

Verkefnaskýrsla
13 - 03



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

APRÍL 2003

LÉTTSÖLTUN, STÖÐUGLEIKI OG NÝTING FROSINNA AFURÐA

Samantekt á meginniðurstöðum allra verkþátta

Kristín Anna Þórarinsdóttir
Guðný Guðmundsdóttir
Sigurjón Arason
Guðjón Þorkelsson



<i>Titill / Title</i>	Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða - Samantekt um meginniðurstöður allra verkþátta.		
<i>Höfundar / Authors</i>	<i>Kristín Anna Þórarinsdóttir, Guðný Guðmundsdóttir, Sigurjón Arason, Guðjón Þorkelsson</i>		
<i>Skýrsla Rf / IFL report</i>	13-03	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Apríl 2003
<i>Verknr. / project no.</i>	1483		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	<i>Rannís</i>		
<i>Ágrip á íslensku:</i>	<p>Skýrslan lýsir helstu niðurstöðum allra verkþátta í verkefninu „Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða.“ Í fortíraunum var lagt mat á áhrif þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fisks á móti þækli. Í tíraun I var tekin inn ný breyta, sprautusöltun og áhrif hennar, samanborið við þæklun í stuttan (5 mín) og langan (38 klst) tíma, metin. Í tíraun II var sojapróteinum og fosfati bætt við sem tíraunapáttum. Tíraun III var að hluta endurtekning á tíraun II, sem þjónaði þeim tilgangi að meta áhrif af notkun fiskpróteina samhliða notkun salts og fosfats, samanborið við sojaprótein. Í tíraun IV voru áhrif af íblöndun mismunandi próteinafurða ásamt salti á nýtingu og stöðugleika þroskflaka við frýstingu könnuð.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Þorskur, þæklun, sprautun, frýsting, nýting, prótein, fosfat</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>This report is a part of the project “Light salting, stability and yield of frozen cod fillets” which is funded by the Icelandic Research Council. It describes the main results of all trials in this project. In preliminary trials, the effects of brine concentration, brining time and the ratio of fish to brine was evaluated. In trial I, two different salting methods, brine salting and brine injection were compared. In trial II, the effects of salt, phosphated on soyproteins, with regards to yield and stability of cod fillets during frozen storage, were tested. In trial III, this part was repeated with fish proteins for comparison. Finally, in trial IV the effects of different fish protein products, minced muscle and hydrolysed cod and saithe proteins were evaluated.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Cod, brine salting, brine injection freezing, yield, protein, phosphate</i>		

Verkefnaskýrsla til

RANNÍS

13 - 03

Rannsóknastofnun

fiskiðnaðarins

APRÍL 2003

Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða

Samantekt um meginniðurstöður allra verkþátta

Kristín Anna Þórarinsdóttir

Guðný Guðmundsdóttir

Sigurjón Arason

Guðjón Þorkelsson

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR.....	3
2	UMRÆÐUR OG ÁLYKTANIR	4
3	FRAMHALD	8
4	ÞAKKIR.....	10
5	HEIMILDIR	10

1 INNGANGUR

Í skýrslunni eru teknar saman meginályktanir úr hverjum verkþætti verkefnisins „Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða“ sem var ætlað að skila niðurstöðum um áhrif þæklunar og/eða frystingar á eiginleika þorskafurða eftir frystingu. Þegar liggja fyrir sjö Rf-skýrslur í þessu verkefni þar sem er að finna fræðilegan hluta og ítarlegri umfjöllun um niðurstöður;

- Fræðileg samantekt (áhrif frystingar og léttpæklunar á fiskvöðva).
- Þarfagreining (m.a. úttekt á nýtingu við vinnslu og reglugerðum um efnainnihald).
- Fortilraunir (áhrif af þæklunartíma, þækilstyrks og hlutfallsins þekill:fiskur).
- Tilraun I (áhrif af þæklun og/eða sprautun).
- Tilraun II (áhrif af þæklunartíma, sprautun og þæklun með fosfati, salti og sojapróteinum).
- Tilraun III (áhrif af sprautun og þæklun með fosfati, salti og fiskpróteinum).
- Tilraun IV (áhrif fiskpróteina (FPH og smækkaðs vöðva) og sojapróteina).
- Tilraun II og III (samanburður á áhrifum sojapróteina og fiskpróteina).
- Tilraun II, III og IV (samanburður á áhrifum mismunandi próteinafurða).

Byrjað var á því að taka saman fræðilegt yfirlit um áhrif frystingar og léttsöltunar á fiskafurðir. Síðan var gerð úttekt á nýtingu í vinnslu, einangrun og vinnslu tæknilegra próteina úr sjávarfangi og reglugerðum um efnainnihald fiskafurða. Í fortilraunum voru áhrif þæklunar fyrir frystingu á flök og flakabita könnuð og gerð úttekt á áhrifum þæklunartíma, þækilstyrk og hlutföllum þækils á móti fiski, í fortilraunum. Í tilraun I var sprautun bætt við ferlið og áhrif þess könnuð, bæði með því að þækla í stuttan tíma og langan tíma eftir á. Í tilraun II voru áhrif af sojapróteinum og fosfati borin saman við notkun af salti, efnin voru notuð ýmist ein og sér eða saman. Í tilraun III var sojapróteinum skipt út fyrir fiskprótein, þ.e. próteinduft úr þorski. Í tilraun IV voru notaðar mismunandi próteinafurðir ásamt salti; sojaprótein, hydrolyseruð prótein úr ufsa og þorski og smækkaður þorskvöðvi. Í öllum tilraunum voru flök fryst án meðhöndlunar til viðmiðunar.

2 UMRÆÐUR OG ÁLYKTANIR

Í fræðilegum hluta var rætt um þær breytur sem áhrif hafa á ástand hráefnis, s.s. árstíðabundnar sveiflur í eiginleikum fisksins og meðhöndlun eftir veiði. Í framhaldi af því var fjallað um frystingu og þíðingu á fiski og hvaða breytingar eigi sér stað í fiskholdi við þau ferli. Einnig voru söltun og áhrifaþættir við þæklun teknir fyrir.

Í þarfagreiningu var fjallað um nýtingu og efnasamsetningu þorskafla og hvernig hafa megi áhrif á nýtingu með þæklun fyrir frystingu. Kannað var hvaða reglugerðir og viðhorf gilda varðandi stjórnun á vatni og saltinnihaldi í matvælum. Einnig var lagt mat á einkaleyfishæfni ferilsins. Að lokum var fjallað um vinnslu á tæknilegum próteinum úr sjávarfangi.

Í fortíraunum var lagt mat á hvaða þættir við þæklun hefðu mest áhrif á eiginleika léttsaltaðra, frystra þorskflaka; saltstyrkur (5% vs. 15%), þæklunartími (5 mín vs. 20 mín. og allt að 48 klst) eða hlutfall fisks á móti þækli (1:1 vs. 1:2). Þæklunartími hafði mest að segja hvað nýtingu varðar bæði eftir þæklun og eftir þíðingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu. Nýting jókst með lengri þæklunartíma. Ef þæklað var í stuttan tíma (innan við ½ klst) skilaði hærri þækilstyrkur hærri nýtingu og lægra dripi.

Massabókhald var notað til að sýna áhrif á heimtur efna, þ.e. magn efna eftir þæklun var borið saman við magn í ferskum flökum. Þæklunartími og þækilstyrkur höfðu mest áhrif á heimtur vatns sem voru heldur lægri eftir þæklun í 15% þækli en í 5%. Áhrif af þæklunartíma (5 mín til 48 klst) voru þau að heimtur jukust með þæklunartíma eins og vænta mátti út frá niðurstöðum um nýtingu. Áhrif á magn saltfrís þurrefnis voru mest af völdum hlutfalls fisks á móti þækli, þó ekki tölfræðilega marktæk. Saltfrítt þurrefni er að stærstum hluta prótein og virtust þau frekar leka út þegar magn þækils var tvöfalt á við magn af fiski (1:2). Þæklunartími var talin hafa óverulega áhrif á heimtur saltfrís þurrefnis, ef einhver þá neikvæð, þ.e. heimtur virtust lækka lítillega með þæklunartíma.

Í tilraun I var tekin inn ný breyta, sprautusöltun, auk þess sem áhrif geymslutíma í frosti voru metin. Niðurstöður verkefnisins leiddu í ljós að hægt var að ná umtalsverðum nýtingarauka í frystum þorskflökum með þæklun og/eða sprautun fyrir frystingu. Þæklunartími skipti miklu máli m.t.t. nýtingar en ná mátti hærri nýtingu með því að bæði sprauta og þækla fiskinn. Sprautun og þæklun fyrir frystingu virtist ekki hafa marktæk áhrif á hlutfall vatns í flakabitunum. Þó var það allt að tveimur prósentustigum hærra í þeim hópi sem sprautaður

var og þæklaður í 38 klukkustundir samanborið við viðmiðunarhóp sem hlaut enga meðhöndlun fyrir frystingu. Saltinnihald u.þ.b. tvöfaldaðist við þæklun í 38 klukkustundir samanborið við saltinnihald í flökum sem aðeins voru sprautuð og/eða þækluð í 20 mínútur, miðað við 5% þækilstyrk í báðum tilfellum. Það fór hæst í 2,2% en æskilegt saltinnihald ræðst af þeim kröfum sem kaupandi gerir. Sprautun fyrir þæklun leiddi til hærri saltinnihalds, um 0,2-0,4 prósentustig var að ræða.

Tilraun II var að hluta til endurtekning á tilraun I sem þjónaði þeim tilgangi að fá mat á árstíðamun á fiski, þ.e. í I var hann veiddur í september en í II í maí. Bætt var við tilraunabáttum til að skoða áhrif fosfata og sojapróteina við meðhöndlun flakabita fyrir frystingu. Meðhöndlun fyrir frystingu fólst í sprautun og þæklun/lageringu í sömu lausn og notuð var til sprautunar. Nokkrar gerðir af þæklun/lausnum voru notaðar, sem innihéldu mismunandi styrki af salti, sojapróteinum og fosfati. Lagt var mat á áhrif fyrrnefndra þátta á mismunandi hluta fiskflaka og skoðað hver áhrif á nýtingu, efnainnihald, áferð og vatnsheldni voru.

Staðfesting fékkst á niðurstöðum tilraunar I varðandi sprautun og þæklunartíma, þ.e. töluverður munur var á nýtingu flaka eftir þæklunartíma. Lengri þæklunartími (38 klst vs. 20 mín) skilaði hærri nýtingu. Eins var nýting marktækt hærri ef að flökin voru sprautuð áður en þau voru þækluð. Áhrif af notkun salts, fosfats og sojapróteina voru marktæk m.t.t. hækkunar á nýtingu. Eftir þæklun og 1 mánuð í frosti hafði notkun salts mest áhrif en fosfat eftir 3 mánuði í frosti. Ekki var marktækur munur á nýtingu flaka eftir því hvort að fosfat eða salt var notað, miðað við þá styrkleika og efni sem notuð voru. Hins vegar var tilhneiging til hærri nýtingar ef bæði efnin voru notuð saman, þó ekki marktækur ($p > 0,05$). Notkun sojapróteina bætti nýtingu miðað við viðmiðunarhóp eftir 1 mánuði í frosti en munur var ekki marktækur eftir 3 mánuði. Drip við þíðingu var áberandi mikið í þessum hópi, ásamt þeim hópi sem aðeins var sprautuð með vatni. Mest var aukning í nýtingu þegar öll efnin voru notuð saman til sprautunar og þæklunar en sá hópur komst næst nýtingu þeirra hópa sem voru þæklaðir í 38 klst. Ákveðin tilhneiging var til þess að þeir hópar sem mestu bættu við sig í þyngd töpuðu mestri þyngd við suðu, þ.e. að vöðvinn náði ekki að binda að fullu þann þækil sem hann tók upp.

Fylgni var á milli breytinga í nýtingu, saltinnihaldi, vatnsinnihaldi og vatnsheldni flakanna, þ.e. eftir því sem söltun var meiri jukust vatnsbindieiginleikar flakanna og þar með nýting. Þessir þættir höfðu neikvæða fylgni við próteininnihald, þ.e. nýting, vatnsheldni og

vatnsinnihald jukust með aukinni söltun en hlutfall próteina lækkaði hlutfallslega við það þar sem magn vatns og salts í vöðvanum jókst.

Notkun sojapróteina hafði neikvæð áhrif á útlit flakanna, þau urðu slepjuglegri og gulleitar leifar þeirra sáust greinilega á yfirborði flakanna.

Nokkur mismunur var á milli tilrauna I og II, þ.e. á fiski sem veiddur var að hausti og vori. Sá fiskur sem veiddur var að hausti kom betur út varðandi nýtingu og vatnsheldni, eins var vatnsinnihald og pH hærra í þeim fiski.

Í tilraunum I og II, var lagt mat á breytileika á milli mismunandi flakabita, þ.e. sporðstykkja, miðstykkja og hnakkastykkja. Samanburður á mismunandi flakabítum sýndi tilhneigingu til lakari nýtingar og meira drips hjá sporðstykkjum miðað við mið- og hnakkastykki, þetta var þó ekki algilt. Hins vegar jókst þyngdartap við suðu frá sporði að haus. Tilhneiging var til lækandi vatnsinnihalds frá sporði að haus en þessu var öfugt farið með próteininnihald og sýrustig. Sá þáttur sem fyrst og fremst virtist skýra breytileika á milli mismunandi flakabita var áferð.

Í tilraun III var notað fiskpróteinduft (þurrkuð, hydrolyseruð þorskprótein frá Primex í stað sojapróteina en að öðru leyti var tilraunahögun að mestu eins og í II en sleppt var þeim þáttum sem miðuðu að því að meta áhrif af sprautun og lengri þæklunartíma. Próteinin voru notuð ein og sér til sprautunar á fiskflökum eða með salti og/eða fosfati. Samanborið við fyrri tilraun þar sem notuð voru sojaprótein, skiluðu fiskpróteinin svipuðum ábata í nýtingu og sojapróteinin þegar þau voru notuð ein og sér. Notkun samhliða salti og/eða fosfati jók nýtingu hins vegar ekki að sama skapi og þegar sojaprótein voru notuð. Það gæti skýrst af mismun í eiginleikum próteinanna. Annars vegar var um prótein af ólíkum uppruna að ræða og hins vegar er þekkt að einangrunarferli próteina geta haft mikil áhrif á eiginleika þeirra. Einnig kom í ljós að þau flök sem voru sprautuð með próteinduftinu fengu á sig ljótan lit (gráan/gulleitan) og yfirborðsáferð þeirra var slímkennd. Próteinin virtust ekki samlagast flökunum nógu vel því að gráleitir blettir voru á flökunum eftir sprautun.

Í tilraun IV var gerð athugun á áhrifum fiskpróteina á mismunandi formi samanborið við þau sojaprótein sem notuð voru í tilraun II, og voru próteinin notuð með salti. Í fyrsta lagi var um að ræða sprautun á hydrolyseruðum ufsa- og þorskpróteinum sem voru enn í lausn, þ.e. ekki búið að þurrka yfir í duft eins og í tilraun III. Í öðru lagi um að ræða sprautun á smækkuðum vöðva í tilraun IV. Áður höfðu verið gerðar ákveðnar forprófanir á smækkun fiskvöðva til

sprautunar í fiskflök, í verkefninu „Nýting aukaafurða við vinnslu á flakabítum“ sem einnig hefur verið unnið á Rf og styrkt af Rannís.

Nýting þorskflaka eftir sprautun/pæklun og frystingu jókst með notkun fiskpróteina og salts miðað við ómeðhöndluð þorskflök. Þessi þyngdaraukning tapaðist þó að mestu við suðu, en ávinningurinn var samt sem áður nokkur, eða um tæpt 1% og allt upp í 4%. Hins vegar voru áhrif á útlit flakanna neikvæð. Þau flök sem voru meðhöndluð með fiskpróteinum höfðu annað útlit en ómeðhöndluð flök, þ.e.a.s. voru grá/gulleit og frekar slepjuleg.

Samanburður á milli tilrauna II, III og IV, sýndi að samhliða íbót próteina og salts virtist ekki skila meiri nýtingu heldur en þegar salt var notað eitt og sér. Þetta átti við hvort sem um var að ræða sojaprótein eða fiskprótein. Hins vegar var tilhneiging til hærri nýtingar en hjá viðmiðunarhópi sem hlaut enga meðhöndlun fyrir frystingu.

3 FRAMHALD

Í framhaldi af þeim tilraunum sem lokið er væri áhugavert að rannsaka vægi dauðastirðunar þ.e.a.s. tíma frá dauða fisksins, á áhrif léttsöltunar fyrir frystingu. Einnig mætti kanna hvort og hvaða áhrif biðtími frá þækluð að frystingu hefði. Lengri biðtími myndi leiða til þess að dreifing þækilsins um vöðvann yrði jafnari.

Vinna þarf úr þeim gögnum sem til eru um efnainnihald ferskra og frystra afurða og setja opinbera staðla um efnainnihald til leiðbeiningar fyrir framleiðendur og kaupendur. Árstíðabundnar sveiflur í eiginleikum hráefnisins er nokkuð sem þarf að taka tillit til við þá vinnu.

Mikilvægt er að halda áfram tilraunum sem miða að því að leggja mat á áhrif íbættra fiskpróteina á eiginleika fiskafurða. Mikil þróun er í gangi í einangrun próteina og nauðsynlegt að þar sé ekki eingöngu horft á einangrunarferlið heldur einnig á hvaða virkni prótein hafa í afurðum eftir uppruna og einangrunarferli. Taka mætti inn aðrar gerðir sojapróteina sem innihalda hærra hlutfall próteina og nota þær til samanburðar við notkun fiskpróteina.

Í verkefninu hafa einungis verið gerðar forprófanir til að kanna hvort hægt væri að sprauta fiskpróteinum með hefðbundinni spraututækni. Hins vegar þarf að gera frekari rannsóknir á því hvernig megi leysa þau vandamál sem þegar hafa komið upp og hámarka árangur af notkun fiskpróteina m.t.t. tæknilegra eiginleika þeirra í fiskafurðum. Skoða þarf betur aðferðir við smækkun, hvort hægt sé að ná betri árangri með öðrum sprautubúnaði og/eða hvernig breyta megi leysni og stöðugleika próteinanna í lausn. Nauðsynlegt er að rannsaka frekar hvernig einangrunarferli og uppruni unninna fiskpróteina hefur áhrif á eðliseiginleika þeirra og hvernig hámarka megi tæknilega eiginleika þeirra í fiskafurðum án þess að það komi niður á gæðapáttum. Prófa þarf blöndur af mismunandi uppruna og sem hafa mismunandi eiginleika. Einnig þarf að nota sértækari aðferðir til að meta árangur af notkun þeirra og stöðugleika próteinanna.

Smækkun vöðva getur m.a. falið í sér að hann sé skorinn niður, hakkaður eða fínhakkaður („malaður“) allt eftir því hver tilgangurinn með smækkuninni er. Að sama skapi er búnaður til smækkunar mismunandi og skilar mismikilli smækkun. Sem dæmi má nefna búnað til að skera í sneiðar/teninga, hakka, rífa niður/tæta, brytja, merja og „mala“. Til að hægt sé að sprauta smækkuðum vöðva verður stærð agna að vera undir ákveðnum mörkum (ca. 1mm), háð þeim nálum sem notaðar eru við sprautun. Til að ná það mikilli smækkun er hægt að nota

diskamyllur (disc mills/colloid mills). Smækkunin fer fram á milli tveggja diskanna, bil á milli þeirra er um 0,05-1,3 mm. Annar diskurinn snýst á miklum hraða, 3.000-15.000 snún./mín (rpm) en hinum er haldið stöðugum. Yfirborð diskanna getur verið mismunandi, þ.e. slétt eða gróft eftir því hvaða matvæli er verið að smækka. Gæta þarf að því að hitun við smækkunina verði ekki of mikil og er búnaður því gjarnan með vatnskælingu. Smækkunin hefur áhrif á eiginleika próteina og hafa mælingar á vatnsheldni og fituheldni t.a.m. verið notaðar til að meta breytingar á kjötpróteinum við framleiðslu á pylsum og paté (Fellows, 2002). Hætta á skemmdum s.s. vegna örvera er meiri eftir að búið er að auka yfirborð með smækkun. Því er mikilvægt að fyllsta hreinlætis sé gætt við vinnslu og kæling sé fullnægjandi (0-4°C).

Finna þarf leiðir til að hækka próteininnihald í blöndunni án þess að það dragi úr möguleikum á sprautun og auka leysni próteinanna án þess að notuð séu efni sem rýra vatnsheldni, bragðgæði eða lit afurða. Hægt er að breyta leysni próteina með breyttu sýrustigi, hækkuðu eða lækkuðu frá ísóelektrískum punkti (5,2-5,3) (Fennema, 1996). Sýrustig í þorskvöðva er á bilinu 6,5-6,9, mismunandi eftir árstíma og ástandi fisksins við veiði (Love, 1979, Sólveig Ingólfssdóttir o.fl., 1998). Salt hefur bæði áhrif á leysni og seigju lausna. Við mjög lágan saltstyrk (<0,0003 M í jónastyrk) er leysni þorskpróteina í lausn mjög há en fellur síðan þegar jónastyrkur er á bilinu 0,01-0,1 M. Þegar saltstyrkur samsvarar um 1 M (1M NaCl = 5,85% NaCl) fer leysni aftur upp í um 50% (Stefansson og Hultin, 1994). Samband er á milli leysanleika próteina og seigju lausna. Seigja í blöndum sem útbúnar voru úr mismunandi hlutföllum af fiskhakki (prótein 0,9-15%), salti (0-12%) og vatni, var meiri eftir því sem hlutfall próteina (fiskhaks) var herra. Hún var í hámarki þegar saltstyrkur var 2,5%. Einnig hefur verið skoðað hvaða áhrif það hefur að skipta út hluta af hakkinu fyrir soðinn fisk, natríum kaseinat, mjólkurduft og fleiri þætti en íblöndun þessara efna dró úr seigju blöndunnar (Grabowska og Naczka, 1977). Geljunareiginleikar fiskipróteina ráðast af vinnsluferli og eiginleikum hráefnisins, s.s. tegund fisks, ferskleika, árstíðasveiflum og veiðiaðferðum (Sakamoto, 1997). Í þorski minnka geljunareiginleikar aktómýósíns með geymslutíma (28 dagar) á ísuðum fiski og eru þeir í hámarki á 3-6 degi. Seigja próteinsins minnkaði lítillega með geymslutíma en mælingar á hökkuðum fiskkvöðva hafa sýnt litlar breytingar á seigju (Chalmers og Careche, 1992).

4 ÞAKKIR

Höfundar vilja þakka öllum þeim sem komið hafa að verkefninu veitta aðstoð og Rannsóknarráði Íslands (RANNÍS) fyrir veitta styrki til verkefnisins sem náð hefur yfir 3 ár.

5 HEIMILDIR

Chalmers, M. og M. Careche. 1992. Properties of actomyosin isolated from cod (*Gadus morhua*) after various periods of storage in ice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58, 375-383.

Fellows, P.J. 2002. 4. Size reduction. Í: P.J. Fellows (ritstjórn). *Food processing technology*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 98-117.

Fennema, O.R. 1996. 15. Characteristics of edible muscle tissues. Í: O.R. Fennema (ritstjórn). *Food Chemistry*. Marcel Dekker, Inc., New York, 880-938.

Grabowska, J. og M. Naczka. 1977. Effect of selected technological parameters on the viscosity of fish protein/water systems. *Przemysl Spozywczy*, 31(, 351-352.

Love, R.M. 1979. The post-mortem pH of cod and haddock muscle and its seasonal variation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 30, 433-438.

Sakamoto, J. 1997. *Food Ingredients Europe.*, Hamburg, Germany; Ajinomoto Europe Sales GmbH, Stubbenhuk 3, D-20459.

Sólveig Ingólfssdóttir, G. Stefánsson og K. Kristbergsson. 1998. Seasonal variations in physicochemical and textural properties of North Atlantic cod (*Gadus morhua*) mince. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 7, 39-61.

Stefansson, G. og H.O. Hultin. 1994. On the solubility of cod muscle proteins in water. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 2656-2664.