

Vinnsla og vöruþróun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Fiskprótein sem fæðubótarefni

Guðjón Þorkelsson
Margrét Geirsdóttir
Ragnar Jóhannsson
Sigurður Hauksson
Sjöfn Sigurgísladóttir
Arnljótur Bjarki Bergsson

Vinnsla og vöruþróun

Skýrsla Matís 11-08
Maí 2008

ISSN 1670-7192

<i>Titill / Title</i>	Fiskprótein sem fæðubótarefni		
<i>Höfundar / Authors</i>	<i>Guðjón Porkelsson, Margrét Geirsdóttir, Ragnar Jóhannsson, Sigurður Hauksson, Sjöfn Sigurgísladóttir, Arnljótur Bjarki Bergsson</i>		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	11 - 08	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Maí 2008
<i>Verknr. / project no.</i>	1573		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	AVS		
<i>Ágrip á íslensku:</i>	<p>Markaður fyrir fæðubótarefni og heilsuvörur fer vaxandi og slíkar vörur eru nú stærri hluti af næringu fólks en áður. Fæðubótarefni eru matvæli sem eru ætluð sem viðbót við venjulegt fæði. Prótein í fæðubótaefnum og heilsuvörum eru aðallega unnin úr mjólkur- og jurtaþróteinum. Næringarsamsetning fiskpróteina er ákjósanleg sem fæðubótarefni en þróun og rannsóknun til að framleiða þau með þeim eiginleikum sem þykja hvað ákjósanlegastir fyrir fæðubótarefni hefur verið ábótavant. Með því að vinna fæðubótarefni úr fiski væri hægt að auka verðmæti hráefnisins. Markmið verkefnisins var að þróa fiskprótein sem nýttust sem fæðubótarefni.</p> <p>Byggt hefur verið upp verkefnanet hjá Matis með áherslu á prótein og próteinafurðir.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Fiskiprótein, fæðubótarefni, verðmæti, íslenskur sjávarútvegur</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>The market for nutritional supplements and health beneficial products is increasing as such products play bigger role in people's nutrition. Nutritional supplements are food products intended as addition to normal diet. Currently proteins in the aforementioned products are mainly processed Soya proteins. Fish proteins contain many promising nutritional qualities, but development and research on producing them with the most favourable attributes have not been completed yet.</p> <p>If it were possible to produce nutritional supplements from fish, the catch value could be increased. The aim of this project was to develop fish proteins that could be used as food supplements.</p> <p>On the base of the project a network of various projects with emphasis on protein and protein products of fish origin has been established at Matis.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Fish proteins, nutritional supplements,</i>		

EFNISYFIRLIT

1	Inngangur	1
1.1	Ágrip.....	1
1.2	Bakgrunnur.....	1
1.2.1	Framleiðsla fæðubótarefna – af hverju ekki fiskprótein?.....	2
1.3	Framtíð íslensk fiskiðnaðar	3
2	Framkvæmd og niðurstöður	5
2.1	Umbreyting próteina	5
2.1.1	Val á ensímum.....	5
2.1.2	Val á umhverfisaðstæðum.....	6
2.1.3	Val á hráefni	
2.1.4	Formeðhöndlun hráefnis	7
2.1.5	Mælingar	8
2.2	Þurrkun	8
2.3	Eiginleikar próteina	
2.4	Forþróun búnaðar	9
2.5	Arðsemisathugun.....	9
2.6	Kynning á niðurstöðum.....	
2.7	Tækjabúnaður.....	
2.8	Erlent samstarf.....	12
3	Umræða og ályktanir.....	12
4	Þakkarorð	13
5	Heimildir	14

1 INNGANGUR

1.1 Ágrip

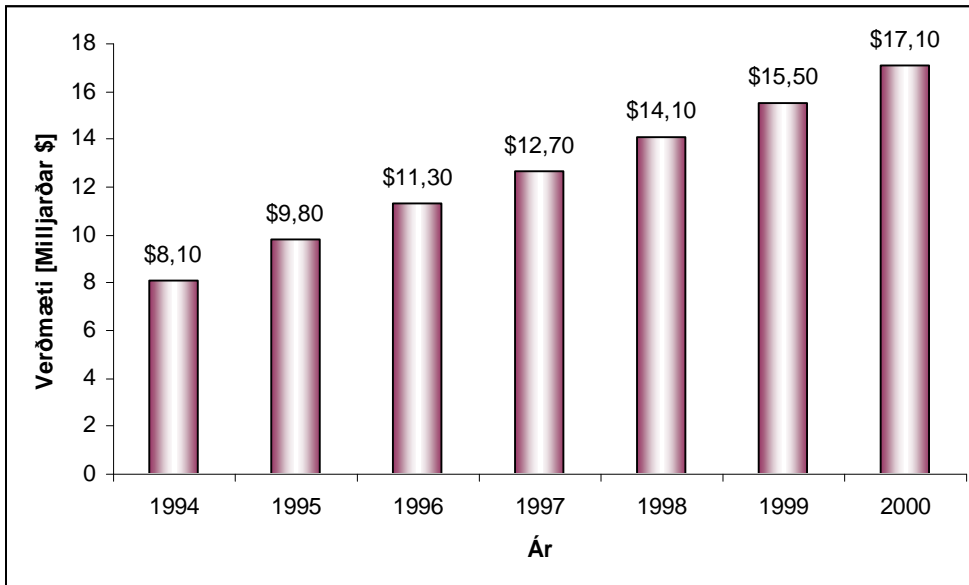
Veturinn 2002-2003 var komið á fót rannsóknasjóð í sjávarútvegi í kjölfar vinnu stýrihóps um aukið virði sjávarafurða. Strax við stofnun sjóðsins, var ríflegum styrk úthlutað til verkefnisins **Fiskprótein sem fæðubótarefni** sem unnið var upphaflega í samstarfi Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins, Prímex og Haraldar Böðvarssonar hf. Áform voru um samstarf við Útgerðarfélag Akureyringa sem svo hét þá, en úr því varð ekki, gengið var til samstarfs við Harald Böðvarsson hf. í staðinn. Verkefnið hefur undið upp á sig, einnig hefur verkefnið reynst mikilvægur grunnur fyrir frekari rannsóknir hjá Matís, áður Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Markverðustu merki um ávinning af niðurstöðum verkefnisins og þeirra verkefna sem fylgt hafa í kjölfarið má telja stofnun Iceprotein ehf., einkahlutafélags í eigu Matís, sem ætlað er að þróa, framleiða og selja prótein úr fiski, einkum og sér í lagi þeim fiski eða fiskhlutum sem alla jafnan eru ekki nýtt í matvæli. Iceprotein ehf. starfar nú með FISK Seafood hf. á Sauðárkróki.

Styrkurinn hefur reynst grunnur fyrir rannsóknir sem leiddu til niðurstaðna er hafa verið kynntar í sjö rannsóknarskýrslum, og kynntar í a.m.k. fjórum greinum almenns eðlis, þremur fyrirlesturum, tveimur ritrýndum vísindagreinum sem og í kafla bókarinnar Improving seafood products for the consumer. Niðurstöður hafa bent til þess að fiskprótein megi nýta í fæðubótarefni.

1.2 Bakgrunnur

Fæðubótarefni og heilsuvörur ýmiss konar eru orðin merkjanlegur þáttur í næringu fólks á Vesturlöndum og innan skamms er sennilegt að fjöldi fólks líti á þau sem sjálfsagðan hluta í lífi sínu. Markaður fyrir fæðubótarefni hefur vaxið stöðugt, og velta á heimsmarkaði er mikil, t.a.m. nam velta á Bandaríkjamarkaði, einum og sér, árið 2000 rúmlega 17 milljörðum dollara eða um 1470 milljarðar íslenskra króna að þávirði. Þá hafði markaðurinn tvöfaldast frá 1994 og var talið að hann myndi vaxa um ríflega 10% á hverju ári (mynd 1). Talið er að veltan hafi verið 26 milljarðar árið 2006, og muni ná um 39 milljörðum dollara árið 2011 (Just-food,

2007). Í Japan hafði velta á sambærilegum markaði aukist úr 3,8 milljörðum árið 1990 í u.þ.b. 17 milljarða dollara árið 2006 (Functional Foods Japan, 2006).



Mynd 1. Stærð Bandaríkjamarkaðar fyrir fæðubótarefni 1994 til 2000 í milljörðum dollara. 1999 og 2000 eru áætlaðar tölur (FDA, 2002).

Fæðubótarefni eru skilgreind sem matvæli sem eru ætluð sem viðbót við venjulegt fæði og eru með hátt hlutfall af vítamínum, steinefnum eða öðrum efnum sem hafa næringar- eða lífeðlisfræðileg áhrif. Þessi efni geta verið ein sér eða blönduð saman, og eru markaðssett í formi skammta, n.t.t. sem hylki, töflur, pillur og í öðru svipuðu formi, duftpokar, vökvaampúlur, dropaglös og í öðru svipuðu formi vökva og dufts sem er ætlað til inntöku í mældum, smáum skömmtum (2. gr. reglugerðar nr. 624/2004 um fæðubótarefni).

Nú þegar eru til sölu á frjálsum markaði margar gerðir próteindrykkja, próteinduft til lögunar próteindrykkja, orkudrykkir, orkustykki og próteinstykki og ýmislegt fleira sem ekki er markaðssett í mældum smáum skömmtum. Þessar vörur eru því samkvæmt skilgreiningu ekki fæðubótarefni nema framleiðendur ákveði sjálfir að markaðssetja þær sem slíkar en þá þarf að merkja þær sem slíkar og notkun að vera í mældum smáum skömmtum (UST, 2006). Réttara væri að nefna þessar vörur heilsuvörur. Reglur um sölu og markaðsetningu slíkra afurða eru mismunandi frá einu landi til annars.

1.2.1 Framleiðsla fæðubótarefna – af hverju ekki fiskprótein?

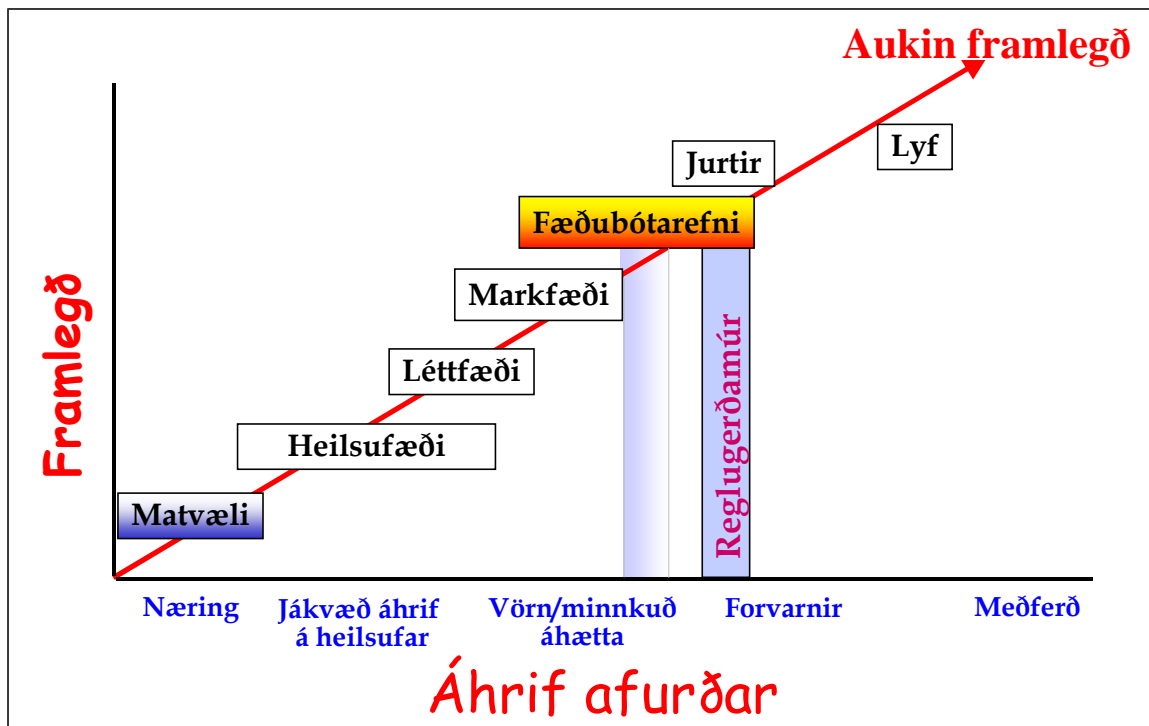
Prótein sem notuð eru í fæðubótarefni og heilsuvörur eru aðallega framleidd úr sojabönum. Mysuprótein og kasein eru einnig mikið notuð, hvort tveggja unnið úr mjólk (FDA, 1999).

Fyrir sölu sem fæðubótarefni eru próteinin unnin áfram - yfirleitt umbreytt með efnafræðilegum eða ensímatískum aðferðum (Kristinsson & Rasco, 2000). Margar aðferðir til umbreytingar eru til, yfirleitt varðar einkaleyfum. Mjólkur- og sojaiðnaðurinn hefur lagt meiri fjármuni í rannsóknir, þróun og markaðssetningu á sinni framleiðslu sem fæðubótarefni en fiskiðnaðurinn.

Þrátt fyrir að næringarsamsetning fiskpróteina sé ákjósanleg sem fæðubótarefni vantar þróun og rannsóknir til að framleiða þau með þá eiginleika sem þykja hvað ákjósanlegastir fyrir fæðubótarefni. Er þar helst átt við lykt, bragð og leysanleika. Flest bendir til að með markvissu þróunar- og markaðsstarfi sé hægt að bæta úr þessu og auka verðmæti sjávarfangs.

1.3 Framtíð íslensk fiskiðnaðar

Eitt helsta sóknarfæri íslensks sjávarútvegs er að auka verðmæti úr því hráefni sem kemur úr sjó. Með því að vinna fæðubótarefni úr fiski er hægt að auka verðmæti hráefnisins. Ekki síst úr vannýttum tegundum sem núna eru alla jafnan ekki nýttar til manneldis eða aukaafurðum og tilfallandi hráefni við hefðbundna vinnslu á matvælum. Eins og sést á mynd 2 skila sérhæfðar og þróaðar afurðir meiri hagnaði en almennar og minna unnar vörur. Líkur benda til þess að hagnaður aukist eftir því sem afurðirnar eru meira unnar. Þeim mun þróaðri sem vörunar eru, þeim mun verðmætari verða þær og með hverju skrefi sem vörunar nálgast lyfjamarkað, eykst verðmæti þeirra. Í dag framleiðir alþjóðlegur fiskiðnaður, og þar með sá íslenski, einkum og sér í lagi afurðir sem teljast til matvæla, (blái kassinn á mynd 2). Eitt af sóknarfærum iðnaðarins felst í því að auka verðmæti afurða sinna, færast upp eftir "rauðu örinni" á mynd 2 í átt að auknum hagnaði, og liður í þeirri þróun væri að hefja framleiðslu fæðubótarefna/heilsuvara. Áður en sú framrás getur hafist þarf að kanna eiginleika væntanlegra afurða og þar með möguleika til vaxtar.

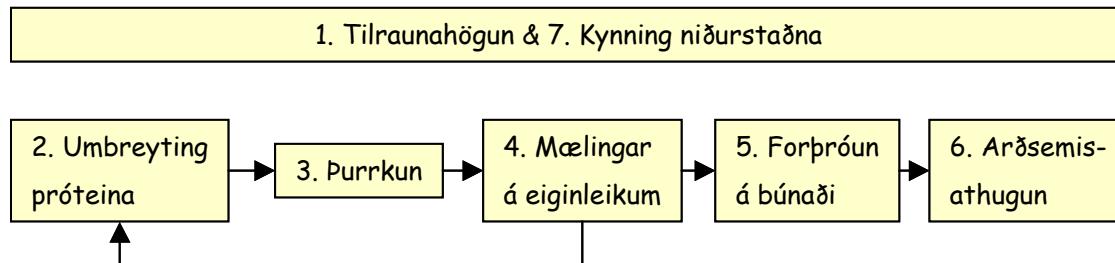


Mynd 2. Samband framlegðar og mismunandi vöruflokka (aðlöguð eftir Newton, 2002). Íslenskur fiskiðnaðar framleiðir afurðir í "bláa" kassanum. Markmið verkefnisins var að færa framleiðsluna í "rauða kassann". Mismunandi er eftir löndum hvaða framleiðsla fellur ofanvið "reglugerðamúrinn". Í Evrópu á skyggða súlan frekar við en dökka súlan sýnir stöðuna í Bandaríkjunum.

Markmið verkefnisins var að þróa fiskprótein sem nýtast sem fæðubótarefni. Með því er stefnt að framleiðslu verðmætari afurða í fiskvinnslu og þar með að auka arðsemi sjávarútvegsins og þó einkum og sér í lagi fiskvinnslunnar. Vitað er að þó nokkur hluti hráefna í sjávarútvegi er gagnert nýttur í dýrafóður, sem skilar það lítilli framlegð að það kemst ekki inn á mynd 2. Einkum er það uppsjávarafli sem er nýttur í fóður, í þessu verkefni var sérstaklega horft til þeirrar framtíðarsýnar að nýta meira af hinum mikla uppsjávarafli sem berst á land í verðmætari afurðir sem eru hæfari til manneldis. Við þróun aðferða kom það fyrir að notað var verðmætara hráefni heldur en að var stefnt að nota, sökum þess að aðgengi að boðlegu hráefni úr lægri verðflokkum er takmarkað (Ragnar Jóhannsson ofl 2006).

2 FRAMKVÆMD OG NIÐURSTÖÐUR

Verkefninu var skipt í eftirfarandi sjö verkþætti. Verkþættir 1. Tilraunahögun og 7. Kynning á niðurstöðum voru unnin meðfram annarri vinnu við verkefnið.



Fljótlega eftir að vinna við verkefnið hófst var ljóst að bæta þyrfti verulega við fjármögnun og tækjabúnað á sviði próteinvinnslu til að renna styrkum stoðum undir það rannsóknasvið. Var hafist handa við að koma á laggirnar samstarfi við erlenda aðila og sækja um styrki að fleiri verkefnum víðar en einungis hjá AVS. Tókst það vel til og í dag er Matís (áður Rf) með þéttriðið net af verkefnum á sviði próteinvinnslu. Verkefnið Fiskprótein sem fæðubótarefni var grunnurinn af því neti og er sem regnhlíf yfir önnur verkefni.

Verður nú farið yfir helstu niðurstöður verkþátta. Þar sem við á er vísað í skýrslur og greinar úr öðrum verkefnum sem skarast við þetta verkefni.

2.1 Umbreyting próteina

Verkþættinum var skipt í fimm undirverkþætti.

2.1.1 Val á ensímum

Ensím notuð til að umbreyta fiskpróteinum. Aðaláherslan hefur verið á iðnaðarensím sem eru tilbúin og leyfð í notkun í matvælaíðnað. Þeirra helst eru Alcalase, Neutrase og Protamex frá Novozymes. Einnig framkvæmdi Prímex tilraun þar sem mið var tekið af raunverulegum aðstæðum í hinu hefðbunda framleiðsluferli sem Prímex notast við alla jafnan.

2.1.2 Val á umhverfisaðstæðum

Fiskprótein eru mjög viðkvæm fyrir umhverfisaðstæðum og afmyndast auðveldlega. Á það sérstaklega við um hitastig. Það fer eftir fisktegund, sýrustigi og fleiri þáttum við hvaða hitastig fiskprótein afmyndast. Afmyndun próteina er t.d. hægt að meta sem T_{50} en það er það hitastig þar sem 50% próteina hafa afmyndast. Til dæmis er T_{50} fyrir Alaskaufsa (Alaska pollack; *Theragra chalcogramma*) 29°C við pH 7.0 sem er nálægt sýrustigi vöðvans en einungis 11°C við pH 5.5 (Suzuki 1981). Það var því ákveðið að framkvæma ensímniðurbrot við herbergishita um 20°C.

Mismunandi sýrustig var notað við ensímhýdrólýsu. Í fyrstu var notast við hátt sýrustig pH 9.5 en þá eru prótein á leysanlegu formi. Við það sýrustig reyndist saltmagn verða hátt í lokaafurð, sem hefur neikvæð áhrif á vinnslu- og bragðgæði. Var því skipt yfir í sýrustig nær náttúrulegu sýrustigi fiskvöðva, þ.e. pH 7.5.

2.1.3 Val á hráefni

Með möguleika á að nýta verðlítið hráefni í verðmæta afurð var aðaláhersla lögð á að nota kolmunna sem hráefni í tilraunum tengdum verkefninu. Prótein voru einangruð með sýru-basa aðferð, bæði á tilraunastofu og í tilraunaverksmiðju IceProtein ehf. Þó markmiðið hafi verið að nota kolmunna var raunin sú að erfiðara reyndist að útvega ferskan kolmunna en ráð var fyrir gert og var því notast við frystan. Þá voru tilraunir gerðar með síld og ufsa, eins hafa tilraunir verið gerðar með þorsk. Tilraunir með botnfiska voru gerðar sökum auðvelds aðgengis að hráefninu, sem og til að tryggja það að vélbúnaðurinn virkaði. Talið var einfaldara að stilla tækin með mögrum fiski fremur en feitum, því með feitum fiski hefði verið líklegar að fleiri óvissuþættir kæmu fram sem truflað gætu stillingar. Meðhöndlun kolmunna um borð í fiskiskipum eins og er hæfir tæpast meðferð fisks sem nýta á til manneldis (Ragnar Jóhannsson ofl 2006). Því slíkt verklag hefur allnokkra einföldun í för með sér þó aukinn kostnaður fylgi.

2.1.3.1 Tilraunaverksmiðja

Mun ítarlegri lýsingu, en þá sem hér er að finna, má lesa í síðustu skýrslunni sem kom út hjá Rf; *Protein Isolation from herring*, sem var gefin út árið 2006. Ekki verður hjá því komist að stikla hér á stærstu þáttunum sem snúa að Iceprotein tilraunaverksmiðjunni. Þróun samfellds ferlis við einangrun próteina heppnaðist, stilling sýrustigs í tilraunaverksmiðjunni var vel heppnuð. Frysting jók seigju og rýrði leysanleika próteinanna og dróg úr heimtum. Ferlið í tilraunaverksmiðjunni hentaði vel við meðhöndlun á mögrum fiski. Ekki var útlit fyrir að notkun próteina úr frárennsli frá próteineinangrunarferlinu væri fjárhagslega vænlegur kostur. Ekki tókst að fjarlægja fitu úr því fleyti sem fita og prótein mynduðu. Eftir sem áður væri hægt að nota örður af roði og beinum o.þ.h. hráefni, sem ekki nýtast við einangrun próteinanna, í mjöl. Þurrkun einangraðra próteina úr mögrum fiski gekk vel fyrir sig. Hægt var að framleiða surimi með einangruðum próteinum úr mögrum fiski. Geljunareiginleikar einangraðra próteina úr mögrum fiski þóttu helst til slakir. Ekki var unnt að framleiða gel úr einangruðum síldarpróteinum. Fylgst var með þróun á markaði með surimi. Meiri möguleikar liggja væntanlega í innsprautun próteina heldur en í surimigerð. Markaðskönnun á möguleikum einangrðara fiskpróteina lofaði góðu (Margrét Geirsdóttir 2006).

2.1.4 Formeðhöndlun hráefnis

Prótein voru einangruð með sýru-basaaðferð (Kahn ofl. 1974, Monteclavo ofl. 1984, Hultin & Kelleher, 1999; Hultin & Kelleher, 2000; Hultin & Kelleher, 2002; Kelleher ofl., 2002). Aðaláhersla var á að koma af stað verksmiðju til að framkvæma próteineinangrun enda eru líkur á að þekking á sýru-basaaðferðinni, og uppskölun á því ferli, veiti Matís og tengdum íslenskum fræðimönnum á sviði matvælarannsókna nokkurt forskot á sviði próteinrannsókna og -vinnslu. Talsvert af próteinum tapaðist við forþvott fisks fyrir próteineinangrun (Ragnar Jóhannsson og Margret Geirsdóttir 2005). Mælingar sýndu fram á minni leysanleika og aukna seigju próteina við geymslu í frosti í þrjá mánuði. Oxun fitusýra í frostgeymslunni gætu skýrt einhvern hluta hinna neikvæðu breytinga (Margrét Geirsdóttir ofl. 2007a).

Frekari útlistun á verkþættinum má finna í greininni Solubility and Viscosity of Herring (*Clupea harengus*) Proteins as Affected by Freezing and Frozen Storage sem birtist í *Journal of Food Science* árið 2007.

2.1.5 Mælingar

Til að fylgjast með ensímníðurbroti er notuð pH – stat aðferð í Metrohm títrator sem var keyptur fyrir verkefnið. Margar gerðir vinnslueiginleika próteina voru mældir: Leysanleiki, vatnsheldni, olíubinding, litur, vatnsvirkni, froðu- og ýrueiginleikar. Til að skoða ensímníðurbrot var framkvæmdur rafdráttur, bæði prótein og peptíð, en einnig hárpípurafdráttur. Þrátt fyrir að lengd geymslu í frysti hafi sett strik í reikninginn lofaði notkun örsíu góðu fyrir framleiðslu vatnsrofinna próteina og peptíða (Margrét Geirstóttir og Ragnar Jóhannsson 2004). Rannsóknir sýndu fram á lífvirkni kolmunnapróteina sem gáfu til kynna að nýta megi próteinin sem markfæði (Margrét Geirsdóttir og Ragnar Jóhannsson 2008).

Ítarlegri útlistun á aðferðafræði sem og niðurstöðum má sjá í grein sem enn er í vinnslu fyrir Journal of Food Science, þ.e. greinin Enzymatic Hydrolysis of Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*); Chemical Characterization and Functional Properties. Aukin heldur var fjallað um verkþáttinn og útfærðari rannsóknir í Rf skýrslunum *Vinnslueiginleikar kolmunnamjöls*, áfangaskýrslunni *Kolmunni sem markfæði* og Matís skýrslu með sama heiti, *Kolmunni sem markfæði* (Margrét Geirsdóttir og Ragnar Jóhannsson 2008).

2.2 Þurrkun

Margar gerðir þurrkunar eru til á markaðinum. Frostþurrkun er talin viðhalda eiginleikum hráefnis best og var því sú aðferð notuð. Meðal þeirra tækja sem keypt voru fyrir verkefnið (kafli 2.7) má nefna fullkominn tilraunafrostþurrkara. Prófað var að frostþurrka vatnsrofin fiskprótein, auk þorsks, blandaðra sjávarafurða og sjávarréttasúpu. Frostþurrkunin gekk vel (Guðjón Gunnarsson, ofl 2006).

Nánar er fjallað um þurrkun í Rf skýrslunum *Fiskduft. Þurrkunaraðstæður og geymsluþol* og *Frostþurrkun sjávarfangs - könnun á möguleikum*.

2.3 Eiginleikar próteina

Aðaláhersla var lögð á að mæla vinnslueiginleika próteinanna. Kolmunnaprótein reyndust hins vegar ekki hafa góða neyslueiginleika. Ekki síst þar sem einungis var hægt að nálgast

fryst hráefni en þar sem kolmunnur er þorskfiskur hefur frysting einstaklega slæm áhrif á eiginleika próteinanna. Var því horfið frá því að nýta kolmunna sem hráefni til próteinvinnslu. Í næstu verkefnum verður áherslan lögð á önnur hráefni, t.d. afskurð af bolfiski eins og þorsk og ufsa. Einnig var mæld lífvirkni fiskpróteina í samstarfi við samstarfsaðila í Frakklandi. Voru mæld blóðþrýstingslækkandi áhrif, áhrif á brjóstakrabbameinsfrumur o.fl. Niðurstöður bentu til að vatnsrofin prótein úr þorsk, kolmunna, lax og skarkola hefðu vaxtarhamlandi áhrif á vissar krabbameinsfrumur (Picot L., S. ofl 2006).

Betur er farið yfir vaxtarhamlandi áhrif einangraðra próteina úr fiski á krabbameinsfrumur í greininni *Antiproliferative activity of fish protein hydrolysates on human breast cancer cell lines* sem birtist árið 2006 í *Process Biochemistry* (Picot ofl 2006). Allnokkur vinna hefur verið lögð í rannsóknir á blóðþrýstingslækkandi peptíðum fiskpróteina (Margrét Geirsdóttir ofl. 2007b).

2.4 Forþróun búnaðar

Unnið var að þróun og uppsetningu verksmiðju til að einangra fiskprótein, eins og áður hefur komið fram. Fyrir próteinvinnslu er mikilvægt að hafa yfir að ráða síum og var því gerð könnun á hvaða búnaður væri heppilegur fyrir verksmiðju og uppskölun á próteinvinnslu, að þeirri niðurstöðu fenginni var ráðist í uppbyggingu á tilraunaverksmiðju sem nú er í höndum Iceprotein ehf. Ljóst er að möguleikar til verðmætasköpunar koma best í ljós með sífelldum rannsóknum og þrotlausri þróun (Joseph Konefal og Gudjon Thorkelsson 2003).

Ítarlegri lýsingu á forþróunarferlinu má lesa í Rf skýrslu Josephs og Guðjóns *Membrane Filtration in Fish Protein Processing* sem og í skýrslunni *Runs and results of pilot plant at HB Akranes*.

2.5 Arðsemisathugun

Reiknilíkön hafa sýnt fram á ávinning af sprautun próteina sem unnin eru úr tilfallandi fiskafgöngum sem ekki nýtast alla jafnan í matvæli inn í fiskflök í hærri verðflokkum. Á sama hátt má koma auga á möguleika til verðmætaaukningar með vinnslu fiskpróteina í

fæðubótarefni. Með hliðsjón af því sem tíðkast í ýmsum afkimum heimsmarkaðar má ætla að vinnsla fiskpróteina í fæðubótarefni geti skilað arði (Guðjón Þorkelsson ofl. 2008b).

Svo lengi sem próteinum úr fisk af sömu tegund er sprautað í vöru, hafa kvaðir um sérstaka merkingu ekki verið settar fram í Evrópu. Í Bandaríkjunum Norður Ameríku hafa vissir fræðimenn tryggt sér einkaleyfi á innsprautun einangraðra próteina, úr ákveðinni tegund, í matvæli af sömu tegund (Þóra Valsdóttir 2006).

Ítarlegri samantekt um merkingar gefur að líta í Rf skýrslu Þóru Valsdóttur; *Notkun fiskpróteina í flakavinnslu. Merkingarskylda*. Þá er útlistun á vinnslutækni og þróun virkra próteina og peptíða úr sjávarfangi sem og samantekt um markaðstækifæri fyrir sömu prótein og peptíð að finna í bókarkafli í bókinni *Improving Seafood for the consumer* sem kemur út á vordögum 2008 (Guðjón Þorkelsson ofl. 2008b).

Þá var á vordögum 2008 gefin út Matís skýrsla er fjallaði um greiningu fiskpróteinafurfurða á mörkuðum. Í henni kom fram að enn er nokkuð í land að fiskprótein geti keppt við mjólkur- og jurtaþrótein sem hjálparefni í tilbúin matvæli, en að líkur séu til að hægt sé að þróa fæðubótarefni úr vatnsrofnum fiskpróteinum (Guðjón Þorkelsson ofl. 2008a).

Mikið starf hefur verið unnið með fiskprótein til innsprautunar og hefur sú þróun skilað nokkrum árangri (Ragnar Jóhannsson ofl. 2007), en sú vinna hefur verið unnin samhliða könnun á kostum notkunar fiskipróteina til framleiðslu fæðubótarefna.

2.6 Kynning á niðurstöðum

Niðurstöður úr rannsóknum verkefnisins Fiskprótein sem fæðubótarefni hafa verið kynntar hér og þar, má í því samhengi benda á:

Greinar almenns eðlis

Margrét Geirsdóttir. 2004. Lífvirk peptíð. *Ægir*, 97(7): 36-37.

Margrét Geirsdóttir. 2004. Vinnsla lífvirkra peptíða. *Matur er mannsins megin*. Rit Matvæla- og næringafræðingafélags Íslands (MNÍ).16(1): 18.

Margrét Geirsdóttir. 2005. Lífvirk peptíð. Grein í Morgunblaðinu 30. mars 2005.

Margrét Geirsdóttir. 2005. Marine proteins: Something fishy. Viðtal í Innovate, fréttabréfi Norrænu nýsköpunarmiðstöðvarinnar. Innovate nr. 4 - 2005, 8-11

Fyrirlestrar

Margrét Geirsdóttir, Guðjón Þorkelsson, Ragnar Jóhannsson, Dag-Eirik Ramsøy, Bjørn Gundersen, Nils-Kristian Sørensen. 2005. Properties of fish proteins isolated in a pilot plant. 35th WEFTA ráðstefna. September 19-22 2005. Fyrirlestur fluttur af Kristínu Önnu Þórarinsdóttur.

Margrét Geirsdóttir, Ragnar Jóhannsson, Kristín A. Þórarinsdóttir, Katrín Stefánsdóttir, Irineu Batista, Carla Pires, Guðjón Þorkelsson. 2005. Functional properties of proteins from seafood by-products. Önnur SEAFOODplus ráðstefnan, 5. október 2005, Granville, Frakklandi.

Margrét Geirsdóttir. 2006. Markfæði og nýfæði. Fyrirlestur á Matvæladegi MNÍ. 20. október 2006. Hótel Loftleiðum, Reykjavík.

Greinar í ritrýnd tímarit

Margrét Geirsdóttir, Harpa Hlynsdóttir, Guðjón Þorkelsson, and Sjöfn. Sigurgísladóttir (2007). Solubility and Viscosity of Herring (*Clupea harengus*) Proteins as Affected by Freezing and Frozen Storage. *Journal of Food Science*, **71**(7), C376–C380

Margrét Geirsdóttir, Sjöfn Sigurgísladóttir, Guðjón Þorkelsson, Ragnar Jóhannsson, Hörður G. Kristinsson, Magnús Már Kristjánsson. Enzymatic Hydrolysis of Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*); Chemical Characterization and Functional Properties. *Journal of Food Science*. Í vinnslu.

Picot, L., S. Bordenave, S. Didelot, I. Fruitier-Arnaudin, F. Sannier, G. Þorkelsson, J. P. Bergé, F. Guérard, A. Chadbeaud. 2006. "Antiproliferative activity of fish protein hydrolysates on human breast cancer cell lines." *Process Biochemistry* 41: 1217-1222.

Skýrslur

Guðjón Gunnarsson, Irek Klonowski, Guðjón Þorkelsson. 2006. Frostþurrkun sjávarfangs - könnun á möguleikum. Rf skýrsla nr. 05-06.

Guðjón Þorkelsson, Þóra Valsdóttir, Guðrún Anna Finnbogadóttir og Sigrún Mjöll Halldórsdóttir. Matís skýrsla nr. 07-08.

Margrét Bragadóttir, Irek Klonowski, Guðjón Þorkelsson. 2006. Fiskduft. Þurrkunaraðstæður og geymsluþol. Rf skýrsla nr. 33-06.

Margrét Geirsdóttir, Katrín Ásta Stefánsdóttir. Vinnslueiginleikar kolmunnamjöls. Rf skýrsla nr. 29-06.

Margrét Geirsdóttir, Ragnar Jóhannsson. 2004. Kolmunni sem markfæði. Rf skýrsla nr. 11-04

Margrét Geirsdóttir, Ragnar Jóhannsson. Kolmunni sem markfæði. Matís skýrsla nr. 06-08.

Margrét Geirsdóttir. 2006. Protein Isolation from herring. Rf skýrsla 39-06.

Þóra Valsdóttir. 2006. Notkun fiskpróteina í flakavinnslu. Merkingarskylda. Rf skýrsla nr. 21-06

2.7 Tækjabúnaður

Keypt voru tæki til að standa að rannsókninni. Þeirra helst Metrohm títrator, hitabað, frostþurrkari, Capillary electrophoresis (Hárpípurafdráttur) og tæki í próteinverksmiðju.

2.8 Erlent samstarf

Byggt á reynslu og þekkingu úr verkefninu Fiskprótein sem fæðubótarefni sótti Rf ásamt fleiri aðilum um verkefnið ProPepHealth innan SEAFOODplus og fékk styrk frá Evrópusambandinu. Það er stórt Evrópskt samstarfsverkefni sem miðar að könnun, kortlagningu og notkun efna úr tilfallandi sjávarfangi við hefðbundna vinnslu sem hafa jákvæð áhrif á heilsufar til að þróa meigi “ný” lífvirk íblöndunarefni úr sjávarafurðum. Þar hefur fengist mikilvægt samband við sterka aðila í Frakklandi og Danmörku á sviði próteinvinnslu. Þá hefur áður verið sagt frá einangrun próteina úr síldarvöðva, í miklu alþjóðlegu samstarfi sem var og styrkt af Norræna Iðnaðarsjóðnum (Margrét Geirsdóttir 2006). Eins var unnið að uppbyggingu tengslanets milli Íslands, Skotlands, Færeyja, Finnlands, og Noregs (Sigurður Vilhelmsson ofl. 2007).

3 UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Eins og áður hefur komið fram hefur á undanförunum árum hefur verið byggt upp net af verkefnum hjá Rf (nú Matís) sem öll stefna að því að þróa nýjar afurðir úr fiskpróteinum. Verkefnið Fiskprótein sem fæðubótarefni var, er og verður lykillinn að þessu verkefnaneti og forsenda þess að fleiri verkefni hafa fengist. Með hverju verkefni eykst þekking og skilningur á viðfangsefninu. Helstu verkefnin eru:

- ✓ **Kolmunni í verðmætar afurðir**
- ✓ **Kolmunni sem markfæði**
Hvorttveggja verkefnanna er könnun á möguleikum frekari nýtingar kolmunna til manneldis.
- ✓ **ProPepHealth** miðar að því að kanna, kortleggja og nota efni sem hafa jákvæð áhrif á heilsufar. Verkefnið er liður í SEAFOODplus sem er stærsta rannsóknarverkefni á sviði sjávarútvegs sem Evrópusambandið hefur styrkt
- ✓ **Frostpurrukun** rannsókn á möguleikum til varðveislu eiginleika hráefnis.
- ✓ **Markaðir fyrir fiskprótein**, könnun á markaðsmöguleikum
- ✓ **ACE-hindravirkni í íslensku sjávarfangi**, könnun á jákvæðum áhrifum sjávarfangs á heilsufar, sérstaklega blóðþrýsting
- ✓ **Einangrun og vinnsla lífvirkra peptíða**, myndun tegslanets á sviði lífvirkni
- ✓ **Gæðaprótein til innsprautunar** könnun á mögulegri nýtingu og notkun próteina til innsprautunar við fiskvinnslu
- ✓ **Nora lífvirkni** samstarfs netverkefni við Norðanvert atlantshaf um greiningar á lífvirkni sjávarlífvera.
- ✓ **Gæðaprótein úr fiski** miðar að þróun ferlis til hreinsunar vöðvapróteina úr fiski.
- ✓ **Heilsuvörur úr fiski**, miðar að enn frekari rannsóknum og þróunum á kostum fiskpróteina

Óhætt er að álykta að verkefnið Fiskprótein sem fæðubótarefni hafi verið lykillinn að því að þessi verkefni fengu styrk. Hver króna sem veitt var í verkefnið hefur því skilað sér margfalt til baka. Verkefnið er framlag höfunda til að styrkja ímynd íslensks sjávarútvegs sem alhliða þekkingariðnaðar, enn frekar. Þeim sem hafa komið að þessu verkefni hefur fjölgað með tíð og tíma.

4 ÞAKKARORÐ

Þátttakendur í verkefninu og höfundar skýrslunnar, þakka af heilum hug AVS rannsóknasjóði í Sjávarútvegi fyrir veittan styrk til verkefnisins. Án styrksins og stuðningsins væru próteinrannsóknir Matís augljóslega ekki komnar jafn langt og raunin er. Þá vilja þátttakendur og koma á framfæri þökkum til AVS rannsóknarsjóðs í sjávarútvegi fyrir veitta styrki til frekari rannsóknaverkefna með prótein sem og allra þeirra sem aðstoðuðu við þær fjölmörgu rannsóknir sem ráðist var í vegna þessa verkefnis.

5 HEIMILDIR

- European Commission. (2006)
http://ec.europa.eu/food/food/labellingnutrition/claims/index_en.htm
- FDA. (1999). Economic Characterization of the Dietary Supplement Industry. Final Report. U.S. Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition. March 1999. <http://vm.cfsan.fda.gov/~comm/ds-econt.html>.
- FDA. (2002a). Dietary Supplement Strategic Plan. Cost Out. U. S. Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition. May 29, 2002. <http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/ds-stra2.html>.
- FDA. (2002b). 21 Code of Federal Regulations § 101.14
http://a257.g.akamaitech.net/7/257/2422/14mar20010800/edocket.access.gpo.gov/cfr_2002/aprqr/21cfr101.9.htm.
- Functional Foods. (2006). *Japan 2006. Product Report*. Paul Yamaguchi and Associates Inc., www.functionalfoodjapan.com.
- Guðjón Gunnarsson, Irek Klonowski, Guðjón Þorkelsson. (2006). Frostþurrkun sjávarfangs - könnun á möguleikum. Rf skýrsla nr. 05-06.
- Guðjón Þorkelsson, Þóra Valsdóttir, Guðrún Anna Finnbogadóttir og Sigrún Mjöll Halldórsdóttir. (2008a). Markaðir fyrir fiskprótein. Greining á afurðum á markaði. Matís skýrsla 07-08.
- Guðjón Þorkelsson, Sjöfn Sigurgísladóttir, Ragnar Jóhannsson og Margrét Geirsdóttir. (2008b). 14 Mild processing techniques and development of functional marine proteins and peptide ingredients í Improving seafood products for the consumer. Woodhead 2008.
- Hultin H.O., Kelleher S.D. (1999). Process for isolating a protein composition from a muscle source and protein composition. US Patent No 6,005,073. Dec 21st, 1999.
- Hultin H.O., Kelleher S.D. (2000). High efficiency alkaline protein extraction. US Patent No 6,136,959.
- Hultin H.O., Kelleher S. (2002). Protein composition and process for isolating a protein composition from a muscle source. USP application 20020183488, June.
- Joseph Konefal og Guðjon Þorkelsson 2003. Membrane Filtration in Fish Protein Processing Rf skýrsla nr. 23-03.
- Just Food. (2007). <http://www.just-food.com/article.aspx?ID=97807>.
- Kahn L. N., Berk Z., Pariser E. R., Goldblith S. A.. (1974) Squid Protein Isolate: Effect of processing conditions on recovery yields. *Journal of Food Science* 39; 592-595.
- Kelleher S., Feng Y., Kristinsson H., Richards M., Undeland I., Ke S., Hultin H.O.(2002). High efficiency protein extraction. International patent application No. PCT/US01/27513, March..
- Kristinsson, H. and Rasco, B.A. (2000). Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical, and Functional Properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), 43-81.
- Margrét Geirsdóttir, Ragnar Jóhannsson. (2004). Kolmunni sem markfæði. Rf skýrsla nr. 11-04.
- Margrét Geirsdóttir. (2006). Protein Isolation from herring. Rf skýrsla 39-06.
- Margrét Geirsdóttir, Harpa Hlynsdóttir, Guðjón Þorkelsson, and Sjöfn. Sigurgísladóttir. (2007a). Solubility and Viscosity of Herring (*Clupea harengus*) Proteins as Affected by Freezing and Frozen Storage. *Journal of Food Science*, 71(7), C376–C380.

- Margrét Geirsdóttir, Guðmundur Óli Hreggviðsson, LárusFreyr Þórhallsson, Rósa Jónsdóttir og Patricia Hamaguchi. (2007b). Einangrun, hreinsun og rannsóknir á blóðþrýstingslækkandi peptíðum úr fiskpróteinum. Matís skýrsla nr. 48-07.
- Margrét Geirsdóttir, Ragnar Jóhannsson. (2008). Kolmunni sem markfæði. Matís skýrsla nr. 06-08.
- Monteclavo J., Jr., Constantindes S. M., Yang C. S. T. (1984). Optimization of Processing Parameters for the Preparation of Flounder Frame Protein Product. *Journal of Food Science* 49; 172-187.
- Newton, I. (2002). So What's the Next Big Idea in the Functional Food Game. Fyrirlestur haldinn á "EYE for FOOD USA 2002". <http://www.eyeforfood.com/>.
- Picot, L., S. Bordenave, S. Didelot, I. Fruitier-Arnaudin, F. Sannier, G. Thorkelsson, J. P. Bergé, F. Guérard, A. Chadbeaud, et al. (2006). "Antiproliferative activity of fish protein hydrolysates on human breast cancer cell lines." *Process Biochemistry* 41: 1217-1222.
- Ragnar Jóhannsson og Margret Geirsdóttir. (2005). Runs and Results in Pilot Plant at HB Akarnes. Icelandic Fisheries Laboratories.
- Ragnar Jóhannsson, Heimir Tryggvason og Sigurjón Arason. (2006). Kolmunni í verðmætar afurðir. Verkefnaskýrsla Rf. 25-06.
- Ragnar Jóhannsson, Þóra Valsdóttir, Sigurður Hauksson, Irek Klownoski og Tom Brenner. (2007). Framleiðsla á vöðvapróteinum úr fiski til innsprautunar í fiskflök, bita og bitablokk. Matís skýrsla 14-07.
- Sigurður Vilhelmsson, Guðmundur Gunnarsson og Guðjón Þorkelsson. (2007). Einangrun og vinnsla lífvirkra peptíða úr vannýttum tegundumsjávarlífvera – undirbúningur og myndun tengslanets. Matís skýrsla nr. 11-07.
- Þóra Valsdóttir. (2006). Notkun fiskpróteina í flakavinnslu. Merkingarskýlda. Rf skýrsla nr. 21-06.
- Reglugerð nr. 624/2004 um fæðubótarefni.
- Reglugerð nr. 683/2005 um breytingu á reglugerð um fæðubótarefni.
- Umhverfisstofnun (2006). <http://www.ust.is/Matvaeli/Matvaeli/Faedubotaefni/>.