

Vinnsla og vörubrúun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Vinnsla og gæðastýring á eldisporski

Kristín Anna Þórarinsdóttir
Valur Norðri Gunnlaugsson
Guðrún Anna Finnbogadóttir
Kristján Jóakimsson
Sigurjón Arason

Vinnsla og virðisaukning

Skýrsla Matís 13-00
Apríl 2009

ISSN 1670-7192

<i>Titill / Title</i>	Vinnsla og gæðastýring á eldisþorski / Processing and quality control of farmed cod		
<i>Höfundar / Authors</i>	Kristín Anna Þórarinsdóttir, Valur Norðri Gunnlaugsson, Guðrún Anna Finnbogadóttir, Kristján Jóakimsson og Sigurjón Arason		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	13-09	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Apríl 2009
<i>Verknr. / project no.</i>	1502-1708		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	AVS R26-06 / AVS R&D Fund of Ministry of Fisheries in Iceland		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Skýrslan er samantekt á niðurstöðum í verkefninu „Vinnsla og gæðastýring á eldisþorski“ sem unnið var í samstarfi HG og Matis. Leitað var leiða til að þróa hefðbundnar aðferðir við framleiðslu ferskra, frystra og léttsaltaðra afurða til að þær nýttust fyrir eldisfisk. Markmiðið með verkefninu var að afurðir úr eldisþorski gæfu verðmætar og fjölbreyttar afurðir sem uppfylltu gæðakröfur markaðarins. Vinnsla á eldisþorski verður að fara fram fyrir dauðastirðnun. Að öðrum kosti er hætt á því að losmyndun verði það mikil að afurðir verði í versta falli ósöluhæfar. Kældar og lausfrystar afurðir eru að sambærilegum gæðum og afurðir unnar úr villtum þorski. Eiginleikar eru þó ekki þeir sömu og kemur það meðal annars fram í bragði og áferðaeiginleikum. Villtur þorskur er meyrari og gjarnan safaríkari en eldisþorskur hefur kjótkennari og stamari áferð og er sætari á bragðið.</p> <p>Vinnsla fyrir dauðastirðnun gerir það að verkum að ekki er hægt að nota hefðbundna söltunarferla fyrir eldisfisk. Við léttisöltun er hægt að beita aðferðum eins og sprautun og lengja þæklunartíma til að draga úr neikvæðum áhrifum dauðastirðnunar á upptöku við hefðbundna verkunarferla. Aðstæðum við söltun og hitastigi þarf að stýra mjög vel til að lágmarka hættu á örveruvexti þar sem unnið er við mjög lágan saltstyrk við framleiðslu léttsaltaðra (2% salt) afurða.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	Eldisþorskur, vinnsla, kæling, frýsting, léttsaltaðar afurðir, dauðastirðnun		
<i>Summary in English:</i>	<p>This report summarizes the results from the project „Processing and quality control of farmed cod“ where processing and salting methods for farmed cod were developed in co-operation of HG (Hradfrystihusid-Gunnvor Ltd) and Matis ohf. The main difference in processing of farmed and wild cod is that farmed cod has to be processed before rigor mortis. Otherwise there is a high risk of gaping and quality defects in products that are not accepted by markets.</p> <p>Chilled and IQF products processed from pre-rigor farmed cod were of similar quality as products from wild cod. However, farmed cod products have different properties, they have a sweeter taste and more „meaty“ and firmer texture than products from wild cod which are softer and jucier.</p> <p>Processing of farmed cod before rigor retards weight increase and salt uptake during light salting. The effects of rigor can be reduced by using brine injection and increasing brining time from traditional processed for farmed cod. Salting conditions and temperature must be carefully controlled during the process to avoid microbial growth at the low salt levels used in production of light salted (2% NaCl) products.</p>		
<i>English keywords:</i>	Farmed cod, processing, chilling, freezing light salted products, rigor mortis		

Efnisyfirlit

Inngangur	1
Bakgrunnur.....	2
Eldi á Íslandi.....	2
Markaðir og gæði	3
Léttsaltaðar afurðir	4
Framkvæmd.....	6
Niðurstöður og umræða.....	8
Eldisfiskur	8
Vinnslueiginleikar hráefnis	8
Vinnslunýting	9
Kældar afurðir	9
Frystar afurðir.....	11
Léttsaltaðar afurðir	11
Samantekt	12
Þakkarorð	12
Heimildir	13
Skýrslur úr verkefninu.....	14

Inngangur

Eldi á þorski er tiltölulega ný atvinnugrein en eldi frá grunni er bæði vandasamt og dýrt. Valdimar Ingi Gunnarsson hefur unnið viðmiklar samantektir um þorskeldi og tengd málefni bæði á innlenda og alþjóðlega vísu (www.sjávarútvegur.is). Þar er mikill þekkingargrunnur varðandi eldið sjálft, vinnslu og markaðsmál. Meðal annars er bent á þá staðreynd að meginþröskuldur við þorskeldi eru erfiðleikar við eldið sjálft, þó einkum seiðaframleiðslu og að hár framleiðslukostnaður samanborið við veiðar dragi úr samkeppnishæfni þorskeldis. Hins vegar megi sjá fyrir sér svipaða þróun og á laxamörkuðum þar sem stöðugt framboð og einsleitari gæði eru farin að skipa eldislaxi sterkari stöðu en villtum laxi. Annar þáttur sem styrkir áherslu á eldi eru minnkandi veiðiheimildir fyrir þorsk vegna slæmrar stöðu stofnsins þó að í dag séu misjafnar skoðanir á þróun hans undanfarin ár.

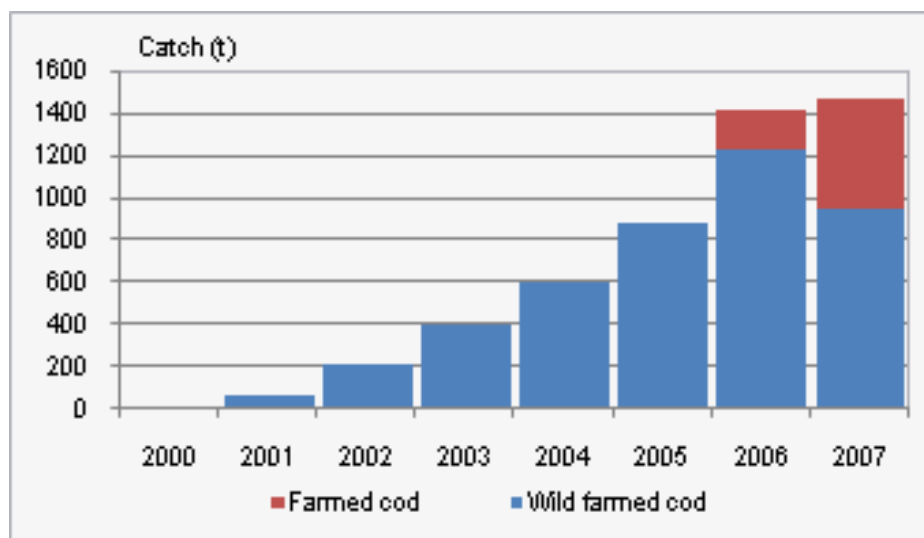
Afurðir úr eldisþorski voru upphaflega hugsaðar á sömu markaði og villtur þorskur til að viðhalda og stuðla að góðri markaðsstöðu þorskafurða. Aftur á móti hefur verið sýnt fram á mun á eiginleikum villts þorsks og eldisþorsks, hvort sem um hefur verið að ræða þorsk úr aleldi eða áframeldi þar sem fiskur er fangaður villtur og alinn í tiltölulega skamman tíma fyrir slátrun. Ekki er hægt að skilgreina afurðir úr eldi sem verri eða betri en afurðir úr villtum þorski, frekar að um ólíkar afurðir sé að ræða. Hefðbundnir vinnsluferlar fyrir villtan þorsk hafa ekki reynst nægilega vel fyrir eldisfisk. Nauðsynlegt er að skoða vel hvaða þættir það eru sem skapa eldisfiski sérstöðu og aðlaga hefðbundna framleiðsluferla að þeim eiginleikum.

Matís ohf hefur stundað rannsóknir á þorskeldi og þáttum þar að lútandi í samvinnu við eldis- og fiskvinnslufyrirtæki hér á landi. Þar á meðal er verkefnið "Vinnsla og gæðastýring á eldisþorski" sem unnið var í samstarfi HG og Matís og styrkt af AVS (R 026-06). Leitað var leiða til að þróa hefðbundnar aðferðir við framleiðslu ferskra, frystra og léttsaltaðra afurða til að þær nýttust fyrir eldisfisk. Markmiðið með verkefninu var að afurðir úr eldisþorski gæfu verðmætar og fjölbreyttar afurðir sem uppfylltu gæðakröfur markaðarins. Rannsóknirnar snéru aðallega að athugunum á vinnslu og söltun á eldisþorski.

Bakgrunnur

Eldi á Íslandi

Fyrstu tilraunir með eldi á villtum þorski á Íslandi hófust 1992 en í mjög litlum mæli. Það sem olli straumhvörfum í eldi var upphaf úthlutunar á eldiskvóta sem hófst árið 2002. Framleiðsla á eldisþorski hefur vaxið jafnt og þétt síðan þá. Til að byrja með var eingöngu um að ræða áframeldi á villtum fönguðum þroski en síðastliðin ár hefur framleiðsla á aleldisþorski náð um þriðjungum af framleiðslunni (Mynd 1).



Mynd 1. Framleiðsla á eldisþorski í eldi og áframeldi (wild farmed cod) (www.þorskeldi.is).

Unnið hefur verið að þróun fódurs og fóðrunartækni í tengslum við vinnsluaðferðir til að bæta eiginleika afurða. Hátt hlutfall af glykogeni í holdi eldisþorsks veldur því að mikil lækun á sér stað á sýrustigi eftir slátrun vegna framleiðslu á mjólkursýru. Los verður meira, vatnsheldni vöðvans skerðist og drip eykst (Losengard o.fl. 1986; Love, 1988). Hægt er að draga úr áhrifum dauðastirðunar á los með fóðrunartækni, kælingu og slátrunartækni (Emilía Martinsdóttir o.fl. 2005; Soffía V. Tryggvadóttir og Björn Björnsson, 2001; Jónas Bjarnason 1998). Við sveltum dregur úr orkuforða (glýkógen) í vöðvanum og lækun á sýrustigi vegna mjólkursýrumyndunar eftir dauða verður minni. Einnig benda rannsóknir til að draga megi úr losi með því að vinna fiskinn fyrir dauðastirðun. Ókostur þess er þó sá að drip eykst vegna samdráttar í vöðvanum eftir flökun (Soffía Vala Tryggvadóttir o.fl. 2001, 2004, 2005).

Markaðir og gæði

Meginafurðir úr þorskeldi eru fersk hnakkastykki sem flutt eru til Bretlands en hluti afurða er einnig frystur. Útflutningur á óunnum fiski hefur numið um 50-200 tonnum undanfarin fjögur ár. Hins vegar eru afurðir úr eldisfiski ekki aðgreindar frá afurðum úr villtum fiski í útflutningsskýrslum Hagstofunnar, þannig að ekki er hægt að afla upplýsinga úr opinberum gagnaveitum eins og staðan er í dag. Annar galli við útflutningsskýrslur er að ekki er greint á milli frystra þorskafurða m.t.t. þess hvort að þær séu léttsaltaðar eða ekki. Markaður fyrir léttsaltaðar afurðir er eftirsóknarverður og talið að hann henti fyrir eldisfisk sem er gjarnan hvítari og þykkari en villtur þorskur.

Kosturinn við sölu afurða úr eldi er meira afhendingaröryggi, betri stýring á framboði m.t.t. eftirspurnar, ferskara hráefni, lengra geymsluþol, verðmætari afurðir, hærri nýting og meiri afköst við vinnslu þar sem ekki þarf að fjarlægja orma (aleldisfiskur). Snyrting er minni vegna betri hráefnisgæða og hægt er að gera meiri verðmæti úr innnyflum þar sem biðtími frá slátrun að vinnslu getur verið mun styttri og auðveldara að viðhalda hráefnisgæðum en við veiðar á villtum fiski.

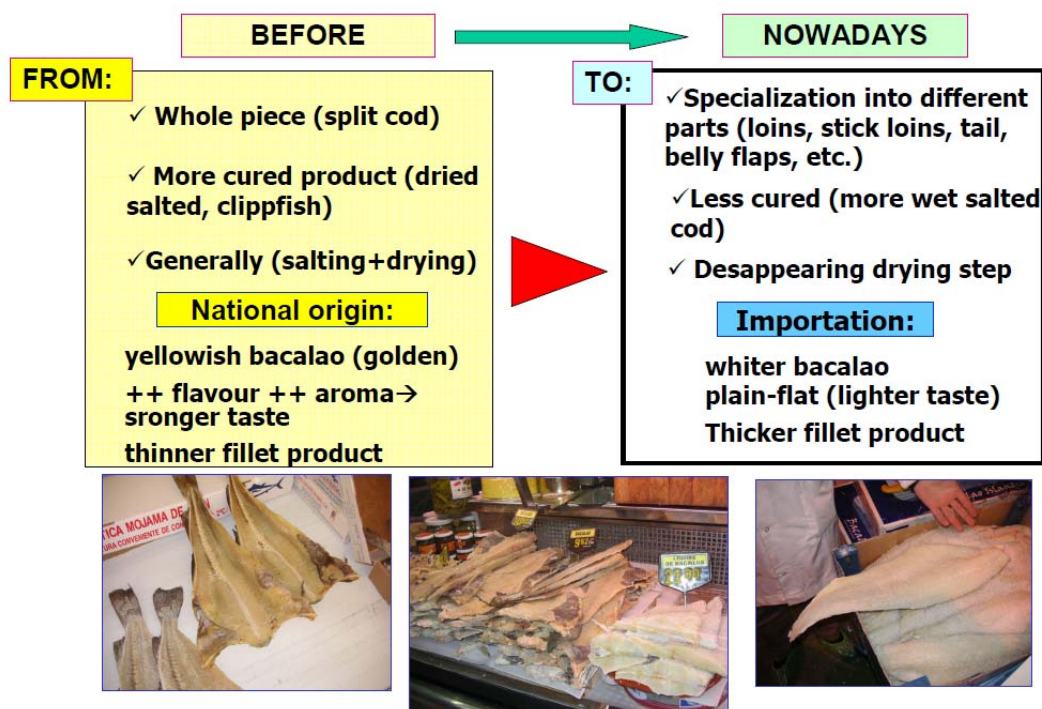
Forsendur til að ná jöfnum gæðum í eldisafurðum eru mjög miklar. Við veiðar og vinnslu á villtum þorski eru aftur á móti margir þættir sem valda breytileika í gæðum, s.s. árstími, veiðisvæði, fæðuframboð, veðurfar, veiðiaðferðir, meðhöndlun hráefnis og tími frá veiðum að vinnslu. Efnasamsetning eldisþorsks er svipuð og hjá villtum þorski en eðliseiginleikar eru frábrugðnir. Það gerir það að verkum að breytingar á vöðvanum við vinnslu, geymslu og matreiðslu eru aðrar. Sem dæmi má nefna að hætta er á að eldisþorskur verði seigari og þurrari við suðu en villtur fiskur. Eldisþorskur frá Íslandi og Noregi hefur almennt ekki verið markaðssettur sérstaklega sem slíkur. Hins vegar hafa Skotar aðgreint hann frá villtum þorski með því að merkja hann sem „No-catch“ og sem afurðir úr lífrænu fiskeldi. Það gefur ákveðin tækifæri varðandi þá neytendahópa sem andsnúnir eru veiðum á villtum stofnum og/eða leggja áherslu á lífræna framleiðslu.

Þorskur á í samkeppni við aðrar hvítfisktegundir, sérstaklega eldisfisk. Er þar einkum um að ræða hraðvaxta tegundir sem vaxa við heitari skilyrði en hér þekkest. Má þar t.d. nefna beitarfisk (tilapiu) en tilraunir eru hafnar hér á landi með eldi á tilapiu. Aðrar hraðvaxta tegundir sem ekki gera miklar kröfur til fóðurgæða eða eldisaðstæðna eru einnig farnar að sækja inn á markaði. Mikilvægt er að fylgjast vel með þróun í þessum málum og styrkja almennt stöðu þorskafurða sem hágæða afurð sem flokkast í hærri verðflokka en aðrar hvítfisktegundir, hvort sem um er að ræða eldisfisk eða villtan fisk.

Léttsaltaðar afurðir

Framleiðsla léttsaltaðra afurða úr eldisþorski er mjög áhugaverð en ekki hefur verið hægt að yfirfæra hefðbundna verkunarferla fyrir villtan fisk yfir á eldisfisk vegna ólíkra eiginleika. Reynslan hefur verið sú að flök af eldisþorski sem er flakaður fyrir dauðastirðnun taki ekki upp salt á sama hátt og flök af villtum þorski.

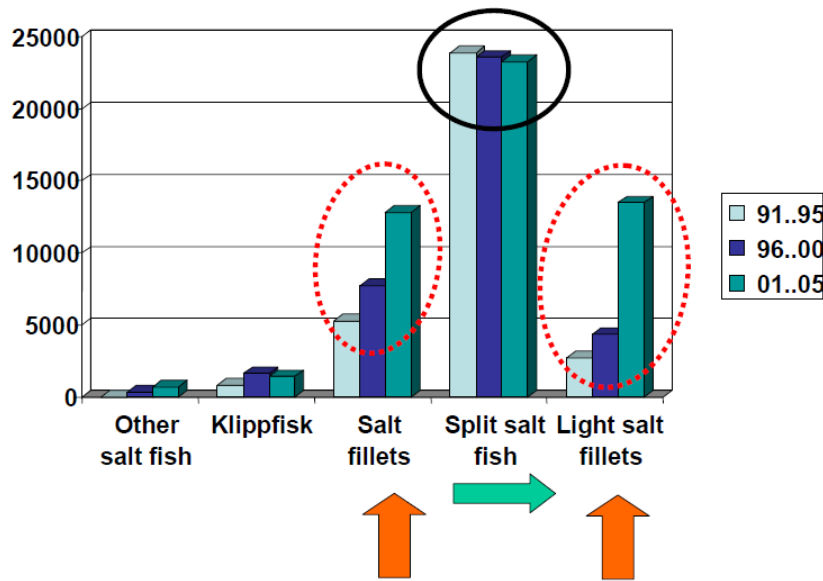
Markaður fyrir léttsaltaðar, frystar afurðir hefur einkum verið á Spáni, þar sem hann hefur byggst upp til hliðar við hefðbundnar saltfiskafurðir. Fiskurinn er hvítari, verkunareinkennum eru mun vægari og verð lægri en fyrir hefðbundnar saltfiskafurðir (Mynd 2) (Gallart-Jornet og Lindkvist 2007).



Mynd 2. Market changes of consumption patterns (Gallart-Jornet og Lindkvist 2007)

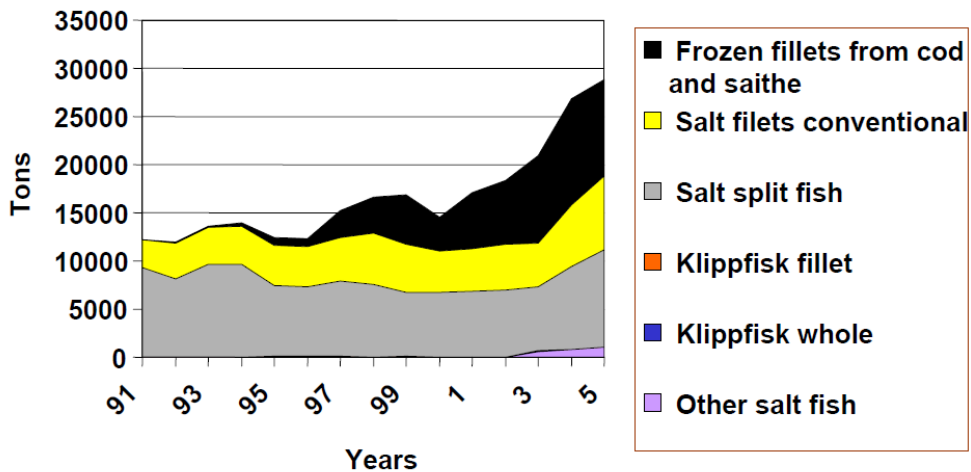
Framleiðslukostnaður er minni þar sem verkunarferill er mun styttri, fiskurinn er sprautaður og/eða þeklaður og síðan frystur. Aftur á móti þarf að þurrsalta fisk við hefðbundna saltfiskverkun og geyma eftir þökkun við ákveðin skilyrði og tíma til að ná réttri verkun. Gerðar hafa verið umtalsverðar úttektir á mörkuðum sem sýna að þeir eru að breytast og neytendur kjósi frekar fisk sem er minna verkaður (Lindkvist o.fl. 2008, Gallart-Jornet og Lindkvist 2007). Hér er þó líklegt að verð skipti töluverðu máli þar sem hefðbundinn saltfiskur er dýrari. Eins geta yngri aldurshópar kosið afurðir sem hafa mildara verkunarbragð. Í úttekt Norðmanna á þróun saltfiskmarkaða frá 1995 til 2005 kom í ljós mikil aukning á

Spánarmarkaði í sölu á bæði hefðbundnum saltfiskflökum og léttisöltuðum flökum (Mynd 3).



Mynd 3. Growth of new products and stagnation of traditional. Structural changes of Spanish salt fish importation from 1991 – 2005 (5 years periods) (Gallart-Jornet og Lindkvist 2007).

Einnig er gerð grein fyrir útflutningi á íslenskum afurðum til Spánar sem sýna fyrst og fremst aukningu í sölu á léttisöltuðum flökum, en frá 2003 til 2005 jókst einnig sala á hefðbundnum saltfiskflökum og flöttum fiski (Mynd 4).



Source: Seafood
Norway May 2006

Mynd 4. Profile Iceland: Structure of Icelandic salt fish exports to Spain, including frozen cod and saithe fillets (Gallart-Jornet og Lindkvist 2007).

Með því að þróa söltunarferla sérstaklega með tilliti til eiginleika eldisþorsks eru góðar líkur á því að framleiða megi sambærilegar afurðir og úr villtum fiski og ná inn á sömu markaði.

Framkvæmd

Verkefnið "Vinnsla og gæðastýring á eldisþorski" var unnið til að rannsaka frekar mun á milli villts þorsks og eldisþorsks Tilgangur var að þróa hefðbundnar vinnslu- og verkunaraðferðir m.t.t. eiginleika eldisþorsks til að hægt væri að ná sem mestum verðmætum við framleiðslu á afurðum úr eldisfiski.

Við tilraunir var notaður þorskur úr eldi HG. Villtur fiskur var fangaður lifandi til að hægt væri að vinna hann bæði fyrir og eftir dauðastirðnun (pre- og post-rigor). Samanburður var gerður á áhrifum dauðastirðnunar á vinnslueiginleika, gæði og geymsluþol ferskra, frystra og léttsaltaðra afurða. Fylgst var með breytingum á þyngd, efnainnihaldi, örveruvexti og magni niðurbrotsefna. Gæði voru metin sjónrænt og með skynmati sem einnig var lagt til grundvallar við ákvörðun á geymsluþoli.

Í samantekt hér á eftir er aðeins gerð grein fyrir meginþáttum rannsókna en nákvæmar framkvæmdalýsingar er að finna í tilraunaskýrslum fyrir hvern verkþátt. Sama er að segja um gögn úr tilraununum, hér verður fyrst og fremst gert grein fyrir meginniðurstöðum.

Megin verkþættir

Vinnslueiginleikar hráefnis.

Markmið verkþáttar var að fá samanburð á meðhöndlun og vinnslu eldisþorsks og villts þorsks. Vinnslan fól í sér blóðgun, slægingu, hausun og flökun. Unninn var villtur þorskur og eldisþorskur fyrir og eftir dauðastirðnun með og án forkælingar fyrir pökkun. Nauðsynlegt var að fanga villtan þorsk lifandi til að fá fullkominn samanburð á eldisþorski og villtum þorski fyrir og eftir dauðastirðnun.

Ferskar afurðir.

Markmið verkþáttarins var að fara í gegnum vinnsluferil fersks fisks á villtum þorski og eldisþorski frá flökun til neytenda. Fiskur var unninn fyrir og eftir dauðastirðnun. Gerðar voru tilraunir með lagringu í krpa og sprautun saltþækils í afurðir til að kanna hvernig eiginleikar holdsins breytast við ólíka meðhöndlun. Saltstyrkur í þækli og ískrpa var um 1,5%. Flökum var pakkað í frauðplastkassa sem geymdir voru við +1°C og -2°C.

Léttsaltaðar afurðir.

Markmið verkþáttarins var að fara í gegnum vinnsluferil léttsaltaðra afurða frá flökun til neytenda. Hráefnið var eldisfiskur og villtur fiskur unninn fyrir og eftir dauðastirðnun. Áhrif mismunandi söltunaraðferða og hitastigs á nýtingu, gæði og geymsluþol afurða voru metin.

Lausfrystar afurðir.

Markmið verkþáttarins var að þróa vinnsluferil lausfrystra afurða úr villtum þorski og eldisþorski sem unninn væri fyrir og eftir dauðastirðnun. Lagt var mat á vatnsheldni og gæði við geymslu (-24°C).

Niðurstöður og umræða

Eldisfiskur

Eiginleikar eldisfisks ráðast að miklu leyti af aðstæðum og fóðrunartækni við eldi. Fiskurinn vex alla jafna mun hraðar en villtur fiskur sem skilar sér meðal annars í mun stærri lifur en er í villtum fiski. Í tilraunum sem gerðar voru var hlutfall lifrar að meðaltali 13,1% í eldisfiski en 3,3% í villtum fiski. Hlutfall innnyfla í eldisfiski var alls um 21% en 11% í villtum fiski miðað við hlutfall af þyngd óslægðs fisks. Þessi gildi geta verið nokkuð breytileg, einkum í villtum fiski þar sem þau verða fyrir nokkrum sveiflum eftir árstíma, svæðum og ástandi fisksins (Brynjólfur Eyjólfsson o.fl. 2001, Ingólfssdóttir o.fl. 1998). Sveiflur í eðlis- og efnasamsetningu eru hins vegar minni hjá eldisþorski en hjá villtum þorski (Losengard o.fl. 1986), enda losnar eldisfiskur við sveiflukennt næringarframboð í náttúrunni sem fylgir mismunandi árstíðum.

Vinnslueiginleikar hráefnis

Meginmunur á vinnslueiginleikum villts þorsks og eldisþorsks lá í því að erfitt var að vinna eldisþorskin eftir dauðastirðnun sökum losmyndunar. Útlits- og áferðargallar þóttu það miklir að ekki væri hægt að flokka afurðir sem seljanlegar. Niðurstöður voru í samræmi við norskar rannsóknir á laxi og þorski þar sem einnig hefur verið sýnt fram á að betra sé að vinna eldisfisk fyrir dauðastirðnun til að lágmarka los. Hins vegar var bent á að snyrting gæti orðið erfiðari sökum þess hve fljótt fiskurinn færi í dauðastirðnun (Larsen, Olsen o.fl. 2008, Skjervold, o.fl. 2001). Því er mikilvægt að lágmarka tímann sem líður frá slátrun að vinnslu og sjálfan vinnslutímann. Ef fiskur er byrjaður að stirðna getur það valdið auknu losi.

Los eldisflaka sem unnin voru fyrir dauðastirðnun var svipað eða meira en í flökum af villtum fiski sem unninn var eftir dauðastirðnun, háð hitastigi og tíma frá vinnslu. Aukin kæling (-2°C vs. +1°C) dró úr losi en það var mest í upphafi geymslutímans. Eftir eins til tveggja vikna geymslu í kæli jókst los aftur þegar bandvefur var farinn að veikjast vegna niðurbrots á vöðvanum.

Hvað villta þorskin varðar, var los einnig minna þegar fiskurinn var unninn fyrir dauðastirðnun. Hins vegar var losmyndun í post-rigor fiski ekki í líkingu við pre-rigor eldisfisk og samdráttur vöðvans ekki eins kröftugur við dauðastirðnun. Los í villtum fiski hefur ekki verið talið vandamál tengt því að fiskurinn sé unninn eftir dauðastirðnun. Aðrir

ókostir við að vinna fiskinn fyrir stirðnun hafa þótt vega þyngra, svo sem stytting á flökum, aukið drip og lakari nýting. Í þessu verkefni styttust flök af villtum fiski sem unninn var fyrir dauðastirðnun (pre-rigor) minna við stirðnun heldur en flök af pre-rigor eldisfiski. Fjarlægð og þar með tímalengd frá veiðislóð að vinnsluáðstöðu vegur þó einna þyngst hvað varðar tímasetningu á vinnslu villts fisks með tilliti til dauðastirðnunar.

Vinnslunýting

Vinnslunýting roðflettra flaka var lægri þegar eldisfiskur var unninn fyrir dauðastirðnun. Hins vegar varð afskurður meiri við snyrtingu flaka sem unnin voru eftir dauðastirðnun. Ef miðað var við þyngd fisks eftir slægingu í báðum tilfellum var vinnslunýting sambærileg eftir snyrtingu eða um 41%. Er þá tekið tillit til þess að fiskurinn rýrnaði um tæp 3% við geymslu í þrjú daga frá slægingu að vinnslu. Nýting snyrtra, roðflettra flaka miðað við óslægðan fisk var um 33% í þessari tilteknu tilraun en um 41% fyrir snyrtingu. Haus nam um 19% af þyngd óslægðs þorsks en um 25% af þyngd slægðs þorsks.

Kældar afurðir

Vegna hættu á losi var eldisþorskur einungis unninn fyrir dauðastirðnun. Tilgangur þess að leggja flökin í ískrapa eða kældan þækil með vægu saltinnihaldi var tvíþættur ávinningur. Annars vegar að kæla þau fyrir þökkun en hins vegar auka þyngd þeirra með upptöku þækils við kælinguna. Miðað var við að saltinnihald í afurðum færi ekki yfir 0,8% og því var aðeins hægt að nota vægan saltstyrk (1,5 %) og stuttan þæklunartíma (5 mín). Þyngdaraukning var um helmingi lægri þegar fiskur var þæklaður fyrir dauðastirðnun. Sprautun jók upptöku verulega en við það jókst einnig drip við geymslu. Upptaka flaka sem unnin voru úr pre-rigor villtum fiski var meiri en í eldisfiski og má gera ráð fyrir að það skýrist af vægari breytingum við stirðnun í villtum fiski. Hvað þyngdarbreytingar við geymslu varðar kom eldisfiskur svipað út og villtur fiskur. Drip var þó heldur meira í eldisfiski fyrstu 6-9 dagana við +1°C en munur á ofurkældum flökum (geymd við -2°C) var lítil.

Sjónrænt mat á gæðum flaka var svipað hvort sem um var að ræða villtan fisk eða eldisfisk, óháð því hvort hann hafði verið sprautaður eða ekki. Meginmunur á afurðum fólst í því að eldisfiskur hélt hvítum lit við geymslu mjög vel á meðan afurðir úr villtum fiski gulna frekar með geymslutíma. Gæði héldust lengur við -2°C en við +1°C. Geymsluþol var einnig lengra við -2°C, en aftur á móti skerti sprautun geymsluþol. Aleldisþorskur hafði heldur lengra

geymsluþol við -2°C en sambærilegar afurðir úr villtum þorski. Hins vegar féll geymsluþol hans hratt við $+1^{\circ}\text{C}$ þegar leið á tímann og var geymsluþol a.m.k 5 dögum skemmra en við -2°C . Flök af villtum fiski sem unninn var pre-rigor höfðu lengra geymsluþol en flök sem höfðu verið unnin post-rigor. Ástæðu þess má rekja til ferskleika hráefnis en villtur fiskur sem unninn var eftir dauðastirðnun hafði verið geymdur í 3 daga fyrir vinnslu en vinnsla á fiski sem unninn vera fyrir dauðastirðnun fór fram sama dag og honum var slátrað.

Tafla 1. Áætlað geymsluþol flaka svk. skynmati með QDA- og Torry- (viðmið 5,5) aðferðum. Villtur fiskur var unninn bæði fyrir og eftir dauðastirðnun (3 dagar frá slátrun) en eldisfiskur aðeins fyrir dauðastirðnun.

Uppruni	Ástand hráefnis	Sprautun	Hitastigs við geyslu	Áætlað geymsluþol (dagar frá slátrun)	Áætlað geymsluþol (dagar frá flökun)
Aleldis	Pre-rigor	-	$+1^{\circ}\text{C}$	11 (13)	11 (13)
Villtur	Pre-rigor	-	$+1^{\circ}\text{C}$	12 (13)	12 (13)
Villtur	Post-rigor	-	$+1^{\circ}\text{C}$	13+	10+
Aleldis	Pre-rigor	-	-2°C	16+	14+
Aleldis	Pre-rigor	+	-2°C	14+	14+
Villtur	Pre-rigor	-	-2°C	14+	14+
Villtur	Pre-rigor	+	-2°C	14-16	14-16
Villtur	Post-rigor	-	-2°C	13	10
Villtur	Post-rigor	+	-2°C	8+	5+

Mikill munur kom fram á skynmatseiginleikum aleldisþorsks og villts þorsks eftir suðu, fyrst og fremst í áferð þar sem villtur fiskur var mun meyrari, maukkenndari, mýkri og safaríkari. Eldisþorskur var hvítari, stinnari, kjötkenndari, stamari og með sætara bragð.

Frystar afurðir

Afurðir úr sama framleiðsluferli og fyrir kældar afurðir voru lausfrystar og metnar eftir ákveðinn tíma í frosti. Lausfrystar afurðir komu vel út í gæðamati, los jókst ekki í flökum og litlar sem engar breytingar urðu á efnainnihaldi þessara sýna. Afurðir komu almennt vel út úr frystingunni, hvort sem um var að ræða eldisfisk eða villtan fisk, hvenær hann var unninn og hvort hann var sprautaður eða aðeins kældur í ískrapa. Helsti munurinn á milli lausfrystra og kældra flaka kom fram í vatnsheldni. Þíð flök vor með töluvert lægri vatnsheldni en afurðir sem framleiddar voru á sama hátt en geymdar við kældar aðstæður. Hinsvegar kom ekki fram munur í vatnsinnihaldi í suðunýtingu.

Áhrif sprautunar á frystu flökin voru óveruleg hvort sem um eldisfisk eða villtan fisk var að ræða. Saltinnihald var heldur hærra í afurðum af villtum fiski enda upptaka meiri en í eldisfiski. Aftur á móti var ekki munur á losi, gæðum eða suðunýtingu sprautaðra flaka samanborið við þau flök sem aðeins voru sett í ískrapa fyrir frystingu. Litabreytingar voru litlar við frystingu og þíðingu. Lausfrysting leiddi ekki til rýrari gæða afurða að neinu ráði og kom hlutfallslega betur út fyrir sprautuð flök heldur en kæling. Örverumengun er meiri í vöðvanum eftir sprautun og getur því rýrt geymsluþol þegar afurðir eru geymdar við skilyrði þar sem örverur ná að vaxa. Við frystingu stöðvast vöxtur örvera en eftir þíðingu geta þær farið að fjölga sér á ný.

Léttsaltaðar afurðir

Mikill munur er á verkunareiginleikum pre-rigor eldisporsks og á post-rigor villts þorsks. Þetta var þó háð aðferðum, verkunartíma og saltstyrk. Þæklun afurða fyrir dauðastirðnun við vægan saltstyrk (2%) og í stuttan tíma (5 mín) skilar um helmingi minni þyngdarupptöku þegar fiskur er þæklaður eftir dauðastirðnun. Sprautun eykur upptöku verulega en þá má búast við auknu dripi. Með því að hækka saltstyrk í þækli og beita bæði sprautun og þæklun við verkun, má auka upptöku í pre-rigor fiski. Lenging þæklunartíma umfram 2-3 daga færir upptöku einnig nær því sem þekkist fyrir villtan post-rigor fisk. Hins vegar er gallinn sá að saltinnihald léttsaltaðra afurða á ekki að fara yfir 2-2,5% (háð mörkuðum) sem þýðir að þækilstyrkur er of vægur til að halda örveruvexti niðri. Hætt við að afurðir skemmist nema öllum aðstæðum sé vel stýrt þar á meðal hitastigi sem þarf helst að vera undir 0°C (-1 til -2°C). Sá mikli munur sem kom fram í saltupptöku á milli hópanna hafði áhrif á flesta þætti sem skoðaðir voru. Vatnsinnihald flaka af villtum fiski var mun hærra en í eldisflökum. Mikill munur kom fram í skynmatseiginleikum milli hópanna, einkum í áferðapáttum, þar sem villti

þorskurinn hafði almennt mýkri, safaríkari og meyrari áferð, enda var hann vatnsmeiri. Geymslu og skemmdareinkenni komu mun fyrr fram hjá villta hópnum. Á 10. geymsludegi var villti hópurinn við lok geymsluþols, en aleldishópurinn á 14. degi. Í gæða- og losmati var þessi munur ekki alveg eins greinilegur. Töluverður munur var á útliti, þar sem villti hópurinn hafði dekkri lit og misleitara útlit. Þessi litamunur kom einnig fram í litmælingunum þar sem villti hópurinn dökknaði við geymslu á meðan eldisfiskurinn lýstist eilítið á sama tíma.

Erlendir vísindamenn hafa einnig sýnt fram á dræma upptöku við söltun á eldisfiski (laxi og þorski) fyrir dauðastirðnun (Wang et al. 2000; Lauritzsen et al. 2004; Rørå et al. 2004; Esaiassen et al. 2008). Við dauðastirðnun verður öflugur samdráttur í flökum við dauðastirðnun sem getur numið allt að 10-14% af lengd flaka. Líkur eru á að þækill sem sprautað er í vöðvann er þrýstist aftur út við það ferli (Lauritzsen et al. 2004). Fyrir dauðastirðnun eru einnig frumuhimnur heilar og ósmótískur þrýstingur hefur ekki sama vægi og eftir dauðastirðnun. Vöðvabygging er ekki byrjuð að raskast vegna ensímatísks niðurbrots, sem einnig torveldar þenslu á vöðvanum vegna upptöku þækils (Rørå et al. 2004; Larsen et al. 2008). Aukinn saltstyrkur í vöðva er talinn flýta dauðastirðnun og auka samdrátt en draga úr losi. Salt getur einnig haft hamlandi áhrif á virkni ensíma og þar með á breytingar á vöðvabyggingu (Birkeland et al. 2007; Larsen et al. 2008). Þrátt fyrir að upptaka sé lítil, þá getur söltun dregið úr dripi (um 2 prósentustig) við geymslu og þannig aukið heildarnýtingu (Esaiassen et al. 2008).

Samantekt

Vinnsla á eldisþorski þarf að fara fram fyrir dauðastirðnun. Kældar og lausfrystar afurðir unnar úr eldisfiski eru af sambærilegum gæðum og afurðir úr villtum fiski. Upptaka við söltun er vandamál vegna þess að eldisfiskurinn er saltaður fyrir og við dauðastirðnun. Auka má upptökuna með sprautun og með því að lengja þæklunartíma. Hins vegar hafa afurðir úr eldisfiskinum ágætis geymsluþol og jafnvel betra en villti fiskurinn. Gera þarf ráð fyrir að upplifun neytandans af afurðunum sé önnur þar sem að eldisfiskur er kjötkenndari, stinnari og getur verið þurrari en villtur fiskur. Eiginleikar eru síst verri en taka þarf tillit til þeirra við vinnslu og verkun, auk þess sem þeir geta nýst við markaðssetningu afurða.

Þakkarorð

Höfundar skýrslunnar þakka AVS rannsóknasjóði í sjávarútvegi fyrir veittan styrk til verkefnisins.

Heimildir

- Birkeland, S., L. Akse, et al. (2007). Injection-Salting of pre rigor Fillets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science* 72(1): E029-E035.
- Brynjólfur Eyjólfsson, Sigurjón Arason, Guðmundur Stefánsson, og Guðjón Þorkelsson. (2001). Holdafar þorsks, vinnslunýting og vinnslustjórnun. Skýrsla Rf nr. 2. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins 113 bls.
- Emilía Martinsdóttir. (1995). Handbók fiskvinnslunnar: Skynmat á ferskum fiski. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. 31 bls.
- Emilía Martinsdóttir, Helene L. Lauzon, Soffía Vala Tryggvadóttir. (2005). Áhrif roðkælingar á gæði fiskflaka. Rf skýrsla 10-05.
- Esaiassen, M., R. Dahl, et al. (2008). Pre-rigor filleting and brining of farmed cod: Influence on quality and storage stability. *LWT - Food Science and Technology*, 41(4): 724-729.
- Gallart-Jornet, L. and K. B. Lindkvist (2007). The Spanish salt fish market - a challenge to the Norwegian salt fish industry. *Torskefiskkonferanse, Tromsø 07.11.2007*
- Ingólfssdóttir, S., Stefánsson, G. & Kristbergsson, K., (1998). Seasonal variations in physicochemical and textural properties of North Atlantic cod (*Gadus morhua*) mince. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 7(3): 39-61.
- Jónas Bjarnason og Sigurjón Arason. (1998). Dauðastirðnun í fiski. Rf pistlar, Nr 11, desember 1998. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
- Larsen, R., S. H. Olsen, et al. (2008). Low salt brining of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua* L.) and the effects on different quality parameters. *LWT - Food Science and Technology*, 41(7): 1167-1172.
- Lauritzen, K., L. Akse, et al. (2004). Physical and quality attributes of salted cod (*Gadus morhua* L.) as affected by the state of rigor and freezing prior to salting. *Food Research International* 37(7): 677-688.
- Lindkvist, K. B., L. Gallart-Jornet, et al. (2008). The restructuring of the Spanish salted fish market. *Canadian Geographer / Le Géographe canadien* 52(1): 105-120.
- Losnegard, N., Langmyhr, E. & Madsen, D. (1986). Oppdrettstorsk, kvalitet og anvendelse. (I). Kjemisk sammensetning som funksjon av arstiden. *Fiskeridirektoratet, Rapporter og meldinger nr.11/86*.
- Losnegard, N., Langmyhr, E. & Madsen, D. (1987). Oppdrettstorsk, kvalitet og anvendelse. (III). Fryselageringsdyktighet I is. *Fiskeridirektoratet, Rapporter og meldinger nr.1/87*.
- Love, R.M. 1988. *The Food Fishes – Their intrinsic variation and practical implications*. Garrand press, London, s 43-88.
- Rørå, A. M. B., R. Furuhaug, et al. (2004). Salt diffusion in pre-rigor filleted Atlantic salmon. *Aquaculture*, 232(1-4): 255-263.
- Skjervold, P. O., A. M. Bencze Rørå, et al. (2001). Effects of pre-, in-, or post-rigor filleting of live chilled Atlantic salmon. *Aquaculture*, 194(3-4): 315-326.
- Soffía Vala Tryggvadóttir, Ása Þorkelsdóttir, Ásbjörn Jónsson og Guðmundur Örn Arnarson. (2004). Framtíðarþorskur; Gæðamat á eldisþorski. *Verkefnaskýrsla RF 10-04*.
- Soffía Vala Tryggvadóttir, Guðmundur Örn Arnarson og Jón Örn Pálsson. (2005). Framtíðarþorskur; Geymsluþol, áferð, vöðvabygging og vinnsla eldisþorsks. *Verkefnaskýrsla RF 26-05*.
- Soffía Vala Tryggvadóttir og Björn Björnsson. (2001). Ástand þorskhalds eftir mismikla fóðrun. *Ægir* 94(3):20-23.
- Valdimar Ingi Gunnarsson. 2009. www.sjávarútveginn.is
- Wang, D., J. Tang, et al. (2000). Salt diffusivities and salt diffusion in farmed Atlantic salmon muscle as influenced by rigor mortis. *Journal of Food Engineering*, 43(2): 115-123.

Skýrslur úr verkefningu

Matís-skýrslur

- Valur Norðri Gunnlaugsson, Guðrún Anna Finnbogadóttir. 2008. Samanburður á smásærri byggingu aleldis- og villts þorsks. Matís skýrsla 32-08, 18 s.
- Valur Norðri Gunnlaugsson, Guðrún Anna Finnbogadóttir, María Guðjónsdóttir, Kolbrún Sveinsdóttir, Hannes Magnússon, Kristján Jóakimsson, Kristín Anna Þórarinsdóttir, Sigurjón Arason. 2008. Samanburður á eiginleikum aleldisþorsks og villts þorsks. Matís skýrsla 33-08, 93 s.
- Valur Norðri Gunnlaugsson, Guðrún Anna Finnbogadóttir, María Guðjónsdóttir, Kolbrún Sveinsdóttir, Kristján Jóakimsson og Sigurjón Arason. 2008. Samanburður á léttsöltuðum aleldisþorski og villtum þorski. Matís skýrsla 34-08, 39 s.
- Valur Norðri Gunnlaugsson, María Guðjónsdóttir, Guðrún Anna Finnbogadóttir, Kristján Jóakimsson, Sigurjón Arason. 2008. Samanburður á eiginleikum aleldisþorsks og villts þorsks í lausfrystingu. Matís skýrsla 35-08, 21 s.

Tilraunaskýrslur

- Valur Norðri Gunnlaugsson, Guðrún Anna Finnbogadóttir, Kristín Anna Þórarinsdóttir, Kristján Jóakimsson, Sigurjón Arason. 2008. Áhrif dauðastirðnunar og vinnsluþátta á nýtingu og gæði afurða úr eldisþorski. 32 s.
- Valur Norðri Gunnlaugsson, Guðrún Anna Finnbogadóttir, Kristján Jóakimsson, Sigurjón Arason. 2008. Áhrif þæklunartíma á saltupptöku og verkunarnýtingu léttsaltaðra þorskflaka. 13 s.

Nemendaverkefni

- Hafþór Úlfarsson. 2008. The use of microwaves on wild cod and farmed cod, lightly salted and salted. 18 s.
- Magnea Guðrún Arnþórsdóttir, Þórdís Jóhannsdóttir, Guðni Þór Sigurjónsson. 2007. Geymsluþol léttsaltaðra þorskflaka - Ofurkæling – Umbúðir – Flutningar. Háskóli Íslands, verkefni í matvælafræði II. 40 s.