WHC)</i>	37
<i>Örverur</i>	38
<i>Áferð</i>	39
<i>Skynmat</i>	41
<i>Fjölþáttagreining</i>	41
<i>Gæðamat saltaðra þorskflaka</i>	42
UMRÆÐUR	44
<i>HRÁEFNI</i>	44
<i>VINNSLA OG VERKUN</i>	45
LOKAORÐ	46
VIÐAUKAR	51
<i>VIÐAUKI 1</i>	52
<i>Nýtingartölur eldisþorsks úr steinbítuskví hópar: “fersk flök” (FE) og “fryst flök” (FR)</i>	52
<i>Nýtingartölur eldisþorsks úr loðnukví hópar: “fersk flök” (FE) og “fryst flök” (FR)</i>	53
<i>Nýtingartölur villts þorsks hópar: “fersk flök” (FE) og “fryst flök” (FR)</i>	54
<i>VIÐAUKI 2</i>	55
<i>Meðalþyngd flaka fyrir og eftir frystingu</i>	55

Myndaskrá

Mynd 1. Undirbúningur safnsýna fyrir eðlis og efnamælingar. Safnsýni úr ferskum og frystum flökum voru útbúin úr 3 einstökum fiskum en safnsýni úr saltfiskflökum voru útbúin úr 5 fiskum.	12
Mynd 2. Generalised TPA curve from a Instron Testing Machine (Bourne, 1978).....	15
Mynd 3. Flakabitar við léttsöltun þorsks fyrir frystingu (Hringir sýna staðsetningu áferðarmælinga).....	16
Mynd 4. Fitu- (%) (súlur) og vatnsinnihald (%) mælt í lifur sem safnað var strax eftir slægingu, úr áframeldisfiski annars vegar sem fôðraður var á steinbítsafskurði eða loðnu og villtum þorski hins vegar (safnsýni úr 3 einstaklingum). Tölur innan sviga sýna áætlaðan ástandsstuðul fisksins en gerður var samanburður á rýrum (0,7) og góðum fiski (1,0) eftir fôðrun með steinbítsafskurði.....	18
Mynd 5. TMA-0 (mgN/100g) mælt í hnakkastykkjum, miðstykkjum og sporðum eftir dauðastirðnun (safnsýni úr 3 einstaklingum).	22
Mynd 6. Harka þorskflaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðna. Harka var mæld eftir dauðastirðnun og eftir 10 daga á ís (n=3; meðaltal ± staðalfrávik).....	24
Mynd 7. Samloðun þorskflaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðna. Samloðun var mæld eftir dauðastirðnun og eftir 10 daga á ís (n=3; meðaltal ± staðalfrávik).	24
Mynd 8. Fjölpáttagreining á mældum breytum við geymslu þorsks á ís eftir 3 og 10 daga. Um var að ræða villtan þorsk (Villtur) og þorsk úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði (ÁFR-St) eða loðnu (ÁFR-Lo),.....	26
Mynd 9. Nýting (%) flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Nýting var metin út frá þyngd flaka eftir mislanga geymslu í frosti samanborið við þyngd fyrir frystingu (n=5-7; meðaltal ± staðalfrávik).....	27
Mynd 10. Próteininnihald (%) flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Próteininnihald var metið eftir mislanga geymslu í frosti (mælt í safnsýni samansett úr n flökum eða n = 3 fyrir ferskt, 3 og 6 mánaða, n = 5 fyrir 12 mánaða sýni).....	28
Mynd 11. Vatnsinnihald (%) flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Vatnsinnihald var metið eftir mislanga geymslu í frosti (mælt í safnsýni samansett úr n flökum eða n = 3 fyrir ferskt, 3 og 6 mánaða, n = 5 fyrir 12 mánaða sýni).	29
Mynd 12. Vatnsheldni (%) flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Vatnsheldni var metin eftir mislanga geymslu í frosti (safnsýni úr 3 flökum).	30
Mynd 13. Harka (g) ferskra og frystra flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var steinbítsafskurði eða loðnu. (n=3; meðaltal ± staðalfrávik).....	31
Mynd 14. Samloðun ferskra og frystra flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var steinbítsafskurði eða loðnu. (n=3; meðaltal ± staðalfrávik).....	31
Mynd 15. Fjölpáttagreining á mældum breytum við geymslu þorskflaka í frosti, eftir 0, 3, 6 og 12 mánuði. Um var að ræða villtan þorsk (Villtur) og þorsk úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði (ÁFR-St) eða loðnu (ÁFR-Lo),	33

Mynd 16. Nýting saltfiskflaka af villtum fiski og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítisafskurði eða loðnu, við verkun og eftir útvötnun (n=29-36 við verkun / 5 við útvötnun; meðaltal ± staðalfrávik).....	34
Mynd 17. Nýting saltfiskflaka af villtum fiski og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítisafskurði eða loðnu eftir mislanga geymslu í 1, 3 eða 5 mánuði. Nýting var metin fyrir og eftir útvötnun (n=5; meðaltal ± staðalfrávik).	35
Mynd 18. Nýtingartölur fyrir saltfiskflök (n=27-36) af villtum fiski og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítisafskurði eða loðnu. Vinnslunýting (%), verkunarnýting eftir þurrsöltun og áætluð heildarnýting eftir vinnslu og verkun, gert var ráð fyrir 4% rýrnun við þökkun og flutninga (þökkunarnýting 96%). Samanlögð vinnslu- og verkunarnýting flakanna var metin eftir 1 mánaða geymslu til samanburðar... 36	36
Mynd 19 - Breytingar á vatnsheldni (% ± staðalfrávik) vöðvapróteina í útvötnuðum saltfisksflökum eftir geymslutíma samanborið við vatnsheldni ferskra flaka. Safnsýni þriggja einstaklinga (n=3).....	38
Mynd 20 - Örveruvöxtur á plate count agar með 0,5% NaCl (heildartalning við 22°C) í flökum eftir mislanga geymslu í salti og ferskum flökum eldisþorsks og villts þorsks. Mælt í safnsýni þriggja einstaklinga.	39
Mynd 21 - Harka (g) mælt í flökum eldisþorsks og villts þorsks eftir geymslu í salti og ferskum flökum (n=3-5; meðaltal ± staðalfrávik).	40
Mynd 22 - Samloðun mæld í flökum eldisþorsks og villtsþorsks eftir geymslu í salti og í ferskum flökum (n=3-5; meðaltal ± staðalfrávik).	40
Mynd 23. Fjölpáttagreining á mældum breytum við geymslu saltaðra þorskflaka, eftir 1, 3 og 5 mánuði. Um var að ræða villtan þorsk (Villtur) og þorsk úr áframeldi sem alinn var á steinbítisafskurði (ÁFR-St) eða loðnu (ÁFR-Lo),	42

Töfluskrá

Tafla 1. Efna- og á orkuinnihald fôðurs notað við gjöf í kví 1 (loðna) og kví 2 (steinbítisafskurður).	7
Tafla 2 Tilraunaskipulag yfir skiptingu hópa og sýnatökur.	9
Tafla 3. Yfirlit yfir sýnatökur og mælingar á áframeldisþorski og villtum þorski	11
Tafla 4. Holdafarsstuðull (C), lifrarhlutfall og nýting þorsks sem unninn var í ferskar eða frystar afurðir (n=17; meðaltal ± staðalfrávik)	19
Tafla 5. Prótein-, vatns- og fitumagn mælt í safnsýni úr steinbítiskví (kví 1), loðnukví (kví 2) og villtum þorski eftir dauðastirðnun og eftir 10 daga á ís. Sýrustig var mælt á sama tíma. Holdastuðull mældra einstaklinga var um 1,0. Prótein = N* 6,25.	20
Tafla 6. Styrkur omega-3-fitusýra og linoleic sýru í villtum þorski og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítisafskurði og loðnu (safnsýni úr 3 einstaklingum).	21
Tafla 7. Vatnsheldni (%) mælt í flökum eftir dauðastirðnun (3 dagar) og eftir 10 daga á ís (safnsýni úr 3 einstaklingum).	21
Tafla 8. Fjöldi örvera (log fjöldi/g) í flökum af villtum þorski og fiski úr áframeldi sem alinn var á steinbítisafskurði eða loðnu. Mælingar voru gerðar eftir dauðastirðnun og eftir 10 daga á ís (safnsýni úr 3 einstaklingum).	22
Tafla 9. TMA (mgN/100g) mælt í flökum eftir dauðastirðnun (3 dagar) og eftir 10 daga á ís, (Safnsýni úr 3 einstaklingum). Um var að ræða villtan fisk og fisk úr áframeldi sem alinn var á steinbítisafskurði eða loðnu.	23

- Tafla 10. TVB-N (mgN/100g) mælt í flökum eftir dauðastirðnun (3 dagar) og eftir 10 daga á ís, (Safnsýni úr 3 einstaklingum). Um var að ræða villtan fisk og fisk úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. 23
- Tafla 11. Sýrustig (pH) flaka af villtum og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Mælt var eftir 3, 6 og 12 mánaða geymslu í frosti, auk fersks sýnis (safnsýni útbúið úr n flökum þar sem n = 3 fyrir ferskt, 3 og 6 mánaða, n = 5 fyrir 12 mánaða sýni. 29
- Tafla 12 - Niðurstöður skynmats á flökum eftir 3, 6 og 12 mánaða frystigeymslu (-24°C). 32
- Tafla 13. Niðurstöður efnamælinga saltfisksflaka fyrir og eftir útvötnun eftir 1, 3 og 6 mánuði frá þökkun. Safnsýni 5 einstaklinga (n=5). 37
- Tafla 14. Hlutfall saltaðra þorskflaka eftir gæðaflokkum (A, B og C) miðað við þyngd, sem unnin voru úr steinbítsöldum fiski (3.188kg) og loðnuöldum fiski (7.406 kg). 42
- Tafla 15. Hlutfall saltaðra þorskflaka eftir gæðaflokkum (A, B og C) miðað við þyngd. Um var að ræða flök frá 200g upp í 1400g, af villtum þorski og áframeldisþorski sem alinn var á steinbíti eða loðnu (I og II – samantektir úr mismunandi slátrunum) 43
- Tafla 16. Meðalþyngd flaka fyrir og eftir frystingu, geymslu og þiðnun. Eftir 3 mánuði reyndist munur á þyngd, fyrir og eftir frost, flaka úr kví 1 (steinbítuskví). Eftir 6 mánuði mældist munur á þyngd flaka úr kví 2 (loðnukví) og flaka villts þorsks. 55
- Tafla 17. Gæðaflokkun saltfiskflaka eftir villtum fiski í mismunandi stærðarflokkum. Flökin voru verkuð hjá Þórsbergi árið 2001-2002. 56
- Tafla 18. Gæðaflokkun á saltfiskflökum frá eldisþorski sem var fóðraður á steinbítsafskurði (a) og heilli loðnu (b). Gæðaflokkar eru sýndir fyrir einstakar stærðarhópa af flökum (slátrun I) (Jón Örn Pálsson, 2003). 56
- Tafla 19. Gæðaflokkun á saltfiskflökum frá eldisþorski sem var fóðraður á steinbítsafskurði (a) og heilli loðnu (b). Gæðaflokkar eru sýndir fyrir einstakar stærðarhópa af flökum (II- samantektir úr 2 slátrunum) (Jón Örn Pálsson, 2003). 57

Inngangur

Þessi skýrsla er í tveimur hlutum. Í þeim fyrri er lýst helstu niðurstöðum tilraunar þar sem samanburður var gerður á vinnslu- og verkunareiginleikum villts þorsks og þorsks úr áframeldi. Um var að ræða hluta af verkefninu, „Arðsemismat áframeldis á smáþorski“ sem styrkt var af Rannsóknarráði Íslands. Þátttakendur í verkefninu voru Þórsberg, Tálknafirði, Sjávarútvegsstofnun Háskóla Íslands, Rannsóknastofnun fiskiðnarins, Hafrannsóknastofnunin og Ari Wendel. Við verkefnið útskrifaðist einn mastersnemandi frá Sjávarútvegsstofnun H.Í., Jón G. Schram.

Í seinni hluta skýrslunnar er að finna mat á arðsemi vegna áframeldis á smáþorski, sem Ari Wendel, sjálfstætt starfandi sérfræðingur, vann.

Meginmarkmið verkefnisins var að kanna arðsemi áframeldis á smáþorski (2-2,5 kg) sem var alinn í 6-7 mánuði áður en honum var slátrað. Áætlað var að hann hefði náð um 6 kg þyngd eftir eldið. Ástæður þess að áframeldi á þorski þótti áhugaverður kostur voru kvótaskerðing, lækkandi meðalþyngd þorskafla og hækkandi afurðaverð. Fram að þessum tíma hafði dýr seiðaframleiðsla verið aðalhindrunin í þorskeldi. Með því að veiða smá þorsk halda honum lifandi og ala í sláturstærð mátti því draga umtalsvert úr kostnaði við eldi í sláturstærð.

Í verkefninu var lagt mat á arðsemi með tilliti til tveggja fódurtegunda og þriggja vinnsluferla. Notkun bolfiskafskurðar (steinbítur) til fóðrunar var borin saman við notkun hefðbundis blautfóðurs þ.e. heila loðnu. Tvö- til þrefaldur munur var á verði þessara fódurgerða en heila loðnan var dýrari. Til að bera saman áhrif áframeldis á gæði og nýtingu afurða voru notaðar mismunandi vinnsluleiðir, þ.e. framleiðsla á ferskum, frystum og söltuðum flökum. Samanburður var m.a. gerður á nýtingu, efnainnihaldi, geymsluþoli og ýmsum gæðabáttum. Til viðmiðunar var notaður villtur þorskur sem veiddur var á sama tíma og slátrun átti sér stað en veiðislóð var sú sama og áframeldisfiskurinn hafði verið veiddur.

Áframeldi þorsks

Að mati Alþjóða hafrannsóknaráðsins (ICES) eru þorskstofnar í höfunum fullnýttir eða jafnvel ofveiddir. Á undanförunum árum hefur athygli manna því beinst að möguleikum á eldi þorsks til að svara þörfum markaðarins fyrir aukið magn fiskmetis. Þessi aukna eftirspurn er í takt við umræður um jákvæð heilsufarsleg áhrif fiskneyslu.

Í skýrslu sem KMPG Consulting gerði fyrir Statens nærings- og distriktsutvklingsfond í Noregi (Kvernseth o.fl., 2000) var gerð ítarleg úttekt á stöðu þorskeldis. Helstu niðurstöður skýrslunnar voru að þorskeldi væri ekki arðbært í smáum skala miðað við þáverandi þekkingarstig og markaðsaðstæður. Meðal atriða sem talin voru standa í vegi fyrir arðsemi þorskeldisins, voru: vandamál í seiðaeldi, stöðvun vaxtar í tengslum við kynþroska og skortur á góðu og ódýru fóðri. Fram kom að til langs tíma litið væru mestar væntingar bundnar við eldi þorska af framleiddum seiðum, en þeir töldu einnig að tímabundið mætti sneiða framhjá vandamálum í seiðældinu með því að ala villtan smáþorsk (áframeldi) í sjókvíum. Skýrsluhöfundar áætluðu að um 10.000 tonn af smáþorski væru veidd árlega í snurvoð við Noregsstrendur sem hentað gæti til áframeldis í kvíum. Töldu þeir jafnframt að kvíaeldi á villtum smáþorski myndi gegna mikilvægu hlutverki í uppbyggingu þessarar atvinnugreinar. Með því að hvetja til áframeldis á villtum smáþorski í sjókvíum, töldu þeir tryggja mætti að aðferðir við matfiskeldið lægju fyrir þegar vandi seiðaeldisins hefði verið leystur.

Á Íslandi hafa all nokkrar tilraunir hafa verið gerðar með eldi smáþorsks úr veiðum víðsvegar við strönd landsins. Björn Björnsson stóð að umfangsmiklum tilraunum á Stöðvarfirði (Björn Björnsson, 1995, 1999) og Vilhjálmur Þorsteinsson og samstarfsmenn hans gerðu tilraunir á Norðfirði (Sigurður Einarsson og Vilhjálmur Þorsteinsson, 1994 og Vilhjálmur Þorsteinsson og Björn Knútsson, 1997). Í Stöðvarfirði fimmfaldaði smár ókynþroska fiskur þyngd sína á 18 mánuðum á meðan stærri og hlutfallslega fleiri kynþroska fiskar tvöfölduðu einungis þyngd sína á 28 mánaða eldistíma í Norðfirði. Ársmeðalhiti sjávar er um 4°C á báðum stöðum (lág. 0°C og há. 9°C). Einn veikasti hlekkurinn í eldi villts smáþorsks var talinn söfnun fiska af réttri stærð og á réttum tíma. Dragnót fer vel með fisk og þess vegna er hún æskilegt veiðarfæri til að safna lifandi þorski en henni verður oft á tíðum ekki komið við á þeim stöðum sem smáþorskurinn heldur sig. Nýlega hafa menn hafið veiðar með gildrum til að afla smáþorsks í áframeldi og hafa þær gefið góða raun. Mikilvægt er að

að ráða yfir tækni til að koma fiskunum lifandi í kvíarnar og í sem bestu ástandi og hefur greinin náð langt á þessu sviði.

Magnús Kr. Guðmundsson og Útgerðar- og fiskvinnslufélagið Þórsberg ehf á Tálknafirði hafa stundað tilraunir með áframeldi á smáþorski. Ókynþroska smáþorskur eða smáþorskur að lokinni hrygningu hefur verið veiddur í dragnót á grunnslóð að vorlagi og honum komið fyrir í sjókvíum. Við flutninginn hafa verið notuð fiskker með sjódælingu en einnig er bætt súrefni í sjóinn. Aðeins sá fiskur sem lítur lífvænlega út hefur verið nýttur í eldi. Þeir fiskar sem veiðast en ekki verið taldir eldishæfir hefur verið slátrað og þeir seldir á fiskmarkaði eða unnir í saltfisk. Fiskurinn hefur verið alinn í 5-7 mánuði á bolfiskafskurði, beituafgöngum og frosinni loðnu. Þyngdaraukning þorsksins hefur að meðaltali verið 2,7 föld á eldistímanum. Fiskurinn hefur verið að mestu unninn til saltfiskverkunar.

Þeir þættir sem mestu skipta varðandi arðsemi áframeldis eru þorskverð, fóðurverð og vaxtarhraði (Björn Knútsson, 1997). Mikilvægt er að ná að lágmarka kostnaðarþætti og hámarka vaxtarhraða til áframeldi skili arðsemi. Það má hins vegar ekki koma niður á gæðum og eiginleikum fisksins og er nauðsynlegt að meta áhrif af hraðari vexti á slíka þætti.

Fóðurgerð og fóðrun

Margir þættir hafa áhrif á vöxt þorsks við eldi. Samsetning fóðurs og magn hefur áhrif á vöxt og fitusöfnun. Hversu vel fiskur tekur við fóðri getur verið háð hitastigi og árstíma. Fóðurgjöf er stöðluð með tilliti til orkuinnihalds fóðurtegunda. Orkugildi (kJ) er reiknað út fyrir hverja fóðurtegund út frá efnasamsetningu (fita, prótein, kolvetni) og fóðurskammtur fyrir fisk er miðaður við ákveðið orkugildi. Þegar fóðurþörf er ákvörðuð er tekið tillit til ástands fisks í byrjun eldis og hitastigs sjávar. Ef fiskurinn er fangaður seinnipart vetrar eftir hrygningu er hann í lélegu næringarástandi (ástandsstuðull um 0,7-0,8). Við þær aðstæður tekur hann mjög vel við fóðri og því er orkuþörf hans mikil þá. Eftir eldi ætti ástandsstuðull að vera kominn í 1,0 til 1,25. Matarlyst þorska eykst línulega við hækkun á hitastigi upp að 16°C en möguleg fæðuinntaka sem nýtist til vaxtar er hæst við 12°C. Orka sem þarf til efnaskipta eykst hins vegar “exponential” við hækkun hitastigs. Hitastig er mjög breytilegt á eldistíma en þó áberandi lægst í byrjun og í enda eldistímans (maí og des). Villtur þorskur, jafnt

sem eldisþorskur sem alinn er í kvíum allt árið, þyngist mest á tímabilinu apríl– nóvember. Yfir vetrarmánuðina léttist kynþroska fiskur jafnvel vegna áhrifa kynþroskans, en þá færist orka frá vöðvum í hrogn og svil.

Samsetning fódurs er mjög mikilvæg m.t.t. vaxtar og fitusöfnunar þorsks í eldi. Hlutfall orku sem fiskurinn fær úr próteinum af heildarorku (PE:TE hlutfallið), verður að vera yfir 0,45, annars leiðir það af sér stækkun og fitusöfnun í lifur. Fóðrið þarf því að vera próteinríkt og fitusnautt til að koma í veg fyrir fitulifur (Jobling, 1988). Fituríkar fisktegundir svo sem síld og loðna (PE:TE = 0,30) teljast því óhentugt fóður fyrir þorsk í eldi séu þær gefnar eingöngu, sérstaklega ef fituinnihald þeirra er hátt. PE/TE hlutfallið í magurri síld og loðnu er hins vegar í námunda við 0,45 sem er ásættanlegt. Ætla má að PE:TE hlutfallið í bolfiskafskurði þar sem steinbítasfskurður er stór hluti sé u.þ.b. 0.65.

Svelti fyrir slátrun

Fyrir slátrun er fiskurinn venjulega sveltur. Sveltítími hefur verið mjög breytilegur, allt frá 1-3 dögum upp í 3 vikur. Ef fiskurinn er aðeins sveltur í nokkra daga eru það fyrst og fremst meltingarfæri sem að tæmast en við lengri tíma gengur á glykogen og fituforða fisksins og á seinni stigum sveltunar á prótein í holdi fisksins (Black og Love, 1986). Við lækun próteininnihalds fer hlutfall vatns í vöðvanum hækkandi. Með því að ganga á glykogenforða fisksins verður sýrustigslækkun eftir dauða ekki eins mikil. Sýrustig er mjög mikilvægur þáttur m.t.t. vatnsbindieiginleika vöðvans en þeir aukast með hækkandi sýrustigi. Við svokallaðan jafnhleðslupunkt próteina er negatífar og pósítífar hleðslur próteina jafnar, þ.e. hleðsla þeirra út á við er núll og rými milli próteinþráða lítið. Eftir því sem að sýrustig er lengra frá jafnhleðslupunkti (pH 5,5), því meira er rými á milli próteinþráða og meira rými fyrir vatn (Fennema, 1990). Sýrustig hefur einnig áhrif á bandvefshimnur sem veikjast með lækandi stýrustigi en við svelti styrkjast þær aftur (Lavéty og Love, 1972).

Vinnsla og nýting eldisfisks

Þorskeldi er talið hafa þann kost fram yfir villtan fisk, að stýra megi efna- og eðliseiginleikum afurða úr eldisþorski en villtur þorskur sé mun breytilegri að gæðum.

Margir líffræðilegir þættir hafa áhrif á eiginleika villts þorsks sem ekki er hægt að stýra og að sama skapi geta veiðiaðferðir og meðhöndlun eftir veiði þar til fiskurinn er unninn, verið mjög mismunandi. Möguleikar á stöðluðum vinnubrögðum frá slátrun að vinnslu eru mun meiri þegar um eldisfisk er að ræða.

Því hefur verið haldið fram að eðliseiginleikar afurða úr villtum þorski og eldisþorski séu mismunandi og ýmsar rannsóknir rennt stoðum undir það. Eldisþorskurinn hefur þótt seigari, hafa lægri pH, meira los og henta verr til frystingar (Otterå og Akse, 2002). Eldisþorskur hefur hlutfallsleg stærri lifur (10-15%) og er lifrin með hærra fituinnihald (um 65-75%). Eldisþorskur hefur þótt henta illa til frystingar vegna þess hve hátt hlutfall fitusýra er, sem eru viðkvæmar gagnvart þránun. Fituinnihald í lifur villts þorsks er á bilinu 40-70% og fer það eftir árstíma þannig er fitan hæst á haustin (65-70%) og lægst á vorin (40-50%). Rannsóknir, Love (1975), sýndu að flök sem höfðu aðeins 0,1 prósentustigs mismun á fituinnihaldi og geymd voru við -30°C í 3 mánuði höfðu mjög mismunandi bragð- og lyktgæði, en magrarífiskur kom betur út. Þá hafa vísbendingar úr rannsóknum sýnt að þorskur sem alinn var á smáum, feitum uppsjávarfiski, sé með mýkra hold en sambærilegur villtur þorskur og eftir frostgeymslu hafi flök eldisþorsks verið með meira drip (Ang&Haard, 1985; Einarsson, 1995). Enginn sjáanlegur munur var þó á efnasamsetningu þessara flaka. Rannsóknir hafa sýnt fram á að eldisþorskur henti illa í vinnslu frystra afurða vegna hve óstöðugur hann er í frostgeymslu og væri því betra að nýta hann í vinnslu á ferskum fiski (Jobling, 1988).

Vöðvi villts fisks er ekki eins viðkvæmur fyrir frystingu þrátt fyrir að fituinnihald í holdi sé svipað hjá báðum hópum eða á bilinu 0,1-0,2%. Einnig hefur eldisfiskur þótt óhentugur til frystingar vegna lágs sýrustigs. Geymsluþol hefur þótt styttra og neikvæðar breytingar við geymslu í frosti meiri. Má þar nefna meiri seigjummyndun og aukið drip við þíðingu (Losnegard og fleiri, 1987).

Flök eldisþorsks einkennast af "mjúkri" áferð en eftir suðu er áferð þeirra seigari og þurrari í skynmati samanborið við villtan þorsk (Losnegard et al., 1986). Sýrustig flakanna hefur mikil áhrif á þetta en það er 0,5-0,9 pH-einingum lægra í eldisþorski en villtum þorski, mælt sólarhring eftir veiði eða slátrun (Rustad, 1992). Þetta stafar af því að glykógen- og mjólkursýruinnihald eldisþorsks er oftast mun hærra en villts þorsks en það má minnka verulega með því að svelta fiskinn fyrir slátrun (Einarsson et.al., 1995). Segars og Johnson (1987) mældu áferðina (rifþol) í soðnum þorskvöðva í Instron áferðarmæli. Flök með pH 6,5 (sveltur eða villtur þorskur) höfðu rifþolsgildið 7 N/cm² en flök með pH 6,2 (eldisþorskur) höfðu gildið 22 N/cm². Þorskur úr Eystrasalti hefur

oft mjög mjúka áferð en því fylgir lágt próteininnihald og pH yfir 6,8. Þetta er talið stafa af því að sveltítími þess þorsks er oft mjög langur þar sem lítil fæða er á þessum slóðum á þessum tíma og einnig þurfa þeir oft að synda mjög langar vegalengdir til hrygningastöðva (Börresen, 1992). Í tilraun Rustad (1992) kom fram að vatnsbindieiginleikar villts þorsks eru meiri en eldisþorsks. Fiskarnir voru teknir úr eldisstöðvum nálægt Þrándheimi en villtir þorskar veiddir á svipuðum slóðum og eldisstöðvarnar voru staðsettar á. Eldisfiskurinn var alinn á ýmsum fiskúrgangi, í 2 til 3½ mánuð, sem líktist fæði villts þorsks og sveltur í 1 eða 2 mánuði fyrir slátrun. Vatnsbindieiginleikar flakanna jukust eftir því sem á fódrunina leið en þeir jukust einnig yfir sveltítímann. Þetta bendir til þess að þorskur, sem alinn er á fódri af þessari gerð, fái hold sem líkist meira eiginleikum villts þorsks heldur en ef fiskurinn er alinn á síld eða laxafóðri (Einarsson et.al., 1995).

Eldisþorskur hefur aftur á móti ákveðna kosti fram yfir villtan fisk, hann getur orðið holdmeiri og vöðvinn hvítari sem eru þættir sem neytendur meta mikils. Holdmeiri fiskur gefur betri vinnslunýtingu. Ormar eru færri og ef fiskurinn er alinn frá hrogni inniheldur hann ekki hringorma. Það er þó háð því að hann fái ekki ferskt fóður sem hringormar eru í, s.s. afskurð.

Eðliseiginleikar þorsks úr eldi eru háðir vali á fódri og hvernig að fódrun er staðið. Sýnt hefur verið fram á harka (stinnleiki) fersks eldisfisks fari minnkandi eftir því sem fóðrun er meiri (50-100%). Hins vegar sé þess öfugt farið eftir suðu, þá sé fiskur sem fóðraður var að metnun stinnari (Björn Björnsson og Soffía Vala Tryggvadóttir, 2001). Samsetning fóðurs getur haft áhrif á bragð (Mørkøre og Austreng, 2003) og hlutfall fitusýra og þar með á samsetningu fitu í vöðva (dos Santos o.fl. 1993).

Einn áhugaverðasti þáttur varðandi áframeldi þorsks er sá að verðmæti fisks eykst hlutfallslega meira en sem svarar hlutfallslegri þyngdaraukningu. Þetta stafar af nýtingarauka með tilkomu aukaafurða frá stærri fisk, s.s. gellur/kinnar, hrogn/svil og lifur en við vinnslu smáþorsks er ekki hagkvæmt að nýta þessar afurðir. Einnig hækkar kílóverð vegna hærri gæðaflokkunar stærri saltfisks (Ari P. Wendel, 1995).

Efni og aðferðir

Hráefni

Áframeldisporskur

Smáporskur (*Gadus morhua*) til áframeldis var veiddur í dragnót á Patreksfjarðarflóa og komið fyrir í fjórum mismunandi eldiskvíum. Veiðitímabilið var júní og júlí 2001. Upphaflega 2000-2500 þorskur komið fyrir í hverri kví. Breytileiki á milli kvía var fólgin í mismunandi fódurgerð. Steinbítasfskurður (kví 1 & 4), sem féll til við vinnslu afla af vetrarvertíð 2001, var skilgreindur sem magurt fóður en loðna var skilgreind sem fituríkt fóður (Tafla 1). Loðnan (kví 2 & 3) var annars vegar af vetrarvertíð 1999 og hins vegar af vetrarvertíð 2001. Bæði loðnan og steinbítasfskurðurinn voru fryst í blokkir og geymd frosin fram að fódrun.

Tafla 1. Efna- og orkuinnihald fóðurs notað við gjöf í kví 1 (loðna) og kví 2 (steinbítasfskurður).

Mái 2001	Prótein	Fita	Vatn	TBA gildi	TVB-N	Orkuinnihald	PE/TE
	%	%	%	mg mal/kg	mgN/100g	kJ/g	
Loðna - fryst í mars 2001	12,7	6,6	78,7	2,73	34,3	4,6	0,46
Loðna - fryst fyrir 3-4 árum	13,1	7,7	76,4	7,26	46,1	5,1	0,43
Steinbítasfskurður - nýfrystur	13,3	3,5	82,9	4,48	7,5	3,6	0,63
fóðurbörf miðað við orkuinnihald fóðurs							
Loðna fryst í mars: 199/4,6 =	10,5g/dag						
Loðna 3-4 ára í frysti: 199/5,1 =	39g/dag						
Afskurður: 199/3,6 =	55 g/dag						
September 2001	Prótein	Fita	Vatn	TBA gildi	TVB-N	Orkuinnihald	PE/TE
	%	%	%		mgN/100g	kJ/g	
Loðna - fryst í mars 2001	13,1	10,4	73,7	4,4	21,1	6,1	0,36
Steinbítasfskurður - nýfrystur	13,2	2,8	84,2	3,9	10,3	3,3	0,68
fóðurbörf miðað við orkuinnihald fóðurs							
Loðna fryst í mars: 199/6,1 =	33g/dag						
Afskurður: 199/3,3 =	60 g/dag						
Janúar 2002	Prótein	Fita	Vatn	TBA gildi	TVB-N	Orkuinnihald	PE/TE
	%	%	%		mgN/100g	kJ/g	
Ný loðna	13,4	7,8	76,3	4,7	16	5,2	0,43
Gómul loðna	13,7	7,6	75,8	6,1	18,5	5,2	0,44
Steinbítasfskurður - nýfrystur	17,6	3,6	78	1,1	12,1	4,3	0,68
fóðurbörf miðað við orkuinnihald fóðurs							
Ný loðna: 199/5,2 =	38g/dag						
Gómul loðna: 199/5,2 =	38g/dag						
Afskurður: 199/4,3 =	46 g/dag						

Steinbítasafskurðurinn var gefinn í tvær kvíar (1 og 4) og loðnan í tvær kvíar (2 og 3). Fóðrun hófst þann 24. júlí 2001 og lauk 4. desember sama ár. Fóðrun var hætt um það bil hálfum mánuði fyrir slátrun. Slátrun fór fram 17. desember 2001 en áður hafði þorskurinn verið sveltur í 13 daga. Til að tryggja rekjanleika fisksins var leitast við að velja upp úr kvíunum merktan fisk. Fiskurinn var blóðgaður og slægður um borð í bát við viðkomandi kví og síðan fluttur ísaður í land.

Villtur þorskur

Samanburðarhópur samanstóð af villtum þorski, sem veiddur var á sláturdegi eldisþorsksins, á sömu slóðum og smáþorskurinn til áframeldisins hafði verið veiddur. Villti þorskurinn var um 2,5 kg eða jafnstór eldisfiskinum þegar hann var veiddur í byrjun sumars. Ekki var hægt að fá fisk af sömu stærð og eldisfiskurinn hafði náð eftir eldið, sem var um 4,5 kg, miðað við að veiðisvæði væri það sama.

Tilraunaskipulag

Unnið var með tvo meginhópa í tilrauninni, eldisþorsk og villtan þorsk. Að auki var eldisþorskinum skipt í tvo flokka eftir því hversu fituríkt fóður hann fékk. Annar flokkurinn fékk steinbítasafskurð (kví 1 og 4), hinn loðnu (kví 2 og 3). Hvor flokkur var unnin eftir þremur mismunandi vinnsluleiðum, í fersk- (FE), fryst- (FR) og saltfiskflök (Tafla 2).

Í tilraunina völdust fiskar sem höfðu holdastuðul sem næst 1,0. Að auki voru fiskar með lakan holdastuðul (um 0,7) sem fóðraðir voru á steinbítasafskurði, teknir til samanburðar við hold meiri fiskinn í sama hóp. Alls voru notaðir í tilraunina 50 eldisfiskar sem fóðraðir voru á afskurði, 42 eldisfiskar sem fóðraðir voru á loðnu og 42 villtir þorskar.

Við slátrun var fiskurinn lengdarmældur, merktur og vigtaður fyrir og eftir slægingu. Slóg, lifur og svil/hrogn úr hverjum einstökum fisk voru einnig vigtuð. Lifrum einstakra fiska úr hópum FE (fersk flök) og FR (fryst flök) var safnað sérstaklega í poka, merkt uppruna (númeri fisks) og pokarnir fluttir ísaðir til Rf til efnamælinga. Þeir fiskar sem mynduðu hópa FE (ferskflök) og FR (fryst flök) voru ísaðir og sendir á

sláturdegi til Rf til mælinga og vinnslu. Saltfiskflök voru unnin í saltfiskvinnslu Þórsbergs á hefðbundinn hátt (Sjá kafla um saltfiskverkun).

Tafla 2. Tilraunaskipulag yfir skiptingu hópa og sýnatökur.

	Kví 1 (steinbítsafsk.)		Kví 2 (loðna)	Villtur
	<u>Slakur</u>	<u>Meðal</u>	<u>Meðal</u>	<u>Meðal</u>
Ástand við slátrun Holdafarstuðull ¹	0,7	1,0	1,0	1,0
	<u>Fjöldi</u>		<u>Fjöldi</u>	<u>Fjöldi</u>
Sent á Rf (hópar FE og FR)	3	17 ²	17 ²	17 ²
Söltun (Þórsberg)	5	15	15	15

¹ Holdastuðull var mældur á slægðum fisk. Jafnan fyrir holdastuðul er $C = 100 * \text{þyngd} / \text{lengd}^3$

² Hópur ferskflök (FE) innihélt 7 fiska og hópur frystflök (FR) innihélt 10 fiska.

Vinnsla og verkun

Fersk flök (FE)

Sjö fiskar úr hverjum hópi voru flakaðir og roðflettir eftir dauðastirðnun og geymdir þannig á ís í 10 daga. Daglega var fylgst með ferli dauðastirðnunar, en eftir 3 daga á ís var ferlinu lokið. Við flökun voru haus, hryggur, afskurður, roð og flök (hægra og vinstra) vigtuð og þyngd skráð eftir kvíanúmeri fisksins. Sýni í skynmat, eðlis- og efnamælingar voru tekin á þriðja og tíunda degi á ís. Flök fyrir skynmat voru snyrt, vakúmpökkuð og fryst í plötufrysti, Amerio (Union city, N.J., USA). Frosin sýni voru geymd við -24 °C fram að skynmati. Eftir 20 daga í frystigeymslu voru sýnin þídd við ísskápshita (4 °C) í sólarhring fyrir skynmat.

Fryst flök (FR)

Tíu fiskar úr hverjum hópi voru flakaðir og roðflettir eftir dauðastirðnun (2 dagar á ís). Haus, hryggur, afskurður, roð og flök (hægra og vinstra) voru vigtuð og skráð eftir kvíanúmeri fisksins. Til að tryggja aðgang umhverfisþátta, svo sem súrefnis, voru flökin lausfryst í plötufrysti fyrir íshúðun og geymslu. Íshúðun fór þannig fram að

flökunum var dýft örsnöggt undir kalda vatnsbunu, eftir það voru þau fryst í plötufrysti í tvær klukkustundir. Eftir seinni frystingu voru flökin lauspökkuð í plastpoka (til matvælageymslu) og komið fyrir í lokuðum pappakössum við -24 °C. Flökin voru síðar þídd upp við 4 °C í 24 tíma og síðan í 2 tíma við stofuhita. Flökin voru höfð á grindum til að dreina burt vökva sem rynni úr þeim við þíðinguna, plast var haft yfir flökunum til að varna uppgufun og yfirborðspornun. Eftir þíðingu voru flökin vigtuð og þyngd borin saman við flakþyngd fyrir frystingu.

Söltuð flök

Fimmtán fiskar úr hverjum hópi voru flakaðir fyrir saltfiskverkun í aðstöðu Þórsbergs á Tálknafirði sem sá um framkvæmd söltunar. Öll flök voru merkt til að tengja við uppruna (fisks), merkjum var komið fyrir í þunnildum hægra og vinstra flaks.

Flökin voru fyrst pækluð í 18% sterkum saltpækli í 40 tíma og síðan þurrsöltuð í 12 daga. Eftir 12 daga þurrsöltun voru flökin vigtuð og gæði metin af matsmönnum Þórsbergs. Flökunum var síðan pakkað og þau geymd á köldum og þurrum stað (hiti 0 til 6 °C og rakastig um 78%) í húsnæði Þórsbergs. Gæðamat og vigtun voru endurtekin eftir mánaðar geymslu. Eftir það voru flökin flutt til Rf þar sem þau voru vigtuð og síðan komið fyrir í saltfiskgeymslu Fiskkaups.

Útvötnun fór fram á Rf, eftir 1, 3 og 6 mánuði frá pökkun. Í hvert skipti voru 5 flök af jafn mörgum fiskum valin, þ.e. þess gætt að engin tvö flök væru af sama einstaklingi. Útvatnað var í 120 tíma en skipt var um vatn eftir 30 tíma. Hlutfall vatns á móti fiski var 6:1 (w/w), bæði fyrir og eftir vatnsskipti. Til að tryggja aðgengi vatns að fiskholdinu var grindum komið fyrir í botn íláts og á milli laga, einnig var hrært í vatninu reglulega á meðan á útvötnun stóð. Flökin snéru með roðið upp og voru geymd í lokuðum ílátum við 0 °C á meðan á útvötnun stóð. Flökin voru vigtuð fyrir og eftir útvötnun.

Mælingar og mat

Sýnataka

Sýni voru tekin eftir slátrun bæði af lifur og ferskum fiski sem geymd voru á ís þar til að mælingum kom. Eftir vinnslu og geymslu á ferskum, frystum og söltuðum fiski voru sýni tekin eftir mislangan geymslutíma. Samanburður var gerður á efnainnihaldi, eðliseiginleikum, skemmdareinkennum og gæðum (Tafla 3).

Tafla 3. Yfirlit yfir sýnatökur og mælingar á áframeldisporski og villtum þorski

Hópur	Sýnat. eftir:	Fjöldi ¹⁾ (n)	Mælingar:					
Lifur	Slátrun	3		Fita				
				Vatn				
Fersk flök (FE)	3 daga	3		Prótein	TVB-N	Örverur	Vatnsheldni	Omega3
				Vatn, pH	TMA		Áferð	-fitus.
				Fita	TMAO		Skynmat	
Fersk flök (FE)	10 daga	3		Prótein	TVB-N	Örverur	Vatnsheldni	
				Vatn, pH	TMA		Áferð	
				Fita	TMAO		Skynmat	
Fryst flök (FR)	3, 6, 12 mánuði	3-5	Nýting (n=5-7)	Prótein			Vatnsheldni	
				Vatn, pH			Áferð	
							Skynmat	
Saltfisk flök	1, 3, 6 mánuði	5	Nýting n ²⁾	Prótein		Örverur ³⁾	Vatnsheldni ³⁾	
				Vatn, pH			Áferð ³⁾	
				Salt			Skynmat ³⁾	

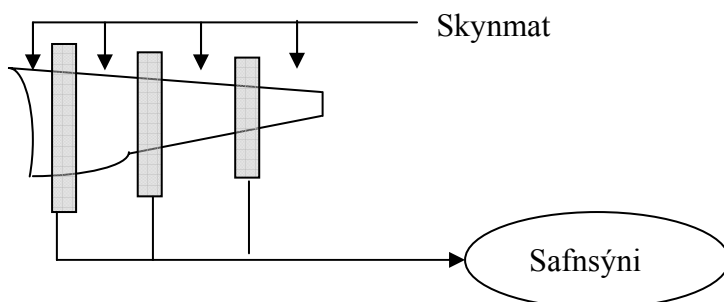
¹⁾ Fjöldi einstaklinga notaður var hverju sinni fyrir aðrar mælingar en nýtingu

²⁾ Fjöldi flaka (n) var 29-36 við verkun en 5 í útvötnun

³⁾ Mælingar eingöngu gerðar á útvötnuðum flökum

Undirbúningur sýna

Í öllum tilfellun, fyrir utan áferðarmælingar, var útbúið safnsýni úr 3 fiskum (5 fiskum í tilfalli saltfiskflaka). Um það bil 4 cm breiðir bitar voru skornir á 3 stöðum úr hverju flaki og þeir síðan hakkaðir (Braun mixer, type 4262; Braun, Kronberg, Germany), saman í safnsýni (Mynd 1). Afgangur af hverju flaki var nýttur í skynmat.



Mynd 1. Undirbúningur safnsýna fyrir eðlis og efnamælingar. Safnsýni úr ferskum og frystum flökum voru útbúin úr 3 einstökum fiskum en safnsýni úr saltfiskflökum voru útbúin úr 5 fiskum.

Ákvörðun á prótein, fitu, vatni, salti og pH

Köfnunarefnis-/próteininnihald (%) í fiskvöðva var mælt samkvæmt aðferð Kjeldahl's (ISO 5983-1979) með meltubúnaði Digestion System 40 (1026 Digester, Tecator, Hoganas, Sweden). Fita (%) var mæld í lifur og vöðva með Soxhlet útdrætti (AOCS Official Method BA3-38) með ether absolute (Merck KGaA, Darmstadt, Germany). Vatnsmagn í fiskvöðva og lifur (g/100g) var mælt sem þyngdartap á sýni eftir þurrkun í 4 tíma við 105 °C (ISO 6496-1983). Saltinnihald (%) í saltfiskflökum var mælt samkvæmt aðferð Volhard (JAOAC 1937,1940). Sýrustig (pH) var mælt með því að stinga elektróðu (pH/Pt 1000 combination electrode body: glass, 110 mm) beint ofan í hakkaðan fiskvöðva, notaður var Portamess® 913 pH mælir (Knick Elektronische Meßgerate, Berlin, Þýskaland).

Ákvörðun á Omega – 3 - fitusýrum

Fitufasinn í þorskvöðvanum var dregin út með klóróform/metanól útdrætti samkvæmt aðferð Bligh og Dyer (1959), með breytingum Hanson og Olley (1963) og öðrum smávægilegum breytingum. Sýnin voru geymd í ísbaði og BHT (butylated hydroxytoluene) bætt í til að koma í veg fyrir oxun fitufasans. Lausnin var sett í skilvindu (Sorvall Superspeed RC5-B, DuPont Instruments, Stokkhólmi) við 1000x g í 20 mínútur við 0-5 °C. Botnfallið, sem innihélt klóróform, var síað frá. Til ákvörðunar á fitumagni var hluti klóróformfasans pípettaður í forvigtað ílát og klóróformið gufað burt við 60 °C í 30 mínútur. Eftir kælingu var ílátið vigtað og mismunurinn tekin sem fituinnihald (mg/mL).

GC (Gas chromatography) mælingar voru framkvæmdar samkvæmt lýsingu AOCS, CE 1b-89 (1998) með smávægilegum breytingum. Fitusýrumetýlesterar voru aðskildir með Perkin Elmer Autosystem XL GC gasgreini með hárpípusúlu (OmegaWax 320, 30 m * 0,32 mm þvermál, 0,25 µm filmu frá Supelco, Bellefonte, PA) split-inntaki og logajónunarnema (flame ionisation detector, FID). Gasgreinirinn var tengdur Turbocrom Professional Version 4.1 hugbúnaði. Eftirfarandi hitunarferli (eða hitastigsforrit) var notað: 160 °C í 2 mínútur og síðan hækkað í 210 °C við 3 °C/mínútu. Þeim hita var síðan haldið í 35 mínútur. Hitastig við inntak og nema var 300 °C og 310 °C. Helíum var notað sem burðargas með 8 psi þrýstingi. Toppar voru bornir saman við þekktu fitusýrumetýlestera (Sigma Chemical Co. Ltd.). Magnákvörðun fitusýra var gerð út frá innri staðli (C23:0).

Ákvörðun á vatnsheldni í fiskholdi

Sýni voru hökkuð/rifin með Braun mixer (type 4262; Braun, Kronberg, Germany), í 10-20 sec, á hraða 5. Tveimur grömmum af sýni var komið fyrir í plexiglerglösum, um 2,5 cm í þvermál. Glösin voru í tveimur hlutum sem límdir voru saman en á milli þeirra var sett fingert net (100 micron) sem sýnin lágu á. Glösunum var komið fyrir í glasahaldara þar sem litlum plastkúlum var komið fyrir í botni til að styðja undir sýnaglösin og til að tryggja dren. Glösunum var síðan komið fyrir í skilvindu, Sorvall RC-5B Refrigerated superspeed centrifuge (DuPont Instruments, Stokkhólmi, Svíþjóð), notaður var rótor (SS-34) frá sama framleiðanda. Hraðastilling var stillt á 1350 rpm (stillt skv. mæli), sem samsvarar nálægt því 210-g (1500 rpm) krafti var beitt í 5 mínútur. Hiti var stilltur

á 3-7 °C til að halda hitastigi við eða rétt fyrir ofan 0 °C. Ef hiti er stilltur of lágt er hætta á að frjósi í glösum við mælingu. Þyngdartap sýna við skilvindu var ákvarðað og vatnsheldni reiknuð út frá þyngdarmun á sýni fyrir og eftir skilvindu, þ.e. gert var ráð fyrir að aðeins vatn væri að tapast úr sýninu. Vatnsheldni (WHC) var reiknuð út frá eftirfarandi jöfnu.

$$\text{WHC (\%)} = \frac{\text{mælt vatn í sýni (g)} - \text{vatnstap (þyngdartap við mælingu) (g)} * 100}{\text{mælt vatn í sýni (g)}}$$

Örverumælingar

Heildarfjöldi örvera var metin með áhellingaraðferð samkvæmt lýsingu APHA (American Public Health Association), (1992). Ræktun á agar fór fram við 22 °C í 3 daga, agarinn innihélt 0,5% NaCl (w/v), teljanlegar kólóníur voru skilgreindar sem fjöldi kuldakærra og kuldapolinna örvera á gramm vöðva.

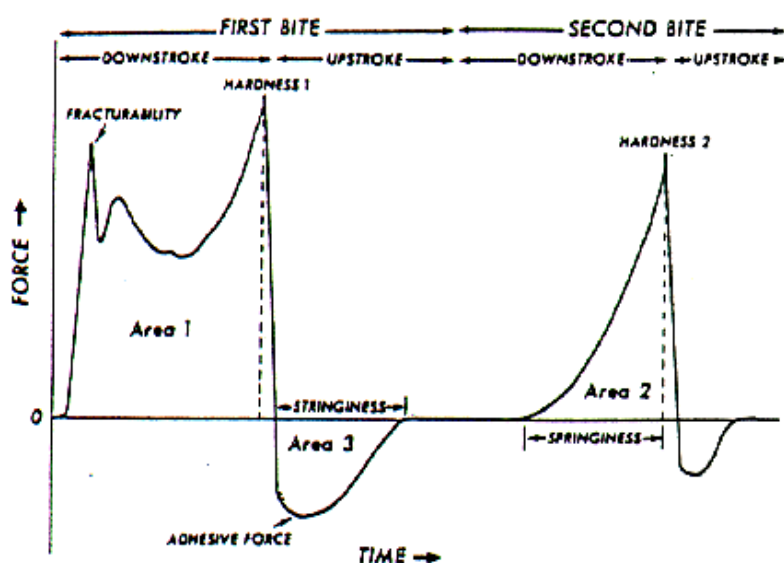
Ákvörðun á TMA-O, TVN og TMA

Trimethylamine Oxide (TMA-O) var mælt í ferskum flökum (n=3) eftir dauðastirðnun. Til að kanna hvort styrkur TMA-O væri háður staðsetningu í flaki var hverju flaki skipt í framstykki, miðstykki og sporð og TMA-O mælt í hverju stykki fyrir sig. TMA-O (mgN/100g) var mælt samkvæmt lýsingu Bystedt, o.fl., (1959). Í stuttu máli var TMA ákvarðað samkvæmt aðferð AOAC (1990), síðan var TMA-O afoxað í TMA með TiCl_3 og TMA mælt aftur, aukning á TMA magni var skilgreint sem magn TMA-O í fiskvöðva.

Heildarmagn köfnunarefnissambanda, TVN, (Total volatile nitrogen) var mælt samkvæmt aðferð Billon, o.fl., (1979). Þannig voru 100g af fiskhakki vegin í blandaraílát, 200 ml af 7,5% TCA bætt saman við og blandað saman. Blandan var síuð og skammtur af síuvökvanum eimaður í Struers TVN gufueimara. Að lokum var köfnunarefni sem eimaðist yfir, títrað með 0,025 N H_2SO_4 að jafnvægispunkti og magn TVN ákvarðað. Trimethylamine, TMA, var einnig mælt samkvæmt lýsingu Billon, o.fl., (1979) nema að 20 ml af formaldhýði var bætt út í lausnina fyrir gufueimingu, sem myndar efnatengi við ein- og tvígild amín. Þetta leiðir til þess að aðeins köfnunarefni sem tengt er TMA mælist.

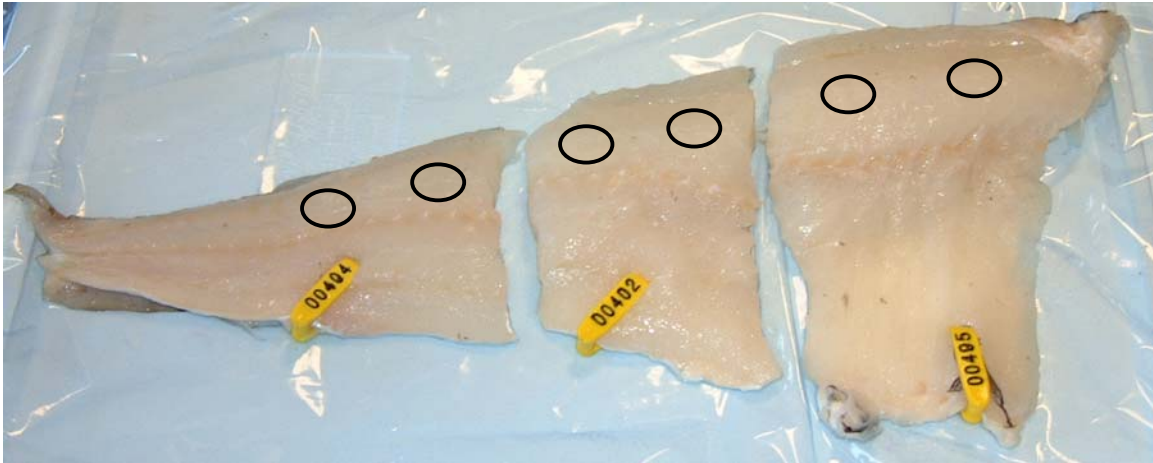
Áferð

Áferð var mæld með TA-XT2 texture analyser (Stable Microsystems, London, UK), samkvæmt lýsingu Bourne (1978) á áferðargreiningu „Texture profile analysis“ (TPA) til þess að greina breytingar í fiskinum vegna frystingar, söltunar og geymslu. Með þessari aðferð var sýnið pressað tvisvar og mælt hversu mikinn kraft þurfti til að pressa sýnið niður um ákveðið hlutfall af hæð þess (Mynd 2). Hæð fyrri toppsins gaf þannig til kynna „hörku“ sýnisins en „samloðun“ var skilgreind sem hlutfall af flatarmáli toppanna (A_2/A_1). Notuð var kúla (P/0.75/S 3/4" GLASS BALL) til að líkja eftir þrýstingi fingurs þegar þrýst er á sýni.



Mynd 2. Generalised TPA curve from a Instron Testing Machine (Bourne, 1978).

Hverju flaki var skipt í 3 svæði: framstykki, miðjustykki og sporð. Mælingar voru framkvæmdar á hverjum bita fyrir sig án nokkurar formeðhöndlunar (Mynd 3). Sýni voru pressuð um 45% af hæð þeirra fyrir mælingu, hraði fyrir pressun var 2 mm/s og hraði við pressun 0,8 mm/s, hraði eftir pressun var 10 mm/s.



Mynd 3. Flakabitar við léttisöltun þorsks fyrir frystingu (Hringir sýna staðsetningu áferðarmælinga).

Skynmat

Fersk flök

Flök sem tekin voru af ferskum fiski fyrir skynmat voru geymd vakúmpökkuð í frosti (-24°C) í 20 daga áður en skynmat fór fram. Eftir þíðingu í sólarhring við 4 °C voru flökin soðin og síðan metin með röðunarprófi (ISO 8587-1988) af skynmatshópi Rf. Hver dómari raðaði þeim eftir eiginleikunum þurr-safaríkur, stinnur-mjúkur og minnst maukkennt-mest maukkennt. Við úrvinnslu var raðsumma sýnanna reiknuð og borin saman við töflugildi sem byggir á fjölda dómara og fjölda sýna sem metin eru. Sýni með summu utan þessa raðgildis voru marktækt frábrugðin öðrum sýnum. Auk þessa voru sýnin metin eftir Torry ferskleikastiga, upprunalega lýst af Shewan og fleirum 1953, þar sem gefin var einkunn fyrir lykt og bragð. Sýnin voru metin tvisvar sinnum hvern sýnadag og tóku 12 dómarar þátt í matinu.

Fryst flök

Fryst þorsflök voru metin eftir þíðingu og suðu, samkvæmt röðunarprófi (ISO 8587-1988) og QDA-skala (Quantitative descriptive analysis, QDA). Með QDA-aðferð eru fyrirfram skilgreindir eiginleikar eða einkenni sýna metnir á styrkleikaskala frá núll og upp í hundrað.

Saltfiskflök

Við mat á saltfiskflökum var stuðst við röðunarpróf (ISO 8587-1988). Hver dómari raðaði sýnum eftir styrk saltbragðs og saltfiskverkunarbragðs, þéttleika, safu og meyrni. Til viðbótar röðuðu dómarar sýnum eftir styrkleika skemmdarlyktar og bragðs. Hver hópur var metinn tvisvar sinnum á hverjum sýnatökudegi. Það skal tekið fram að með röðunarprófum er ekki hægt að meta hve mikill munurinn er á milli sýna heldur er eingöngu hægt að segja til um að munur sé á milli sýna. Ekki er heldur um geðjunarpróf að ræða því er ekki hægt að meta sýnin út frá "gott" eða "vont".

Tölfræði úrvinnsla

Tölfræðilegur samanburður var gerður á sýnum með fervikagreiningu, t-prófi og Duncans prófi. Miðað var við 95% öryggismörk. Hugbúnaður við úrvinnslu var Microsoft Excel 9.00 (Microsoft Inc, Redmond, Wash, USA) og NCSS 2000 (NCSS, Utah, USA). Fjölpáttagreining (Prinicipal Component Analysis) var framkvæmd með Unscrambler, (CAMO ASA, Oslo, Norway).

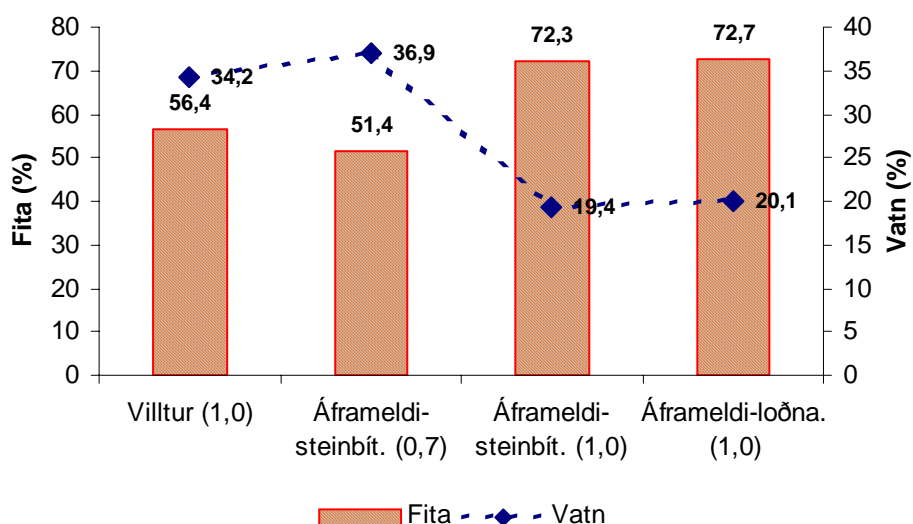
Niðurstöður

Hráefnishluti

Efnamælingar í lifur

Fituinnihald í lifur úr þorski sem alinn var á mismunandi fóðri, steinbítasfskurði eða loðnu, reyndist sambærilegt eða 72,3 og 72,7% (Mynd 4). Fituinnihald lifur úr villtum þorski sem hafði að meðaltali sama holdafarsstuðul (1,0), reyndist umtalsvert lægra eða 56,4%. Lifur úr mögrum þorski (holdafarstuðull 0,7) sem fóðraður var með steinbítasfskurði, reyndist hafa fituinnihald um 51,4%.

Eins og búast mátti við reyndist vatnsinnihald í öfugu hlutfalli við fituinnihald. Þannig innihélt lifur fisks úr steinbítasfskví og loðnukví 19,4 og 20,1% vatn en lifur úr villtum þorski 34,2% vatn. Hæsta vatnsinnihaldið reyndist í lifur úr mögrum þorski úr steinbítasfskví, um 36,9%, en sá hópur innihélt einnig fituminnstu lifrina.



Mynd 4. Fitu- (%) (súlur) og vatnsinnihald (%) mælt í lifur sem safnað var strax eftir slægingu, úr áframeldisfiski annars vegar sem fóðraður var á steinbítasfskurði eða loðnu og villtum þorski hins vegar (safnsýni úr 3 einstaklingum). Tölur innan sviga sýna áætlaðan ástandsstuðul fisksins en gerður var samanburður á rýrum (0,7) og góðum fiski (1,0) eftir fóðrun með steinbítasfskurði.

Ástand fisks og nýting

Ekki var marktækur munur á holdafari þess fisks sem unnin var í fersk og fryst flök, m.t.t.hvort hann var viltur eða úr áframeldi. Sama var að segja með fóðurgerð. Holdafarstuðull villta fisksins var $0,88 \pm 0,08$, fisks sem alinn var á steinbíts afskurði $0,86 \pm 0,06$ og $0,90 \pm 0,07$ hjá þeim fiski sem alinn var á loðnu (Tafla 4). Hins vegar var töluverður stærðarmunur á fiskinum. Villtur fiskur var að meðaltali $61,9 \pm 6,3$ cm og $2,5 \pm 0,8$ kg fyrir slægingu en steinbítsalinn fiskur var $76,5 \pm 6,4$ cm og $5,1 \pm 1,2$ kg og loðnualinn fiskur $70,8 \pm 4,2$ cm og $4,3 \pm 0,7$ kg.

Hlutfall lifrar miðað við slægðan fisk var mun hærra í áframeldisfiskinum en í villta fiskinum eða $12,8 \pm 1,7\%$ í fiski sem alinn var á steinbítsafskurði og $15,7 \pm 3,0\%$ hjá fiski öldum á loðnu. Í villtum fiski var hlutfallið $4,9 \pm 1,7\%$.

Flakanýting, var reiknuð út frá slægðum fiski með haus eftir dauðastirðnun, sem og hlutfall hauss, hryggjar og roðs. Fiskurinn var handflakaður og roðdreginn af sama manninum, til að minnka skekkju af völdum mannlega þáttarins. Betri flakanýting fékkst við vinnslu eldisfisksins og var hún um þremur prósentustigum hærri ($p < 0,05$) en hjá eldisfiskinum. Nýtingin var $48,5 \pm 3,2\%$ hjá fiski sem alinn var á steinbítsafskurði, $48,1 \pm 2,4\%$ hjá fiski sem alinn var á loðnu en $45,4 \pm 3,3\%$ hjá villtum þorski.

Hlutfall haus var sambærileg fyrir fisk úr loðnukví og í villtum þorski, um $30,0\%$. Það var heldur lægra $28,5\%$, fyrir fisk sem alinn var á steinbítsafskuri, munur var þó ekki marktækur.

Lægst var hlutfall hryggjar reyndist hjá loðnuöldum fiski $13,5 \pm 0,8\%$ samanborið $14,7 \pm 1,4\%$ hjá villtum fiski og $14,4 \pm 1,4\%$ hjá steinbítsöldum. Ekki var marktækur munur á hlutfalli roðs milli hópa.

Tafla 4. Holdafarsstuðull (C), lifrarhlutfall og nýting þorsks sem unninn var í ferskar eða frystar afurðir (n=17; meðaltal \pm staðalfrávik)

Hópur	Holdafarsst. ¹⁾	Lifur (%) ²⁾	Flakanýting (%)	Haus (%)	Hryggur (%)	Roð (%)
Áframeldi - steinb.	$0,86^a \pm 0,06$	$12,8^a \pm 1,7$	$48,5^a \pm 3,2$	$28,8^a \pm 2,2$	$14,4^a \pm 1,4$	$4,8^a \pm 0,3$
Áframeldi - loðna	$0,90^a \pm 0,07$	$15,7^c \pm 3,0$	$48,1^a \pm 2,4$	$30,0^a \pm 2,1$	$13,5^b \pm 0,8$	$5,1^a \pm 0,5$
Villtur	$0,88^a \pm 0,08$	$4,9^c \pm 1,7$	$45,4^b \pm 3,3$	$30,0^a \pm 4,4$	$14,7^a \pm 1,4$	$5,0^a \pm 0,7$

¹⁾ Holdafarstuðull var metin á slægðum fiski: $C = \text{þyngd} * 100 / \text{lengd}^3$

²⁾ Lifur (%): hlutfall metið miðað við slægðan fisk

^{a-c} Munur á milli meðaltala sem að bera sama bókstaf var ekki marktækur

Vinnsluhluti

Ferskflök (hópur FE)

Prótein, vatn, fita og pH

Próteininnihald var hæst í þorski úr steinbítuskví eða 19,6%, en til samanburðar reyndist próteininnihald í loðnuöldum fiski 18,7% og 17,6% í villtum þorski. Fituinnihald reyndist vera um 0,11-0,12%. Vatnsinnihald reyndist 78,8, 79,3 og 81,8% fyrir fisk úr steinbítuskví og loðnukví og fyrir villtan þorsk. Athygli vekur að sýrustig sem mældist í eldisþorski reyndist töluvert lægra samanborið við villtan þorsk, eða 6,0 á móti 6,7. Eftir geymslu á ís í 10 daga mældist vatnsinnihald lítillega hærra í öllum hópunum. Þá hækkaði sýrustig einnig hvað varðar eldisþorsk, en lækkaði aftur á móti í villtum þorski á sama tíma (Tafla 5). Líklegt er að hækking á vatnsinnihaldi og sýrustigi megi skýra með náttúrulegum breytileika á milli einstaklinga og þessar breytingar hafi því ekki verið tilkomnar vegna meðhöndlunar á fiskinum. Við geymslu mætti gera ráð fyrir lækkingu á vatnsinnihaldi vegna drips.

Tafla 5. Prótein-, vatns- og fitumagn mælt í safnsýni úr steinbítuskví (kví 1), loðnukví (kví 2) og villtum þorski eftir dauðastirðnun og eftir 10 daga á ís. Sýrustig var mælt á sama tíma. Holdastuðull mældra einstaklinga var um 1,0. Prótein = N* 6,25.

Hópur	Prótein %	Vatn %	Fita %	pH
Áframeldi - steinb.	19,6 / 14,9*	78,8 / 83,7*/79,7 ¹	0,11	6,07/6,23 ¹
Áframeldi - loðna	18,7	79,3/80,0 ¹	0,12	6,03/6,15 ¹
Villtur	17,6	81,8/82,1 ¹	0,11	6,71/6,63 ¹

* Meðal prótein- og vatnsinnihald í þorski með slakan holdastuðul um 0,7.

¹ Mælingar eftir 10 daga á ís.

Omega-3-fitusýrur

Styrkur omega-3-fitusýra, linolenic, EPA (Eicosapentaenoic) og DHA (Docosahexaenoic) reyndist sambærilegur á milli sýna úr kvíum 1, 2 og úr villtum þorski (Tafla 6). Styrkur DHA reyndist þó nokkuð hærri í villtum þorski (30,2%), samanborið við steinbítasalinn fisk (26,5%) og loðnualinn fisk (24,9%). Styrkur linoleic (omega-6) fitusýru reyndist nokkuð hærri í loðnuöldum fiski (1,1%) en ekki er unnt að segja til um marktækni þar sem um safnsýni var að ræða.

Tafla 6. Styrkur omega-3-fitusýra og linoleic sýru í villtum þorski og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítasafskurði og loðnu (safnsýni úr 3 einstaklingum).

	Linoleic sýra (%) C18:2n-6	Linolenic sýra (%) C18:3n-3	EPA (%) C20:5n-3	DHA (%) C22:6n-3
Áframeldi – steinb.	0,8	0,2	19,8	26,5
Áframeldi – loðna	1,1	0,3	20,2	24,9
Villtur	0,6	0,1	18,7	30,2

Vatnsheldni (WHC)

Vatnsheldni, mæld eftir dauðastirðnun, reyndist mest í flökum villts þorsks eða 88,4% (Tafla 7). Eftir 10 daga geymslu á ís mældist vatnsheldni í flökum áframeldisfisksins hærri heldur en eftir dauðastirðnun (3 daga). Hugsanlegt er að eldisfiskurinn hafi ekki verið kominn alveg úr dauðastirðnun. Vísbendingar hafa fengist um að vatnsheldni sé lægri þegar eldisfiskurinn er í dauðastirðnun heldur en fyrir og eftir dauðastirðnun (óbirtar niðurstöður). Vatnsheldni villta fisksins lækkaði með geymslu um 3,4 prósentustig. Eftir 10 daga á ís mældist vatnsheldni í flökum villts þorsks 85,0%, samanborið við 83,2% og 84,5% hjá steinbítis- og loðnuöldum fiski.

Tafla 7. Vatnsheldni (%) mælt í flökum eftir dauðastirðnun (3 dagar) og eftir 10 daga á ís (safnsýni úr 3 einstaklingum).

Geymslutími á ís	Áframeldi –steinb.	Áframeldi –loðna	Villtur
3 dagar	80,2	80,2	88,4
10 dagar	83,2	84,5	85,0

Örverutalning

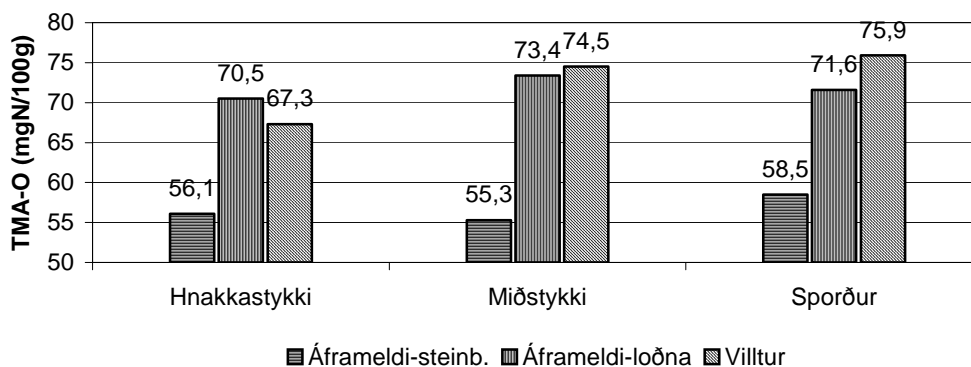
Heildarfjöldi örvera var ákvarðaður eftir 3 og 10 daga á ís. Fjöldi örvera í flökum villta þorsksins reyndist óvenjuhár í upphafi eða 2100 fjöldi/g, samanborið við 850 og 610 fjöldi/g í flökum af steinbítsöldum og loðnuöldum fiski. Við geymslu var aukning örvera mest í flökum villta þorsksins en minnst í flökum af fiski úr steinbítskví (Tafla 8).

Tafla 8. Fjöldi örvera (log fjöldi/g) í flökum af villtum þorski og fiski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Mælingar voru gerðar eftir dauðastirðnun og eftir 10 daga á ís (safnsýni úr 3 eintaklingum).

Geymslutími á ís	Áframeldi –steinb.	Áframeldi –loðna	Villtur
3 dagar	2,9	2,8	3,3
10 dagar	5,7	6,1	6,9

TMA-O, TMA og TVB-N

Styrkur TMA-O var minni í fiski sem alinn var á steinbítsafskurði heldur en í villtum fiski og fiski sem alinn var á loðnu ($p \leq 0,05$). Styrkur TMA-O, sem mældur var í hnakkastykkjum, miðstykkjum og sporðstykkjum strax eftir dauðastirðnun og flökun virtist ekki nema að litlu leyti háður staðsetningu í flaki (Mynd 5). Greina má þó tilhneigingu til hærri TMA-O í sporðstykkjum heldur en í hnakkastykkjum í öllum hópum. Ekki var þó um marktækan mun að ræða.



Mynd 5. TMA-O (mgN/100g) mælt í hnakkastykkjum, miðstykkjum og sporðum eftir dauðastirðnun (safnsýni úr 3 einstaklingum).

Við geymslu var TMA-O brotið niður í TMA en munur á hópunum m.t.t magns TMA (Tafla 9). Töluverður munur var á aukningu TMA við 10 daga geymslu á ís, mun

minna myndaðist í flökum af loðnuöldum fiski en í öðrum hópum. Hækkun TMA í flökum af steinbítsöldum fiski reyndist um 9,4 mg N/100g, sem var sambærilegt við hækkun í flökum villta þorskins. Á sama tíma nam hækkun TMA í flökum loðnualins fisks aðeins um 3,6 mg N/100g.

Tafla 9. TMA (mgN/100g) mælt í flökum eftir dauðastirðnun (3 dagar) og eftir 10 daga á ís, (Safnsýni úr 3 einstaklingum). Um var að ræða villtan fisk og fisk úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu.

Geymslutími á ís	Áframeldi –steinb.	Áframeldi –loðna	Villtur
3 dagar	0,6	0,7	0,7
10 dagar	10	4,3	9,6

Heildarmagn reikulla basa (TVB-N) reyndist nokkuð hærra í fiski úr steinbítiskví eða 15,6 mgN/100g borið saman við 14,9 og 15,0 mgN/100g fyrir fisk úr loðnukví og í villtum þorsk. TVB-N hækkaði eftir því sem leið á geymslutímann, mest í 25,1 mg N/100g eftir 10 daga á ís í flökum af fiski úr steinbítiskví (Tafla 10). Næstmesta hækkunin reyndist vera í flökum villta þorsksins, en þar hækkaði TVB-N um 7,7 mg N/100g og fór í 23,7 mg N/100g á tíunda degi. Hækkunin í flökum af fiski í loðnukví reyndist minnst eða um 4,2 mg N/100g. Það er í samræmi við niðurstöður fyrir TMA eins og vænta mátti þar sem TMA er hluti af TVB-N.

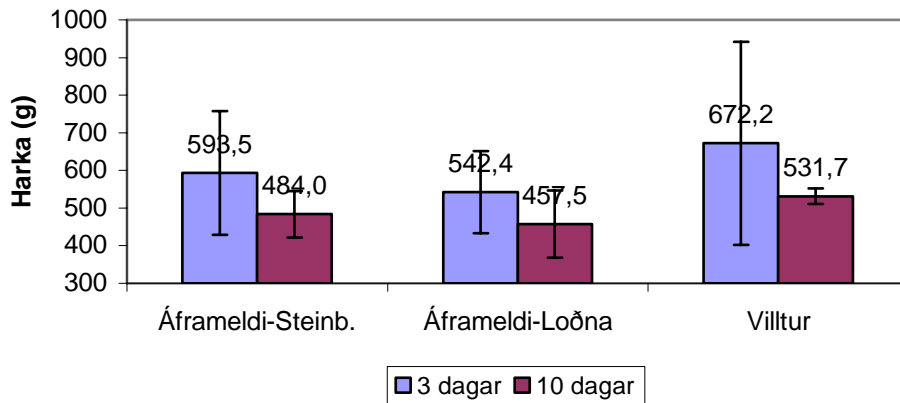
Tafla 10. TVB-N (mgN/100g) mælt í flökum eftir dauðastirðnun (3 dagar) og eftir 10 daga á ís, (Safnsýni úr 3 einstaklingum). Um var að ræða villtan fisk og fisk úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu.

Geymslutími á ís	Áframeldi –steinb.	Áframeldi –loðna	Villtur
3 dagar	15,6	14,9	15,0
10 dagar	25,1	19,3	23,7

Áferð

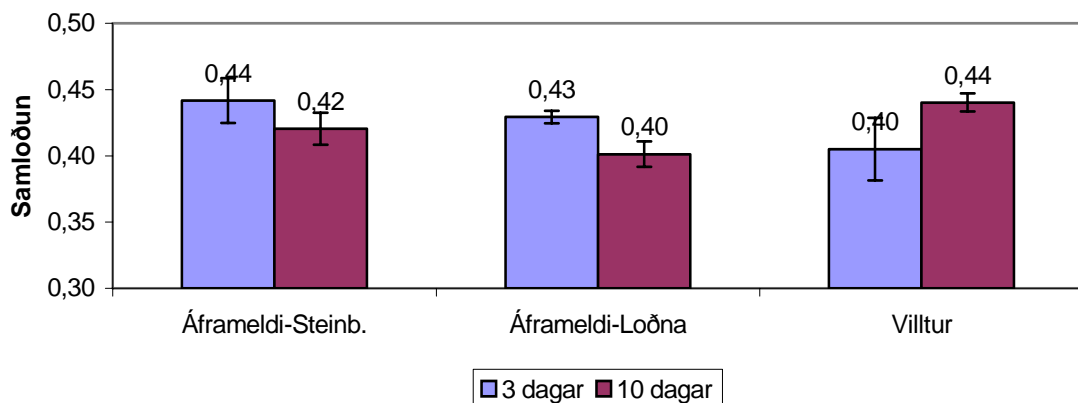
Samanburður á áferðareiginleikum villta þorsksins og þorsksins úr áframeldinu sýndi að munur á hörku flakanna eftir 3 daga á ís var óverulegur ($p > 0,05$). Hins vegar var tilhneiging til meiri hörku í flökum af villtum fiski en áframeldisfiski (Mynd 6). Eftir 10 daga á ís, reyndist harka marktækt hærri en í flökum áframeldisfisks sem alinn hafði

verið á loðnu ($p < 0,05$). Tilhneiging var til minnkandi hörku með lengri geymslutíma innan hvers hóps. Marktækur munur var á hörku flaka af steinbítsöldum fiski, milli þriðja og tíunda dags á ís ($p < 0,05$).



Mynd 6. Harka þorsklaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðna. Harka var mæld eftir dauðastirðnun og eftir 10 daga á ís ($n=3$; meðaltal \pm staðalfrávik).

Samloðun var nokkuð minni í flökum villta þorsksins eftir 3 daga á ís samanborið við áframeldisþorskin og reyndist munurinn marktækur miðað við fisk sem alinn hafði verið á steinbítsafskurði ($p < 0,05$). Aftur á móti, reyndist samloðunin vera mest í flökum villta þorsksins en minnst í flökum úr loðnukví eftir 10 daga á ís (Mynd 7). Marktækur munur var á villtum þorski og þorski sem alinn hafði verið á loðnu. Samloðunin jókst því með geymslu í flökum af villtum þorski ($p \leq 0,05$). Aftur á móti reyndist tilhneiging fyrir minnkun á samloðun í flökum áframeldisþorsksins.



Mynd 7. Samloðun þorsklaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðna. Samloðun var mæld eftir dauðastirðnun og eftir 10 daga á ís ($n=3$; meðaltal \pm staðalfrávik).

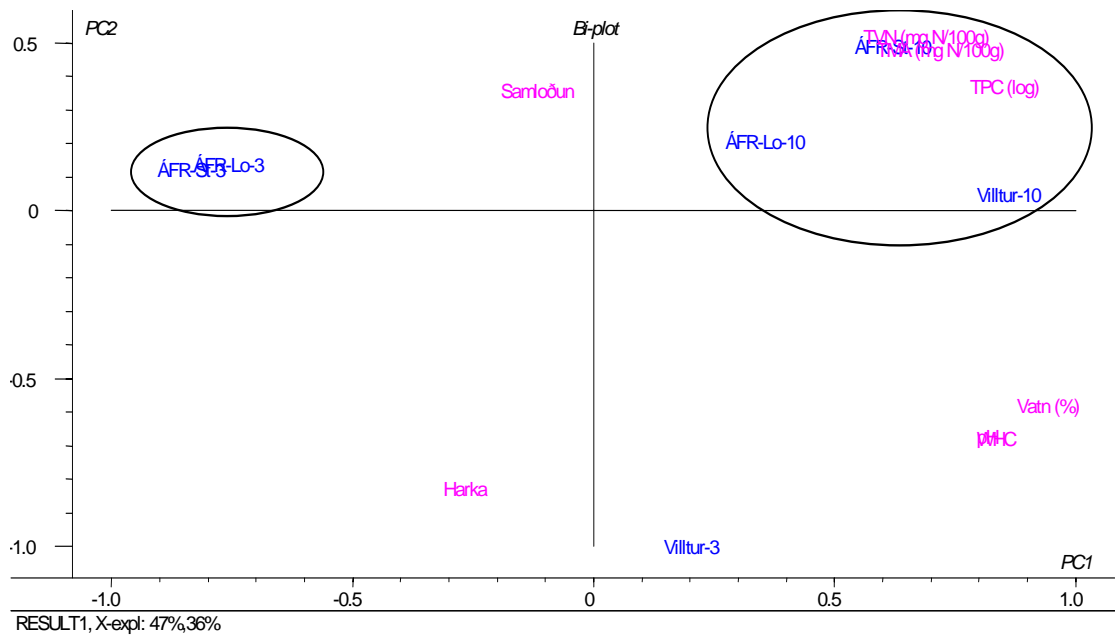
Skynmat

Þegar flök voru metin samkvæmt Torry ferskleikastiga fengu flök villta þorsksins lægstu einkunn eftir geymslu á ís í 3 og 10 daga en því hærrí sem einkunn er, því „ferskari” er fiskurinn. Eftir 3 daga á ís fengu flök af loðnuöldum fiski hærrí einkunn, heldur en flök af steinbítisöldum fiski. Eftir geymslu í 10 daga á ís var þessu öfugt farið. Skynmat á fiskinum eftir 3 daga á ís leiddi í ljós að áferð flaka af villtum þorski var mýkri og maukkenndari heldur en þegar um áframeldisfisk var að ræða. Sömu niðurstöður fengust eftir geymslu í 10 daga á ís. Eftir 3 daga á ís mældust flök úr loðnukví vera stinnari og þurrari heldur en flök annarra hópa. Aftur á móti reyndust flök úr steinbítiskví stinnust og minnst maukkennd eftir 10 daga á ís.

Niðurstöður úr röðunarprófum og Torry ferskleikastiga bentu til þess að flök af steinbítisöldum fiski hafi betra geymsluþol heldur en flök af loðnuöldum fiski. Flök af fiski sem alinn var á steinbítisafskurði fengu hærrí einkunn úr Torry ferskleikastiganum eftir 10 daga á ís og þau röðuðust einnig sem stinnari og minna maukkennd samanborið við önnur flök.

Fjölþáttagreining

Fjölþáttagreining (Principal component analysis - PCA) var notuð til að skoða áhrif allra þátta samhliða í margvíðu rúmi, þannig fékkst mynd af því hvað ylli mestum breytileika á milli hópa. Niðurstöður sýndu einkum að munur á villtum þorski og þorski úr áframeldi var mikill eftir dauðastirðnun en minnkaði við geymslu (Mynd 8). Hins vegar jókst munur á milli eldisfisksins eftir því á hvernig fóðri hann hafði verið alinn. Skýring þess lá einkum í meiri örveruvexti og hærra hlutfalli af niðurbrotsefnunum TVN og TMA í vöðva þess fisks sem alinn hafði verið á steinbítisafskurði. Með mælingum á TVN eða heildarmangi reikulla basa var bæði verið að mæla TMA og önnur köfnunarefnissambönd sem myndast við niðurbrot í vöðva, af völdum örvera og ensíma (Huss, 1995). Sterk fylgni var á milli vatnsinnihalds, vatnsheldni og sýrustigs. Þekkt er að vatnsheldni sé breytileg eftir sýrustigi og aukist eftir því sem að sýrustig er lengra frá jafnhleðslupunkti (pH 5,5) (Fennema, 1990).



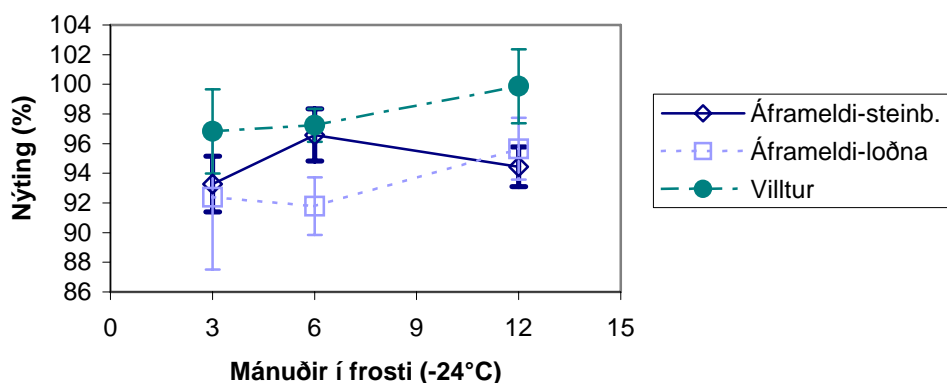
Mynd 8. Fjölbáttagreining á mældum breytum við geymslu þorsks á ís eftir 3 og 10 daga. Um var að ræða villtan þorsk (Viltur) og þorsk úr áframeldi sem alinn var á steinbítasfiskurði (ÁFR-St) eða loðnu (ÁFR-Lo),

Fryst flök (hópur FR)

Nýting eftir frystingu

Nýting flaka eftir geymslu í frosti var reiknuð út til að meta þyngdarbreytingar við frystingu og þíðingu. Flökin voru geymd í eitt ár og mælingar gerðar eftir 3, 6 og 12 mánuði. Á öllum tímavörðum var tilhneiging til hærri nýtingar hjá flökum villta þorsksins. Munur var þó ekki marktækur eftir 3 mánuði og ekki nema á milli villta fisksins ($97,2 \pm 1,1\%$) og loðnualins fisks ($91,8 \pm 1,9\%$) eftir 6 mánuði í frosti. Hins vegar var villti þorskurinn ($99,9 \pm 2,5\%$) marktækt frábrugðinn ($p < 0,05$) bæði loðnuöldum fiski ($95,6 \pm 2,1\%$) og steinbítsöldum fiski ($94,4 \pm 1,3\%$) eftir 12 mánuði í frosti (Mynd 9).

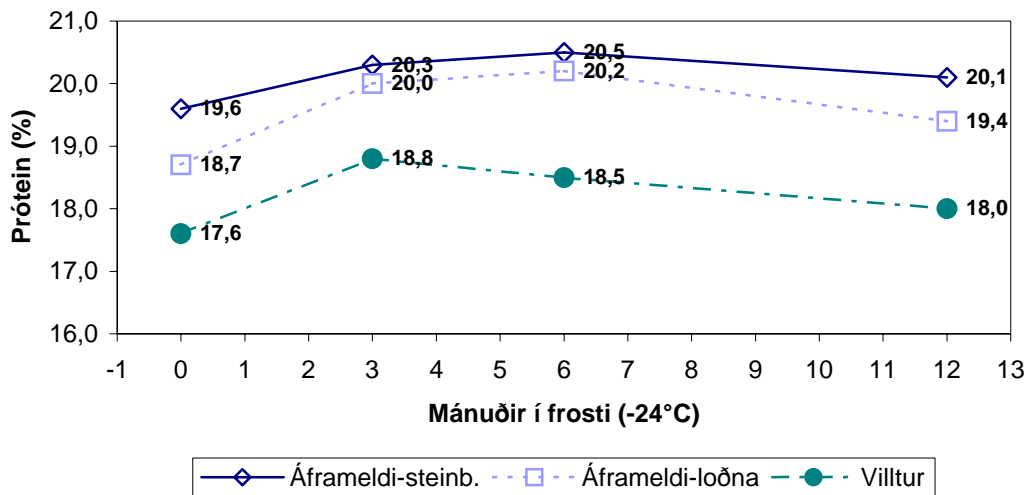
Samanburður á áframeldisþorskinum eftir geymslu í frosti, sýndi að nýting flaka var svipuð eftir 3 og 12 mánuði ($p > 0,05$), þ.e. fôðurgerð virtist hafa lítil áhrif. Hins vegar var nýting hjá steinbítsöldum fiski marktækt hærri en hjá loðnuöldum fiski eftir 6 mánuði. Ef breytingar með tíma voru skoðaðar fyrir þennan hóp, kom í ljós að nýtingin var nokkuð hærri eftir 6 mánuði heldur en eftir 3 og 12 mánuði. Hugsanlega er ein af skýringunum sú að náttúrulegur breytileiki á milli einstaklinga hefur haft áhrif á niðurstöður þar sem fjöldi einstaklinga sem mældur var hverju sinni var takmarkaður (5-7 stk).



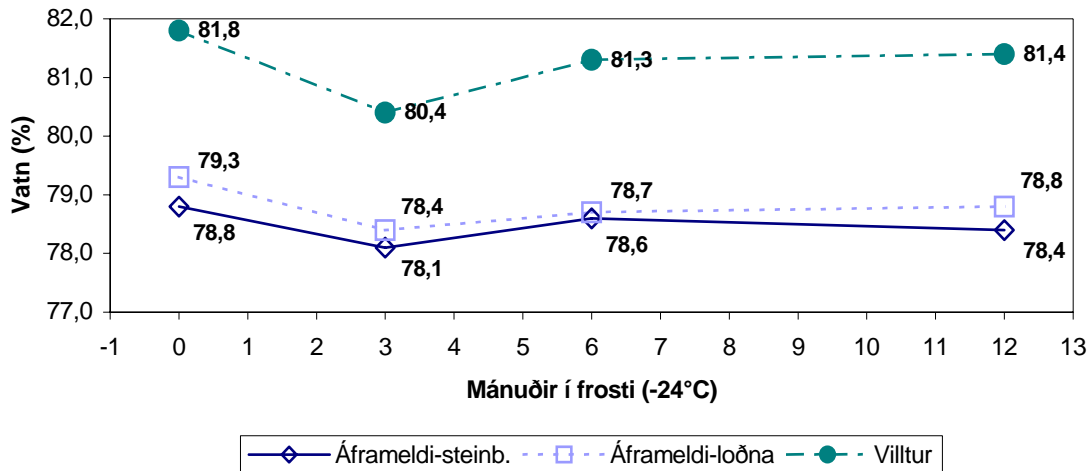
Mynd 9. Nýting (%) flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Nýting var metin út frá þyngd flaka eftir mislanga geymslu í frosti samanborið við þyngd fyrir frystingu ($n=5-7$; meðaltal \pm staðalfrávik)

Prótein, vatn og pH

Samanburður á próteininnihaldi flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sýndi að próteininnihald var heldur lægra í villtum þorski en í áframeldisfiski. Ákveðin tilhneiging var til herra próteininnihalds í steinbítsöldum fiski en loðnuöldum (Mynd 10). Þessu var öfugt farið með vatnsinnihald það reyndist mest í villtum fiski (Mynd 11). Hlutfall vatns lækkaði lítilega við frystiferlið en það var að stærstum hluta vegna vatnstaps sem varð við þíðinguna. Við það að hlutfall vatns lækkar, eykst magn próteina hlutfallslega miðað við heildarþyngd. Breytingar til hækkunar eða lækkunar á ákveðnum tímamarkum í geymslunni gætu hafa stafað af breytileika milli þeirra einstaklinga sem teknir voru til mælinga hverju sinni.



Mynd 10. Próteininnihald (%) flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Próteininnihald var metið eftir mismunandi geymslu í frosti (mælt í safnsýni samansett úr n flökum eða n = 3 fyrir ferskt, 3 og 6 mánaða, n = 5 fyrir 12 mánaða sýni).



Mynd 11. Vatnsinnihald (%) flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Vatnsinnihald var metið eftir mislanga geymslu í frosti (mælt í safnsýni samansett úr n flökum eða $n = 3$ fyrir ferskt, 3 og 6 mánaða, $n = 5$ fyrir 12 mánaða sýni).

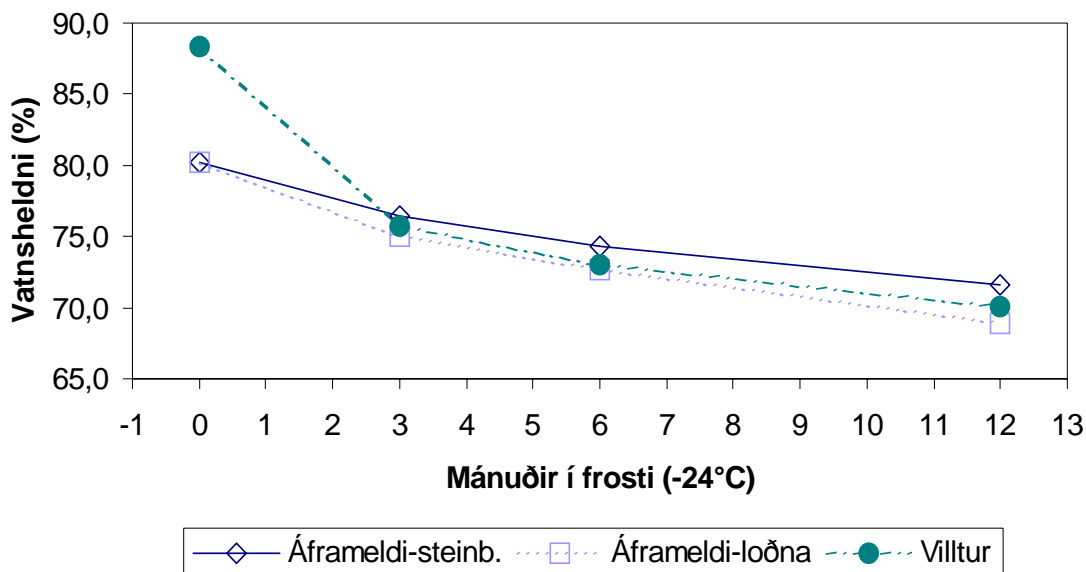
Sýrustig hélst óbreytt í villtum þorski á geymslutímanum (Tafla 11). Aftur á móti mældist örlítill hækkun í báðum eldishópunum eða pH-gildi hækkaði um 0,2 og 0,3 fyrir fisk sem alinn var á steinbítsafskurði og loðnu.

Tafla 11. Sýrustig (pH) flaka af villtum og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Mælt var eftir 3, 6 og 12 mánaða geymslu í frosti, auk fersks sýnis (safnsýni útbúið úr n flökum þar sem $n = 3$ er fyrir fersk, 3 og 6 mánaða, $n = 5$ er fyrir 12 mánaða sýni).

Geymsla í frosti (-24°C)	Áframeldi-steinb.	Áframeldi-loðna	Villtur
Ferskur	6,1	6,0	6,7
3 mánuðir	Ekki mælt	Ekki mælt	Ekki mælt
6 mánuðir	6,2	6,2	6,7
12 mánuðir	6,3	6,3	6,7

Vatnsheldni (WHC)

Vatnsheldni var nokkuð hærri í upphafi hjá villtum fiski (88,4%) en steinbítsöldum (80,2%) og loðnuöldum (80,2%) fiski. Hins vegar virtist frystingin hafa mest áhrif á vatnsbindieiginleika flaka af villtum fiski og eftir frystingu var vatnsheldni svipuð hjá öllum hópunum. Vatnsheldni fór minnkandi með geymslu í frosti og eftir 12 mánuði reyndis hún vera 70,1% hjá villtum fiski, 68,9% hjá loðnuöldum fiski og 71,6% hjá steinbítsöldum fiski (Mynd 12).

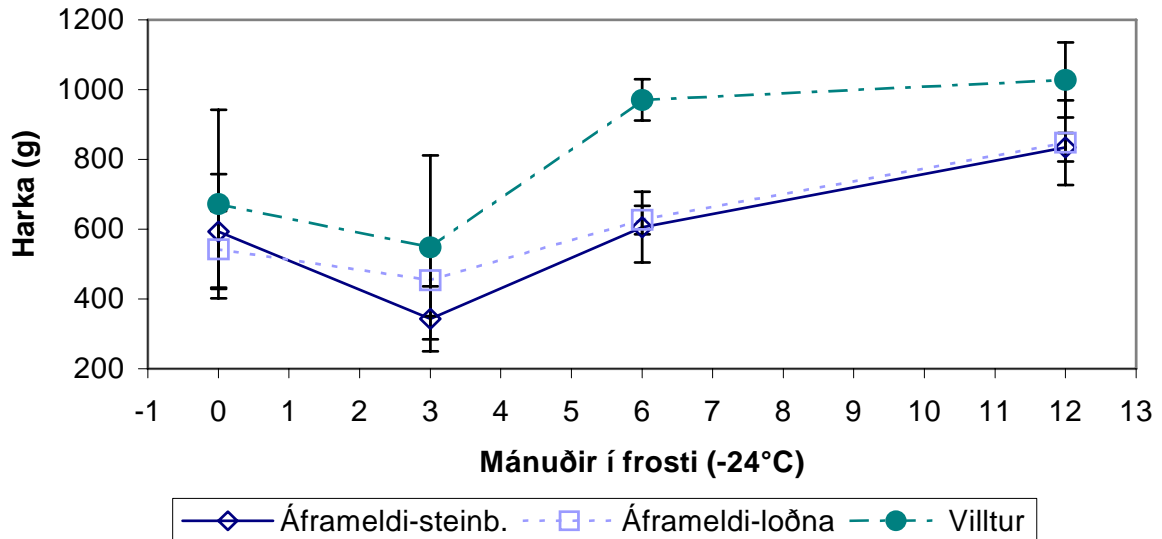


Mynd 12. Vatnsheldni (%) flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Vatnsheldni var metin eftir mislanga geymslu í frosti (safnsýni úr 3 flökum).

Áferð

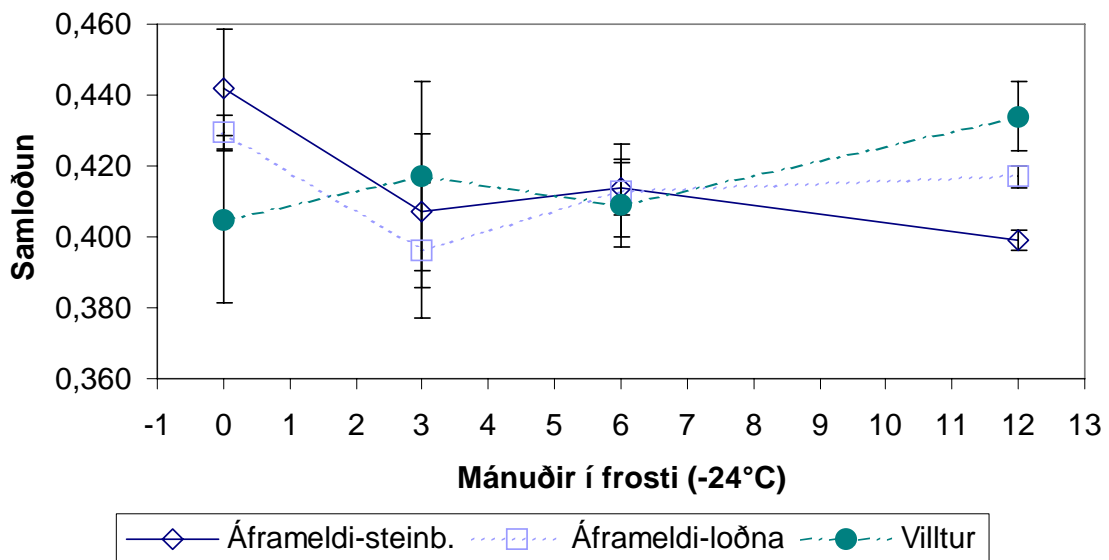
Harka (stinnleiki) var heldur meiri í flökum af villtum fiski en fiski úr áframeldi, óháð frystingu eða tíma í frosti (Mynd 13). Þessi munur kom vel í ljós við meðhöndlun flakanna, þar sem flök af villtum þorski voru öll stífari og stinnari við meðhöndlun. Tilhneiging var til minni hörku í öllum hópum eftir 3 mánaða geymslu í frosti en eftir það fór hún hækkandi með geymslutíma. Eftir 6 mánuði í frosti reyndist harka fisks úr áframeldi svipuð og fyrir frystingu en nokkuð meiri hjá villta fiskinum. Eftir 12 mánuði í frosti, hafði aukning í hörku orðið hlutfallslega svipuð í áframeldisfiskinum og villta fiskinum, samanborið við þau gildi sem fengust fyrir fersk flök. Hugsanlegt er að áferðarbreytingar á vöðvanum við geymslu í frosti hafi verið hraðari í villta fiskinum (Mynd 13).

Harka flaka áframeldisfisks, virtist ekki vera háð föðurgerð. Þá reyndist munur á gildum vera marktækur eftir 3 mánuði í frosti. Harka var meiri í flökum af loðnuöldum fiski ($p \leq 0,05$).



Mynd 13. Harka (g) ferskra og frystra flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var steinbítsafskurði eða loðnu. (n=3; meðaltal ± staðalfrávik)

Samloðun sveiflast nokkuð með geymslutíma í öllum hópum sem takmarkaði samanburð á hópum og breytingum með geymslutíma. Helst mátti greina tilhneigingu til vaxandi samloðunar hjá flökum af villtum fiski en minnkandi samloðunar hjá flökum af steinbítsöldum fiski (Mynd 14).



Mynd 14. Samloðun ferskra og frystra flaka af villtum þorski og þorski úr áframeldi sem alinn var steinbítsafskurði eða loðnu. (n=3; meðaltal ± staðalfrávik)

Skynmat

Á öllum tímápunktum fengu flök af villta þorskinum lægri einkunn í ferskleikamati (Torry stig) heldur en flök af þorski úr áframeldi. Þau þóttu aftur á móti safaríkur og meyrari (Tafla 12). Nokkur munur reyndist á milli flaka af steinbítsöldum fiski eftir 6 og 12 mánaða geymslu hvað varðar matsþáttinn seigur-meyr. Ekki reyndist munur á milli flaka af fiski úr steinbítiskví og loðnukví.

Hvað varðar niðurstöður úr athugunum á þáttum eins og þurr/safaríkur og seigur/meyr á flökum áframeldisfisks, þá reyndust þær óvenju lágar (30 til 49 QDA stig). Niðurstöðurnar benda til þess að þessi flök hafi þótt óvenju þurr og seig miðað við almenna reynslu sem hefur fengist úr skynmati á frosnum flökum.

Tafla 12 - Niðurstöður skynmats á flökum eftir 3, 6 og 12 mánaða frystigeymslu (-24°C).

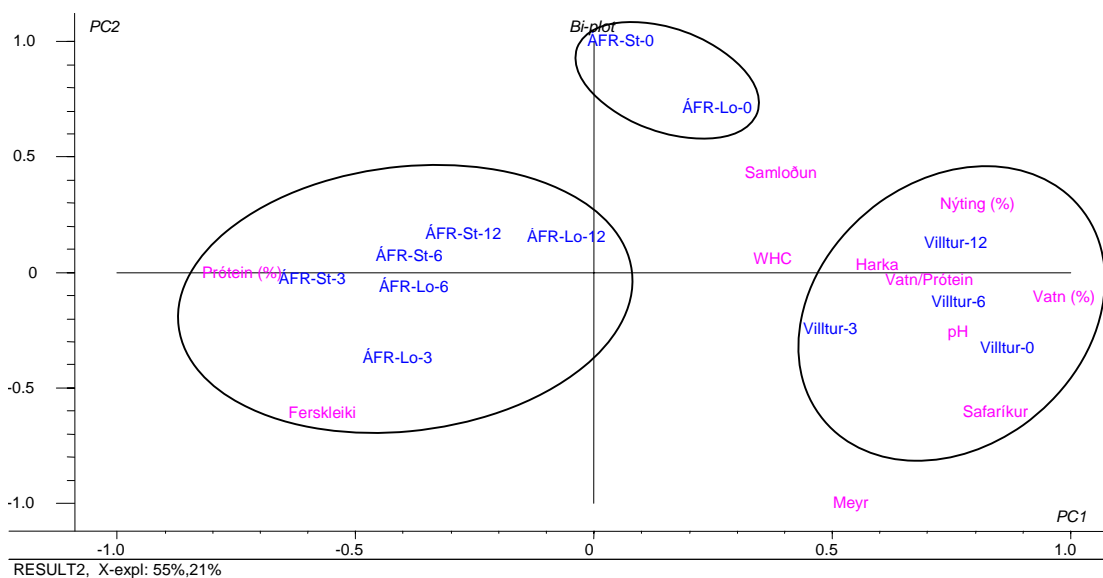
Hópur	Ferskleiki ^a			Þurr/safaríkur ^b			Seigur/meyr ^b		
	3	6	12	3	6	12	3	6	12
Áframeldi- steinb.	8,2	8,1	7,2	40	38	34	30	29	24
Áframeldi- loðna	8,5	8,1	7,5	49	43	40	36	37	26
Villtur	7,6	7,3	6,7	65	56	54	65	61	53

^a Ferskleikinn er metinn samkvæmt Torry ferskleikamati, skali 3 til 10.

^b Metið með QDA skala 0 til 100.

Fjölþáttgreining

Meginmunur á milli villts og áframeldisfisk eftir geymslu í frosti lá í ferskleika og próteininnihaldi annars vegar og áferð og vatnsbindieiginleikum hins vegar. Villti fiskurinn hélt betur vatnsbindieiginleikum sínum í gegnum frystingu og suðu. Hjá vilta fiskinum var nýting eftir frystingu betri, fiskurinn var safaríkari eftir suðu og einnig meyrari, þrátt fyrir að harka væri meiri fyrir suðu. Einnig virtust breytingar á eldisfiskinum verða hlutfallslega meiri við frystingu heldur en hjá vilta fiskinum (Mynd 15).

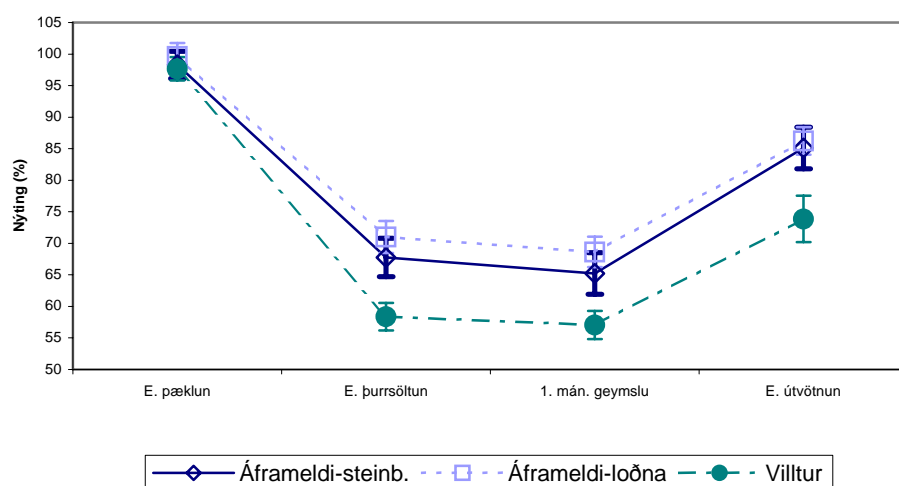


Mynd 15. Fjölþáttgreining á mældum breytum við geymslu þorskflaka í frosti, eftir 0, 3, 6 og 12 mánuði. Um var að ræða villtan þorsk (Villtur) og þorsk úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði (ÁFR-St) eða loðnu (ÁFR-Lo),

Söltuð flök

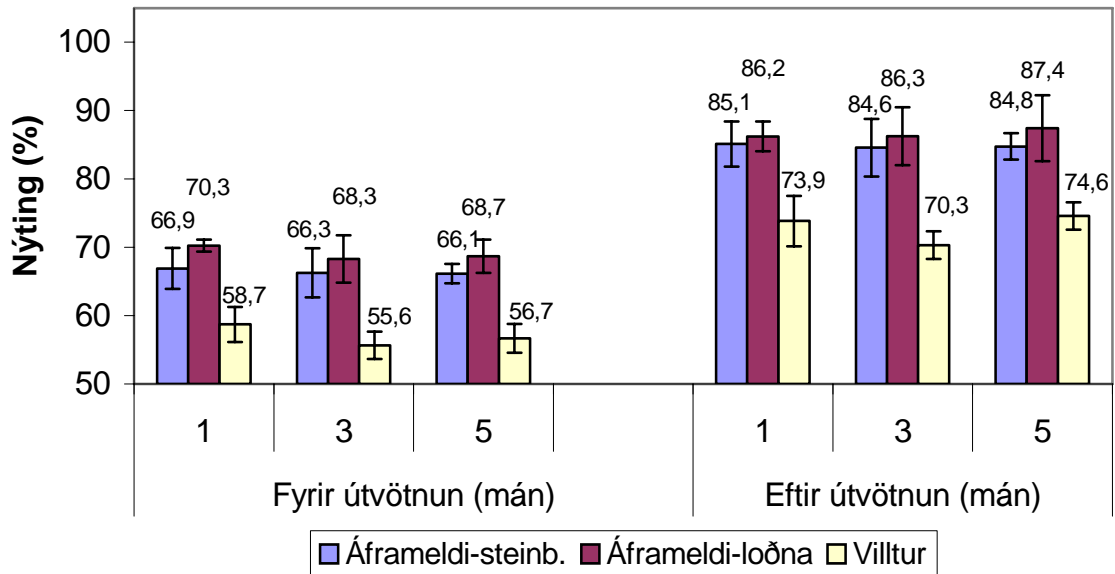
Nýting

Nýting eftir pæklun var best ($p < 0,05$) hjá flökum af loðnuöldum fiski eða $99,6 \pm 2,1\%$, steinbítalinn fiskur var með nýtingu upp á $98,3 \pm 2,2\%$ og villtur fiskur með $97,7 \pm 1,8\%$. Eftir söltun var marktækur munur á öllum hópunum en nýting var best hjá loðnuöldum fiski $71,0 \pm 2,5\%$, $67,8\% \pm 3,1\%$ hjá steinbítöldum fiski en $58,4 \pm 2,2\%$ hjá villtum fiski. Við geymslu lækkaði nýting í $68,6 \pm 2,4\%$, $65,2 \pm 3,3\%$ og $57,0 \pm 2,2\%$ miðað við sömu röð hópa á undan (Mynd 16). Við útvötnun var hlutfallsleg þyngdaraukning hópanna svipuð. Þar af leiðandi var villti fiskurinn áfram með mun lakari nýtingu heldur en áframeldisfiskurinn eða $73,9 \pm 6,7\%$ miðað við þyngd flaka fyrir söltun. Nýting flaka eftir útvötnun af steinbítöldum fiski var $85,1 \pm 3,3\%$ og $86,2 \pm 2,2\%$ hjá flökum af loðnuöldum fiski.



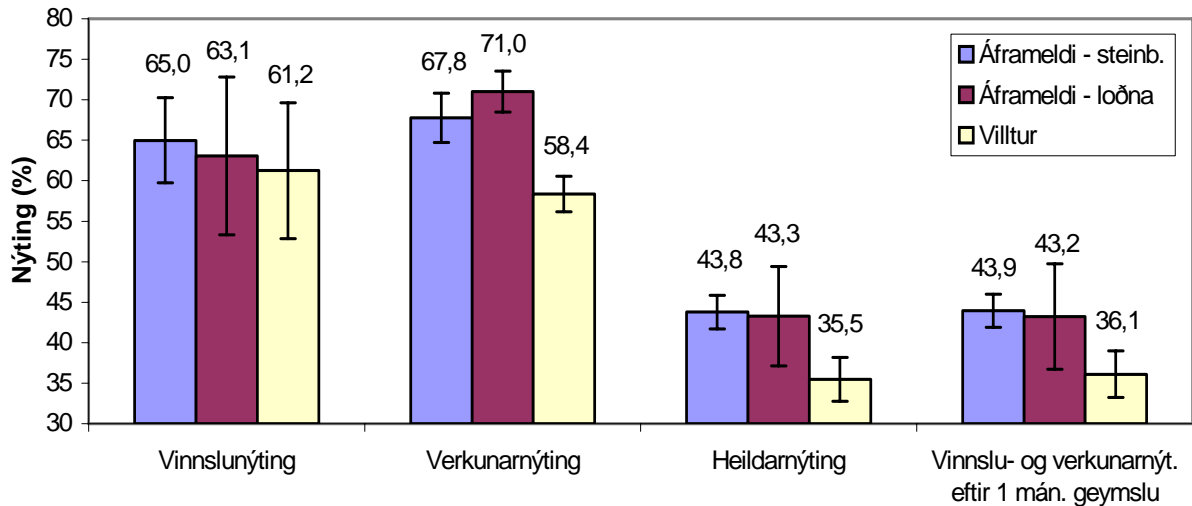
Mynd 16. Nýting saltfiskflaka af villtum fiski og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítasafskurði eða loðnu, við verkun og eftir útvötnun ($n=29-36$ við verkun / 5 við útvötnun; meðaltal \pm staðalfrávik).

Samanburður var gerður á nýtingu flaka eftir mislanga geymslu 1, 3 og 5 mánuði, fyrir og eftir útvötnun. Villti fiskurinn var á öllum stigum með lakari nýtingu, bæði fyrir og eftir útvötnun ($p < 0,05$). Tilhneiging var til hærri nýtingar hjá flökum af loðnuöldum fiski samanborið við steinbítalinn fisk en munur var ekki marktækur nema eftir 1 mánuð í geymslu (Mynd 17).



Mynd 17. Nýting saltfiskflaka af villtum fiski og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítisafskurði eða loðnu eftir mislanga geymslu í 1, 3 eða 5 mánuði. Nýting var metin fyrir og eftir útvötnun ($n=5$; meðaltal \pm staðalfrávik).

Samanburður var gerður á vinnslunýtingu (flakanýtingu), verkunarnýtingu eftir þurrköltun og heildarnýtingu þeirra fiska sem saltaðir voru. Munur á flakanýtingu var ekki marktækur þó tilhneiging væri til hærri nýtingar hjá fiski úr áframeldi. Áframeldisfiskurinn var með betri verkunarnýtingu heldur en villti fiskurinn eins og áður hefur komið fram. Áætluð heildarnýting eftir verkun var einnig hærri hjá áframeldisfiskinum ($p<0,05$) en hún var reiknuð sem margfeldi af vinnslunýtingu, verkunarnýtingu og pökkunarnýtingu (96%). Margfeldi af vinnslu- og verkunarnýtingu eftir 1 mánuð í geymslu sýndi að nýting áframeldisfisksins var í samræmi við áætlaða heildarnýtingu þar sem gert hafði verið ráð fyrir 4% rýrnun við flutning og geymslu en hins vegar var nýting villta fisksins lítillega hærri (Mynd 18). Heildarnýting steinbítisalins fisks var áætluð $43,8 \pm 2,1\%$ en var $43,9 \pm 2,0\%$ eftir 1 mánuð í geymslu, þessi gildi voru $43,3 \pm 6,1\%$ og $43,2 \pm 6,5\%$ fyrir loðnualinn fisk og $35,5 \pm 2,7\%$ og $36,1 \pm 2,6\%$ fyrir villtan fisk.



Mynd 18. Nýtingartölur fyrir saltfiskflök (n=27-36) af villtum fiski og áframeldisfiski sem alinn var á steinbítsafskurði eða loðnu. Vinnslunýting (%), verkunarnýting eftir þurrsöltun og áætluð heildarnýting eftir vinnslu og verkun, gert var ráð fyrir 4% rýrnun við þökkun og flutninga (þökkunarnýting 96%). Samanlögð vinnslu- og verkunarnýting flakanna var metin eftir 1 mánaða geymslu til samanburðar.

Vatn, salt, prótein og pH

Saltstyrkur fyrir útvötnun og eftir eins mánaðar geymslu reyndist 20,8%, 20,7% og 20,1% í flökum úr steinbítiskví, loðnukví og hjá villtum þorski. Eftir útvötnun mældist saltstyrkurinn vera 1,6%, 1,9% og 0,6% í steinbítöldum, loðnuöldum og villtum þorski. Sá munur sem fram kom í saltstyrk á milli flaka eldisþorsks og villts þorsks má að öllum líkindum og að stærstum hluta rekja til stærðarmunar sem var á flökum á milli hópanna. Hvert flak af villtum fiski var að meðaltali um 0,5 kg fyrir söltun en flök af áframeldisfiski um 1,2 kg.

Prótein (N*6,25) var mælt í flökum eftir eins mánaðar geymslu í salti (fyrir útvötnun) og eftir þrjú mánuði (eftir útvötnun). Styrkur próteina reyndist vera 20,9%, 20,6% og 24,0% í flökum þorsks úr steinbítiskví og loðnukví og villts þorsks eftir eins mánaðar geymslu í salti. Eftir þriggja mánaða geymslu og útvötnun reyndist próteinstyrkur 15,5% í flökum þorsks úr steinbítiskví og loðnukví en 17,8% í flökum af villtum þorski (Tafla 13). Eftir 6 mánaða geymslu og útvötnun var munur á milli villts fisk og áframeldisfisks minni eða 15,6% vs. 16,1% hjá steinbítöldum fiski og 15,6% hjá loðnuöldum fiski.

Tafla 13. Niðurstöður efnamælinga saltfisksflaka fyrir og eftir útvötnun eftir 1, 3 og 6 mánuði frá þökkun. Safnsýni 5 einstaklinga (n=5).

		Salt (%)		Vatn (%)		Prótein (%)		pH
		F.útv.	E.útv.	F.útv.	E.útv.	F.útv.	E.útv.	
Kví 1 (steinbítiskví)	1 mánuður	20,8	1,6	57,5	82,6	20,9		
	3 mánuðir		2,2		82,1		15,5	5,82
	6 mánuðir		2,2		81,3		16,1	5,87
Kví 2 (loðnukví)	1 mánuður	20,7	1,9	57,5	82,2	20,6		
	3 mánuðir		0,43		82,8		15,5	5,90
	6 mánuðir		2,2		82,1		15,6	5,92
Villtur	1 mánuður	20,1	0,6	55,4	83,7	24,0		
	3 mánuðir		0,56		81,5		17,8	6,42
	6 mánuðir		1,3		82,6		15,6	6,41

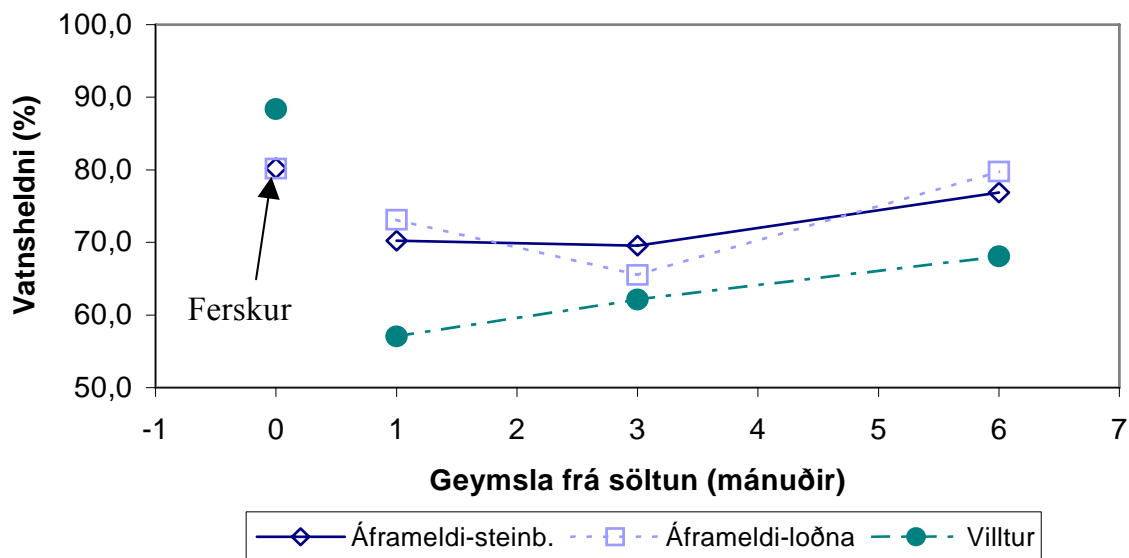
¹Prótein = N*6,25

Vatnsheldni (WHC)

Eftir söltun og útvötnun var vatnsheldni flaka lægri heldur en fyrir söltun. Meiri munur var á vatnsbindieiginleikum villta fisksins fyrir og eftir söltun heldur en hjá fiski úr áframeldi (Mynd 19). Eftir mánaðar geymslu og útvötnun var vatnsheldni villts fisks 57,1% samanborið við 88,4% þegar fiskurinn var ferskur. Vatnsheldni hjá fiski sem alinn hafði verið á steinbíti lækkaði minna eða úr 80,2% í 70,2% og hjá loðnuöldun fiski úr 80,2% í 73% eftir söltun og útvötnun. Það var tilhneiging að vatnsheldni var vaxandi með geymslutíma einkum í flökum af villtum fiski. Eftir 5 mánaða geymslu var vatnsheldnin 68,1% hjá villtum fiski en 76,9% hjá steinbítöldum fiski og 79,8% hjá loðnuöldum fiski.

Þess bera að geta að saltinnihald í flökunum eftir útvötnun hefur veruleg áhrif á vatnsheldni. Það var í flestum tilfellum hærra í áframeldisfiskinum eftir útvötnun og gæti þar af leiðandi skýrt hærri vatnsheldni að stórum hluta. Vatnsheldni féll í loðnuöldum fiski eftir 3 mánuði í geymslu sem er í samræmi við niðurstöður úr saltmælingum, þ.e. saltinnihald var mun lægra á þeim tímapunkti heldur en eftir 1 og 6

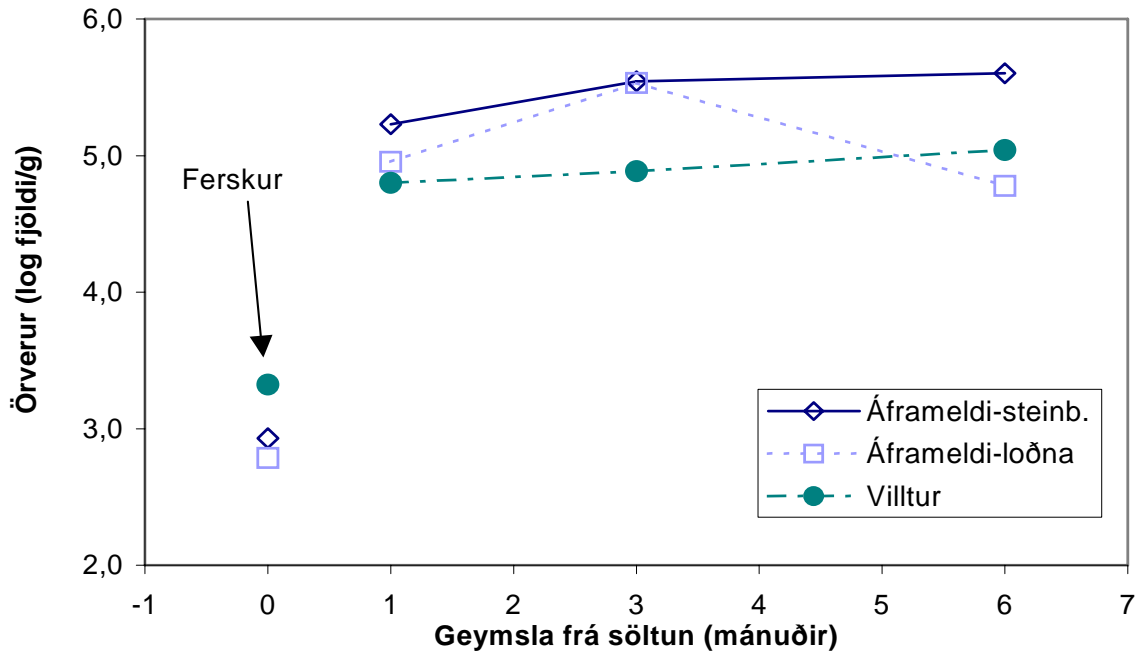
mánuði. Niðurstaðan er því sú að erfitt er að meta áhrif söltunar og geymslutíma á vatnsheldni eftir útvötnun þar sem saltinnihald var mjög breytilegt bæði á milli hópa og m.t.t. tíma.



Mynd 19 - Breytingar á vatnsheldni (% \pm staðalfrávik) vöðvapróteina í útvötnuðum saltfisksflökum eftir geymslutíma samanborið við vatnsheldni ferskra flaka. Safnsýni þriggja einstaklinga ($n=3$).

Örverur

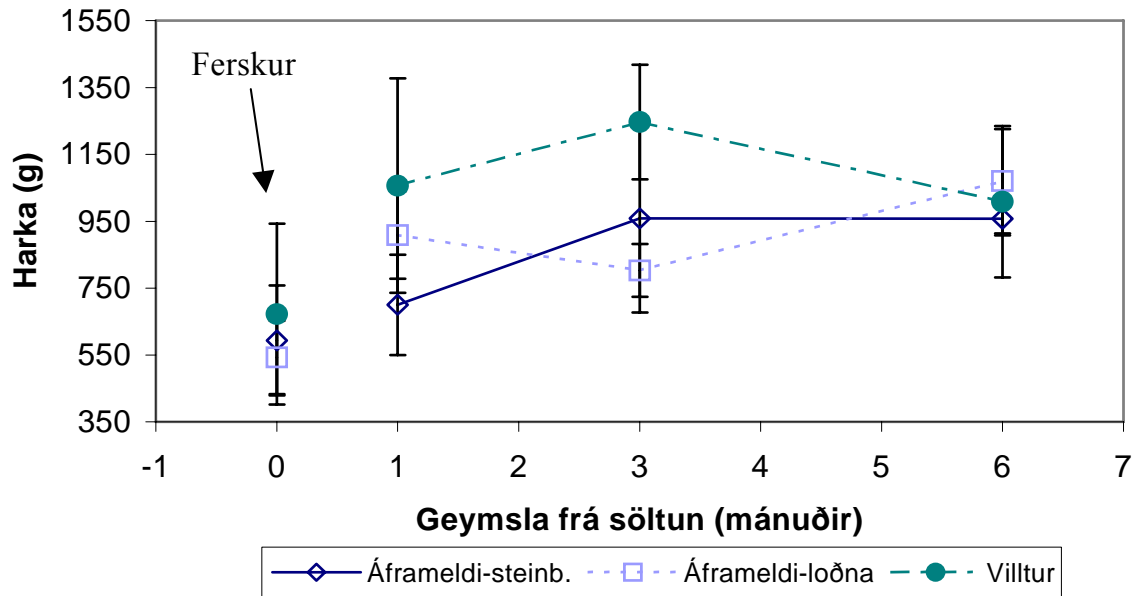
Fylgst var með örveruvexti í útvötnuðum flökum eftir geymslutíma í salti, en mælingar fóru fram á útvötnuðum flökum. Tilhneiging var til aukins fjölda örvera í útvötnuðum flökum eftir því sem leið á geymslutímamann, nema í loðnuöldum fiski (Mynd 20). Heildarfjöldi örvera var hærri í flökum úr steinbítuskví ($170 \cdot 10^3$ /g) borið saman við loðnukví ($90 \cdot 10^3$ /g). Eftir þriggja mánaða geymslu var örverufjöldi þessara hópa sambærilegur eða $350 \cdot 10^3$ /g og $340 \cdot 10^3$ /g fyrir steinbítuskví og loðnukví á hvert gramm sýnis. Eftir 6 mánaða geymslu var örverufjöldi í flökum úr loðnukví lægri og nær því að vera það sem mældist í villtum fiski.



Mynd 20 - Örveruvöxtur á plate count agar með 0,5% NaCl (heildartalning við 22°C) í flökum eftir mismilanga geymslu í salti og ferskum flökum eldisþorsks og villts þorsks. Mælt í safnsýni þriggja einstaklinga.

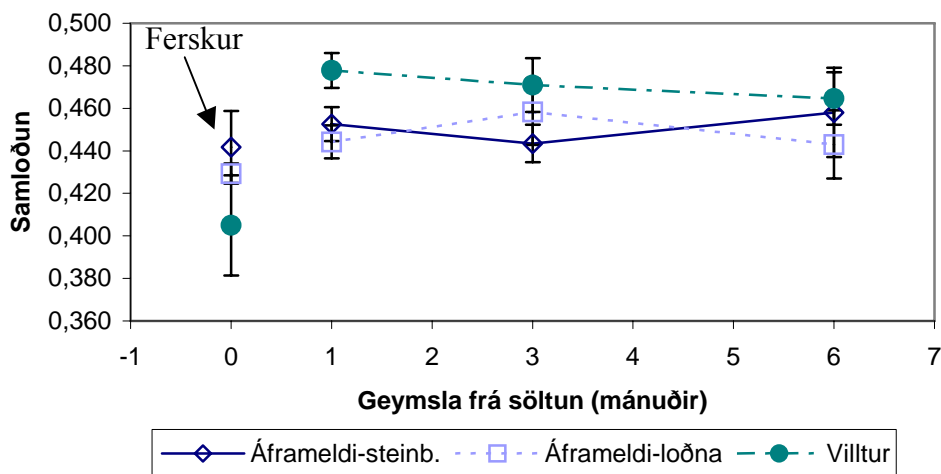
Áferð

Harka útvatnaðra saltfisksflaka var meiri heldur en hjá ferskum flökum (Mynd 21). Samanburður á milli hópa sýndi að tilheiging var til meiri hörku hjá villtum fiski heldur en áframeldisfiski eftir 1 og 3 mánuði í geymslu. Harka var lægst í flökum af steinbítisöldum fiski, marktækt frábrugðin flökum af villtum fiski og loðnuöldum fiski. Ekki reyndist vera marktækur munur á milli eldishópa eftir þriggja mánaða saltgeymslu og útvötnun. Aftur á móti kom fram munur á milli beggja eldishópanna og flaka villts þorsks. Eftir 6 mánaða geymslu og útvötnun voru gildi fyrir hörku svipuð fyrir alla hópana ($p > 0,05$).



Mynd 21 - Harka (g) mæld í útvötnuðum flökum eldisþorsks og villts þorsks eftir geymslu í salti og ferskum flökum ($n=3-5$; meðaltal \pm staðalfrávik).

Samloðun útvatnaðra flaka var heldur meiri en hjá ferskum flökum (Mynd 22). Tilhneiging var til meiri samloðun hjá villta fiskinum en fiski úr áframeldinu. Munurinn var marktækur samanborið við steinbítalinn fisk óháð geymslutíma. Aftur á móti reyndist munur aðeins marktækur á milli flaka úr loðnukví og villts þorsks eftir 1 mánuð í geyslu.



Mynd 22 - Samloðun mæld í útvötnuðum flökum eldisþorsks og villtþorsks eftir geyslu í salti og í ferskum flökum ($n=3-5$; meðaltal \pm staðalfrávik).

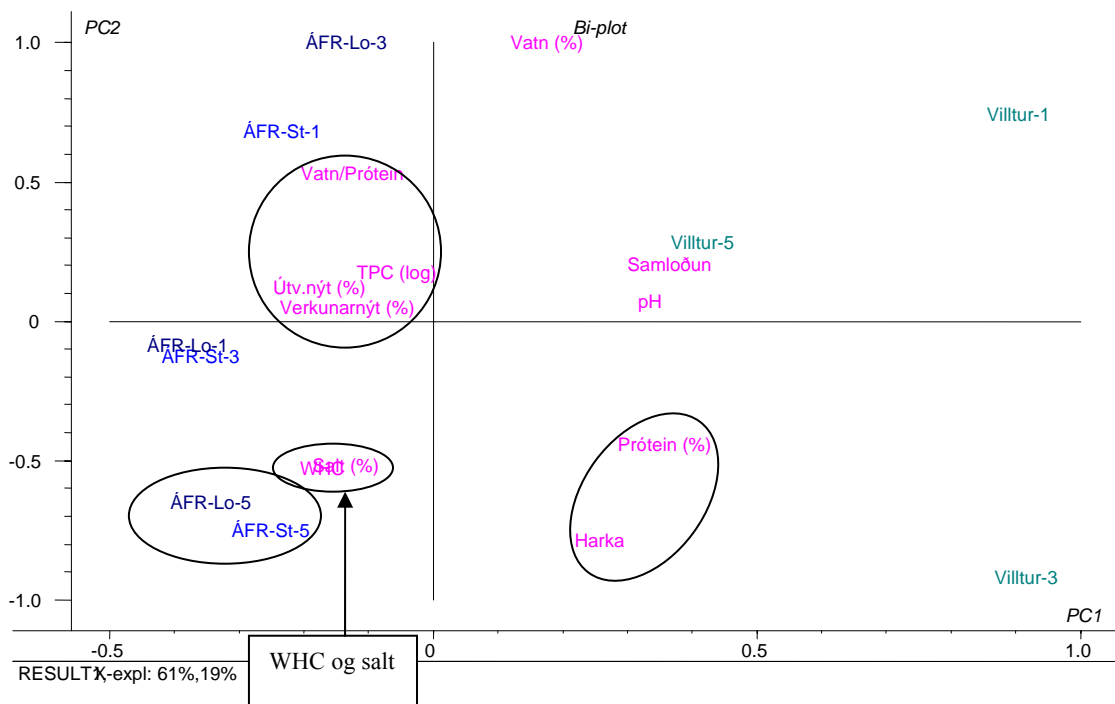
Skynmat

Meginniðurstaða skynmats á saltfiskflökum er sú að flök af villtum þorski reyndust frábrugðin þorskflökum úr steinbítiskví og loðnukví. Þau höfðu minna verkunar- og saltbragð og voru seigari og þurrari. Segja má að útvötnun hafi verið meiri á flökum villta fisksins þar sem þau voru um helmingi minni en flök úr áframeldi. Það gæti að stórum hluta skýrt mismun í bragði á milli hópanna.

Eftir 1 mánuð og 3 mánuði í geymslu voru flök af villtum þorski stinnari, en flök úr áframeldi en ekki var munur á hópum eftir 6 mánuði. Sýnin voru metin í tveim umferðum í hvert skipti og flök úr loðnukví og steinbítiskví hafi til skiptis verið með mesta saltbragðið. Eftir 1 og 3 mánuði reyndust flök úr loðnukví safarikust og meyrust í seinni umferð skynmatsins.

Fjölþáttagreining

Breytileika á milli hópa mátti fyrst og fremst skýra út frá áferðareiginleikum og próteininnihald annars vegar og saltinnihaldi og þáttum er tengjast vatnsbindingu hins vegar. Mjög góð fylgni var á milli nýtingar fyrir og eftir útvötnun. Sama var að segja um saltinnihald og vatnsheldni. Áframeldisfiskurinn innihélt að jafnaði meira salt eftir útvötnun sem hafði ótvíræð áhrif á vatnsheldni og þar með nýtingu sem einnig varð hærri. Magn vatns per prótein var hlutfallslega hærra hjá eldisfiskinum heldur en í villta fiskinum og fjöldi örvera meiri. Hins vegar var harka meiri og próteininnihald hærra í villtum fiski (Mynd 23). Taka skal fram að niðurstöður úr skynmati eru ekki teknar með í greininguna.



Mynd 23. Fjölpáttagreining á mældum breytum við geymslu saltaðra þorsklaka, eftir 1, 3 og 5 mánuði. Um var að ræða villtan þorsk (Vilttur) og þorsk úr áframeldi sem alinn var á steinbítsafskurði (ÁFR-St) eða loðnu (ÁFR-Lo),

Gæðamat saltaðra þorsklaka

Niðurstöður gæðamats á saltfiski framleiddum hjá Þórsberg úr þeim fiski sem ekki fór í mælingar sýndi að herra hlutfall flaka fór í A-flokk þegar fiskurinn hafði verið alinn á steinbíti eða 79% samanborið við 65% þegar loðna var notuð (Tafla 14). Flokkun á villtum fiski sem verkaður var 2001-2002 kom verr út, aðeins um 42% flaka fór í A-flokk en 47% í B-flokk og 11% í C-flokk (Tafla 15).

Tafla 14. Hlutfall saltaðra þorsklaka eftir gæðaflokkum (A, B og C) miðað við þyngd, sem unnin voru úr steinbítsöldum fiski (3.188kg) og loðnuöldum fiski (7.406 kg).

Stærðarfl. (g)	Steinb. - Gæðafl. (%)			Samtals	Loðna - Gæðafl. (%)			Samtals
	A	B	C		A	B	C	
100/200				0,00	0,02	0,04	0,15	0,22
200/400	8,23	0,27		8,50	5,98	1,87	0,35	8,20
400/700	55,96	10,35		66,32	40,60	17,55	0,47	58,63
700/1000	11,91	7,89		19,80	16,43	12,99	0,16	29,58
1000/1400	2,94	2,45		5,38	1,80	1,31	0,01	3,12
1400 +				0,00	0,06	0,18	0,00	0,24
Samtals	79,04	20,96	0	100,00	64,89	33,95	1,15	100,00

Til að skoða áhrif fódurgerðar á gæði er hér einnig stuðst við nýrri tölur frá Þórsbergi en þar var gerð viðamikil úttekt á gæðamati áframeldisfisks m.t.t. fódurgerðar, árið 2002. Áframeldisfiskurinn var alinn frá 10. júní til 19. október, á steinbítsafskurði eða loðnu. Öll voru flökin hvít og blæfalleg en los var ráðandi þáttur m.t.t. gæðaflokkunar (Jón Örn Pálsson, 2003). Mun lægra hlutfall fór í A-flokk heldur en árið 2001 og mikill munur var á niðurstöðum gæðamats eftir fódurgerð. Aðeins um 10% af steinbítsöldum fiski fór í A-flokk en 48% af loðnuöldum fiski. Við samantektir úr seinni slátrunum voru tölurnar 11% og 48% (Tafla 15). Loðnualinn fiskur flokkaðist ekki ósvipað og villtur fiskur sem verkaður var 2001-2002 þar sem um 42% flaka fór í A-flokk. Taka skal fram að hér er ekki tekið tillit til stærðar flaka en þau voru allt frá 200g til og yfir 1.400g (sjá viðauka).

Tafla 15. Hlutfall saltaðra þorskflaka eftir gæðaflokkum (A, B og C) miðað við þyngd. Um var að ræða flök frá 200g upp í 1400g, af villtum þorski og áframeldisþorski sem alinn var á steinbíti eða loðnu (I og II – smantektir úr mismunandi slátrunum)

Hópur	A	B	C
Villtur (415.378 kg)	42%	47%	11%
Steinb. I (n = 202)	10%	58%	0%
Steinb. II (n = 2348)	11%	79%	10%
Loðna I. (n = 134)	48%	50%	0%
Loðna II. (n = 874)	33%	58%	9%

Umræður

Hráefni

Í samanburði við opinberar tölur varðandi próteininnihald þorskflaka, 18,1% (Ólafur Reykdal 1996), reyndist próteinstyrkur flaka úr steinbítiskví yfir meðaltali en styrkur í flökum villta þorsksins undir meðaltali. Próteinstyrkur í þorskflökum úr loðnukví reyndist nálægt meðaltali. Ef niðurstöður próteinmælinga eru skoðaðar með skekkjumörkum mæliaðferðar ($\pm 0,4\%$) má sjá að próteininnihald úr steinbítiskví, þar sem fóður samanstóð af frosinni loðnu, er á bilinu 19,2 til 20%, borið saman við 18,3 til 19,1%. Í raun munar aðeins 0,1% á milli hópanna og þó svo líta megi á þann mun sem marktækan mun er rétt að hafa í huga breytileika einstakra fiska hvað varðar efnainnihald. Með sömu aðferðum má aftur á móti sjá að munur er á villtum þorski, sem er veiddur á sama tíma og slátrun eldisþorsksins fer fram. Bent hefur verið á að efnainnihald þorskhalds sé breytilegt eftir árstíma, svæðum og árum og fylgi holdastuðli (Brynjólfur Eyjólfsson og fleiri 2001). Sá þorskur, sem notaður var í tilraunina, var veiddur á tímabilinu júní og júlí 2001 í Patreksfjarðarflóa. Samkvæmt venjubundnu hrygningarferli þorsks má því búast við því að vatnsinnihald fisksins hafi verið nálægt hámarki við hrygningu en minnkar síðan eftir að hrygningu líkur.

Þar sem þorskurinn safnar fituforða sínum í lifrina í stað holdsins hefur verið sýnt fram á að feitt fóður hefur lítil sem engin áhrif á fituinnihald í þorskhöldinu (Morais og fleiri 2001). Fóðurgerð hefur auk þess ekki sýnt mikla fylgni við prótein og eðlisfræðilega eiginleika þorskhaldsins. Fóðurgerð virðist aftur á móti hafa áhrif á samsetningu fitu og fitusýra (Kirsch og fleiri 1998). Út frá niðurstöðum tilraunarinnar er ekki hægt að greina mun eða tilhneigingu hvað varðar styrk linoleic, linolenic sýru eða EPA. Hvað varðar styrk DHA má ætla að styrkur þeirra sé hærri í flökum villts þorsks. Niðurstöður fitusýrugreiningar sýnir lágt fituinnihald í þorskhöldi þar sem öll fitusöfnunin á sér stað í lifrinni. Vegna þessa má gera ráð fyrir vaxandi skekkju við mælingar fitusýrana. Fituinnihald í þorskhöldinu reyndist á bilinu 0,11 til 0,12%. Fituinnihald lifra reyndist sambærileg milli eldishópa en um 16% herra en í lifrum villts þorsks. Niðurstöðurnar benda því til að fóðrun með steinbítisafskurði eða heilli loðnu hafi ekki haft áhrif á efnainnihald í þorskhöldi né lifur hvað varðar fituinnihald. Aftur á móti gefa niðurstöðurnar vísbendingu um að loðnufóður hafi haft áhrif, til aukningar, á próteininnihald.

Vinnsla og verkun

Athuganir á geymslu fisksins á ís gáfu vísbendingar um að geymsluþol áframeldisfisksins væri lengra en hjá villtum fiski. Eftir 10 daga á ís var örverufjöldi mestur í villtum fiski en hins vegar var magn TVB-N og TMA heldur hærra í steinbítsöldum fiski en lægst í loðnuöldum fiski. Munur á áframeldisfiski var tiltölulega lítill eftir dauðastirðnun en jókst við geymslu. Niðurstöður skynmats sýndu að áferð flaka villts þorsks voru mýkri og maukkenndari borið saman við flök eldisþorsks. Báðir eldishóparnir sýndu lægri vatnsheldni og lægra sýrustig, um 6,0 á móti 6,7 í villtum þorski.

Þegar áhrif frystingar á eiginleika hópanna voru skoðuð kom í ljós að meginmunur á milli villt fisks og áframeldisfisks, lá í ferskleika og próteininnihaldi annars vegar og áferð og vatnsbindieiginleikum hins vegar. Nýting villta fisksins var betri eftir frystingu og fiskurinn safaríkari eftir suðu. Hins vegar kom áframeldisfiskurinn betur út í ferskleikamati. Harka jókst með geymslutíma sem endurspeglast í niðurstöðum skynmats þar sem eldisþorskur reyndist mun seigari og þurrari í samanburði við villtan þorsk. Aftur á móti reyndist frysting ekki hafa áhrif á samloðun. Myndun formaldehyðs og DMA við geymslu á frystum fisk er talin meginorsök aukinnar hörku við frystigeyslu (Belitz and Grosch 1986).

Vatnsheldni mældist mest í flökum af villtum þorski fyrir frystingu og minnkaði mest við frystingu hjá viltum fiskinum en vatnsheldni flaka af viltum þorski varð sambærileg vatnsheldni flaka af áframeldisfiski eftir frystingu. Tilhneiging var til lækkandi vatnsheldni með geymslutíma í öllum hópum. Huss (1995) sýndi fram á að vatnsheldni minnkar með lækkandi sýrustigi eftir því sem nær dregur jafnhleðslupunkti (5,5).

Við söltun var nýting lökust ($p < 0,05$) hjá villtum þorski eða 57% samanborið við 65% hjá steinbítsöldum fiski og 69% hjá loðnuöldum fiski. Heildarnýting áframeldisfisks, þ.e. samanlögð vinnslu- verkunar- og pökkunarnýting, var betri en hjá villtum fiski. Í skynmati reyndust flök villts þorsks marktækt frábrugðin flökum eldisþorsks. Þau höfðu minna salt- og verkunarbragð eftir útvötnun en voru stinnari, þurrari og seigari. Segja má að útvötnun á þeim hafi verið komin lengra m.t.t. saltinnihalds enda voru þau mun minni en flök eldisfisksins. Hvað gæðamat varðar þá hefur niðurstöðum úr gæðamati frá 2001 og 2002 ekki borið saman. Eldisfiskur úr fyrra eldinu flokkaðist mun betur,

79% af steinbítsöldum fiski fóru í A-flokk og 65% of loðnuöldum fiski. Af villtum þorski sem verkaður var rekstrarárið 2001-2002 fóru um 42% í A-flokk. Ári síðar flokkaðist loðnualinn fiskur svipað og villtur fiskur en steinbítsalinn fiskur mun verr, aðeins um 10% fóru í A-flokk. Los var ráðandi þáttur við matið en blær og litur flaka var mjög góður. Þar sem niðurstöðum milli ára bar ekki saman var því erfitt að álykta hvort fódurgerð hefði afgerandi áhrif á gæði fisks. Ekki var ljóst hvað olli þessu ósamræmi en gæti verið breyttar aðstæður í vinnslunni.

Lokaorð

Mikilvægt er að horfa til mismunandi eiginleika áframeldisfisks og villts fisks þegar vinnsluleiðir eru valdar. Fódurgerð og fódrun virðist geta haft áhrif á vinnslu- og verkunareiginleika og því ljóst að mikilvægt er að stilla þá breyту af við eldi á þorski. Hvað vinnsluaðferðir varðar, virðist frysting henta síður við vinnslu á áframeldisfiski en saltfiskverkun virðist koma vel út bæði hvað varðar nýtingu og gæði. Hvað ferskan fisk varðar, er hætta á seigjumyndun fyrir hendi sem rýrir gæði fisksins og dregur úr ánægju neytenda með vöruna. Líkur eru á því að framleiða megi þykkari og blæfallegri fisk en þegar villtur fiskur er notaður til verkunar, þar sem auðvelt ætti að vera stýra eiginleikum vöðvans með réttri fódrun og hráefnismeðferð.

Heimildaskrá

- American Public Health Association (APHA). 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 3. ed.
- Ang, J.F. and Haard, N.F. 1985. Chemical composition and postmortem changes in soft textured muscle from intensively feeding Atlantic cod (*Gadus morhua*, L.). *J. Food Biochem.* 9: 49-64.
- AOCS Official Method BA3-38. Method for analysing total fat in fish and fish meal. Association Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOCS. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 5th ed. American Oil Chemists' Society, Champaign, Illinois.
- Ari P. Wendel, 1995. Ferskfiskmarkaðir. Háskóli Íslands. MS ritgerð.
- Belitz, H.D. and Grosch, W. 1986. Food Chemistry 2ed. Transl. by D. Hadziyev. Springer Verlag - Berlin. Heidelberg 1987.
- Billon, J., Ollieuz, J.N. og Tao, S.H. 1979. Etude d'une nouvelle méthode de dosage de l'azote basique volatil total pour l'évaluation qualitative des produits de la pêche. *Rev. Tech. Vét. de l'Alimentation.* 1149: 13-17.
- Björn Björnsson og Soffía Vala Tryggvadóttir, 2001. Ástand þorsks eftir mismikla fýðrun. *Ægir*, 94 (3), 20-23.
- Björn Björnsson, 1995. Fýðrun á villtum þorski í Stöðvarfirði. *Kimblaðið* 8: 31-34.
- Björn Björnsson, 1999. Is the growth rate of Icelandic cod (*Gadus morhua* L.) food limited? A comparison between pen-reared cod and wild cod living under similar thermal conditions. *Rit Fiskideildar* 16: 271-279.
- Björn Knútsson, 1997. Þorskeldi á Íslandi - samanburður á arðsemi í strandeldi, kvíaeldi og fjarðaeldi. MS ritgerð. Háskóli Íslands, 97 bls.
- Black D. og Love, R.M., 1986. The sequential mobilisation and restoration of energy reserves in tissues of Atlantic cod during starvation and refeeding. *Journal Comparative Physiology* 156B: 469-479
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37: 911-917.

- Bourne, M.C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology*, 32, 62-66.
- Brynjólfur Eyjólfsson, Sigurjón Arason, Gunnar Stefánsson og Guðjón Þorkelsson. 2001. Holdafar þorsks, vinnslunýting of vinnslustjórnun. Skýrsla nr 2. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. 113 bls.
- Börresen, T. 1992. Quality aspects of wild and reared fish. In: "*Quality Assurance in the Fish Industry*." (Huss, H.H. et al., eds). Elsevier. Amsterdam, p. 1-17.
- Bystedt, J., Swenne, L., and Aas, H.W. 1959. Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. *J. Sci. Food Agric.* 10: 301-304.
- dos Santos, J., Burkow, I.C og Jobling, M, 1993. Patterns of growth and lipid deposition in cod (*Gadus morhua* L.) fed natural prey and fish-based feeds, *Aquacultur*, 110 ,(2), 173-189.
- Fennema, O.R. 1990. Comparative water holding properties of various muscle foods. A critical review relating to definitions, methods of measurement, governing factors, comparative data and mechanistic matters. *Journal of Muscle Foods*, 1, 363-381.
- Hanson, S.W.F and Olley, J. 1963. Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. *Biochem. J.* 89: 101-102P.
- Huss, H.H., (eds). 1995. Quality and quality changes in fresh fish. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), Rome.
- ISO 5983-1979. Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content - Kjeldahl method. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization. p 1 -9.
- ISO 6496-1999. Determination of moisture and other volatile matter content. Geneve, Switzerland: The International Organization for Standardization. p 1-7.
- ISO 8587-1988. Sensory analysis - Methodology - Ranking. Geneve, Switzerland: The International Organization for Standardization.
- JAOAC 1937. *Journal of AOAC INTERNATIONAL.* 20, 410.
- JAOAC 1940. *Journal of AOAC INTERNATIONAL.* Int. 23, 589

- Jobling, M. 1988. A review of the Physiological and Nutritional Energetics of Cod, *Gadus morhua* L., with Particular Reference of Growth Under Farmed Conditions. *Aquaculture*, 70. 1-19. Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam.
- Jón Örn Pálsson, 2003. Áhrif fóður gerðar á nýtingu og gæðaflokkun saltfiskflaka. Samantekt á niðurstöðum. Þórsberg ehf, Tálknafirði, 9.
- Kelly, T.R., 1969. Quality in frozen cod and limiting factors on its shelf life. *Journal of Food Technology*, 4, 95-103
- Kirsch, P.E., Iverson, S.J., Bowen, W.D. Kerr, S.R. og Ackman, R.G. 1998. Dietary effects on the fatty acid signature of whole Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 55(6): 1378-1386.
- Kvernseth PG, Winther U Hempel E og Fagerholt AF, 2000. Torskeutredning for SND 01.03.2000, KMPG Consulting, Þrándheimi, Noregi, 113 bls.
- Lavéty, J. og R.M. Love. 1972. The strengthening of cod connective tissue during starvation. *Comp. Biochem. Physiol.*, 41A, 39-42.
- Losnegard, N. Langmyhr, E. and Madsen, D. 1986. Oppdrettstorsk, kvalitet og anvendelse. I. Kjemisk sammensetning som funksjon av aarstiden. *Fiskeridir., Rapp.* 11/86: 17pp
- Losnegard, N., Langmyhr, E. og Madsen, D., 1987. Oppdrettstorsk, kvalitet og anvendelse (III). Fryselageringsdyktighet I is. Fiskeridirektoratet, Rapporter og meldinger nr 1/87.
- Love, R.M. 1975. Variability in the Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the Northeast Atlantic; A review of seasonal and environmental influences on various attributes of the flesh. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 32: 2333-2342.
- Morais, S., Bell, G.J. Robertson, D.A., Roy W.J. og Morris, P.C.. 2001. Protein/lipid ration in extruded diet for Atlantic cod (*Gadus morhua* L): effects on growth, feed utilisation, muscle composition and liver histology. *Aquaculture*. 101-119.
- Otterå, A. og Akse, L., 2002. Slaktekvalitet på oppdrettstorsk. In J.Glette, T.van der Meeren, R.E. Olsen og O. Skilbrei (red.), Havbruksrapport 2002. Fisken og havet, særnr. 3. 80-81.
- Ólafur Reykdal. 1996. Næringargildi matvæla: Næringarefnatöflur. Reykjavík, Námsgagnastofnun, Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 3. útg., 96 bls.

- Rustad, T. 1992. Muscle chemistry and the quality of wild and farmed cod. In: “*Quality Assurance in the Fish Industry.*” (Huss, H.H. et al., eds.), Elsevier Science Publishers. Amsterdam, p. 19-27
- Segars, R.A. and Johnson, E.A. 1987. Instrumental measurement of the textural quality of fish flesh. Effect of pH and cooking temperature. In: “*Seafood Quality Determination.*” Proc. Int. Symp. on Seafood Qual. Determin., Anchorage Alaska, 1986 (Kramer, D.E. and Liston, J. eds.), Elsevier, Amsterdam, p. 49-61.
- Shewan, J.M., MacIntosh, R.G., Tucker, C.G. and Ehrenberg, A.S.C.. 1953. The development of a numerical scoring system for the sensory assessment of the spoilage of wet white fish stored in ice. *J. Sci. Agric.* 4: 283-298.
- Sigurður Einarsson og Vilhjálmur Þorsteinsson, 1994. Eldi á smáporski (*Gadus morhua*) í sjókvíum í Norðfirði. *Eldisfréttir* 10: 30-35.
- Sigurður Einarsson og Vilhjálmur Þorsteinsson, 1994. Eldi á smáporski (*Gadus morhua*). Rit Rf nr 43. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. 17 bls.
- Stefán S. Kristmannsson, 1989. Sjávarhitamælingar við strendur Íslands 1987 - 1988. Hafrannsóknarstofnun Fjölrít nr. 17.
- Stefán S. Kristmannsson, 1991. Sjávarhitamælingar við strendur Íslands 1989 - 1990. Hafrannsóknarstofnun Fjölrít nr. 24.
- Vilhjálmur Þorsteinsson og Björn Knútsson, 1997. Vöxtur þorsks í áframeldi í sjókvíum í Norðfirði 1994 til 1996 - miðað við vöxt þorsks við náttúrulegar aðstæður á sama svæði. *Eldisfréttir* 13: 37-42.

Viðaukar

Viðauki 1

Nýtingartölur eldisþorsks úr steinbítuskví hópar: “fersk flök” (FE) og “fryst flök” (FR)

Nýtingar tölur fyrir kví 1

Hópar FE (ferskflök) og FR (frystflök) mælt eftir dauðastírönnun

Hópur FE

Fiskur nr.	Kennitala	Flaka nr.			Lengd (cm)	Þyngd (kg)					Flök (g)							
		Hægra	Vinstra	Haus nr.		Óslægður	Slægður	Slóg (g)	"Innyfli" (g)	Lifur (g)	Svil (g)	Hrogn (g)	Haus (g)	Hægra	Vinstra	Samtals (g)	Hryggur (g)	Roð (g)
1	6724	4	6	1	82	6,25	4,45	1770	140	638	992		1187,2	1143,1	1170,6	2313,7	593,6	225
2	6616	11	14	7	88	7,55	6,2	1306	216	800		1578,4	1545,7	1605,7	3151,4	901,7	319,2	
3	17	17	18	388	79	5,2	4,2	965	213	628	144	1192,3	1059,1	996,5	2055,6	657,5	194,6	
4	6780	21	23	20	82	6,05	4,65	1366	180	644	562	1361,8	1107,6	1161,9	2269,5	633,6	229,3	
5	6633	25	26	31	76	4,5	3,55	928	144	346	438	1065,8	850,1	870,8	1720,9	447,6	182,7	
6	6708	34	36	32	69	4,15	3,1	1032	114	416	502	818,8	841,8	827,2	1669	385,5	143,8	
7	6662	39	40	38	84	6,05	4,9	1168	164	586	418	1456,6	1163,6	1176,2	2339,8	694	243,8	

Nýtingartölur fyrir Cod-WFA

Kví nr.1

Hópur FR

Fiskur nr.	Kennitala	Flaka nr.			Lengd (cm)	Þyngd (kg)					Flök (g)						
		Hægra	Vinstra	Haus nr.		Óslægður	Slægður	Slóg (g)	"Innyfli" (g)	Lifur (g)	Svil (g)	Hrogn (g)	Haus (g)	Hægra	Vinstra	Samtals (g)	Hryggur (g)
1	6606	73	74	71	74	4,3	3,3	1040	162	484	394	872,6	839,9	842,8	1682,7	472,3	150,8
2	6700	63	68	62	82	6,1	4,6	1482	190	574	718	1294,7	1090,1	1118,8	2208,9	725,5	235,6
3	6601	89	90	88	75	5,15	4,05	1076	184	622	270	1196	975,9	952,5	1928,4	563,4	193
4	6797	50	52	49	77	4,95	3,7	1254	160	450	644	1076,3	891,5	889,4	1780,9	561,6	169,4
5	6716	57	58	55	71	3,25	2,6	620	122	274	224	848,6	598,6	583,2	1141,8	380,5	117,8
6	6638	85	86	84	81	6,2	4,75	1434	184	500	750	1411,4	1039,9	1093,3	2133,2	786,8	239,3
7	6743	47	48	44	72	4,25	3,45	814	146	432	236	925,3	873	913,6	1786,6	414,6	147,5
8	6680	60	61	59	76	5,2	4	1156	154	580	422	1081,8	1037,9	1031,6	2069,5	532	181,2
9	6783	81	82	77	62	2,95	2,2	710	86	232	392	726,8	438,1	487,7	925,8	351,2	113,9
10	6628	42	43	41	71	3,95	3,2	764	164	438	162	1003,3	713,6	737	1450,6	519,6	128,9

Meðaltal					76,5	5,1	3,9	1113,2	160,2	508,5	538,0	220,4	1123,4	951,1	968,2	1919,3	565,9	189,2
Staðalfrávik					6,4	1,2	1,0	304,9	33,9	146,6	207,8	64,8	243,8	253,1	257,2	509,3	153,9	54,6
Miðgildi					76,0	5,2	4,0	1076,0	162,0	500,0	470,0	236,0	1081,8	975,9	952,5	1928,4	561,6	182,7
Lægstgildi					62,0	3,0	2,2	620,0	86,0	232,0	224,0	726,8	438,1	487,7	925,8	351,2	113,9	
Hæðstgildi					88,0	7,6	6,2	1770,0	216,0	800,0	992,0	290,0	1578,4	1545,7	1605,7	3151,4	901,7	319,2
Hlutfall af meðaltalsþunga (%)*					1,5	100,0	77,7	22,0	3,2	10,0	10,6	4,4	28,5	24,2	24,6	48,8	14,4	4,8

*Reiknað út frá heildarþyngd óslægðs þorsks

N=17

Svil n=12 (n=70% af N)

Hrogn n=5 (n=29% af N)

feitetraðartölur (haus, flök, hryggur og roð) eru reiknaðar út frá þyngd á slægðum þorsk

Nýtingartölur eldisþorsks úr loðnukví hópar: “fersk flök” (FE) og “fryst flök” (FR)

Nýtingar tölur fyrir kví 2

Hópar FE (ferskflök) og FR (fryst flök) mælt eftir dauðastírnun

Hópur FE

Fiskur nr.	Kennitala	Flaka nr.			Lengd (cm)	Þyngd (kg)					Flök (g)							
		Hægra	Vinstra	Haus nr.		Óslægður	Slægður	Slóg (g)	"Innyfli" (g)	Lifur (g)	Svil (g)	Hrogn (g)	Haus (g)	Hægra	Vinstra	Samtals (g)	Hryggur (g)	Roð (g)
1	5012	302	303	301	72	4,95	3,65	1248	156	556	536		1023,1	939,7	950,9	1890,6	476,5	174,3
2	5032	305	306	304	69	3,7	2,9	772	152	424		196	854,5	654,7	730,7	1385,4	394,5	159,6
3	5134	308	309	307	65	3,3	2,65	650	136	370		144	799	607,5	667,7	1275,2	390,9	134,2
4	5190	311	312	310	65	3,55	2,45	1072	120	332	620		738,8	580,1	607,3	1187,4	308,3	155,8
5	5039	314	315	313	70	4,1	3,3	808	128	500		180	912,3	854,5	831	1685,5	443,4	152,3
6	5045	317	318	316	76	4,7	3,6	1096	146	500	450		1154,8	812,2	813,1	1625,3	508	179,5
7	5055	320	321	319	72	4,5	3,5	1218	132	444	642		922,1	815	815	1630	462,1	158,9

Hópur FR

Fiskur nr.	Kennitala	Flaka nr.			Lengd (cm)	Þyngd (kg)					Flök (g)							
		Hægra	Vinstra	Haus nr.		Óslægður	Slægður	Slóg (g)	"Innyfli" (g)	Lifur (g)	Svil (g)	Hrogn (g)	Haus (g)	Hægra	Vinstra	Samtals (g)	Hryggur (g)	Roð (g)
1	5086	344	346	343	69	4	2,95	1050	60	710		280	829,6	761,8	756	1517,8	379,4	168,6
2	5129	329	330	328	75	5,45	4,2	1290	40	770		480	1190,5	1045,6	1122,1	2167,7	497,2	218,2
3	5108	323	324	322	74	5,15	3,45	1710	164	580	966		1114,5	777,1	796,5	1573,6	491,3	166,3
4	5048	326	327	325	74	4,8	3,9	898	152	560		186	1104,2	956,1	1030,6	1986,7	555,5	193
5	5037	348	349	347	73	4,65	3,7	950	190	586		174	1171	858,5	885,9	1744,4	472,7	192,2
6	6777	341	342	340	79	5,25	3,9	1274	179	468	627		1320,7	843	921,2	1764,2	532,9	224,3
7	5068	335	336	334	69	4,35	3,25	1092	168	672		252	978,8	746,7	804,2	1550,9	430,3	144,3
8	5072	377	378	376	63	3,05	2,15	938	94	320	524		661,1	494,8	514,6	1009,4	279,3	107,8
9	5094	338	339	337	70	4	2,7	1248	134	434	680		893,2	572,8	640,7	1213,5	381,5	131,1
10	5035	332	333	331	69	3,4	2,65	750	132	394	224		786,4	615,3	640,7	1256	388	125,5
Meðaltal					70,8	4,3	3,2	1062,6	134,3	507,1	585,4	236,5	968,0	760,9	795,8	1556,7	434,8	163,9
Staðalfrávik					4,2	0,7	0,6	260,2	39,2	129,7	198,5	107,7	184,3	153,5	157,4	309,2	76,0	31,5
Miðgildi					70,0	4,4	3,3	1072,0	136,0	500,0	620,0	191,0	922,1	777,1	804,2	1573,6	443,4	159,6
Lægstagildi					63,0	3,1	2,2	650,0	40,0	320,0	224,0	144,0	661,1	494,8	514,6	1009,4	279,3	107,8
Hæðstagildi					79,0	5,5	4,2	1710,0	190,0	770,0	966,0	480,0	1320,7	1045,6	1122,1	2167,7	555,5	224,3
Hlutfall af meðaltalsþunga (%)*					1,7	100,0	75,3	24,8	3,1	11,8	13,7	5,5	30,0	23,6	24,6	48,2	13,5	5,1

*Reiknað út frá heildarþyngd óslægðs þorsks

N=17

Svil n=9 (n=53% af N)

Hrogn n=8 (n=47% af N)

feitetraðartölur (haus, flök, hryggur og roð) eru reiknaðar út frá þyngd á slægðum þorsk

Nýtingartölur villts þorsks hópar: “fersk flök” (FE) og “fryst flök” (FR)

Nýtingar tölur fyrir villtan þorsk
Hópar FE (ferskflök) og FR (frystflök) mælt eftir dauðastírnun

Hópur FE

Fiskur nr.	Kennitala	Flaka nr.		Haus nr.	Lengd (cm)	Þyngd (kg)				Flök (g)								
		Hægra	Vinstra			Óslægður	Slægður	Slög (g)	"Innyfli" (g)	Lifur (g)	Svil (g)	Hrogn (g)	Haus (g)	Hægra	Vinstra	Samtals (g)	Hryggur (g)	Roð (g)
1	5	441	442	380	61	2,2	1,85	336	136	76	124		568,9	400,2	438,1	838,3	289,2	87,7
2	14	444	443	373	57	1,8	1,6	224	110	114		534	328,7	318,4	647,1	212,6	76,2	
3	15	446	447	371	65	2,65	2,25	366	126	62	178		736,3	467,2	490,4	957,6	334,6	140,7
4	7	448	450	381	62	2,6	2,2	366	148	154		64	705	488,9	558	1046,9	295,4	114,9
5	6	452	453	382	71	3,45	2,9	544	258	210	76		939,2	613,3	675,8	1289,1	392,7	149,7
6	11	460	462	376	57	2,05	1,8	230	74	94	62		499,3	441,9	437,3	879,2	256,9	94,2
7	13	463	464	377	63	2,5	2,15	318	126	58	134		314	436,5	457,8	894,3	321,4	124,6

Nýtingartölur fyrir Cod-WWC

Villtur

Hópur FR

Fiskur nr.	Kennitala	Flaka nr.		Haus nr.	Lengd (cm)	Þyngd (kg)				Flök (g)								
		Hægra	Vinstra			Óslægður	Slægður	Slög (g)	"Innyfli" (g)	Lifur (g)	Svil (g)	Hrogn (g)	Haus (g)	Hægra	Vinstra	Samtals (g)	Hryggur (g)	Roð (g)
1	1	449	475	386	64	3,35	2,95	432	106	146	180		916,7	670,2	662	1332,2	479,5	129,1
2	2	470	471	383	75	4,05	3,45	590	126	248	216		1007,1	852,1	837,6	1689,7	480,4	124,3
3	3	356	357	385	56	2	1,7	288	94	92	102		491,4	430,3	423,9	854,2	227,6	71,3
4	4	465	469	384	64	2,75	2,25	464	104	138	222		729	497,8	490,6	988,4	364,9	116,9
5	8	358	359	379	59	1,9	1,75	140	62	26		52	560,4	373,4	415,9	789,3	256,1	82,2
6	9	360	361	372	56	1,65	1,5	152	78	74			409,4	371,1	386,8	756,9	202,9	87,3
7	10	472	473	387	73	3,65	3,15	470	194	168	108		1068,5	626,8	638,4	1265,2	557,3	145,6
8	12	362	363	375	60	2,15	1,9	218	120	74		24	585	460,3	457,3	917,6	233,5	100,9
9	15	367	368	374	56	1,85	1,55	254	86	58	110		468,2	322	333,8	655,8	256,4	74,8
10	17	365	366	378	53	1,4	1,2	202	76	50	76		359	271,2	261,5	552,7	182,1	67,1
Meðaltal					61,9	2,5	2,1	329,1	119,1	108,4	132,3		640,7	473,6	488,4	962,0	314,3	105,1
Staðalfrávik					6,3	0,8	0,6	134,5	48,2	60,8	54,6		229,3	146,0	145,2	290,1	108,5	27,5
Mörgildi					61,0	2,2	1,9	318,0	110,0	92,0	117,0		568,9	441,9	457,3	894,3	289,2	100,9
Lægstagildi					53,0	1,4	1,2	140,0	62,0	26,0	62,0		314,0	271,2	261,5	552,7	182,1	67,1
Hæðstagildi					75,0	4,1	3,5	590,0	258,0	248,0	222,0		1068,5	852,1	837,6	1689,7	557,3	147,1
Hlutfall af meðaltalsþunga (%)					2,5	100,0	86,1	13,3	4,8	4,4	5,4		30,1	22,3	23,0	45,2	14,8	4,9

*Reiknað út frá heildarþyngd óslægðs þorsks

NB. 2 fiskar voru hworki skilgreindir með hrogn né svil

N=17

Svil n=12 (n=70% af N)

Hrogn n=3 (n=17% af N)

feitetraðartölur (haus, flök, hryggur og roð) eru reiknaðar út frá þyngd á slægðum þorsk

Viðauki 2

Meðalþyngd flaka fyrir og eftir frystingu

Tafla 16. Meðalþyngd flaka fyrir og eftir frystingu, geymslu og þiðnun. Eftir 3 mánuði reyndist munur á þyngd, fyrir og eftir frost, flaka úr kví 1 (steinbítiskví). Eftir 6 mánuði mældist munur á þyngd flaka úr kví 2 (loðnukví) og flaka villts þorsks.

		Flök f.frost	Flök e.þíðu	Hlutfallslegt tap
Kví 1				
3 mánuðir	Meðaltal	824,98	768,36	0,93
	Dreifing	237,33	216,71	
6 mánuðir	Meðaltal	1020,50	997,67	0,98
	Dreifing	103,93	131,91	
12 mánuðir	Meðaltal	748,50	704,50	0,94
	Dreifing	198,70	181,70	
Kví 2		Flök f.frost	Flök e.þíðu	Hlutfallslegt tap
3 mánuðir	Meðaltal	718,32	659,78	0,92
	Dreifing	227,42	192,27	
6 mánuðir	Meðaltal	715,23	650,17	0,91
	Dreifing	174,02	160,63	
12 mánuðir	Meðaltal	857,00	819,10	0,95
	Dreifing	96,90	101,30	
Villtur		Flök f.frost	Flök e.þíðu	Hlutfallslegt tap
3 mánuðir	Meðaltal	473,78	458,88	0,97
	Dreifing	111,03	107,17	
6 mánuðir	Meðaltal	657,22	639,17	0,97
	Dreifing	158,10	157,39	
12 mánuðir	Meðaltal	352,50	325,50	0,92
	Dreifing	60,4	60,3	

3 mánuðir n=5

6 mánuðir n=6

12 mánuðir n=8

Tafla 17. Gæðaflokkun saltfiskflaka eftir villtum fiski í mismunandi stærðarflokkum. Flökin voru verkuð hjá Þórsbergi árið 2001-2002.

Stærð (g)	Gæðaflokkar		
	A	B	C
100-200	64,2	32,0	3,8
200-400	54,3	41,7	4,0
400-700	47,9	47,1	5,0
700-1000	21,6	59,4	19,0
1000-1400	11,8	60,0	28,2
1400 +	24,8	40,1	35,1

Tafla 18. Gæðaflokkun á saltfiskflökum frá eldisþorski sem var fóðraður á steinbítsafskurði (a) og heilli loðnu (b). Gæðaflokkar eru sýndir fyrir einstakar stærðarhópa af flökum (slátrun I) (Jón Örn Pálsson, 2003).

a) Steinbítsafskurður				
Stærð flaka (g)	Gæðaflokkar			Samt.
	A	B	C	
200-400	1 %	5 %	2 %	8 %
400-700	6 %	29 %	18 %	52 %
700-1000	2 %	12 %	10 %	24 %
1000-1400	1 %	11 %	3 %	15 %
1400+	0 %	2 %	0 %	2 %
Samt.	10 %	58 %	32 %	100 %
b) Loðna				
Stærð flaka (g)	Gæðaflokkar			Samt.
	A	B	C	
200-400	2 %	0 %	0 %	2 %
400-700	23 %	13 %	1 %	37 %
700-1000	15 %	21 %	0 %	36 %
1000-1400	9 %	15 %	1 %	24 %
1400+	0 %	1 %	0 %	1 %
Samt.	48 %	50 %	2 %	100 %

Tafla 19. Gæðaflokkun á saltfiskflökum frá eldisþorski sem var fóðraður á steinbítasfskurði (a) og heilli loðnu (b). Gæðaflokkar eru sýndir fyrir einstakar stærðarhópa af flökum (II-samantektir úr 2 slátrunum) (Jón Örn Pálsson, 2003).

a) Steinbítasfskurður

Stærð flaka (g)	Gæðaflokkar			Samt.
	A	B	C	
200-400	0 %	5 %	2 %	6 %
400-700	4 %	26 %	4 %	34 %
700-1000	4 %	35 %	4 %	43 %
1000-1400	3 %	12 %	0 %	15 %
1400+	0 %	1 %	0 %	1 %
Samt.	11 %	79 %	10 %	100 %

b) Loðna

Stærð flaka (g)	Gæðaflokkar			Samt.
	A	B	C	
200-400	1 %	3 %	1 %	6 %
400-700	13 %	20 %	3 %	36 %
700-1000	12 %	24 %	3 %	40 %
1000-1400	7 %	10 %	1 %	19 %
1400+	0 %	0 %	0 %	0 %
Samt.	33 %	58 %	9 %	100 %

II. HLUTI

Arðsemismat áframeldis á smáþorski

ARÐSEMISMAT ÁFRAMELDIS Á SMÁÞORSKI

Ari P. Wendel

Inngangur

Markmið verkefnisins var að meta arðsemi af áframeldi smáþorsks. Til að afla nauðsynlegra gagna var staðið að eldistilraun á Tálknafirði árin 2001 og 2002. Smáþorskur var veiddur að vori og alinn á loðnu og steinbítisafskurði þar til honum var slátrað að hausti. Haldið var utan um alla kostnaðarþætti verkefnisins, nýtingu eldisfiskjar við slátrun í einstakar afurðir og áætlað söluverð afurða á fiskmarkaði. Út frá þessum upplýsingum var reiknuð arðsemi af eldinu fyrir hvora fódurtegund fyrir sig. Tvö tilvik voru skoðuð, annars vegar arðsemi miðað við tilraunauppsetninguna og hins vegar áætlaða iðnaðarskölun sem miðaðist við 1.500 t framleiðslu.

Þar sem í ljós kom að eldisþorskur er mun holdmeiri en villtur fiskur af sömu þyngd var framkvæmt sérstakt arðsemismat þar sem metinn var virðisauki, vegna meiri holdanýtingar eldisþorsks, fyrir þrjár vinnsluleiðir. Einnig var tekið tillit til gæðamismunar afurða eldis og villts þorsks. Um er að ræða fersk flök, fryst flök og saltflök. Niðurstöður þessa arðsemismats er að finna í sjálfstæðum hluta í skýrslunni.

1. Hluti – Arðsemismat eldis

1.1. Forsendur

Eldiskostnaði má skipta í eftirfarandi þætti:

1. Veiðikostnaður
2. Kvótakostnaður
3. Fódurkostnaður
 - fódurkaup
 - geymslukostnaður fóðurs
4. Fóðrunarkostnaður
 - laun
 - bátur
5. Viðhald kvía
6. Sláturkostnaður
7. Fjármagnskostnaður
 - vegna stofnfjárfestingar
 - vegna rekstrarfjármögnunar
8. Annar kostnaður
 - tryggingar ofl.

Allar útreiknaðar stærðir, að undanskildum fjármagnskostnaði, miðast við kostnað í lok eldistíma og settar fram sem kr/kg óslægðs fiskjar.

1.1.1. Forsendur arðsemismats – jöfnur í reiknilíkani

1. Veiðikostnaður (VK)

Veiðikostnaður er sá kostnaður sem greiða þarf fyrir veiði og flutning á lifandi eldisfiski til kvía. Gert er ráð fyrir því að sá fiskur sem drepist við veiðar og í flutningi verði seldur á markaði eða til vinnslu og beri ekki kostnað.

$$\mathbf{VK = M_0 \cdot vk / M_1} \quad (1)$$

- M_0 = upphafsmagn = $n_0 \cdot m_{p0}$ (kg)
- M_1 = lokamagn = $n_1 \cdot m_{p1}$ (kg)
- vk = veiðikostnaður greiddur til útgerðar
- n_0 = upphafs fjöldi fiska (í kví)
- n_1 = lokafjöldi fiska (úr kví)
- m_{p0} = meðalþyngd fiska í upphafi
- m_{p1} = meðalþyngd fiska við lok eldis

2. Kvótakostnaður (KK)

Kvótakostnað má annað hvort hugsa sem arðsemiskröfu á notkun eigin kvóta útgerðar eða kostnað vegna leigu kvóta fyrir kvótalausar útgerðir/fiskeldisfyrirtæki. Kvótakostnaður tekur mið af fjölda og meðalþyngd þeirra fiska sem settir eru í kvíar við upphaf eldis. Þar sem kvótaleiga miðast við slægðan fisk þarf að umbreyta magninu í óslægðan fisk.

$$\mathbf{KK = n_1 \cdot m_{p0} \cdot kvótaleiga \cdot \mu_0 / M_1} \quad (2)$$

- μ_0 = slægingarnýting í upphafi (nýveiddur)

3. Fóðurkostnaður (FK)

Hér er um að ræða innkaupsverð fóðurs að teknu tilliti til flutnings á eldisstað að viðbættum geymslukostnaði. Við útreikning á geymslukostnaði er gert ráð fyrir að fóður til eins árs sé keypt inn tveimur mánuðum fyrir upphaf eldistíma og engar fóðurbirgðir séu til staðar í lok eldistíma.

$$\mathbf{FK = F \cdot (fk+gk) / M_1} \quad (3)$$

- F = fóðurmagn sem gefið var
- fk = innkaupakostnaður fóðurs
- gk = geymslukostnaður fóðurs · meðalfóðurbirgðir · (eldistími+2)

4. Fóðrunarkostnaður (FFK)

Annars vegar vinnulaun við fóðrunarstörf (VL) og hins vegar leiga/kostnaður vegna fóðurbáts (BK). Gert er ráð fyrir að 1 starfsmaður geti sinnt 20 kvíum miðað við fóðrun 2-3 í viku.

$$\mathbf{FFK = (VL + BK) / M_1} \quad (4)$$

- VL = (fjöldi fóðrana/mán) · eldistími · (vinnust./fóðrun) · (laun/vinnust.)
- BK = (fjöldi fóðrana/mán) · eldistími · (vinnust./fóðrun) · (leiga/vinnust.)

5. Sláturkostnaður (SK)

Kostnaður sem fellur til við flutning fiskis úr kvíum, slátrun og slægingu. Gert er ráð fyrir föstu verði á hvert kg óslægðs fiskjar úr kví.

1.1.2. Tölulegar forsendur

Í eftirfylgjandi töflum eru settar fram þær tölulegu forsendur sem notaðar voru við arðsemisútreikninga. Í töflu 1.1. er að finna niðurstöður eldistilraunarinnar, þ.e. fjölda fiska í upphafi og við lok eldistíma, vöxt, fóðurmagn ofl. Í þessari töflu er einnig búið að umreikna niðurstöðu tilraunaeldisins fyrir áætlaða 1.500 t iðnaðarframleiðslu. Við þá útreikninga er gert ráð fyrir að hámarksþéttleiki í kvíum sé 20 kg/m³ og að afföll verði 10%, þ.e. lækki um 8-16% miðað við tilraunina. Gert er ráð fyrir að aukinn þéttleiki hafi ekki áhrif á vöxt en að fóðurstuðul lækki sem nemur mismun á afföllum. Í töflu 1.2. er að finna raunkostnað einstakra eldisþátta og í töflu 1.3 er birt það afurðaverð sem notast var við útreikninga. Stofnkostnaður og þættir sem tengjast fjármagnsgjöldum eru birtir í töflu 1.4.

Tafla 1.1. Niðurstöður eldistilraunar og áætluð iðnaðarskölun í 1.500 t eldi.

	Tilraun		Iðnaðareldi 1.500t	
	Loðna	Afskurður	Loðna	Afskurður
Upphafsfjöldi fiska í kví (n ₀)	2.000	2.700	5.802	6.263
Lokafjöldi fiska í kví (n ₁)	1.628	1.996	5.222	5.637
Meðalþyngd í upphafi (m ₀)	2,14 kg	2,21 kg	2,14 kg	2,21 kg
Meðalþyngd í lok (m ₁)	4,62 kg	4,28 kg	4,62 kg	4,28 kg
Heildarfóðurnotkun (F)	8.740 kg	12.960 kg	29.508 kg	44.018 kg

Í eldistilrauninni urðu veruleg afföll, þ.e. 19% í hópnum sem fóðraður var með loðnu og 26% í hópnum sem fékk steinbítsafskurð. Því kann að virðast að sú forsenda að afföll í iðnaðareldi lækki í 10% sé óraunhæf. Í því sambandi er rétt að hafa í huga að afföllin má m.a. rekja til óvenju óhagsstæðra umhverfisaðstæðna og offóðrunar, sem skilgreina má sem byrjendamistösk. Við endurtekningu tilraunarinnar voru afföll í loðnuhóp um 6-10%.

Tafla 1.2. Forsendur kostnaðarútreikninga.

Veiðikostnaður gr. til útgerðar (vk)	114 kr/kg (slægt)
Kvótaleiga	120 kr/kg (slægt)
Fóðurverð loðna (fk)	30 kr/kg
Fóðurverð steinbítsafskurður (fk)	20 kr/kg
Slægingarstuðull villtur þorskur (μ ₀)	0,84
Geymslukostnaður fóðurs (gk)	1,5 kr/kg mán.
Eldistími	5 mán
Launakostnaður	300.000 kr/mán
Leiga báts	5.000 kr/klst.
Viðhald kvía	100.000 kr/kví á ári
Sláturkostnaður (SK)	6,5 kr/kg

Vert er að minnast hér á nokkur atriði. Veiðikostnaður er ákvarðaður af Verðlagsstofu skiptaverðs og er breytilegur. Fóðurverð fyrir steinbítsafskurð er óljóst, enda mismunandi hvort afskurðurinn er nýttur í marning eða er gefinn til fiskimjölsframleiðslu. Á Tálknafirði var talsverður hluti afskurðarins notaður ferskur og þurfti því aðeins að frysta um 50% fóðurmagnsins. Í tilrauninni var eldistími aðeins

5 mánuðir sem skýrist af seinkun veiða að vori. Að jafnaði gæti virkur eldistími verið allt að 7 mánuðir, en það er þó háð landshlutum.

Tafla 1.3. Nýting og afurðaverð.

	Nýting		Afurðaverð	Sölutekjur (m.v. óslægt)	
	Loðna	Afskurður		Loðna	Afskurður
Slægður með haus	75,7%	79,3%	190 kr/kg	143,8 kr/kg	150,7 kr/kg
Lifur	11,8%	10%	18 kr/kg	2,1 kr/kg	1,8 kr/kg
Svil	13,8%	10,6%	10 kr/kg	0,7 kr/kg*	0,5 kr/kg*
Hrogn	5,0%	4,4%	600 kr/kg	15,0 kr/kg*	13,2 kr/kg*
Samtals				161,6 kr/kg	166,2 kr/kg

* Gert ráð fyrir 50/50 skiptingu í hrogn og svil (jöfn kynjaskipting). Innyfli sem hlutfall af heildarþyngd voru 3,1% fyrir loðnu- og 3,2% fyrir steinbítisfóðraða eldisþorskind.

Eins og sjá má í töflu 1.3. var lifur, kynkyrtlar og innyfli hlutfallslega herra þyngdarhlutfall þorsksins sem fóðraður var með loðnu. Þetta skilar um 5 kr/kg verðmismun milli hópanna tveggja.

Tafla 1.4. Fjárfesting.

Kvíar (1.200 m ³)	1.250.000 kr/stk.
Fiskikör	50.000 kr/kví
Eigið fé	30%
Afskriftartími	5 ár
Lánstími langtímalána	5 ár
Vextir	10% (fastir óvtr.)

Ekki er gert ráð fyrir að fjárfest sé í fóður- eða brunnbát heldur að sú vinna sé unnin í verktöku. Hvað varðar 30% eiginfjárlutfall þá felst í því að láns hlutfall til stofnfjárfestinga og rekstrarfjármögnun sé 70%.

1.2 Niðurstöður

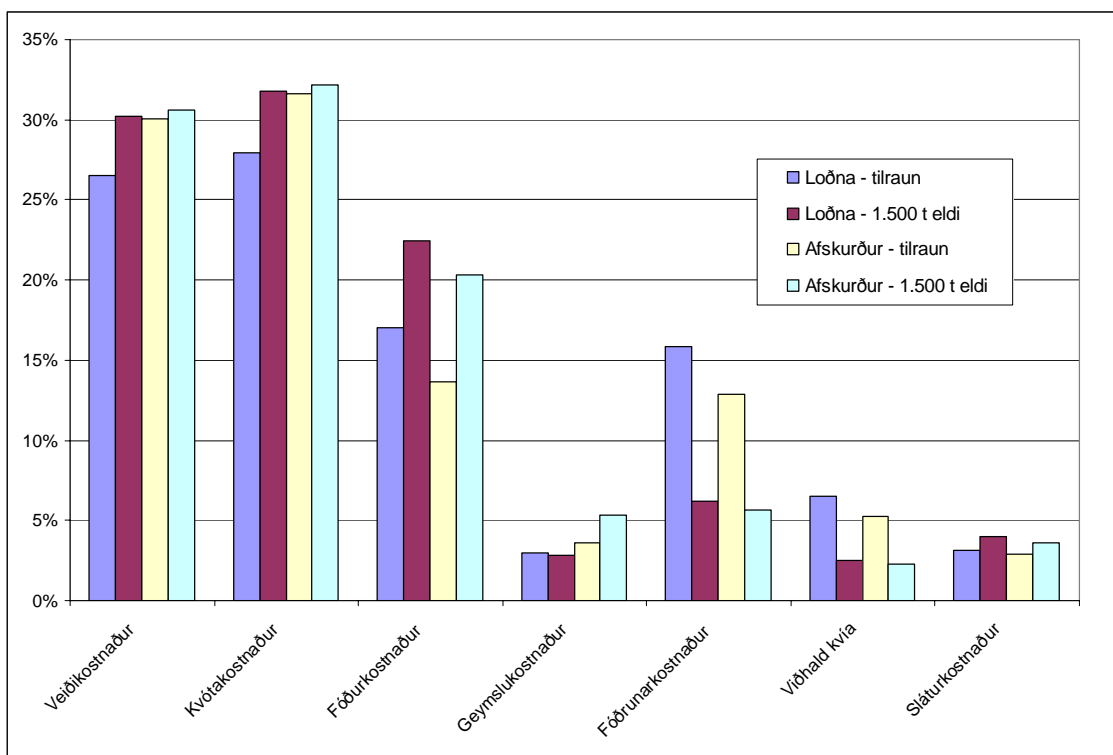
Í eftirfarandi töflum eru birtar niðurstöður arðsemismatsins. Í töflu 1.5. er sundurliðaður kostnaður á hvern eldisþátt fyrir fóðurtegundirnar tvær og tilvikin tvö þ.e. tilraunina og 1.500 t iðnaðarskölun. Í töflum 1.6. og 1.7. er svo birtur rekstrar- og efnahagsreikningur fyrir hvort tilfelli.

Tafla 1.5. Útreiknaður kostnaður einstakra eldisþátta. Allar fjárhæðir í kr/kg óslægt.

	Loðna		Steinbítisafskurður	
	Tilraun	1.500t eldi	Tilraun	1.500t eldi
Veiðikostnaður (VK)	54,5	49,3	66,7	54,9
Kvótakostnaður (KK)	57,4	51,9	70,3	57,8
Fóðurkostnaður (FK)	41,0	41,3	38,3	46,1
Fóðrunarkostnaður (FFK)	32,6	10,2	28,7	10,2
Sláturkostnaður (SK)	6,5	6,5	11,7	6,5
Viðhald kvía	13,3	4,1	6,5	4,1
Samtals	205,3	163,3	222,2	179,6
Sölutekjur	161,6	161,6	166,2	166,2

Í töflunni sést að eldiskostnaður á kg lækkar um tæp 20% þegar farið er úr tilraunaeldi í 1.500 t framleiðslu. Helsti munur er lækkun á veiði- og kvótakostnaði vegna minni affalla og svo lækkar fóðrunarkostnaður og viðhaldskostnaður kvía með auknum þéttleika fiskjar og betri nýtingu mannafla. Í tilrauninni var notast við 4 kvíar en í

iðnarskölun verða kvíarnar alls 62 m.v. að sams konar kvíar verði notaðar. Af töflu 1.5. má sjá að að kostnaður er í öllum tilfellum hærri en söluverð.



Mynd 1.1. Hlutfallsleg kostnaðarskipting eldispátta.

Á mynd 1.1. er sýnd hlutfallsleg kostnaðarskipting eldispátta. Þar má sjá að stærstu kostnaðarliðirnir eru veiði- og kvótakostnaður og kostnaður tengdur fóðrun. Að meðaltali er 55-62% af heildarkostnaði tengdur öflun eldisfiskjarins en 31-36% tengist fóðrun.

Auk ofangreinds kostnaðar bætist svo stjórnunar- og fjármagnskostnaður sem er sýndur í töflu 1.6.

Tafla 1.6. Rekstrarreikningur (allar tölur í þús kr).

	Loðna		Steinbítisafskurður	
	Tilraun	1.500t eldi	Tilraun	1.500t eldi
Rekstrartekjur	1.216	323.695	1.420	332.818
Rekstrargjöld	-1.543	-326.892	-1.898	-359.730
EBITDA	-327	-3.197	-478	-26.911
Stjórnunarkostnaður	0	-5.400	0	-5.400
Afskriftir (20%)	-260	-16.165	-260	-16.165
Fjármagnskostnaður	-145	-17.099	-157	-18.259
Skattar	0	0	0	0
Hagn/tap	-732	-41.860	-896	-66.735
Veltufé frá rekstri	-472	-25.696	-636	-50.570

Niðurstöður eldistilraunar voru að neikvæð framlegð var af rekstri og verulegt tap fyrir báðar fóðurtegundirnar. Þetta skýrist af miklum afföllum og hlutfallslega háum fóðrunar- og viðhaldskostnaði vegna lítills þéttleika í kvíum.

Þegar áætlaður rekstur 1.500 t eldisstarfssemi er skoðaður kemur í ljós að loðnuhlutinn skilar 323,7 mkr veltu, 3,2 mkr neikvæðri framlegð (-1,0%) og 25,7 mkr tapi. Steinbítisfóðrun skilar 332,8 mkr veltu, 26,9 mkr neikvæðri framlegð (-8%) og 50,6 mkr tapi. Í báðum tilfellum er veltufé neikætt þ.e. greiða þarf 26 – 51 mkr til rekstrarins.

Tafla 1.7. Efnahagsreikningur (allar tölur í þús kr).

	Loðna		Steinbítisafskurður	
	Tilraun	1.500t eldi	Tilraun	1.500t eldi
Fastafjármunir	1.300	80.823	1.300	80.823
Lausafjármunir:				
Eldisþorskur	1.543	326.892	1.898	359.730
Fóður	0	0	0	0
Eignir samtals	2.843	407.715	3.198	440.553
Langtímaskuldir	910	56.576	910	756.576
Skammtímaskuldir	1.080	228.824	1.329	251.811
Skuldir samtals	1.990	285.400	2.239	308.387
Eigið fé (hlutafé)	853	122.315	959	132.166

Í töflu 1.7. er sýndur einfaldaður efnahagsreikningur fyrir starfssemina í lok eldistíma (eftir 6-7 mánaða rekstur). Eins og áður kom fram eru fastafjármunir eingöngu kvíar og kör. Lausafjármunir eru óslátraður eldisþorskur. Það sem kann að koma á óvart er hve mikil fjárbinding er í rekstrinum. Um 80% af eldiskostnaði fellur til strax eða fyrir upphaf eldistíma og þennan kostnað þarf að fjármagna þar til greiðsla hefur borist fyrir afurðir. Í rekstrarreikningnum má sjá að fjármagnskostnaður er um 5% af eldiskostnaði. Við útreikninga er gert ráð fyrir 30% eiginfjárhlutfalli, sem leiðir til þess að hlutafé í upphafi fyrir iðnaðartilfelli þyrfti að vera 122 og 132 mkr.

Algengur mælikvarði á arðsemi er svokölluð arðsemi eiginfjár. Ef skoðuð er þau tilfelli sem tekin voru fyrir má sjá að arðsemi eiginfjár fyrir 1.500 t eldi með loðnufóðrun er -49% en -62% fyrir afskurðartilfellið. Þetta þýðir að starfsemin yrði gjaldþrota á tveimur árum.

1.3. Næmnigreining

Í arðsemismati sem þessu er áhugavert að skoða hvað einstakar breytur hafa mikil áhrif á arðsemi starfseminnar og hvað þær þurfi að breytast mikið til að arðsemi verði viðunandi. Miðað við áhættu af fiskeldisstarfssemi má gera ráð fyrir að ásættanleg arðsemi eiginfjár sé um 20%. Sé þessi arðsemi bakreiknuð á iðnaðartilfelli tvö, fæst út að eldiskostnaður m.v. ósl. afurðakíló þarf að lækka í 123 kr/kg fyrir loðnufóðrunina og 127 kr/kg fyrir steinbítisafskurðinn miðað við óbreytt afurðaverð. Þetta samsvarar um 40 kr/kg og 56 kr/kg lækkun eldiskostnaðar á afurðakíló fyrir hópanna tvo. Til að þetta náist þyrfti t.d. samanlagður kostnaður við kvótaleigu og veiði smáþorsks að lækka um 96 kr/kg m.v. slægðan fisk, en þessi kostnaður er nú 120 + 114 = 234 kr/kg.

Miðað við óbreyttan kostnað þyrfti afurðaverð fyrir óslægðan eldisþorsk (4⁺ kg) að hækka í 210 kr/kg fyrir loðnuhópin og 230 kr/kg fyrir afskurðarhópin til að umrædd arðsemi næðist af eldinu. Þetta er um 30% hækkun miðað við núverandi markaðsverð.

2. Hluti – Arðsemismat vinnslu

2.1. Forsendur

Í arðsemismati vinnsluhlutans var stuðst við nýtingartölur frá vinnslutilraun sem framkvæmd var í lok eldistilraunarinnar 2001/2002. Þá voru teknir 45 þorskar úr afskurðar- og loðnuhópum, þeir merktir og unnir í fersk, frosin og söltuð flök. Haldið var nákvæmlega utan um allar nýtingartölur meðan á vinnslunni stóð.

Til samanburðar voru unnir á sambærilegan hátt 15 þorskar sem veiddir voru á sömu veiðislóð og eldisfiskurinn var fangaður um vorið. Nánari lýsingu á vinnslutilrauninni má finna í **Verkefnaskýrsla Rf 01 – 04**. Aðrar forsendur arðsemismatsins voru kostnaðartölur og afurðaverð miðað við haustið 2003, sem Þórsberg útvegaði hópnum. Sem innkaupsverð hráefnis var miðað við fiskmarkaðsverð. Fyrir eldisþorskinn var þetta sama verð og notað var sem söluverð frá eldinu.

2.2. Niðurstöður

Í eftirfarandi kafla er niðurstaða hvers vinnsluþátts tilgreind fyrir hópana, þ.e. þorsk fóðraðann á afskurð (A), loðnu (L) og svo villtan þorsk (V).

Tafla 2.1. Stærð og slóghlutfall fiskjar til vinnslu.

	A	L	V
Óslægður	4,81 kg	4,55 kg	1,90 kg
Slægður	3,52 kg	3,35 kg	1,73 kg
Slóg	26,9%	26,4%	11,0%

Eitt af þeim vandamálum sem kom upp í verkefninu var að villti fiskurinn sem nýta átti sem viðmið í vinnslutilrauninni var um 60% minni en eldisþorskurinn. Þetta atriði hefur bæði áhrif á hráefnisverð og afurðaverð. Að vissu leyti gefur þessi niðurstaða þó réttar upplýsingar varðandi arðsemina þ.s. í ljós kom að sjaldgæft er að 4+ kg fiskur veiðist seint á haustin.

2.2.1. Fersk flök

Í töflu 2.2. eru birtar nýtingartölur fyrir vinnslu ferskra flaka fyrir hópana þrjá. Helstu niðurstöður eru að flakanýting eldisþorsksins er 2-3% hærri en þess villta.

Tafla 2.2. Fersk flök - nýtingartölur m.v. slægt

	A	L	V
Haus	20,6%	21,5%	23,1%
Flök	52,4%	51,6%	49,2%
Hryggir	13,5%	14,0%	15,7%
Klumba	7,4%	6,8%	7,0%
Þunnildi	6,0%	6,0%	5,0%

Framlegðarreikningar og forsendur eru sýndar í töflu 2.3. Rétt er að benda á að innkaupsverð villta þorskins var 150 kr/kg eða 40 kr/kg lægra en eldisþorsksins. Ástæðan fyrir þessu er að villti þorskurinn sem veiddist um haustið var að meðaltali um 2,7 kg minni en eldisþorskurinn. Við val á vinnsluleiðum aukaafurða (þunnilda,

klumbu,..) var miðað við þá leið sem skilaði mestri framlegð. Í öllum tilfellunum er miðað við að klumba sé unnin í mornng, þunnildi séu söltuð, hausir þurrkaðir og hryggir seldir til sérhæfðra vinnslufyrirtækja.

Tafla 2.3. Fersk flök - Afurðaverð, skilaverð og framleiðslukostnaður.

Afurðaverð (kr/kg)			Skilaverð (kr/kg) m.v. hráefni				
	A	L	V	A	L	V	
Haus	12	12	12	Haus	2,5	2,6	2,8
Flök fersk	368	368	368	Flök fersk	192,6	189,7	180,9
Hryggir	6	6	6	Hryggir	0,8	0,8	0,9
Klumba	70	70	70	Klumba	4,1	3,8	3,9
Þunnildi	184	184	184	Þunnildi	8,5	8,8	6,4
					208,5	205,7	195,0
			Framleiðslukostnaður (kr/kg) m.v. hráefni				
				Hráefnisverð	190	190	150
				Launak.	35,0	35,0	35,0
				Umbúðir	13,1	12,9	12,3
				Annað	4,8	4,8	3,9
				Samt.	242,9	242,7	201,2
				Framlegð	-34,32	-36,96	-6,29

Í ljós kemur að miðað við þær forsendur sem notaðar voru, er tap á vinnslunni fyrir alla hópanna. Villti þorskurinn kemur þó skást út með neikvæða framlegð sem nemur 6 kr/kg. Aðalskýringin á framlegðarmuninum er sú að hráefniskostnaður er mun hærri fyrir eldisþorskin en stærðarmunurinn skilar sér ekki í herra afurðaverði.

2.2.2. Fryst flök

Við framlegðarútreikninga frystra flaka er miðað við sömu nýtingartölur og við vinnslu ferskra flaka. Afurðaverð og framleiðslukostnaður frystu flakanna er hins vegar annar.

Tafla 2.4. Fryst flök - Afurðaverð, skilaverð og framleiðslukostnaður.

Afurðaverð (kr/kg)			Skilaverð (kr/kg) m.v. hráefni				
	A	L	V	A	L	V	
Haus	12	12	12	Haus	2,5	2,6	2,8
Fryst fersk	337	337	337	Fryst fersk	176,8	174,1	166,0
Hryggir	6	6	6	Hryggir	0,8	0,8	0,9
Klumba	70	70	70	Klumba	4,1	3,8	3,9
Þunnildi	184	184	184	Þunnildi	8,5	8,8	6,4
					192,7	190,1	180,1
			Framleiðslukostnaður (kr/kg) m.v. hráefni				
				Hráefnisverð	190	190	150
				Launak.	35,0	35,0	35,0
				Umbúðir	6,7	6,7	6,7
				Annað	3,9	3,8	3,6
				Samt.	235,6	235,5	194,9
				Framlegð	-42,9	-45,4	-14,8

Rekstrarniðurstaða fyrir vinnslu frystra flaka er enn lakari en fyrir þau fersku. Meira tap er af vinnslu eldisþorsks en villts miðað við gefnar forsendur. Skýringar á framlegðarmun eru þær sömu og fyrir fersku flökin.

2.2.5. Saltflök

Nýtingartölur fyrir vinnslu saltflaka taka einnig mið af verkunarnýtingu þ.e. vatnslosunar og upptöku salts. Í töflu 2.5 má sjá að um 8% nýtingarmunur er á eldisþorski og þeim villta. Þetta skýrist annars vegar af flakanýtingu og hins vegar af verkunarnýtingu en þurrefnisinnihald eldisþorsksins var um 1-2% hærra en þess villta sem eykur vatnsbindingu til muna.

Tafla 2.5. Saltflök - nýtingartölur m.v. slægt.

	A	L	V
Haus	20,6%	21,5%	23,1%
Saltflök ¹⁾	40,2%	40,9%	32,5%
Hryggir	13,5%	14,0%	15,7%
Klumba	7,4%	6,8%	7,0%
Þunnildi ¹⁾	4,6%	4,8%	3,5%

¹⁾ Að teknu tilliti til verkunarnýtingar.

Í töflu 6 er sett fram afurðaverð, skilaverð og framleiðslukostnaður. Þar kemur fram mismunandi afurðaverð fyrir saltflökin úr hverjum hóp. Verðmismunurinn skýrist af stærðarmun flakanna og gæðum, en allur saltfiskur úr vinnslutilrauninni var gæðametinn af starfsmönnum Þórsbergs.

Tafla 2.6. Saltflök - Afurðaverð, skilaverð og framleiðslukostnaður.

Afurðaverð (kr/kg)			Skilaverð (kr/kg) m.v. hráefni				
	A	L	V	A	L	V	
Haus	12	12	12	2,5	2,6	2,8	
Saltflök	630	637	562	253,1	260,6	182,7	
Hryggir	6	6	6	0,8	0,8	0,9	
Klumba	70	70	70	4,1	3,8	3,9	
Þunnildi	184	184	184	8,4	8,7	6,4	
				269,0	276,6	196,8	
Framleiðslukostnaður (kr/kg) m.v. hráefni							
Hráefnisverð				190	190	150	
Launak.				45,0	45,0	45,0	
Umbúðir				12	12	12	
Annað				5,4	5,5	3,9	
Samt.				252,4	252,5	210,9	
				Framlegð	16,6	24	-14,2

Eins og sjá má í töflu 2.6 er jákvæð framlegð af vinnslu saltflaka fyrir eldisþorskinn. Þannig skilaði L hópurinn 24 kr/kg framlegð (9,5%) og A hópurinn 16,6 kr/kg eða um 6,6% framlegð af afurðaverði. Við vinnslu saltflaka skilar sér munur á afurðaverði að teknu tilliti til fiskstærðar og einnig hefur eldisþorskurinn mun betri nýtingu. Rétt er að geta að ofangreind framlegð telst reyndar slök og nær ekki viðmiðum greinarinnar.

3. Lokaorð

Í verkefninu fengust svör við flestum þeim spurningum sem settar voru fram í byrjun og ýmislegt gagnlegt hefur komið í ljós.

- Hægt er að veiða og ala eldisþorsks með hóflegum afföllum og ásættanlegum vexti.
- Að jafnaði gefur loðnufóður betri vöxt og skilar betri vinnslunýtingu en steinbítasafskurður.
- Vinnslunýting eldisþorsks er betri en villts þorsks
- Ekki er ásættanleg arðsemi af áframeldi smáþorsks ef tekið er tillit til veiði- og kvótakostnaðar. Þessi kostnaður gæti lækkað með gildruveiðum eða veiðum á smáseiðum.
- Miðað við ásættanlega arðsemikröfu þorskeldis má kostnaður við seiðaeldi nema 140 kr/kg fyrir seiði sem alið er í 2,2 kg stærð til áframeldis.
- Eldisþorskur skilar ekki sérstökum virðisauka við vinnslu í samanburði við villtan fisk sem veiddur er á sama tíma, nema við verkun saltfiskflaka.

4. Heimildir

Gústaf H. Hjálmarsson, Sigurjón Arason, Kristín A. Þórarinsdóttir, Jón Ö. Pálsson og Ari Wendel, 2004. Áframeldi smáþorsks. Áhrif fóðrunar á vinnslueiginleika. Verkefnaskýrsla Rf, 01-04.

Guðjón Indriðason framkvæmdastjóri Þórsbergs ehf. Munnlegar heimildir 2002 – 2004.

Jón Örn Pálsson rekstrarstjóri Þórsbergs ehf. Munnlegar heimildir 2003 – 2004.