

Vinnsla og vörubrúun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Jöfnun – aukin gæði og bættir eiginleikar marnings

Kristín Anna Þórarinsdóttir
Magnea G. Arnþórsdóttir
Irek Klonowski
Arnljótur Bjarki Bergsson
Sindri Sigurðsson
Sigurjón Arason

Vinnsla og virðisaukning

Skýrsla Matís 15-09
Maí 2009

ISSN 1670-7192

<i>Titill / Title</i>	Jöfnun – aukin gæði og bættir eiginleikar marnings / Homogenisation – increased value of fish mince		
<i>Höfundar / Authors</i>	Kristín Anna Þórarinsdóttir ¹ , Magnea G. Arnþórsdóttir ^{1,4} , Irek Klonowski ¹ , Arnljótur Bjarki Bergsson ^{1,2} , Sindri Sigurðsson ³ , Sigurjón Arason ^{1,4} 1: Matis; 2:/Iceprotein; 3: Síldarvinnslan hf; 4:Háskóli Íslands		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	15-09	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Maí 2009
<i>Verknr. / project no.</i>	1502-1818		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	AVS R 011-08 / AVS R&D Fund of Ministry of Fisheries in Iceland TPS 071321007 /Technology Development Fund, RANNIS - Icelandic Centre for Research		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Markmið verkefnisins var að þróa nýja framleiðsluaðferð fyrir marningsblöndu til innsprautunar í fiskafurðir sem byggir á jöfnun. Ferillinn skilaði góðum árangri hvað varðar stöðugleika, vatnsheldni, útlit og sprautanleika blöndunnar. Áhrif á örverur voru mismunandi eftir ferlum sem notaðir voru og hráefni en þau voru ekki í öllum tilfellum merkjanleg. Nýting og stöðugleiki sprautaðra afurða jókst verulega samanborið við ómeðhöndluð flök og flök sem sprautuð voru með hreinum saltþækli. Frysting skorti vatnsheldni vöðvans verulega. Samt sem áður var ávinningur af sprautuninni hvað varðar heildarþyngdarbreytingar frá vinnslu og þar til eftir þíðingu annars vegar og suðu hins vegar.</p> <p>Skýrslan er samantekt tilrauna í verkefninu „Himnusprenging – aukin gæði og bættir eiginleikar marnings“.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	Jöfnun, marningur sprautun, vatnsheldni, nýting		
<i>Summary in English:</i>	<p>The aim of the project was to develop a process for homogenisation of fish mince in solution for injection in fish products. The process was well suited for preparing a solution which had the right particle size, viscosity, water holding properties and stability for injection. The yield and stability of the protein injected fillets was increased compared with untreated fillets and fillets injected with pure salt brine. Freezing reduced water holding capacity but the yield was still higher than of untreated fillets, both after thawing and cooking</p>		
<i>English keywords:</i>	Homogenisation, mince, injection, water holding capacity, yield		

EFNISYFIRLIT

1	Inngangur	1
1.1	Útflutningsverðmæti marnings	2
1.2	Fiskprótein sem íblöndunarefni við sprautun	4
1.3	Jöfnun	5
1.4	Áhrif þrýstings.....	6
2	Markmið	8
3	Framkvæmd.....	8
3.1	Hráefni, tilraunir og mælingar	8
3.2	Mælingar á próteinblöndum	9
3.3	Mælingar á sprautuðum fiskafurðum	12
3.4	Tölfræðileg úrvinnsla	15
4	Niðurstöður og umræða.....	16
5	Ályktanir	20
6	Þakkarorð	20
7	Heimildir	21

1 INNGANGUR

Marningsvinnsla hefur verið stunduð í fjölda ára á Íslandi úr aukaafurðum sem falla til við bolfiskvinnslu. Vinnsla á aukaafurðum í marning getur aukið nýtingu fiskholds um 10-15% miðað við slægðan fisk. Eingöngu hefur verið notast við afskurð úr flakavinnslu frystihúsa. Ef hausar eru nýttir hækkar talan um 3-5% (Tafla 1). Ekki hefur verið hægt að vinna marning úr hryggjum í hefðbundinni marningsvinnslu. Nýru fiska eru undir hryggsúlu þeirra og við að merja hrygginn blandast nýrnablóð við marninginn sem dregur mjög úr verðmæti hans og hefur neikvæð áhrif á geymsluþol hans.

Tafla 1. Hlutfall marnings af beinhlutum og afskurði sem fellur til við flakavinnslu, miðað við slægðan fisk (Hannes Árnason o.fl., 1994, Sigurjón Arason, 1990).

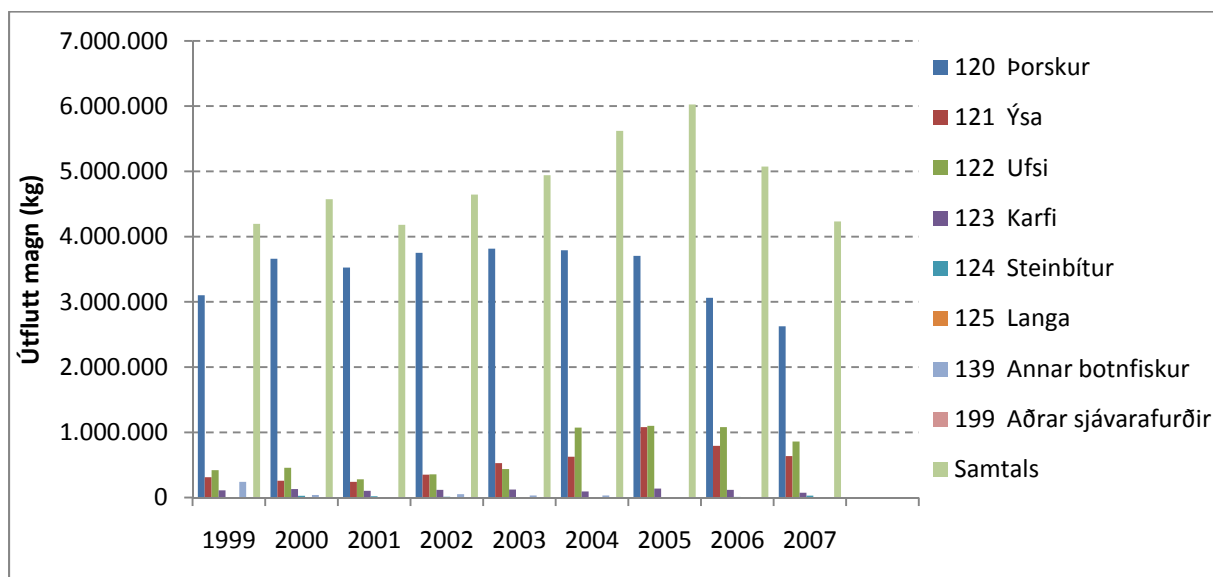
Afurðir	Hlutfall af þyngd (%)	Aukning í nýtingu fiskholds (%)
Klumba	7	4-5
Hryggur	14	2-3,5
Beingarður og afskurður	5	4-6
Þunnildi	Háð afurð	4

Efnasamsetning marnings getur verið nokkuð breytileg, háð m.a. ástandi hráefnisins, vinnsluferlum og búnaði. Gera má ráð fyrir að vatnsinnihald hans sé að meðaltali um 80-84% og próteininnihald um 14-18%. Aðrir áhrifaþættir eru til að mynda fisktegund, um hvaða hluta fisksins er að ræða, aldur fisks, næringarástand, veiðislóð og árstíð (Damberg 1964, Damberg 1963, Eliassen og Vahl 1982, Kryznowek o.fl. 1984, Love 1979, Sólveig Ingólfssdóttir 1998).

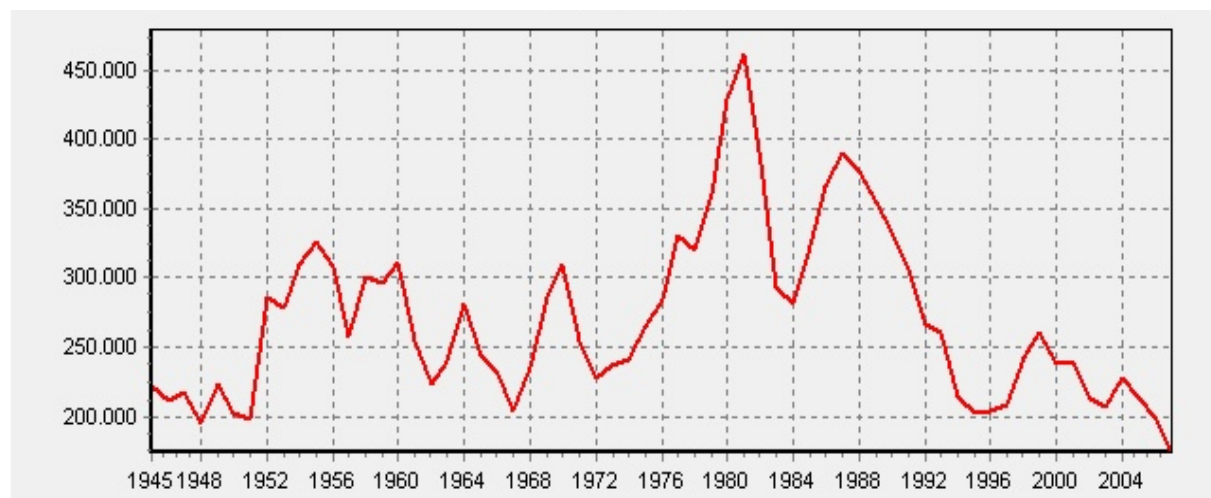
Mikilvægt er að marningsvinnsla fari fram um leið og afskurður fellur til og marningur sé frystur sem fyrst. Marningur er frystur í blokkir sem notaðar eru sem hráefni í tilbúna rétti, s.s. fiskstauta og fiskbollur. Einnig má blanda góðum marningi saman við flök í blokkir. Aukin eftirspurn hefur verið eftir marningi í framleiðslu á próteinblöndum til innsprautunar í flök. Einnig hefur þróun á framleiðslu líftæknilegra afurða úr aukahráefni aukist mikið. Helstu vandamál við notkun marnings í flök hafa tengst stöðugleika hans og öðrum gæðapáttum. Með þróun nýrra framleiðsluferla væri hugsanlega hægt að bæta eiginleika marnings og þar með notkunarmöguleika. Við það yrði hann vænlegri kostur sem hráefni í ýmsar vörur og þar af leiðandi verðmætari aukaafurð við vinnslu.

1.1 Útflutningsverðmæti marnings

Útflutt magn marnings hefur verið á bilinu 4.000 til 6.000 tonn á undanförunum 10 árum (Mynd 1). Stærstur hluti þess hefur verið þorsmarningur (3.000 tonn) en magn hans hefur þó farið minnkandi síðustu ár. Aukin notkun marnings hér innanlands er megin skýring þess ásamt minnkandi þorskafla (Mynd 2).

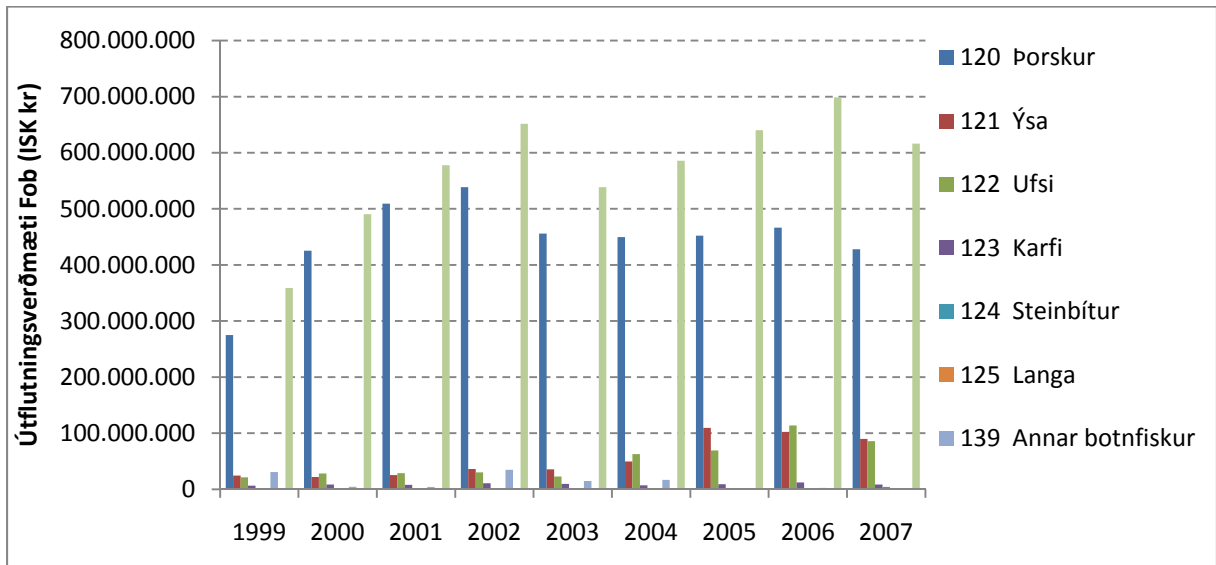


Mynd 1. Útflutt magn marnings sem unninn hefur verið úr botnfiski á árunum 1999 til 2008 (bráðabirgðatölur fyrir 2008) (Hagstofa Íslands 2009).



Mynd 2. Þorskafla (tonn) íslenskra fiskiskipa af öllum miðum á tímabilinu 1945-2007 (Hagstofa Íslands 2009)

Útflutningsverðmæti hafa verið á bilinu 400-700 milljónir (Fob) (Mynd 3). Hæstu verðin hafa fengist fyrir þorskmarning en verð per kg hefur verið lægra fyrir tegundir eins og ýsu, ufsa og karfa (Mynd 4).



Mynd 3. Útflutningsverðmæti marnings sem unninn hefur verið úr botnfiski á árunum 1999 til 2008 (bráðabirgðatölur fyrir 2008) (Hagstofa Íslands 2009).

Notkun marnings til innsprautunar og til framleiðslu á próteinafurðum hefur dregið úr framboði marnings til útflutnings og hefur það verið liður í hækkandi verði marningsins undanfarin ár (Mynd 4).



Mynd 4. Útflutningsverðmæti marnings reiknuð sem kg verð (Fob) á tímabilinu 1999 til 2008 (bráðabirgðatölur fyrir 2008) (Hagstofa Íslands 2009).

1.2 Fiskprótein sem íblöndunarefni við sprautun

Í dag er mikil þróunarvinna í gangi þar sem markmiðið er að þróa nýja notkunarmöguleika fiskpróteina og þar með auka verðmæti aukahráefnis og vannýtttra tegunda. Próteinum er til dæmis bætt í afurðir með sprautun. Meðhöndlun marnings til að gera hann sprautanlegan getur verið mjög mismunandi. Bæði er um að ræða ferla sem byggja á lágmarksbreytingum á fiskvöðvanum s.s. smækkun en einnig lífefna- og efnafræðilega ferla sem hafa áhrif á eiginleika próteina og gera það mögulegt að einangra vöðvaprótein úr fiskmassanum.

Við smækkun og blöndun marnings í þækil er kæling mikilvægur þáttur til að koma í veg fyrir geljun til að hægt sé að nota lausnina til innsprautunar. Jacquier o.fl. (2000) eru skráð fyrir einkaleyfi (EP09474273) á aðferð sem felst í því að smækka fisk niður í agnir sem eru <1mm. Ögnunum er blandað saman við daufan þækil og blöndunni síðan sprautað inn í fiskvöðva. Simon o.fl. (1981) eru einnig skráðir fyrir einkaleyfi (U.S. 4,301,180) á sprautun smækkaðs fiskvöðva í flök til að auka nýtingu. Fiskiðnaðurinn er einnig farinn að nota ferli þróað af Cozzini¹ (Cozzini Group 4300 West Bryn Mawr Avenue, Chicago, IL 60646) sem gengur út á það að smækka marning og blanda út í þækil við kældar aðstæður (<0°C). Með þessari aðferð hefur verið hægt að smækka marning það mikið að hægt er að sprauta honum í vöðvamassa. Íslenska fyrirtækið Iceprotein ehf, Sauðárkróki, var stofnsett í maí 2005 en það hefur meðal annars staðið fyrir þróun á blautpróteinum ætluðum til innsprautunar í fiskafurðir. Fyrirtækið Proteus (www.proteusindustries.com) hefur þróað og er með einkaleyfi á framleiðsluferlinu *NutraPure* sem felur í sér vinnslu og meðhöndlun á próteinum úr afskurði af dýravöðva (US: 6,005,073; US: 6,288,216). Proteus hefur í framhaldinu m.a. þróað ferli til að nýta próteinin til innsprautunar í ferskan fisk (Griffin 2005).

Fyrstu rannsóknir á áhrifum viðbættra fiskpróteina í fiskafurðir lofa góðu en hafa ber í huga að þær leiðir sem notaðar eru til að vinna prótein sem íblöndunarefni hafa mikil áhrif á eiginleika þeirra. Notkun fiskpróteina sem hjálparefnis miðar að því að bæta vatnsheldni og suðunýtingu, draga úr dripi og bæta þar með heildarnýtingu. Sýnt hefur verið fram á að hægt er að nota viðbætt fiskprótein sem hjálparefni við framleiðslu frystra, ferskra og saltaðra afurða. Meginávinningurinn er þyngdaraukning afurða en jákvæð áhrif á gæði saltaðra afurða hafa einnig komið fram. Á móti kemur að gera má ráð fyrir að rýrnun við

¹ Hægt að er að sjá aðferðarfræðina hér:

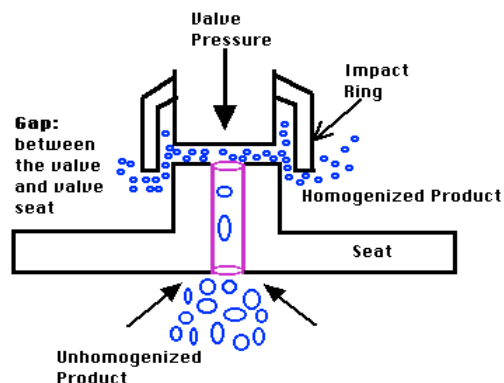
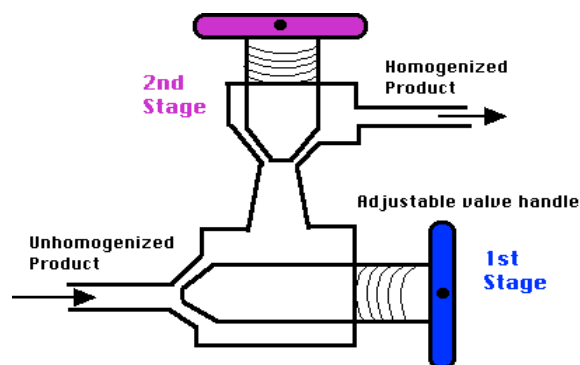
http://patents1.ic.gc.ca/claims?patent_number=2023708&language=#Top og einnig á <http://www.cozzini.com/suspentec%20files/suspentecsystemhome.html>.

kæligeymslu eða þíðingu getur aukist en suðunýting er sambærileg ómeðhöndluðum fiskvöðva. Ókostur við sprautun er að hún getur skert geymsluþol kældra afurða sem er ástæða þess að fyrst og fremst hefur verið lögð áhersla á frystar afurðir.

1.3 Jöfnun

Jöfnun er aðferð sem litið hefur verið til hvað varðar meðhöndlun marnings fyrir sprautun. Hægt er að skipta jöfnun niður í þrjá megin flokka eftir þeirri tækni sem beitt er en þeir eru hljóðbylgjur (ultrasonic), þrýstingur (pressure) og vélræn jöfnun (mechanical). Val á aðferð fer eftir tilgangi jöfnunar, til dæmis hvort gera á fasa einsleitan, hvort ná á heilum frumum í fasa eða sprengja himnur þannig að aðskilja megi mismunandi frumuhluta.

Þrýstingsjöfnun er sú aðferð sem notuð var í verkefninu. Þessi tegund af jöfnun virkar þannig að blanda er þvinguð í gegnum mjög þrönga rás eða gat undir þrýstingi. Því næst geta frumurnar rekist á með miklum hraða á árekstrarhring (Mynd 5, *impact ring*) eða á frumur sem koma úr andstæðri átt á miklum hraða. Þetta er þó háð hvaða tegund af háþrýstijafnara á í hlut.



Mynd 5 Búnaður til jöfnunar. (<http://www.foodsci.uoguelph.ca/deicon/homogenizer.html>)

Búnaður sem leiðir til áreksturs er áhrifaríkari en sá sem gerir það ekki. Sundrun frumveggjar verður vegna samspils af stóru þrýstingsdropunum, kröftugu öfugstreymi og sterkum skerkrafti (shearing forces). Hraðinn fyrir frumusundrun er í hlutfalli við u.þ.b. 3ja veldi af flæðishraða blöndunar í gegnum rás jöfnunartækisins, sem er svo í beinu hlutfalli við nýtanlegan þrýsting. Því hærri sem þrýstingur er því hærri verða afköst af sundrun í hverri hringrás í gegnum vélina. Þeir þættir sem hafa áhrif á afköstin í háþrýstingsjafnara eru þrýstingur, hitastig, fjöldi hringrása, fjöldi ventla, árekstrarhönnun og flæðishraði.

Til eru tvennskonar þrýstingsjafnarar, annars vegar eins þrepa og hins vegar tveggja þrepa. Í eins- og tveggja þrepa jafnara er heildarjöfnunarþrýstingurinn mældur fyrir fyrsta þrepið, P_1 , og jöfnunarþrýstingurinn í seinna þrepinu er mældur fyrir framan seinna þrepið, P_2 . Tveggja þrepa aðferðin er yfirleitt valin til að fá sem bestu jöfnunarafköst. Bestu niðurstöður fást ef hlutfallið á milli P_1/P_2 er u.þ.b. 0,2. Eins þrepa jöfnun er hægt að nota fyrir vörur sem krefjast hárrar seigju. Tveggja þrepa jöfnun er notuð fyrir vörur sem hafa hátt fituinnihald og vörur þar sem óskað er eftir miklum jöfnunarafköstum.

1.4 Áhrif þrýstings

Þrýstingur getur breytt byggingu og virkni margra próteina. Háþrýstingur fyrir ofan 100-200 MPa hvetur aðskilnað og eðlissviptingu próteina svo og gelmyndun (Chevalier 2001). Eðlissvipting próteinanna verður vegna breytinga á ósamgildum tengjum í 3. og 4. stigs byggingu próteinanna, svo sem vatnsfælnum tengslum og jónatengjum. Hins vegar hefur þrýstingur engin áhrif á samgild tengi próteina (Anguspanich o.fl. 1997). Almennt eðlissviptast prótein og ensím við 150-300 MPa þrýsting en þó eru sum ensím sem auka virkni sína á þessu bili þar sem þau þola háþrýsting allt að 700 MPa. Einnig er þekkt að sumir ensímhindrar verða óvirkir við lægri þrýsting en ensímið. Próteasavirkni í vöðvum getur aukist með notkun þrýstings.

Anguspanick o.fl. (1997) gerðu rannsókn á þorski þar sem mismunandi þrýstingi var beitt. Mýósín var afmyndað við 100-200 MPa en aktín þoldi þrýsting upp á 800 MPa og einnig nokkuð af ensímum (próteösum). Þar sem mestu próteinbreytingarnar áttu sér stað fyrir

neðan 400 MPa þá var hægt að áætla að losun á málmjónum væri ekki tengd við afmyndun á byggingu próteinanna (Tafla 2).

Tafla 2. Áhrif mismunandi þrýstings á þorskflök (Angsupanich o.fl. 1997).

Þrýstingur (MPa)	Stöðugleiki lípíða	Stöðugleiki próteina	Próteasa virkni	Áferð
0-200	Engin áhrif	Mýósín afmyndast Gelmyndun	Lítillsháttar aukning í súrum próteösum	Minni lím-og gúmmíáferð og viðloðun
200-400	Engin áhrif	Aktín og sum umfrymis- prótein afmyndast. Ný bygging myndast.	Aukning í súrum, neutral og alkalín próteösum	Aukin harka, lím og gúmmí
400-800	Merkjanleg minnkun	Lítill áframhaldandi breyting	Áframhaldandi aukning, sérstaklega há alkalín próteösum	Lítillsháttar aukning á lím og hörku

Hvað tæknilega eiginleika próteina varðar getur aðferðin haft jákvæð áhrif á þætti eins og leysanleika, geljun og vatnsheldni. Mikill áhugi hefur verið á því að nota háþrýsting til að bæta áferð og meyrni, einkum fyrir kjötafurðir. Einnig er talið að þrýstingur geti aukið vatnsheldni (WHC). Rannsóknir á kaldreyktum laxi sýndu að þrýstingur við 150 MPa í 10 mín. jók vatnsheldni um 2% (Lakshmanan o.fl. 2005). Þegar háum þrýstingi er beitt nægilega lengi fækkar örverum og það leiðir til aukins geymslupóls (Hannes Hafsteinsson o.fl. 2007). Talið að þrýstingur undir 200 MPa geti hindrað rýrnun afurðavegna örvera og ensímvirkni (Wen-Ching o.fl. 2006). Einn af aðal ókostunum við notkun háþrýstings á afurðir liggur þó í auknum hraða oxunar. Þetta er þó háð afurðum, þrýstingi sem beitt er (>400 MPa fyrir þorsk) og tímalengd undir þrýstingi (Angsupanich o.fl. 1997). Lípíð í fiski eru viðkvæmari fyrir oxun en í kjöti þar sem fiskur inniheldur háan styrk af fjölómettuðum fitusýrum.

2 MARKMIÐ

Markmið verkefnisins var að þróa aðferð þar sem jöfnun væri beitt til að meðhöndla marning þannig að sprauta mætti honum beint í afurðir. Í forprófunum var búið að sýna fram á að jöfnun hentar vel til þess að smækka og gera marningsblöndur einsleitir. Marningurinn varð ljósari að lit og blöndur mjög stöðugar. Einnig fengust vísbendingar um áhrif til lækkunar á örverufjölda, þó háð ferlum. Búnaðurinn sem var notaður var kominn til ára sinna en með nýlegri búnaði væri hægt að halda hærri og jafnari þrýstingi í ferlinu. Hægt væri að gera prófanir með mismunandi útfærslum til að tryggja hámarksárangur af þrýstingsmeðhöndlun m.t.t. tæknilegra eiginleika í sprautuðum afurðum. Aðferðin lofar mjög góðu í ljósi þess að misleitir eiginleikar og örverumengun hefur gjarnan verið fyrirstaða við nýtingu marnings.

3 FRAMKVÆMD

Þróaður var ferill sem notaður var til framleiðslu á blöndu úr marningi til innsprautunar í fiskafurðir úr bolfiskvinnslu. Nauðsynlegt var að þróa ferilinn frá frumstigi og stilla af breytur, eins þrýsting og hringrásun við jöfnun. Einnig var skoðað hvernig best væri að skilja óleysanlegt efni frá vöðvapróteinum sem nýtt voru til innsprautunar í fiskafurðir. Fyrstu verkþættirnir gengu út á það að meta sjálfar blöndurnar sem voru búnar til, s.s. einsleitni, kornastærð, stöðugleika, seigju og örverufjölda. Einnig voru skoðuð áhrif af marningsgæðum og fisktegundum á eiginleika blöndunnar við og eftir jöfnun. Þegar tilætluðum árangri var náð með blöndur, var ráðist í sprautun fiskafurða sem síðan voru geymdar í kæli eða frystar.

3.1 Hráefni, tilraunir og mælingar

Eftir að jöfnunarferillinn var fullmótaður var farið í það að sprauta próteinblöndunni í flök sem síðan voru geymd kæld og/eða frosin. Ýmist var notaður þorskur eða ufsi, eftir tilraunum. Samanburður var gerður á frystum og ferskum marningi til innsprautunar. Ómeðhöndluð flök voruð notuð til viðmiðunar.

Flökin voru einstaklingsmerkt með númeruðum plastmerkjum (lambamerkjum) og vigtuð í upphafi og síðan eftir sprautun til þess að meta þyngdaraukningu. Við innsprautun var notuð vél (Dorit INJECT-O-MAT, PSM-42F-30I, Dorit Fleischereimaschinen GmbH, Ellwangen,

Germany). Eftir sprautun var látið leka af flökunum í 15 mínútur áður en þau voru vigtuð aftur. Þetta var gert til þess að flökin gætu jafnað sig þar sem talsvert magn af próteinblöndu var á yfirborði flakanna.

Kældum flökum var pakkað í frauðplastkassa með kælimottu og flutt strax til Reykjavíkur. Frystu flökin voru lausfryst í plötufrysti og síðan pakkað í kassa sem fluttir voru til Reykjavíkur.

Við sýnatöku var lagt mat á gæði, nýtingu, efnainnihald og stöðugleika afurða með mælingum á niðurbrotsefnum og örverum. Skynmat var notað til að meta þætti eins og bragðgæði, útlit og áferðareiginleika.

Ekki verður farið í einstakar tilraunir í þessari skýrslu heldur aðeins tekin dæmi um niðurstöður úr tilraunum til að styðja við umfjöllun.

3.2 Mælingar á próteinblöndum

Til þess að athuga efna- og eðliseiginleika, stöðugleika, tæknilega eiginleika og fleiri eiginleika próteinblandanna voru framkvæmdar ýmsar sértækar mælingar sem eingöngu voru notaðar fyrir blöndurnar en ekki sprautaðar afurðir.

3.2.1 Aðskilnaður

Til þess að athuga aðskilnað í blöndu eftir jöfnun voru notuð 100 mL mæliglös. Þá var blöndunni helt í þau og látin standa í ákveðinn tíma og athugað hvort einhver aðskilnaður myndi verða. Aðskilnaður var síðan metinn með jöfnunni:

$$\frac{\text{Fjöldi mL sem hefur aðskilið sig}}{\text{Heildar rúmmál}} \times 100\% \quad (1)$$

3.2.2 Kornastærð

Kornastærð blandanna var metinn með mismunandi stærð af hristisigtum, þ.e. 500 µm, 710 µm og 1000 µm.

3.2.3 Sýrustig

Við hverja sýnatöku var pH mælt með því að setja elektróðu í sýnablöndurnar. Notuð var samsett elektróða (SE 104 – Mettler Toledo, Knick, Berlin, Germany) tengd Portamess 913 pH mæli (Knick, Berlin, Germany).

3.2.4 Efnamælingar

Saltmæling var framkvæmd með títrun með AgNO_3 . Sýni var blandað með vatni og svo sýrt og leysanleg klóríð (Cl^-) títruð með AgNO_3 . Títrator frá Methrom var notaður til að ákvarða jafnvægispunkt (AOAC, 2000). Vatnsinnihald (g/100g) var metið út frá massatapi við þurrkun sýnis í fjórar klukkustundir við 105°C (ISO, 1983). Próteinmagn var ákvarðað með aðferð Kjeldhals (ISO, 1997).

3.2.5 Leysanleiki próteina og Biuret próteinmæling

Leysanleiki próteina var ákvarðaður í próteinblöndunum með 1M LiCl úrdrætti og 0,15M KCl úrdrætti. Sýni (10 g) og ekstraktbuffer (190 mL) var sett í blandara (Kenwood) á hraða 4 í 65 sek. og homogeniserað. Lausnir voru geymdar í eina klst. á ís og síðan hellt yfir í skilvinduglös og froðan skilin eftir. Glösin voru sett í skilvindu með kælingu í 15 mín við 10.000 rpm í Sorvall RC - 5B skilvindu (Du Pont Instruments, Frakkland). Sýni voru geymd á ís þar til Biuret próteinmæling (Torten og Whitaker 1964, Layne 1957) var framkvæmd til greiningar próteininnihalds í floti.

Ljósgeypni var mæld við 540 nm í DMS 80 ljósgeypnimæli (Varian Techtron Pty. Limited, Mulgrave, Ástralía). Leysanleiki próteina í 200 mL lausn var reiknaður á tvennan hátt, sem hlutfall af heildarmagni próteina (%) og sem hlutfall af magni sýnis (mg/g sýni):

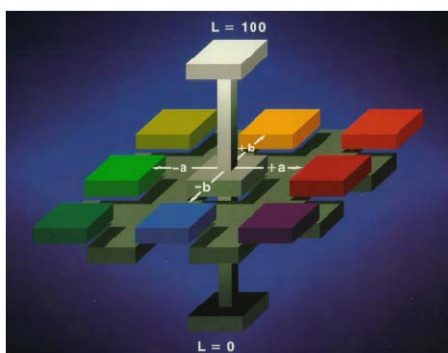
$$\text{Leysanleiki próteina (\%)} = \frac{\text{Uppleyst prótein í lausn (skv. Biuret)}}{\text{Heildarpróteinmagn (skv. Kjeldhal) í 200 mL}} \quad (2)$$

$$\text{Leysanleiki próteina (mg/g sýni)} = \frac{\text{Magn uppleystra próteina skv. Biuret} \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}}\right) * 200 \text{ mL}}{\text{Magn sýnis (g) í 200 mL lausnar}} \quad (3)$$

3.2.6 Litmælingar

Sýni voru litmæld með Minolta CR-300 Chroma meter (Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japan) í Lab* mælikerfi (CIE 1976) með Illuminant C. Hrært var upp í sýnum til að gera þau sem einsleitust. Niðurstöður voru gefnar í L* (0 = svartur, 100 = hvítur), a* (+ gildi = rauður litur, - gildi = grænn) og b* (+ gildi = gulur litur, - gildi = blár) gildum. Hvíta (Whiteness) próteinblandanna var ákveðin samkvæmt formúlunni:

$$\text{Hvíta} = L^* - 3b^* \quad (4)$$



Mynd 6 Hér er hægt að sjá sjónrænt hvernig gildin skiptast niður skv. Lab* mælikerfinu.

3.2.7 Seigjumælingar

Seigja próteinblandanna var mæld með Brabender® Viscograph E coaxial viscometer (Brabender® OHG, Duisburg, Germany) við hitun. Hitastig í byrjun var 5°C, en á meðan á mælingu stóð var sýnið hitað um 1,5°C/mín. þar til 45°C var náð. Sýni var haldið við 45°C í 3 mín. og síðan kælt um 1,5°C/mín., eða þar til það náði 5°C.

3.2.8 Víðsjárskoðun

Víðsjá (Olympus SZX7 með ljósbúnað Olympus TH4-200, Suffolk, UK) var m.a. notuð til þess að skoða einsleitni próteinblandanna og loftbólur, sem síðar var hægt að koma í veg fyrir. Einnig var víðsjá notuð til þess að sjá áhrif þrýstings í himnusprengjunni á vöðvaþræðina í fiskholdinu.

3.3 Mælingar á sprautuðum fiskafurðum

Framkvæmdar voru mælingar á sprautuðum þorsflökunum til þess að sjá hvaða áhrif próteinblöndurnar höfðu á nýtingu og efna- og eðliseiginleika flakanna.

3.3.1 Nýting og drip

Lagt var mat á nýtingu (%) eftir frystingu og kæligeymslu. Þar var miðað við upphafsþyngd flakanna (fyrir sprautun) og þyngd þeirra eftir geymslu/þiðnun. Þyngdaraukning flakanna við sprautun var metin með jöfnunni:

$$WG = \frac{(W_{inj.} - W_{raw})}{W_{raw}} \times 100\% \quad (5)$$

Kæld flök voru vegin eftir að umfram vökva hafði verið leyft að renna frá þeim og drip metið sem þyngdartap við geymslu í kæli. Fryst flök voru þídd upp við +2°C í u.þ.b. sólarhring. Flökin voru sett á grindur þannig að þau lágu ekki í þeim vökva sem rann frá þeim við þíðinguna. Plast var breitt yfir flökin til að varna uppgufun og þornun yfirborðs. Flökin voru vegin frosin og þiðin til þess að leggja mat á drip, það er vökva sem rann frá flökunum við þíðingu.

3.3.2 Suðunýting og heildarnýting

Lagt var mat á suðunýtingu hópanna. Skorin voru hnakkastykkin úr flökunum og þau vegin fyrir og eftir gufusuðu (með roði og roðhlið niður). Bitarnir voru gufusoðnir (95-100°C) í ofni (Convostar, Convothem Elektrogeräte GmbH, Eglfing, Þýskaland) í 8 mínútur og síðan látnir kólna í a.m.k. 15 mínútur áður en þeir voru vigtaðir aftur. Skoða var hversu mikið bitarnir léttust við suðuna og suðunýting metin sem hlutfallið af þyngd bita eftir suðu miðað við þyngd þeirra fyrir suðu.

Heildarnýting eftir suðu var síðan fengin með því að margfalda saman nýtingu eftir geymslu/þiðnun og suðunýtingu.

3.3.3 Vatnsheldni (WHC%)

Fyrir vatnsheldnimælingu voru sýnin hökkuð í Braun matvinnsluvél (type 4262; Braun, Kronberg, Germany) í 10-15 sek. á hraða 5. Notuð voru sérstök sýnaglös úr plexigleri til mælinga. Glösin sem voru um 2,5 cm í þvermál, voru samsett úr tveimur rörhlutum og fíngerðu neti (himnu) sem myndaði botn eða „sýnahaldara“ í glasinu. Glösin voru sett í hulstur fyrir ákveðna stærð af rótor (Heraeus # 3335) fyrir viðeigandi skilvindu (Biofuge Stratas, Thermo electron corporation, Germany). Í botninn á hulstrunum voru settar litlar plastkúlur sem studdu undir net glasanna.

Magn sýna sem vigtað var í hvert glas var um 2g og sett í skilvindu. Við keyrslu var hraði stilltur á 1350 rpm (210*g) en hiti 5°C. Tími hvernar keyrslu var 5 mínútur. Þyngdartap við keyrsluna var metið og notað til útreikninga á vatnsheldni út frá þeim forsendum að eingöngu væri um vatnstap að ræða. Vatnsheldni er hér skilgreind sem hæfni sýnis til að halda í eigin vökva undir þrýstingi við skilvindun. Vatnsheldni var reiknuð sem hlutfall þess vatns sem var í sýni eftir keyrslu miðað við heildarmagn í sýninu fyrir keyrslu:

$$\text{WHC (\%)} = \frac{[\% \text{ vatns (fyrir keyrslu)} * \text{magn sýnis (g)}] - [\text{vatnstap (þyngdartap við mælingu) (g)}] * 100}{[\% \text{ vatns (fyrir keyrslu)} * \text{magn sýnis (g)}]} \quad (6)$$

3.3.4 Sýru- og hitastig

Við hverja sýnatöku var pH mælt með því að setja elektróðu í sýnablöndurnar. Notuð var samsett elektróða (SE 104 – Mettler Toledo, Knick, Berlin, Germany) tengd Portamess 913 pH mæli (Knick, Berlin, Germany). Hitastig var mælt með stungumælir (Thermometer TFX 392 SK-S, Samey, Garðabær).

3.3.5 Efnamælingar og örverumælingar

Saltmæling var framkvæmd með títrun með AgNO₃. Sýni var blandað með vatni og svo sýrt og leysanleg klóríð (Cl⁻) títruð með AgNO₃. Títrator frá Methrom var notaður til að ákvarða jafnvægispunkt (AOAC, 2000). Vatnsinnihald (g/100g) var metið út frá massatapi við þurrkun sýnis í fjórar klukkustundir við 105°C (ISO, 1983). Próteinmagn var ákvarðað með aðferð Kjeldhals (ISO, 1997).

Við örverumælingar voru sýnin ræktuð á járnagar (17°C), með yfirborðssáningu, í 15 daga. Allar kólóníur voru taldar til að finna heildarfjölda. Svartar kólóníur voru taldar sérstaklega til að finna fjölda H₂S myndandi örvera. Þær mynda H₂S úr sodíum thiosúlfati og/eða cysteine sem er til staðar í ætinu. Einn aðalskemmdargerill í ísuðum fiski, *Shewanella putrefaciens*, myndar svartar kólóníur á þessu æti. Þessi gerill myndar trímetylámín (TMA) úr trímetylámín oxíð (TMAO) en fyrra efnið hefur oft verið notað sem mælikvarði um skemmdir á sjávarfiski (Magnússon, o.fl., 2007).

3.3.6 TMA og TVN

Ein algengasta aðferðin sem notuð er við gæðamat á fiski er byggð á magngreiningu á heildarmagni reikulla basa í fiskholdi eða total volatile bases nitrogen (TVN). Meðal köfnunarefnissambanda eru trímethylámín (TMA), dimethylámín (DMA), formaldehyð (FA), og ammoníak (NH₃). Mælt var því magn TMA og TVN bæði í marningi til að fá upplýsingar um hráefnisgæði og marningsblöndu til þess að meta áhrif himnusprengingar. Magn TMA og TVN var mælt samkvæmt stöðluðum aðferðum, AOAC no. 920.03 (2000).

3.3.7 Skynmat

Athugað var hvort og hvernig áhrif sprautun á ferskum þorskflökum með próteinblöndu og salti hefur á skynmatseiginleika soðinna flaka. Fyrir skynmat höfðu flökin verið í 5 daga í kæli. Fyrir QDA voru sýnin soðin, 30-40g fyrir hvern dómara, í álformi í gufuofni við 98°C í 6 mínútur. Einungis voru notuð hnakkastykki flakanna í skynmatið. Sýnin voru metin heit, þrjú sýni í einu. Öll sýni voru dulkóðuð og hver sýnahópur var metinn í tvísýni. Skynmatsforritið Fizz var notað við uppsetningu og framkvæmd skynmats.

Sýnin voru metin eftir myndrænu prófi, QDA aðferð (quantitative descriptive analysis), þar sem skilgreindir matsþættir voru metnir til að lýsa einkennum í útliti, bragði, lykt og áferð af þjálfuðum skynmatshópi (Hootman, 1992; Stone and Sidel, 1985). Átta dómara sem allir höfðu reynslu af skynmati (ISO, 1993) og þekktu vel aðferðirnar tóku þátt í skynmatinu. Notaðir voru QDA matsþættir fyrir þorsk sem hafa verið skilgreindir í fyrri tilraunum (Tafla 3).

Tafla 3 Skynmatsþættir og skilgreiningar á þeim fyrir QDA greiningu á þorski.

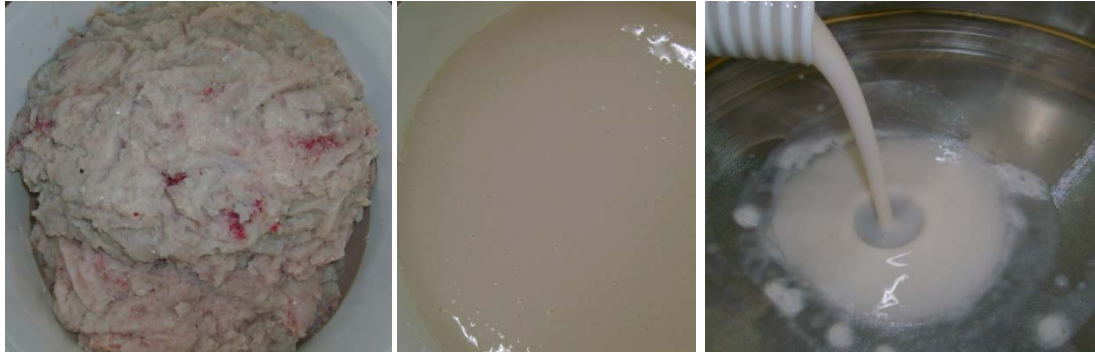
Matsþáttur	Kvarði (0-100)	Skilgreining
Lykt		
sæt lykt	engin mikil	sæt lykt
skelfisk, þörunga	engin mikil	einkennandi, fersk lykt
kjötlykt	engin mikil	minnir á soðið kjöt eða lúðu
vanilla/soðin mjólk	engin mikil	vanilla, sæt soðin mjólk
soðnar kartöflur	engin mikil	heitar, heilar, soðnar kartöflur í potti
frystigeymslulykt	engin mikil	ísskápa-, frystilykt
borðtuska	engin mikil	óhrein, rök borðtuska
TMA	engin mikil	TMA, harðfiskur, siginn fiskur, amín
súr	engin mikil	skemmdarsúr, súr mjólk, ediksýra, smjörsýra
brennisteinn	engin mikil	brennisteinn, eldspýtur, soðið kál
Útlit		
litur	ljós dökkur	Ljós: hvítur litur. Dökkur: gulur, brúnn, grár
útlit	einsleitur misleitur	t.d blettir, mislitur i kantinn
hvítar útfellingar	ekker mikið	hvítar útfellingar á bita
flögur	ekker mikið	fiskbiti rennur í flögur þegar þrýst er á með gaffli
Bragð		
saltbragð	ekker mikið	saltbragð
málmkennt	ekker mikið	einkennandi málmbragð af ferskum þorski
sætt	ekker mikið	einkennandi sætt bragð af ferskum soðnum þorski
kjötbragð	ekker mikið	minnir á soðið kjöt, kjötsúr
frystibragð	ekker mikið	frystigeymsla, ísskápur
rammt bragð	ekker mikið	beiskt, rammt
súrt bragð	ekker mikið	skemmdarsúr
TMA (sigið)	ekker mikið	TMA, harðfiskur, siginn fiskur
óbragð/ýlda	ekker mikið	styrkur á óbragði (skemmdarbragði/off-flavour)
Áferð		
mýkt	stinnur mjúkur	fyrsta bit
safi	þurr safaríkur	þurr: dregur safi úr munni
meyrni	seigur meyr	þegar tuggið hefur verið nokkrum sinnum
maukkennt	lítið mikið	mauk, grautur
kjötkennd munnhrif	lítið mikið	minnir á kjötáferð, grófar vöðvatrefjar
stamur	lítið mikið	Stöm áferð (þurrt rauðvín, tannín)
gúmmíkenndur	lítið mikið	Gúmmí, fjaðrandi

3.4 Tölfræðileg úrvinnsla

Tölfræðilegur samanburður var gerður á sýnum með t-test (Student's test) og fervikagreiningu (ANOVA). Hugbúnaður við úrvinnslu var Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft Inc, Redmond, USA). Miðað var við 95% öryggismörk. Að auki var framkvæmt Duncan's próf á skynmatsgildum QDA í NCSS 2000 (NCSS, Utah, USA) til að greina hvort tilraunahópar væru mismunandi með tilliti til skynmatsþátta (marktækur munur ef $p < 0,05$).

4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

Jöfnun hentar vel til þess að smækka marning í blöndu af salti og/eða vatni. Fækkun örvera var nokkuð breytileg eftir þeim ferlum sem notaðir voru. Aðferðin hafði jákvæð áhrif á lit samanborið við hráefnið sem er mikilvægur þáttur þegar um marningi er að ræða (Mynd 7).



Mynd 7. Sjónrænn samanburður á ferskum þorsmarningi (lengst til vinstri) og lokablöndu, þ.e. próteinblanda til innsprautunar.

Sprautanleiki lausna var góður og þær voru mjög stöðugar, þ.e. skildust ekki við geymslu í kæli í ákveðinn tíma (Mynd 8). Hins vegar var miðað við að nota blöndur strax eftir jöfnun. Hætt er við að örverur nái sér á strik við geymslu í kæli (0-4°C) þar sem saltinnihald blöndunnar er aðeins um 1,5%.

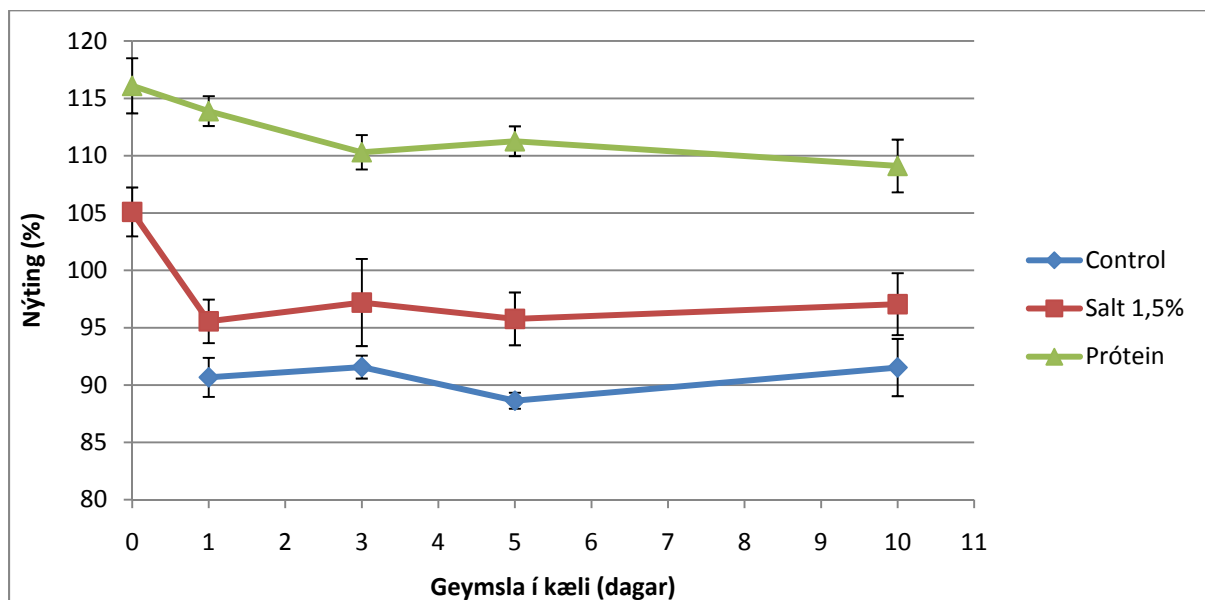


Mynd 8. Blöndur eftir 14 daga í kæli, lengst til vinstri er dæmi um blöndu sem skilur sig við geymslu.

Ástand marnings hafði áhrif á eiginleika blöndunnar. Þær lausnir sem búnar voru til úr frystum marningi voru seigari en þær sem voru búnar til úr ferskum marningi. Tilraunir með

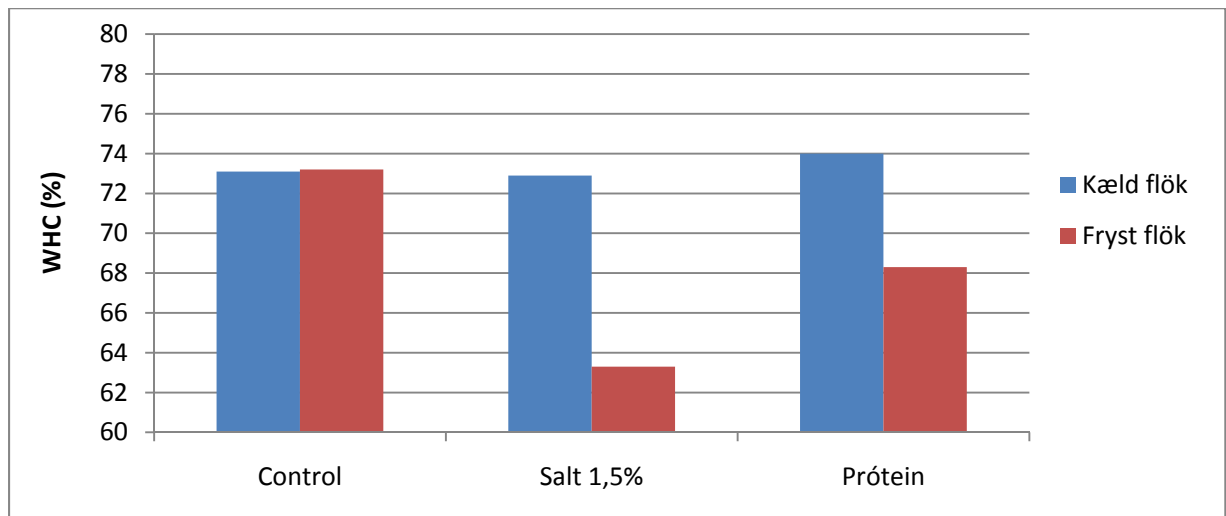
ufsa- og þorskmarning sýndu að ferillinn sem þróaður var, var vel nothæfur fyrir báðar tegundir.

Sprautun með blöndunni jók nýtingu flaka en rýrnun við geymslu var háð ástandi hráefnis og fisktegund. Dæmi um niðurstöður fyrir þorskflök eru sýndar á Mynd 9. Þar má sjá að upptaka við sprautun var mun meiri þegar notuð var próteinblanda en þegar sprautað var með hreinum saltþækli. Þrátt fyrir það er rýrnun próteinsprautaðra flaka minni við geymslu. Hins vegar var drip við þíðingu mun meira þegar flök höfðu verið sprautuð með próteinblöndunni sem leiddi til þess að nýting próteinsprautaðra flaka fór niður í 94,8%, nýting saltsprautaðra flaka var um 93,3% en nýting ómeðhöndlaðra flaka um 89,3%. Þessar tölur sýna samt sem áður var verulegur ávinningur af sprautun flakanna.

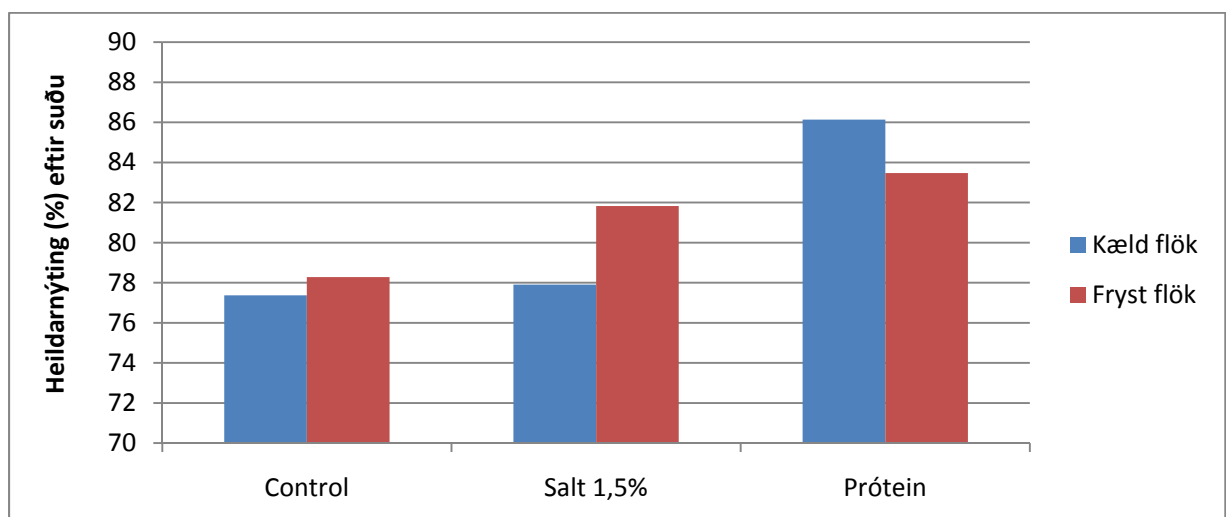


Mynd 9. Dæmi um nýtingu þorskflaka eftir 1, 3, 5 og 10 daga í kæli. Flökin voru meðhöndluð á mismunandi hátt við vinnslu. Control: fersk ómeðhöndluð þorskflök (viðmiðunarhópur). Salt 1,5%: þorskflök sprautusöltuð með 1,5% saltþækli. Prótein: þorskflök sprautuð með himnusprengdri marningsblöndu sem innihélt 1,5% salt.

Vatnsheldni kældra flaka var sambærileg í öllum hópum. Hins vegar skerti frýsting vatnsheldnieiginleika sprautaðra flaka verulega, sérstaklega í þeim flökum sem sprautuð voru með hreinum saltþækli (Mynd 10). Þessar niðurstöður voru í samræmi við að drip sprautaðra flaka var hátt við þíðingu. Heildarnýting eftir suðu var metin sem heildarbreyting á þyngd frá vinnslu þar til eftir suðu. Próteinsprautuð flök voru með hæstu nýtinguna, sem var 86% hjá kældum flökum en rúm 83% hjá frystum flökum. Sambærilegar tölur fyrir ómeðhöndluð flök voru rúm 77% og 78% (Mynd 11).

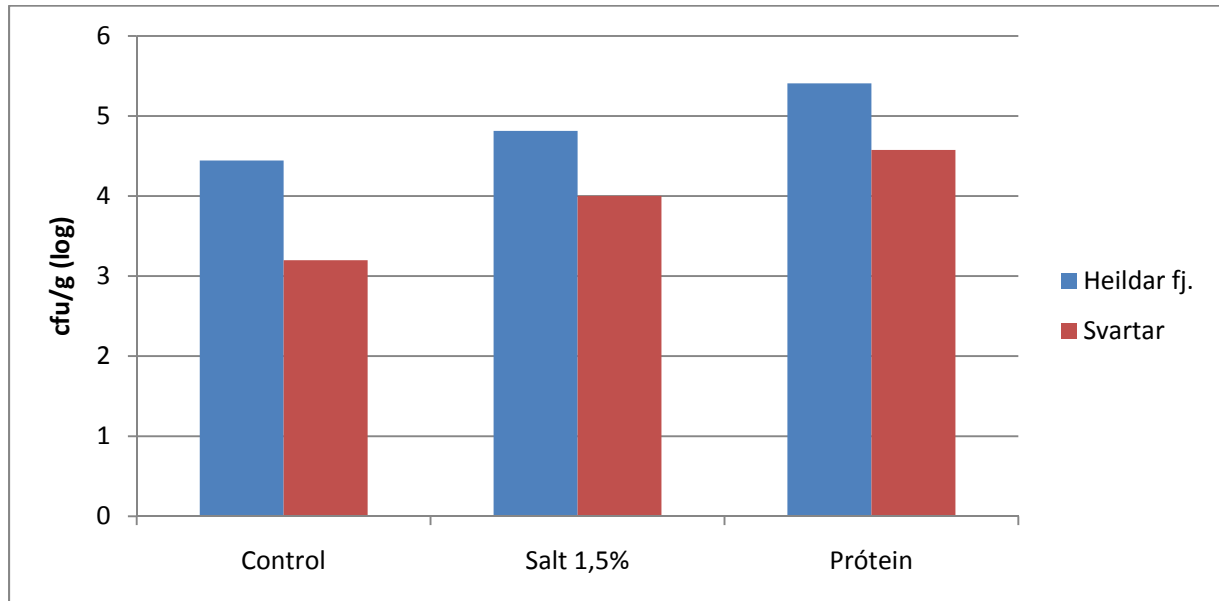


Mynd 10. Vatnsheldni (WHC) þorsklaka eftir 1 dag í kæli og 1 mánuð í frosti. Control: fersk ómeðhöndluð þorsklök. Salt 1,5%: þorsklök sprautusöltuð með 1,5% saltþækli. Prótein: þorsklök sprautuð með himnusprengdri marningsblöndu sem innihélt 1,5% salt.

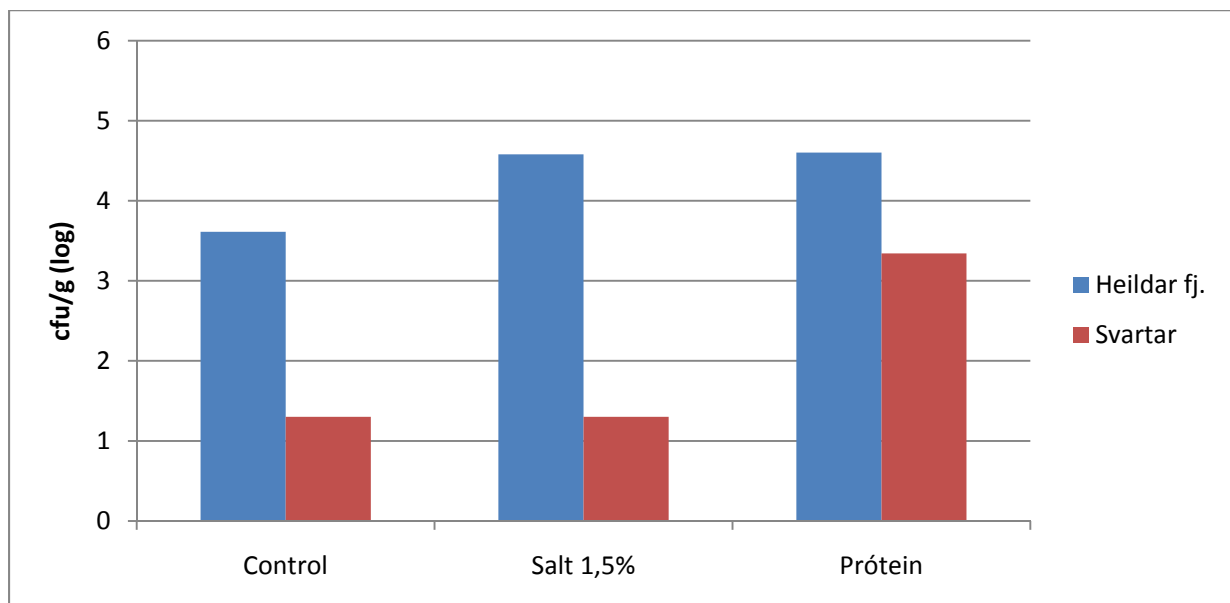


Mynd 11. Heildarnýting kældra og frystra þorsklaka eftir suðu. Heildarnýting var metin með því að margfalda saman suðunýtingu og nýtingu eftir kælingu/frystingu. Control: fersk ómeðhöndluð þorsklök. Salt 1,5%: þorsklök sprautusöltuð með 1,5% saltþækli. Prótein: þorsklök sprautuð með himnusprengdri marningsblöndu sem innihélt 1,5% salt.

Í þeirri útgáfu af ferlinum sem notuð var, var þrýstingsmeðhöndlun ekki nægileg til að hafa veruleg áhrif á örverufjölda í blöndunni. Sprautun leiddi til aukningar í örverufjölda bæði í kældum og frystum flökum (Mynd 12 og Mynd 13). Fjölgun H_2S -myndandi örvera var meiri í próteinsprautuðum flökum en saltsprautuðum, sérstaklega í frystum flökum. Heildarfjöldi örvera í kældum flökum var einnig meiri þegar um próteinsprautun var að ræða.



Mynd 12. Örverufjöldi í þorskflökum eftir 1 dags kæligeymslu. Control: fersk ómeðhöndluð þorskflök. Salt 1,5%: þorskflök sprautusöltuð með 1,5% saltþækli. Prótein: þorskflök sprautuð með himnusprengdri marningsblöndu sem innihélt 1,5% salt.



Mynd 13. Örverufjöldi í þorskflökum eftir 1 mánuða geymslu í frosti. Control: fersk ómeðhöndluð þorskflök. Salt 1,5%: þorskflök sprautusöltuð með 1,5% saltþækli. Prótein: þorskflök sprautuð með himnusprengdri marningsblöndu sem innihélt 1,5% salt.

Ókostir sprautunar eru þeir að við hana dreifast örverur um vöðvann strax við vinnsluna en er ekki fyrst og fremst á yfirborði eins og þegar um ómeðhöndluð flök er að ræða. Því er mjög mikilvægt að lausnir sem eru notaðar til sprautunar séu af sem bestum gæðum m.t.t. örverumengunar og þekill sé vel kældur.

5 ÁLYKTANIR

Sá ferill sem þróaður var í verkefninu byggði á jöfnun og skilaði góðum árangri með tilliti til þess að útbúa sprautulausn úr marningi. Eiginleikar blöndunar hvað varðar stöðugleika, vatnsheldni, útlit og sprautanleika voru mjög góðir. Áhrif á örverur voru mismunandi eftir ferlum sem notaðir voru og hráefni. Nýting og stöðugleiki sprautaðra afurða jókst verulega samanborið við ómeðhöndluð flök og flök sem sprautuð voru með hreinum saltþækli. Frysting skerti vatnsheldni verulega en samt sem áður var ávinningur af sprautuninni hvað varðar heildarþyngdarbreytingar frá vinnslu og þar til eftir þíðingu annars vegar og suðu hins vegar.

6 ÞAKKARORÐ

Höfundar skýrslunnar þakka AVS rannsóknasjóði í sjávarútvegi (R 011-08) og Tækniþróunarsjóði (071321007) Rannís fyrir veittan styrk til verkefnisins.

7 HEIMILDIR

Bakgrunnur:

- Angsupanich K. & Ledward, D. A. 1997. High pressure treatment effects on cod (*Gadus morhua*) muscle. The University of Reading, Department of Food Science and Technology,
- Bello, R. A., Luft, J. H. og Pigott, G. M. 1981. Improved histological procedures for microscopic demonstration of related changes in fish muscle tissue structure during holding and freezing. *J. Food Sci.*, 46:733-740.
- Benjakul, B., Morrissey, M.T. 1997. Protein hydrolysates from Pacific solid wastes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 45:3423-3430.
- Cheftel, C., Ahern, M., Wang, D.I.C. & Tannenbaum, S.R. 1971. Enzymatic solubilization of fish protein concentrate: Batch studies applicable to continuous enzyme recycling processes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 19:155-161.
- Chevalier, D., Bail, A.L., Ghoul, M. 2000. Effects of high pressure treatment (100-200 MPa) at low temperature on turbot (*Scophthalmus maximus*) muscle. *Food research International* 34:425-429.
- Cozzini, 2005. Process for injection of particles in food. U.S. Patent 20050095327. <http://freepatentsonline.com/20050095327.html>.
- Damberg, N. 1963. Extractives of fish muscle. 3. Amounts, sectional distribution and variations of fat, water-solubles, protein and moisture in cod (*Gadus morhua* L.) fillets. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 20: 703-709.
- Damberg, N. 1964. Extractives of fish muscle. 4. Seasonal variations of fat, water solubles, protein and water in cod (*Gadus morhua* L.) fillets. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 21: 703-709.
- Eliassen, J.E. og O. Vahl. 1982. Seasonal variations in the gonad size and the protein and water content of cod, (*Gadus morhua* (L.)), muscle from Northern Norway. *J. Fish. Biol.*, 20: 527-533.
- Eide, O., Børresen, T., and Strom, T. (1982). Minced fish production from capelin (*Mallotus villosus*), *Journal of Food Science*, 47: 347-54.
- Esaiassen, M., Østli, J., Elvevoll, E. O., Joensen, S., Prytz, K. & Richardsen, R. 2004. Brining of cod fillets. Influence on sensory properties and consumers liking. *Food Quality and Preference*, 15:421-428.
- 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.
- Galazka, V. B., Dickinson, E. & Ledward, D. A. 2000. Influence of high pressure processing on protein solutions and emulsions. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 5:182-187.
- Garriga, M., Grébol, N., Aymerich, M.T., Monfort, J.M. & Hugas, M. 2004. Microbial inactivation after high-pressure processing at 600 MPa in commercial meat products over its shelf life. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5:451–457.
- Giese J. 1994. Proteins as ingredients: types, functions, applications. *Food Technol* 48:49-54, 56, 58, 60.
- Hannes Árnason, Halldór Pétur Þorsteinsson og Jón Heiðar Ríkhartsson. 1994. Aukin nýting fiskafila. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Skúlagötu 4, 121 Reykjavík. Skýrsla Rf, 48.
- Griffin, N. BUSINESS 2009. High-tech processing – at North Atlantic Inc., the war against bacteria ends. The Working Waterfront, mars 2005. <http://www.workingwaterfront.com/article.asp?storyID=20050303>.
- Hannes Hafsteinsson, Ásbjörn Jónsson, Valur Norðri Gunnlaugsson og Birna Guðbjörnsdóttir og Magnús Guðmundsson. 2007. Effect of high pressure processing in reducing *Listeria spp.* and on the textural and microstructural properties of cold smoked salmon (CSS). Skýrsla Matís 30-07.
- Hansen, C. L. 2005. High pressure injection technologies. *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*, 1 (1). Fengið í Júní 2007 frá <http://www.dekker.com/sdek/abstract~db=enc~content=a713595986>
- Hoyle, N. & Merritt, J.H. 1995. Quality of fish protein hydrolysates from herring (*Clupea harengus*). *Journal of Food Science*, 59:76-79.
- Huda, N., Abdullah, A. & Babji, A.S. 2001. Functional properties of surimi powder from three Malaysian marine fish. *International Journal of Food Science and Technology*, 36:401-406.
- Hörður G. Kristinsson & Barbara A. Rasco, 2000. Fish protein hydrolysates: production, biochemical and functional properties. *Critical reviews in Food science and nutrition*, 40(1):43-81.

- Hörður G. Kristinsson & Barbara A. Rasco. 2000. Biochemical and functional properties of atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48:657-666.
- Jacquier, J.L., Vouille, D. & Fouillet, C. 2000. Method of injection of suspension of fish meat into fish pieces, particularly tuna. Einkaleyfi EP 0974273. <http://freepatentsonline.com/EP0974273.html>.
- Karmas, E. & Turk, K., 1976. Water binding of cooked fish in combination with various proteins. *Journal of food science*, 41:977-979.
- Kelleher, S.D. 2005. Process for retaining moisture in cooked animal muscle. U.S Patent 6,855,364. <http://www.freepatentsonline.com/6855364.html>.
- Kelleher, S.D., Hultin, H.O. 1999. Process for isolating a protein composition from a muscle source and protein composition. U.S. Patent 6,005,073. <http://freepatentsonline.com/6005073.html>.
- Kim, J.S. & Park, J.W. 2006. Mince from seafood processing by-products and surimi as food ingredients. Í Shahidi F: *Maximising the value of marine by-products*. Woodhead Publishing Cambridge England, bls.198-227.
- Kristinsson, H.G., Theodore, A.E. & Ingadottir, B. 2006. Chemical processing methods for protein recovery from marine by-products and underutilized fish species. Í Shahidi F: *Maximising the value of marine by-products*. Woodhead Publishing Cambridge England, bls. 144-168.
- Kristín A. Þórarinsdóttir, Guðný Guðmundsdóttir, Sigurjón Arason, Guðjón Þorkelsson. 2003. Léttisöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða – Samanburður á tilraun II og III – Áhrif af notkun fisk- og sojapróteina með/án salts og fosfats. Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins, Skúlagötu 4, 121 Reykjavík.
- Kristín A. Þórarinsdóttir, Guðný Guðmundsdóttir, Sigurjón Arason, Guðjón Þorkelsson. 2003. Léttisöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða – Tilraun III – Áhrif af notkun fosfats og fiskpróteina (þorskdufts) við sprautisöltun og þæklun. Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins, Skúlagötu 4, 121 Reykjavík.
- Kristín A. Þórarinsdóttir, Guðný Guðmundsdóttir, Sigurjón Arason, Guðjón Þorkelsson og Kristberg Kristbergsson, 2004: Effects of Added Salt, Phosphates, and Proteins on the Chemical and Physicochemical Characteristics of Frozen Cod (*Gadus morhua*) Fillets. *Journal of food science – Vol. 69*.
- Kristín A. Þórarinsdóttir, Sigurjón Arason, Margrét Geirsdóttir, Sigurður G. Bogason & Kristberg Kristbergsson. 2002: Changes in myofibrillar proteins during processing of salted cod (*Gadus morhua*) as determined by electrophoresis and differential scanning calorimetry. *Food Chemistry* 77:377–385.
- Lakshmanan, R., Parkinson, J. A. & Piggott, J. R. 2005. High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*). *Swiss Society of Food Science and Technology*. Elsevier Ltd. 40:544-551.
- Lanier, T. C. 1986. Functional properties of surimi. *Food Technology*, 40:107-114.
- Lech Ozimek, rafræn kennslubók í mjólkurfræðum (kafli 6) við University of Alberta, Vefslóð: <http://www.afns.ualberta.ca/Courses/Nufs403/>
- Li, C.T. 2006. Myofibrillar protein extracts from spent hen meat to improve whole muscle processed meats. *Meat Science*, 72:581-583.
- Meersman, F., Smeller, L., Heremans, K. 2006. Protein stability and dynamics in the pressure–temperature plane (review). *Biochimica et Biophysica Acta* 1764:346–354.
- Offer, G. og P. Knight. 1988. The structural basis of water-holding in meat. Í: R. Lawrie (ritstjórn). *Developments in meat science* 4. Elsevier, London, 63-243.
- Mackie, I.M. (1993). The Effects of freezing on Flesh Proteins. *Food Reviews International*, 9:575-610
- Onodenalore A.C., Shahidi F. 1996. Protein dispersions and hydrolysates from shark (*Isurus oxyrinchus*). *J. Aquat. Food Prod. Technol.*, 5:43-59.
- Park J.W. & Lanier, T.C. 1989. Scanning calorimetric behavior of tilapia myosin and actin due to processing of muscle and protein purification. *Journal of Food Science*, 52:1509-1513.
- Quagli G.B. & Orban E. 1990. Influence of enzymatic hydrolysis on structure and emulsifying properties of sardine (*Sardina pilchardus*) protein hydrolysates. *Journal of Food Science*, 38:271-276.
- Richard. M. Yacko, 2006. The field of homogenizing, PRO Scientific Inc. Fengið í Júní 2007 http://www.globalspec.com/FeaturedProducts/Detail/Sonic/Sonolator_Ultrasonic_Homogenizing_Device/9005/1?deframe=1
- Rørå, A. M. B., Furuhaug, R., Fjæra, S. O. & Skjervold, P. O. 2004. Salt diffusion in pre-rigor filleted Atlantic salmon. *Aquaculture* 232:255–263.
- Sánchez-Alonso, I., Solas, M.T. & Borderías, A.J. 2007. Physical study of minced fish muscle with a White-grape by-product added as an ingredient. *Journal of Food Science*, 72:94-101.

- Shahidi F., Han X.Q. & Synowiecki J. 1995. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chemistry*, 53:285-293.
- Shenouda, S.Y.K., 1980: Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. *Advances in Food Research*, 26:275-311.
- Sigurjón Arason. 1986a. Marningsvinnslan - Bætt nýting á fiski í frystihúsum. *Sjávarfréttir*, 14, 34-37.
- Sigurjón Arason. 1986b. Vannýttar fisktegundir og fiskúrgangur. *Ugginn*, 7, 26-27.
- Sigurjón Arason. 1990. Sjávarútvegur á tímamótum. *Fréttabréf samtaka fiskvinnslustöðva*, 1/90, 10-11.
- Sigþór Pétursson, 2006: Nýjar matvælarannsóknir á Íslandi – Fiskprótein lofa góðu sem yfirborðsvirk efni fyrir ýrulausnir. *Tímarit um raunvísindi og stærðfræði*, 4. árg. 1. hefti – Fengið í júní 2007, www.raust.is/2007/1/14. Háskólinn á Akureyri.
- Simon, F.J., Reinke, W.C., Soo, H.M., Lanning, C.L., Richert, S.H. 1981. Process for producing a fish product. *Einkaleyfi U.S.* 4,301,180. <http://freepatentsonline.com/4301180.html>.
- Slizté, R., Dauksas, E., Falch, E., Storrö, I. & Rustad, T. 2005. Characteristic of protein fractions generated from hydrolysed cod (*Gadus morhua*) by-products. *Process Biochemistry*, 40:2021-2033.
- Spilimbergo, S., Elvassore, N. & Bertucco, A. 2002. Microbial inactivation by high-pressure. *Journal of Supercritical Fluids* 22:55–63.
- Sólveig Ingólfssdóttir, Guðmundur Stefánsson og Kristberg 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.
- Torres, J. A. & Velazquez, G. 2005. Commercial opportunities and research challenges in the high pressure processing of foods. *Journal of Food Engineering* 67:95-112.
- Vann, G.D. & DeWitt, C.A.M. 2006. Evaluation of solubilized proteins as an alternative to phosphates for meat enhancement. *Journal of Food Science*, 72:72-77.
- Voet, D. & Voet, J. G. 2004. *Biochemistry*, 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc.USA.
- Wen-Ching Ko, Chia-Ling Jao, Jyh-Sheng Hwang, Kuo-Chiang Hsu. 2005. Effect of high-pressure treatment on processing quality of tilapia meat fillets. *Journal of Food Engineering* 77:1007–1011.
- Yanez E., Ballester D. & Monckeberg F. 1976. Enzymatic fish protein hydrolyzates: chemical composition, nutritive value and use as a supplements to cereal protein. *Journal of Food Science*, 41:1289-1292.

Vefslóðir:

- http://www4.landspitali.is/lsh_ytri.nsf/htmlpages/index2.html#raboks.htm, þann 21. maí 2007
- <http://www.cozzini.com/suspentec%20files/suspentecsystemhome.html>, þann 18. júní 2007.
- www.fomaco.com, fengið 20. júní 2007.
- <http://www.marifunc.org/default.asp?ZNT=SOT1O279/>, þann 23. maí 2007.
- <http://www.matis.is/starfsstodvar-matis/saudarkrokur/?CacheRefresh=1/>, þann 23. maí 2007
- http://patents1.ic.gc.ca/claims?patent_number=2023708&language=#Top, þann 18. júní 2007.
- www.townsendeng.com, fengið 20. júní 2007.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Myosin>, fengið 3. september 2007.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Sarcomere>, fengið 3. september 2007.
- Við leit að einkaleyfum var að mestu notast við vefsíðuna <http://www.freepatentsonline.com>

Mæliaðferðir notaðar:

- AOAC. 2000. Official methods of analysis 937.18. Salt (Chlorine as Sodium Chloride) in seafood. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis 920.03. Measurements of TVB-N in fish and fishmeal seafood. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists.
- ISO. 1983. 9496 Determination of moisture and other volatile matter content. Genf, Zwitserland: The International Organization for Standardization. 7 p.
- ISO. 1997. 5953 Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content – Kjeldhal method. Genf, Zwitserland: The International Organization for Standardization. 9 p.
- ISO. 1993. 8586 Sensory analysis general guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: selected assessors. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization.

- Layne, E. 1957. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins. In: *Methods in Enzymology*, Vol. 3 p. 450. Academic press, Inc., New York.
- Torten, J. And Whitaker, J.R. 1964. Evaluation of the biuret and dye-binding methods for protein determination in meats. *J. Food Sci.* 29, 168-174.

Skýrslur í verkefninu:

1. Tilraunaskýrsla úr fortíraunum: Fortíraunir við jöfnun á marningi og sprautun í flök.
2. Tilraunaskýrsla í verkþætti 1: Þróun á ferlum við jöfnun á marningi til sprautunar.
3. Tilraunaskýrsla í verkþætti 2: Áhrif fisktegunda og hráefnisgæða á jöfnun marnings.
4. Tilraunaskýrsla í verkþætti 2 (og 3): Tilraunir með sprautun á marningsblöndum (I).
5. Tilraunaskýrsla í verkþætti 3: Tilraunir með sprautun á marningsblöndum (II).
6. Tilraunaskýrsla í verkþætti 3: Tilraunir með sprautun á marningsblöndum (III).
- 7.
8. Lokaverkefni við UNU: Effects of salt and protein injection on yield and quality changes during storage of chilled and frozen saithe fillets.