
Vinnsla og vöruþróun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Hrein vöðvaprótein úr fiski

Ragnar Jóhannsson
Sjöfn Sigurgísladóttir
Guðjón Þorkelsson
Arnljótur B. Bergsson

Líftækni og lífefni

Skýrsla Matís 19-09
Júní 2009

ISSN 1670-7192



Titill / Title	Gæðaprótein úr fiski / Pure muscle proteins from fish		
Höfundar / Authors	Ragnar Jóhannsson, Sjöfn Sigurgísladóttir, Guðjón Þorkelsson, Arnljótur B. Bergsson		
Skýrsla / Report no.	19-09	Útgáfudagur / Date:	Júní 2009
Verknr. / project no.	1712		
Styrktaraðilar / funding:	AVS og Tækniþróunarsjóður		
Ágríp á íslensku:	<p>Miklar rannsóknir voru framkvæmdar á eðliseiginleikum vöðvapróteina úr fiski, einkum þorski. Verkefnið Hrein vöðvaprótein úr fiski reyndist önnur megin stoð undir starfsemi Iceprotein ehf. á mótunarárum fyrirtækisins.</p> <p>Í skýrslunni er gerð grein fyrir helstu niðurstöðum í framleiðsluferli hreinsaðra vöðvapróteina úr afskurði og kolmunna til nota í flök og tilbúna afurðir og þeirrar þróunar sem átti sér stað hjá Iceprotein ehf. við uppskölun. Nærri lætur að fyrirtækið Iceprotein sé afsprengi þeirrar vinnu sem lögð var í verkefnið.</p> <p>Framleiddar voru fiskibollar sem síðar voru étnar og metnar og komu að ýmsu leiti vel út, fiskibollar með einangruðum próteinum auk fiskhakks rýrnuðu minna við eldun en fiskibollar sem ekki innihéldu einangruð prótein.</p>		
Lykilorð á íslensku:	vöðvaprótein, þorskur, kolmunni		
Summary in English:	<p>Great effort was used in viscoelastic measurements of cod muscle proteins.</p> <p>The project <i>Pure muscle protein from fish</i> proved to be one of the main pillars in the operations of Iceprotein ehf. in the offset of the company. In this report main results of the scale-up process at Iceprotein are followed through. The company Iceprotein basically spun off from the work done in this project.</p> <p>Fishballs from fish mince and fish protein isolates were prepared cooked, consumed and analysed, fishballs containing FPI showed less weight loss in cooking than fishball that did not contain FPI.</p>		
English keywords:	cod muscle protein, blue whiting		

Efnisyfirlit

1. Inngangur	1
2. Framkvæmd.....	1
3. Niðurstöður	4
4. Umræða og ályktanir	9
5. Þakkarorð.....	9
6. Heimildir.....	10

1. Inngangur

Verkefnið Hrein vöðvaprótein úr fisk gekk undir nafninu Gæðaprótein úr fiski hjá Rf og síðar Matís, FISK Seafood, Klaki og Iceprotein. Matís lagði til sérfræðipækkingu starfsfólks og sérfræðinga, FISK Seafood lagði til hráefni og ráðgjöf, Iceprotein lagði til aðstöðu og starfsfólk. Verkefnið byggði á þeirri vinnu sem lögð var í verkefnið Framleiðsla á vöðvapróteinum úr fiski til innsprautunar í fiskflök, bita og bitablokk og verkefninu Gæðaprótein. Þá var um allnokkur samlegðaráhrif að ræða í tengslum við verkefnið Kolmunni í verðmætar afurðir. Verkefnið var unnið á árunum 2006, 2007 og 2008.

Meginmarkmiðið verkefnisins var að þróa feril til að framleiða tvær gerðir af hreinsuðum vöðvapróteinum úr kolmunna og afskurði úr bolfisk. Annars vegar auðfelld prótein með geleiginleikum sem nota má til innsprautunar í flök og nota í ýmiss tilbúin matvæli og hins vegar torfelld prótein til beinna nota í íþróttá-, heilsu- og markfæði eða sem þurrkuð prótein á sömu markaði.

Starfsmarkmiðin voru:

- Gilda ferla sem þróaðir hafa verið á fyrra ári til framleiðslu á hreinsuðum vöðvapróteinum úr þorskfiskum (svo sem þorski, ýsu, keilu og kolmunna)
- Stýring og mælingar á þránun fosfólípíða í hráefni, í ferli og í lokaafurðum.

Afurð verkefnisins felur í sér gildaðan feril sem lýsir framleiðslu hreinsaðar og vel skilgreindar vöðvapróteinafurðar, sem hefur tiltekna eðliseiginleika, en einnig skilgreinda notkunarmöguleika í **innsprautun flaka og í tilbúnar afurðir** og vísbendingar um notagildi torfelldra próteina í íþróttá-, heilsu- og markfæðismarkaði.

2. Framkvæmd

Marningsvinnsla er þekkt en ekki altæk lausn fiskverkenda við verðmætasköpun úr tilfallandi afskurði við hefðbundna flakavinnslu. Ná má fram verulegri verðmætaaukningu ef sá massi sem nýttur er til marningsvinnslu, nýtist við flakavinnslu. Sýnt hefur verið fram á að slík nýting sé möguleg. Sé miðað við hlutfall flaka og marnings í útflutningi á undanförmum árum má reikna með mögulegri 880 milljón króna verðmætaaukningu m.v. 160 þús. tonna afla.

	Afli	flök	marningur	flök	marningur	munur	metin verðmæta
		tonn			kr/kg		aukning þús. kr.
þorskur	160.000	19.634	2.434	501	139	362	881.043
ýsa	88.000	8.366	618	415	112	303	187.311
ufsi	62.000	8.486	859	206	81	125	107.400

(byggt á upplýsingum frá Hagstofu Íslands, Sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneyti og Fiskistofu)

Að fengnum jákvæðum niðurstöðum í tilraunum hjá Rf og endurteknum tilraunum hjá Matís var áhersla lögð á uppbyggingu Iceprotein. Verksmiðja Iceprotein var sett upp á Sauðárkróki árið 2006, verksmiðjan var keyrð árið 2007 og framleiðsluferli var breytt til einföldunar. Framleidd voru uppleysanleg isolöt úr flökum og úr mörðum afskurði af snyrtílinu/(marningi). Framleidd voru hvortveggja útfelld isolöt sem nýttust til fiskibollugerðar (Gholam Reza Shaviklo 2008]. Þar að auki voru framleidd isolöt sem haldið var í lausn sem nýttist til innsprautunar. Árið 2007 voru framleidd 2400 kg af sprautulausn til tilrauna í verkefninu. Árið 2008 var framleitt talsvert meira af sprautulausn úr þorskaafskurði sem nýttist til framleiðslu þrúfusendinga á erlenda markaði, einskorðuðust þær þrúfusendingar ekki við þorsk því þar að auki voru framleidd árið 2008 rúm 1000 kg úr ufsaafskurði. Framleitt var úr ferskum afskurði, kældum með ís, sem féll til við snyrtingu flaka samdægurs og sprautað daginn eftir. Geymsluþol lausnar var kannað með kólóníu talningum. Unnið var að tilraunum með vinnslu á afskurði af uppþýddum fiski og uppþýddum afskurði. Flök voru metin hvortveggja af markaðsaðilum sem og skynmatshóp Matís. Með því að halda próteinum í lausn, fella þau ekki út, er reynt að koma til móts við kröfur um einfaldleika kerfisins. Vel gekk að einangra prótein sem voru felld út. Framleiðsluferill sprautulausnar var einfaldaður þar sem útfellingu próteina var sleppt. Framleidd var próteinlausn sem er einsleit. Mælingar bentu til að einsleit próteinlausn væri ekki síðri að gæðum en próteinlausn sem búin er til úr útfelldum próteinum.

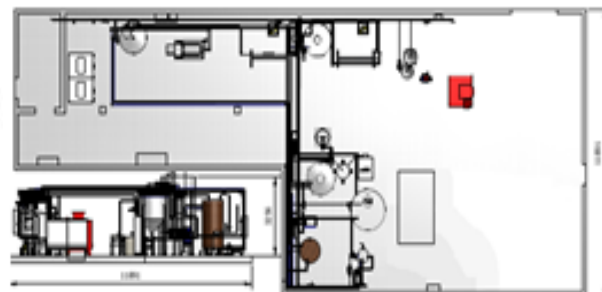
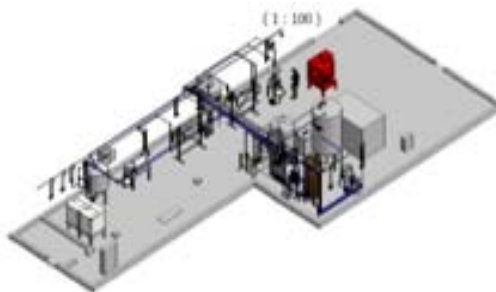


Prótein Isolat fyrir frystingu (GR Shaviklo ofl. 2008)



Fryst prótein isolat blokk

Keypt var marningsvél, í ljós kom að marningsvélin var seld með kjálka og færibaldi sem hentaði fyrir kjötfars en ekki fiskafskurð, á því var unnin bót.



Tilraunaverksmiðja Iceprotein (Róbert Hafsteinnsson 2008)

Vinnslulína Iceprotein var teiknuð og sett upp, þá voru gerðar nokkrar lagfæringar á vinnslulínunni tækjum bætt við upphaflega línu og vatns- og þrifalagnir teiknaðar (Róbert Hafsteinsson 2008).

Gengið var frá Gæðahandbók Iceprotein. Iceprotein fékk varanlegt vinnsluleyfi frá Matvælastofnun. Iceprotein vann einkum með samanburð á flökum sem seldust við háu verði, próteinum var sprautað í slík flök sem borin voru saman við venjuleg flök, þ.e. flök sem próteinum var ekki sprautað í.



Fljótandi próteinlögur til innsprautunar

Prótein voru framleidd úr flökum sem höfðu einkennandi galla, blóðbletti eða mikið los annarsvegar og úr marningi framleiddum úr fiskafskurði hinsvegar, gæði prótein lausna úr hvorutveggja hráefnanna var sambærilegt. Til að ná fram virðisaukningu voru prótein eftirleiðis framleidd úr marningi.

Var flökum fylgt frá snyrtingu í gegnum framleiðsluferil, þriðjungur flaka var látinn fara hefðbundna leið í gegnum vinnsluna, þriðjungur var sprautaður með 3% prótein lausn, og þriðjungur 5% prótein lausn, rétt fyrir frystingu. Flök voru vegin eftir snyrtingu, fyrir próteinsprautun, eftir próteinsprautun eftir frystingu, eftir uppþýðingu og svo var hnakkastykki flaks skipt í þrennt og soðið, hver hnakka stykkis biti var veginn fyrir og eftir suðu.

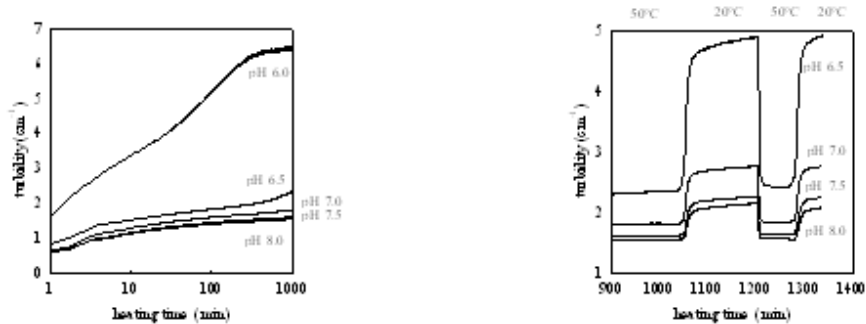
Þá voru flök sem sprautuð höfðu verið með próteinum borin saman við ómeðhöndluð flök í skynmati, hvorttveggja flök sem voru geymd í frysti í 6 mánuði sem og ný flök. Fyrir soðin sýni greindist munur 4 þátta af 30. Af niðurstöðum skynmatsins er ekki hægt að sjá að munur sé á soðnum flökum eftir því hvort þau voru sprautuð með próteinum eða ekki.

3. Niðurstöður

1. Fullhönnuð framleiðslulína fyrir vöðvaprótein. Verksmiðjan er nú fullbúinn til framleiðslu á svokölluðum innsprautulausnum sem nýttar eru beint inn í afurðaferli flakalínu.
2. Skilgreindir og uppsettir gæðastaðlar fyrir hráefni og sömuleiðis fyrir afurðir.
3. Vinnsluaðstaða með varanlegt vinnsluleyfi.
4. Stýring geleiginleka auðfella próteina og þekking á öllum eðlisþáttum sem hafa áhrif á þessa eiginleika.
5. Greind hafa verið markaðstækifæri fyrir framleiðsluvörur verksmiðju.
6. Þekking, menntun og þjálfun ungra vísindamanna. Hluti af verkefni hefur verið stór þáttur í doktorsverkefni.
 - a. Characterization of fish myosin aggregates using static and dynamic light scattering. T. Brenner, R. Johannsson and T. Nicolai, *Food Hydrocolloids*, Volume 23, Issue 2, March 2009, Pages 296-305 doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.01.003.
 - Einnig birt í samnefndri Matisskýrslu Characterization of cod myosin aggregates using static and dynamic light scattering. 2007. Skýrsla Matís 07-07, 57 bls. Tom Brenner, Ragnar Jóhannsson, Taco Nicolai. Matís 2007.
 - b. Characterization and thermo-reversible gelation of cod muscle protein isolates. T. Brenner, R. Johannsson, T. Nicolai. *Food Chemistry*. Volume 115, Issue 1, 1 July 2009, Pages 26-31 doi:10.1016/j.foodchem.2008.11.046.
 - c. Framleiðsla á vöðvapróteinum úr fiski til innsprautunar í fiskflök, bita og bitablokk. Skýrsla Matís 14-07, 12 bls. Lokuð skýrsla. Ragnar Jóhannsson, Þóra Valsdóttir, Sigurður Hauksson, Irek Klonowski og Tom Brenner. Matís 2007.
 - d. Evaluation and Utilisation of Fish Protein Isolate Products. Gholam Reza Shaviklo. Master Thesis in Food Science, Háskóli Íslands. Október 2008.
 - e. Heat-induced aggregation of cod myosin investigated with static and dynamic light scattering. Tom Brenner og Ragnar Jóhannsson. Veggspjald á Raunvísindapingi 2008, 14. og 15. mars í Öskju Náttúrufræðihúsi.
 - f. Precipitation and transient gelation of cod muscle proteins: a study of the phase behaviour and rheological properties. Tom Brenner. Fyrirlestur á Raunvísindapingi 2008, 14. og 15. Mars í Öskju Náttúrufræðihúsi.

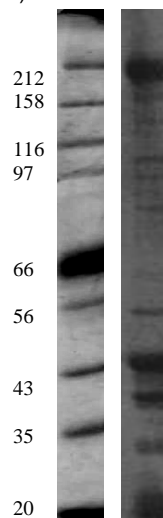
Fiskprótein

Talsverð vinna var lögð í könnun á eðliseiginleikum fiskpróteina, einkum þorspróteina, þó einnig hafi verið unnið með ýsu og ufsaprótein á tímabili. Myosin hluti próteina var einkum skoðaður. Þá var geljun próteina grandskoðuð sem og endurkref geljun vegna hitameðferðar. Rannsóknir snéru að klösun þorskvöðvapróteina, með ljósdreifingu og viskóelastískum mælingum.



Grugg við hitun við 50°C (Tom Brenner ofl 2009)

1 2 Áhrif hitunar og kælingar á grugg (Tom Brenner ofl. 2009)



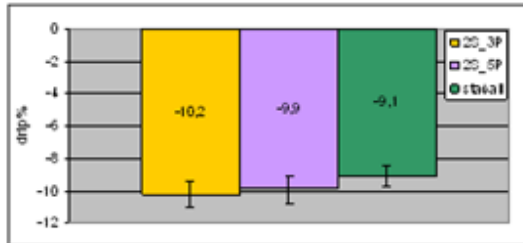
Snið rafdrenginna fiskipróteina. lína 1 prótein marker lína mólþungi er merktur við línuna, lína 2 einangruð þorsprótein. Mólþungi (kDa) lína 1.: rabbit muscle myosin, 212kDa; MBP- β -galactosidase, 158kDa; β -Galactosidase, 116kDa; Phosphorylase-b, 97kDa; Serum albumin bovine 66.4kDa; Glutamic dehydrogenase, 55.6kDa; MBP2, 42.7kDa; Thioredoxin reductase, 34.6kDa; Trypsin inhibitor, 20kDa. (Tom Brenner 2009)

Flök

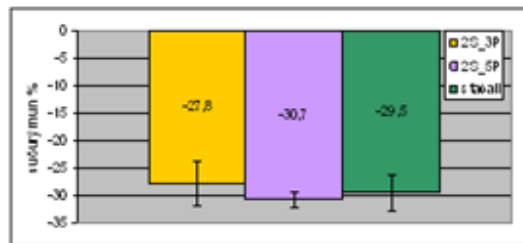
Flök sem sprautuð voru með próteinum halda aukinni þyngd sem næst með próteinsprautun við uppþýðingu og suðu. Ekki var sjáanlegur munur á próteinsprautuðum flökum og flökum sem ekki voru sprautuð með próteinum að lokinni uppþýðingu. Heildarrýrnun við uppþýðingu og suðu flaka sem sprautuð voru með próteinum úr flökum sem og flök sem sprautuð voru með próteinum úr marningi hélst í hendur, flök sprautuð með próteinum úr marningi rýrnuðu fremur við uppþýðingu, flök sprautuð með próteinum úr flökum rýrnuðu fremur við suðu. Flök sprautuð með próteinum rýrnuðu síst meira en flök sem ekki voru sprautuð með próteinum við uppþýðingu og suðu. (*Þóra Valsdóttir 2007*). Hvern skammt af flökum er hægt að auka með próteinsprautun til hagsbóta fyrir neytendur.

hópur lýsing

3P_2S	flök sprautuð með 3% próteinlausn
5P_2S	flök sprautuð með 5% próteinlausn
staðall	flök ekki sprautuð með próteinum



Mynd 1. **isolatsprautun.** Þyngdartap flaka (n=10) við uppþöngu (þyngd frosin =0%) (Þóra Valsdóttir 2007)



Mynd 2. **isolatsprautun.** Þyngdartap hnakkastykkja (n=9) við suðu (þyngd fyrir suðu =0%) (Þóra Valsdóttir 2007)

Flök, sprautuð með próteinum (meðhöndluð) og samanburðarflök (ómeðhöndluð) sem geymd voru í frysti í einn mánuð, voru þýdd upp og borin saman með hliðsjón af 8 gæða þáttum. Munur í áferð sýnanna var á mörkum marktækni. Meðhöndluð uppþýdd flök voru með meira los en ómeðhöndluð flök. Summa gæðapáttanna var á mörkum marktæks munar

Flök sem voru sprautuð með próteinum (meðhöndluð) voru geymd í 8 mánuði og 1 mánuð, eins voru sambærileg flök að öllu leiti öðru en því að þau voru ekki sprautuð með próteinum (ómeðhöndluð) geymd jafnlengi. Nokkrar umbætur áttu sér stað á framleiðsluferlinum á meðan sýnin sem fyrr voru framleidd voru í geymslu. Af 30 matsþáttum sem notast var við í samanburði soðinna sýna var marktækur munur í 4 þáttum, 1 þáttur var á mörkum marktækis.

- Bragð
 - Ekki var marktækur munur á bragði soðinna sýna, þó var munur í málmkenndum keim sýna á mörkum marktækni
- Lykt
 - Ekki var marktækur munur á lykt soðinna sýna
- Útlit
 - Sýnin voru jafn dökk/ljós
 - Ómeðhöndluð flök sem voru geymd í 8 mánuði voru mislitari en önnur sýni
 - Meira var um hvítar útfellingar í meðhöndluðum flökum sem geymd voru í 8 mánuði, ekki var munur á hvítum útfellingum í sýnum sem geymd voru í 1 mánuð, hvortveggja sýnanna sem geymt var í 1 mánuð hafði eilítið minna af hvítum útfellingum heldur en ómeðhöndluð flök sem geymd voru í 8 mánuði
 - Ómeðhöndluð flök sem geymd voru í einn mánuð voru síður flögukennd en önnur flök
- Áferð
 - Ómeðhöndluð flök sem geymd voru í einn mánuð meyrari en önnur flök (Kolbrún Sveinsdóttir 2007)

Fiskibollur

Einangruð prótein – prótein ísolat (e. Isolate) má nota til fiskibollugerðar, ísolat notkun getur dregið úr þörf á notkun fiskholds. Framleiddar voru fiskibollur sem innihéldu einvörðungu fiskhakk (marning), fiskibollur sem innihéldu fiskhakk að $\frac{3}{4}$ og prótein að $\frac{1}{4}$ og fiskibollur er innihéldu $\frac{1}{2}$ fiskhakk og $\frac{1}{2}$ fiskprótein. Fiskibollur voru soðnar og steiktar, þá voru fiskibollurnar bornar fram fyrir þjálfaðan skynmatshóp.



Ísolat til mótnar á fiskibollum

Ísolat í loftþéttum umbúðum



Formaðar fiskibollur fyrir eldun

Fiskibollur í eldun

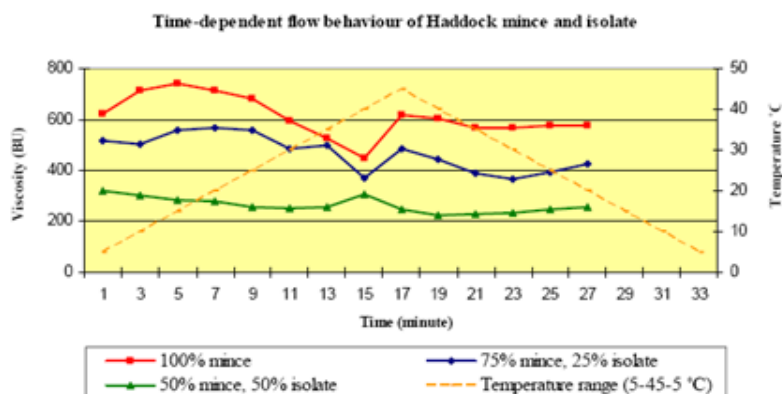


Eldaðar fiskibollur

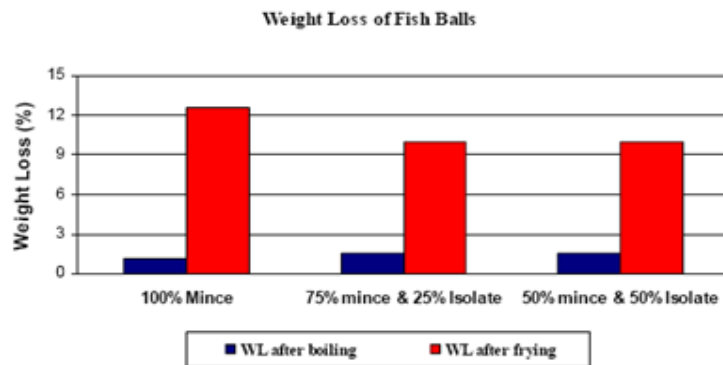
Pakkaðar forsoðnar fiskibollur

Skynmatsprófun

(Myndir úr GR Shaviklo 2008)



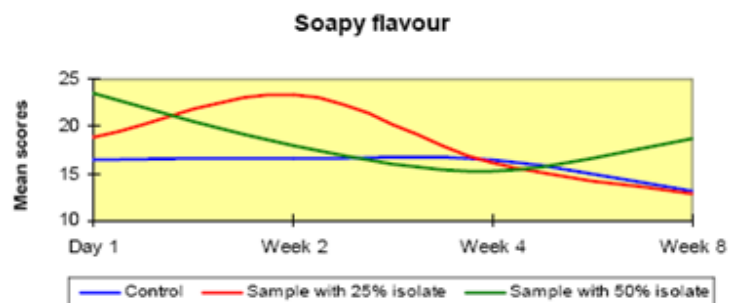
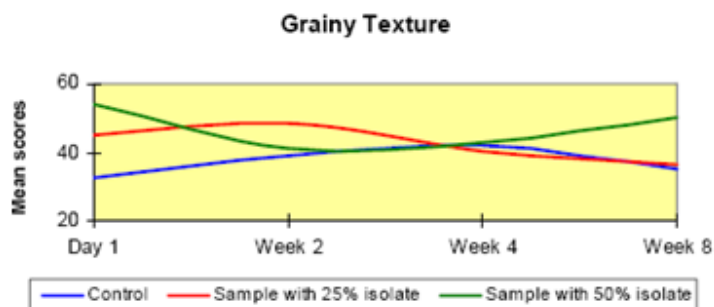
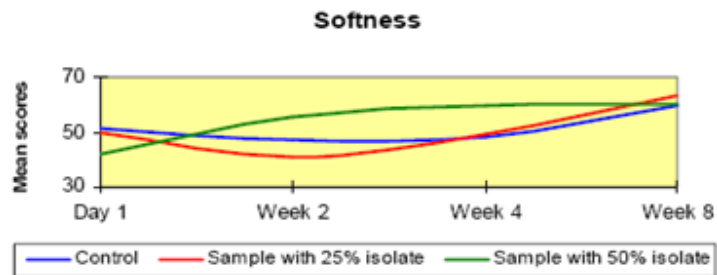
(GR Shaviklo ofl. 2008) Nokkur munur var á seigju, seigja minnkaði í hlutfalli við minnkandi innihald fiskhaks.



Þyngdartap við eldun (GR Shaviklo ofl. 2008).

Minna þyngdartap átti sér stað við steikingu á fiskibollum sem innihéldu próteinm auk, samanborið við fiskibollur hvar fiskhakk var uppistaðan. Merkjalegt var að meiri þyngd tapaðist við steikingu en við suðu.

Fiskibollur voru skoðaðar eftir geymslu í frosti.



Mat á mýkt, kornum og sápubragði úr skynmati á fiskibollum sem geymdar höfðu verið í frosti (GR Shaviklo ofl. 2008)

Notkun fiskipróteina í fiskibollur hefur áhrif á skynmatsþætti.

4. Umræða og ályktanir

Hægt er að auka verðmæti sjávarfangs með því að nýta afskurð til framleiðslu flaka. Reyndar er marningsvinnsla þekkt, þó svo ekki allir fiskverkendur leggi stund á slíka iðju, engu að síður er það staðreynd að marningur slest við lægra verði en flök og flakabitar, því má ná fram verðmæta aukningu með því að nýta marning til flakavinnslu, eins og gert hefur verið með árangri hvar afurð Iceprotein, prótein sprautulausn, hefur verið notuð. Hvert kg afskurðar nýtist til framleiðslu á mismunandi magni af flökum, fer eftir heimtum í framleiðslu próteinlausnar, stillingum og nýtingu við innsprautun. Próteininnihald sprautulausnar er nokkru lægra en próteininnihald fiskvöðva, því próteinþykkni sem hefur sama próteininnihald og fiskvöðvi, er ekki sprautanlegt. Næsta skref væri að ná niður framleiðslukostnaði til að gera framleiðsluaðferðina arðbærari. Sem og að koma nauðsynlegum búnaði fyrir með góðu móti á mun afmarkaðra svæði, þannig að hægt væri að koma framleiðslubúnaði fyrir inni í hverri fiskvinnslu, sem kysi að nýta aðferðina, fyrir sig.

5. Þakkarorð

Aðilar verkefnisins vilja þakka AVS fyrir veittan stuðning, án þess stuðnings hefði framkvæmd verkefnisins tafist með ófyrirsjáanlegum afleiðingum.

Aðilar verkefnisins vilja þakka Tækniþróunarsjóði fyrir veittan stuðning og starfsfólki FISK Seafood hf., Matís ohf. og Iceproteins ehf. fyrir ánægjulegt samstarf.

6. Heimildir

Bonilla, A. C., Sveinsdóttir, K., & Martinsdóttir, E. (2007). Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. *Food Control*, 18 (4): 352-358.

Fiskistofa. 2008. Úthlutun aflaheimilda fiskveiðiárið 2008/2009.
http://fiskistofa.is/get_page.php?page=11.

Gholam Reza Shaviklo.(2008). Evaluation and Utilisation of Fish Protein Isolate Products. Master Thesis in Food Science, Háskóla Íslands október 2008.

Gholam Reza Shaviklo , Sigurjon Arason, Gudjon Thorkelsson. (2008). Effects of Fish Protein Isolate on Physical and Sensorial Properties of Haddock Mince Balls. Kynning á WEFTA

Hagstofa Íslands. (2009). Útflutningur sjávarafurða eftir afurðaflokkum, vinnslugreinum og löndum 1999-2007.

<http://hagstofa.is/?PageID=149&src=/temp/Dialog/varval.asp?ma=SJA04903%26ti=%DAutflutningur+sje1varafur%F0a+eftir+afur%F0aflokkum%2C+vinnslugreinum+og+%F6ndum+1999%2D2007+++%26path=../Database/sjavarutvegur/utf/%26lang=3%26units=kg/%20ISK>.

Hootman RC. (1992) Manual on descriptive analysis testing for sensory evaluation. Philadelphia: ASTM. p 52

ISO 8586 (1993). Sensory analysis general guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: selected assessors. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization.

Kolbrún Sveinsdóttir samantekt á niðurstöðum 2007

Magnússon, H., Sveinsdóttir, K., Lauzon, H.L, Thorkelsdóttir, Á. & Martinsdóttir, E. (2006) Keeping Quality of Desalted Cod Fillets in Consumer Packs. *Journal of Food Science*, 71 (2), 69-76

Róbert Hafsteinsson. 2008. Fyrirkomulag – Iceprotein. Nóvember 2008. Matís ohf.

Stone H, Sidel JL, (1985). Sensory evaluation practices. Orlando, Fla.: Academic press, Inc. 311p.

Sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneyti. 2009 Fréttatilkynning frá sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneyti. Nr. 2/2009 –Breytt aflamark í þorski. 16.1.2009

Thybo A.K., Martens M. (2000). Analysis of sensory assessors in texture profiling of potatoes by multivariate modelling. *Food Quality and Preference* 11(4): 283-288.

Tom Brenner Doktorsritgerð við HÍ 2009

T. Brenner, R. Johannsson, T. Nicolai. (2009). Characterization of fish myosin aggregates using static and dynamic light scattering. *Food Hydrocolloids* 23 (2009) 296–305

Þóra Valsdóttir tölvupóstur júní 2007