

Vinnsla og vörupróun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Markaðir fyrir fiskprótein - Greining á afurðum á markaði

Guðjón Þorkelsson
Þóra Valsdóttir
Guðrún Anna Finnbogadóttir
Sigrún Mjöll Halldórsdóttir

Vinnsla og vörupróun

Skýrsla Matís 07-08
Apríl 2008

ISSN 1670-7192

Titill / Title		Markaðir fyrir fiskprótein. Greining á afurðum á markaði.	
Höfundar / Authors		Guðjón Þorkelsson, Þóra Valsdóttir, Guðrún Anna Finnbogadóttir og Sigrún Mjöll Halldórsdóttir	
Skýrsla / Report no.	07 - 08	Útgáfudagur / Date:	Apríl 2008
Verknr. / project no.	1655		
Styrktaraðilar / funding: AVS			
Ágrip á íslensku:		Skýrslan byrjar á almennri lýsingu á próteinum á matvælamarkaði þ.e. mismunandi gerðum próteina og markaðshlutdeild. Þá er gerð grein fyrir helstu vörum með fiskpróteinum þ.e. fiskmjöli, fiskpróteinþykkni, surimi, isolati, fiskmeltu, fisksósu, bragðefnum, gelatíni, fæðubótarefnum og heilsutengdum eiginleikum þeirra. Markfæði með soja-, mjólkur- og fiskpróteinum er lýst. Helsu ályktanir um stöðu fiskpróteina á þessum markaði eru: Notkun próteinisolats í sprautaðar og tromlaðar vörur mun auka efnahagslegt, næringarfræðilegt og umhverfislegt virði með betri nýtingu hráefna í flakavinnslu. Einnig við framleiðslu á tilbúnum sjávarafurðum. Ennþá eru mörg vandamál sem þarf að leysa. Unnt væri að ná töluvert meiri virðisauka ef hægt væri að framleiða isolat af miklum gæðum úr feitum uppsjávarfiskum. Þrátt fyrir vísbendingar um ýmsa ágæta vinnslueiginleika fiskpróteina þá eru aðferðir við einangrun og hreinsun skemmra á veg komnar en fyrir jurta- og mjólkurprótein. Þau geta ekki keppt við þau sem hjálparefni í tilbúin matvæli. Hins vegar eru góðar líkur á að þróa fleiri fæðubótarefni úr vatnsrofnum fiskpróteinum (VFP) t.d. til að draga úr blóðþrýstingi eða til að auka varnir líkamans gegn álagi. Ákveðnar próteinvörur má jafnvel nota til að stýra matarlyst í baráttunni gegn offitu. Auk þessa, þá eru vörur á markaðnum til að lækka blóðsykurstuðull (e. glycemic index). Markaðurinn fyrir slíkar vörur úr fiskpróteinum er ekki stór en mun að öllum líkindum vaxa auk þess sem tækifæri felast í að nota hefðbundnar framleiðsluaðferðir s.s. gerjun til að auka lífvirkni eiginleika VFP og nota þau í vörur sem neytendur þekkja. Miklar líkur eru á að saltlitlar fisksósur og fiskbragðefni með sérhannaða lífvirka eiginleika verði á boðstólnum í framtíðinni. Þetta byggist þó að hluta á því að heilsufullyrðingarnar fáið viðurkenndar. Til þess þarf viðamiklar og kostnaðarsamar rannsóknir sem bæði opinberir aðilar og fyrirtæki munu þurfa að kosta.	
Lykilorð á íslensku:		Fiskprótein, hjálparefni, fæðubótarefni, vörur, markaður	

Summary in English:

A short overview is given for products and the market for food protein ingredients. The main types of fish protein products are described, that is, fish meal, fish protein concentrate and isolate, surimi, fish silage, fish sauce, fish flavours and gelatine. Food supplements with soy, dairy and fish proteins or peptides and their health related properties are covered. The main conclusions for the future outlook for fish protein and peptide products are:

Applying protein isolates as water binders in injected and tumbled products will result in greater additional economic, nutritional and environmental values by increasing the yield of raw materials in fish filleting operation and by using them in production of ready-to-eat seafood products. There would be an even greater economic advantage if pH-shift methods could be used to produce high-quality isolates from raw material that today is unfit for traditional processing.

Fish protein ingredients cannot compete on price, size and quality with plant and dairy proteins on the functional ingredient market. Plant and dairy ingredients will continue to be a part of formulating ready-to-eat convenience fish products

More supplements from FPH can be developed to reduce high blood pressure but they will face heavy competition from other protein sources. The antioxidant properties of FPH can be employed in supplements and food products to enhance the antioxidant defences of the body against oxidative stress. They can also be used as immunomodulators to enhance non-specific host defence mechanisms. Specific protein products can even be made to control food intake in the fight against obesity. The market for such products made from fish proteins is not big but it will grow and there are also opportunities for adapting traditional food processes like fermentation to enhance the bioactive properties of FPH and to use them in products that consumers already know. Low-salt fish sauce and fish flavours with tailor-made bioactive properties are likely the future.

Sufficient scientific evidence must be produced if companies are to produce and sell products with health claims. Private companies, universities and other research organisations can work together on special hydrolysates or peptides but the cost might be too high for small companies so a global collaboration may be needed in the interests of fisheries, fish processing industries and consumers worldwide.

English keywords: *Fish protein, ingredients, food supplements, health effects, market*

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR.....	1
2 PRÓTEIN TIL MATVÆLAÐNÐAR	2
3 NOTKUN FISKPRÓTEINA.....	4
3.1 Fiskpróteinþykki og -mjöl.....	4
3.2 Surimi og fiskpróteinisolat	7
3.3 Vatnsrofin fiskprótein og tengdar afurðir	10
4 HEILSUTENGDIR EIGINLEIKAR FISKPRÓTEINA	15
5 PRÓTEINVÖRUR Á MARKAÐI	19
5.1 Íblöndunarefni í matvæli.....	19
5.1.1 Fiskprótein.....	19
5.1.2 Gelatín/Kollagen	20
5.1.3 Aðrar próteinvörur á markaði.....	21
5.2 Heilsutengd matvæli.....	25
5.2.1 Fæðubótarefni með fiskpróteinum	26
5.2.2 Markfæði og fæðubótarefni með sojapróteinum.....	28
5.2.3 Markfæði og fæðubótarefni með mjólkurpróteinum.....	29
5.3 Ípróttta- og vaxtarræktarblöndur	31
5.2.1 Íprótttafæði og vaxtarræktarblöndur úr gelatíni og kollageni	32
5.2.2 Íprótttafæði og vaxtarræktarblöndur úr sojapróteinum	32
5.2.3 Íprótttafæði og vaxtarræktarblöndur úr mjólkurpróteinum	32

9	ÁLYKTANIR	35
10	ÞAKKARORÐ.....	38
11	HEIMILDIR.....	39
12	HEIMASÍÐUR FYRIRTÆKJA.	51
13	VIÐAUKI	53

1 INNGANGUR

Mikil og vaxandi markaður er fyrir íblöndunarefni, heilsu-, íþrótta- og markfæði bæði í Evrópu og Bandaríkjunum. Takmarkaður markaður er fyrir fiskprótein til manneldis enn sem komið er og samkeppni við próteingjafa úr mjólk og soja er mikil. Nokkur fyrirtæki erlendis vinna prótein úr sjávarafurðum. Á Íslandi hafa þau einkum verið notuð í bragðefnaframleiðslu. Matís ohf (áður Rf) og fyrirtæki þess Iceprótein hf hafa stefnt að framleiðslu fiskpróteina til notkunar í tilbúin matvæli, íþrótta-, heilsu og markfæði. Þar eru tækifæri sem mikilvægt er að verði nýtt strax til að Ísland verði í fararbroddi á þessum markaði.

2 PRÓTEIN TIL MATVÆLAIDNAÐAR

Prótein sem notuð eru í matvælaiðnaðinum eru bæði úr dýra- og jurtaríkinu. Sojaprótein eru algengastu jurtapróteinin í dag og mysuprótein algengustu dýrapróteinin. Kasein, gelatín og þurrkaðar eggjahvítur koma þar á eftir. Fiskprótein eru aðeins örlítill hluti af matvæla-, íþróttá- og heilsuvörumarkaðinum í dag (Strategro International LLC, 2005).

Markaðurinn fyrir sojaprótein er af allt annarri stærðargráðu en markaður fyrir fiskprótein, bæði þegar litið er til fódur- og matvælaframleiðslu. Yfir 300 milljón tonn af jurtapróteinum (mest sojaprótein), 14 milljón tonn af dýrapróteinum og 7 milljón tonn af fiskimjöli eru notuð til fódurframleiðslu á hverju ári (Gilbert, 2003). Sojaprótein eru líka mjög áberandi sem hjálparefni í vinnslu annarra matvæla. Um 550 þúsund tonn af sojaisolati og sojabykkni er notað við vinnslu á vörum úr kjöti, alifuglum og fiski (Hoogenkamp, 2007). Árið 2003 var heimsmarkaðurinn fyrir prótein metinn á um 10 milljarða bandaríkjadala (Starling, 2004). Eins og sést í töflu 1 náðu fiskprótein ekki inn á lista yfir helstu próteinafurðir í Bandaríkjunum.

Tafla 1. Áætlun Nutrition Business Journal (NBJ) á markaði helstu próteinafurða í Bandaríkjunum árið 2003 (Strategro International LLC, 2005).

Hráefni	Markaðsvirði í heildsölu
Sojaafurðir	\$1 milljarður
Mysuafurðir	\$470 milljónir
Kasein	\$225 milljónir
Gelatín	\$200 milljónir
Þurrkaðar eggjahvítur	\$175 milljónir

Þrátt fyrir hræðslu almennings í kjölfar kúariðu og BSE hefur framleiðendum fiskpróteina ekki tekist að auka markaðshlutdeild sína að ráði. Ein skýring er að stutt er síðan farið var að rannsaka fiskprótein á skipulegan og markvissan hátt eins og gert hefur verið með mjólkur- og sojaprótein í áratugi. Þekking á fiskpróteinum er ennþá tiltölulega lítil og því fá fyrirtæki sem hafa náð tæknilegri færni í að nýta þau í vörur á almennum markaði. Við það bætist að fiskprótein hafa verið tiltölulega dýr og erfitt að stjórna framboði á hráefni.

Meginflokkar próteinafurða sem notaðir eru í matvælaíðnaðinum eru þrír: próteinþykkni (e: protein concentrate), próteinisolöt (e: protein isolate) og vatnsrofin prótein (e: protein hydrolysate).

- Próteinþykkni fæst með því að fjarlægja vökva og leysanleg efni úr hráefninu með m.a. síun eða þurrkun. Próteininnihald er nokkuð misjafn eftir því hvert hráefnið er eða allt frá 25% og upp í 80%.
- Þurruð próteinisolöt innihalda a.m.k. 90% prótein og eru framleidd með áframhaldandi útdrætti og skiljun próteinþykknis þar til nánast öll fita, trefjar og önnur efni hafa verið fjarlægð.
- Vatnsrofin prótein eru prótein sem hafa verið brotin niður í smærri einingar þ.m.t. peptíð með efnafræðilegum- eða ensímatískum aðferðum. Algengast er að nota líffræðilegar aðferðir með viðbættum ensímum til að vatnsrjúfa prótein. Bragð próteina breytist við vatnsrofið, eru peptíðin gjarnan bitur á bragðið.

Prótein hafa lengi verið notuð í matvæli vegna efna- og eðilsfræðilegra eiginleika þeirra s.s. ýrun, fitu- og vatnsbindingu, froðumyndun, geljun, seigju og leysanleika. Þessir eiginleikar próteina mótast af ýmsum uppruna-, framleiðslu- og umhverfisbreytum. Meðal mikilvægra framleiðslubreyta má nefna einangrun, fellingun, þurrkun, þykkingu og umbreytingu (ensímatískt-, súrt-, basískt-, efnavatnsrof) en mikilvægustu umhverfisbreyturnar eru m.a. hitastig, sýrustig og jónastyrkur (Kinsella, 1976).

Á undanförunum árum hefur áherslan í próteinframleiðslu og þróun færst meira í áttina að virkni þeirra í mannslíkamanum því þar fæst hæsta verðið fyrir þau. Nýting aminosýra, peptíða og peptíðbrota í próteinum (sem eru talin hafa lífræðilega virkni) stýrist af mörgum þáttum. Meðal þessara þátta eru m.a. framleiðsluaðferðir, aminosýrusamsetning próteinsins og flutningsmáti (s.s. í matvælum, heilsubitum, dufti eða í tilbúnum bætiefnum til drykkjar).

3 NOTKUN FISKPRÓTEINA

Tvær hefðbundnar aðferðir eru notaðar við vinnslu á próteinum úr sjávarfangi, þ.e. surimivinnsla til notkunar í unnin matvæli og fiskmjölsvinnsla í dýrafóður. Önnur fiskprótein til notkunar í matvæli hafa hinsvegar verið framleidd með takmörkuðum árangri. Meltur sem eru framleiddar með vatnsrofi eru notaðar í dýrafóður og áburð. Þá er vatnsrof á próteinþykknunum með og án ensíma notað við framleiðslu á bragðefnum og bragðkjörnum. Kollagen og gelatín úr fiskafurðum er hinsvegar bæði markaðsett út frá eðliseiginleikum sínum sem og lífvirkni.

3.1 Fiskpróteinþykkni og -mjöl

Fiskpróteinþykkni (e. fish protein concentrate) er skv. skilgreiningu Matvælastofnunar Sameinuðu þjóðanna (FAO) stöðug fiskafurð ætluð til manneldis og sem inniheldur meira prótein en er í fisknum sem það er unnið úr (Windsor, 2001). Þrjár meintegundir eru til af fiskpróteinþykkni (FPÞ):

- Tegund A: bragð-og lyktarlaust duft með hámarks fitumagni 0,75%
- Tegund B: duft með fiskilykt og hámarks fitumagn 3%
- Tegund C: hefðbundið fiskimjöl framleitt undir fullnægjandi heilnæmisáðstæðum

Öllum þremur tegundunum svipar til fiskimjöls. Það eru hinsvegar til önnur FPÞ sem eru mjög frábrugðin fiskimjöli. Þessi FPÞ eru yfirleitt framleidd með því að vatnrjúfa fiskprótein með ensímum eða öðrum efnum. Síðan er afurðin þykkt í krem eða extrakt. Lítið áhersla hefur verið lögð á framleiðslu slíkra vara miðað við fiskimjöl.

Próteinmagn fiskpróteinþykknis (FPÞ) er háð hráefninu sem það er unnið úr og hversu mikið vatn hefur verið fjarlægt, er þó yfirleitt með a.m.k. 65% prótein, tegund A með allt að 80%.

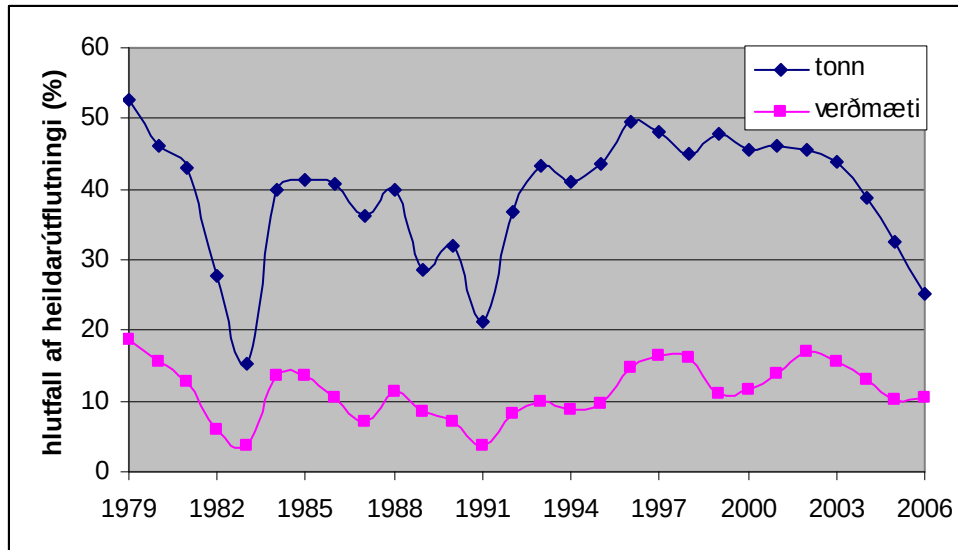
Á sjöunda og áttunda áratug síðustu aldar var mikið reynt að framleiða FPÞ til manneldis. Þau voru mjög viðkvæm fyrir hitastigi og öðru álagi, mun viðkvæmari heldur en t.d.

mjólkur- og sojaprótein. Erfiðlega gekk að losna við einkennandi fiskbragð og –lykt. Tilraunir á framleiðslu á FPP til manneldis gengu því almennt ekki eftir (Gunnlaugsdóttir & Þorkelsson, 2005). FPP hefur þó verið selt sem próteinríkt hráefni og bætiefni í fæði fyrir bágstadda (í þriðja heims löndum) auk þess sem það hefur verið markaðsett sem virðisaukandi hráefni í matvæli Vesturlanda. Notkun FPP í einhverju magni í almennar neysluvörur virðist þó ekki vera til staðar í dag (Strategro International LLC, 2005).

Fiskimjöl er ódýrt “fiskipróteinpykkni” sem er yfrleitt framleitt við aðstæður sem útiloka nýtingu þess til manneldis sökum ófullnægjandi gæða hráefnis og lokaafurðar. Fiskimjöl sem er framleitt undir fullnægjandi hreinlætisaðstæðum fellur undir tegund C fiskipróteinpykknis (Windsor, 2001). Markaðurinn fyrir fiskimjöl er best þekktur og skilgreindur af öllum vörum úr fiskipróteinum. Það er einkum notað í fóður fyrir búfé eða í fiskeldi.

Um 35 milljón tonn af fiski, u.þ.b. 25% heimsaflans, var bræddur í fiskmjöl og olíu árið 2004. Var þar einkum um að ræða litlar, feitar fisktegundir (s.s. síld, sardínur, makrill, ansjósur og sandáll) (FAO, 2007). Samhliða vinnslu í mjöl fer yfirleitt fram vinnsla á lýsi (fiskolíu). Frá því um 1970 hefur loðna verið mikilvægasta hráefni Íslendinga fyrir vinnslu á mjöli og lýsi, en aðrar mikilvægar tegundir eru síld og kolmunni.

Um 44% þess afla sem íslensk skip lönduðu árið 2006 var ráðstafað til framleiðslu á fiskimjöli og lýsi (bræðslu) eða um 583 þúsund tonn. Hlutdeild fiskmjöls og lýsis í heildarverðmæti útfluttra sjávarafurða á árinu (2006) var um 10% (12.867 milljónir kr, 167 þúsund tonn), þar af var mjölið um 8% og lýsi 2% (Siggeirsson, 2007). Þetta er heldur lægra en var að meðaltali á árunum 1979-2006 en þá var hlutdeild þessa afurðaflokks um 11,4% (mynd 1). Helstu markaðir fyrir íslenskt fiskimjöl hafa á undanförunum árum verið í Bretlandi, Danmörku, Noregi, Finnlandi, Frakklandi, Írlandi og Þýskalandi.



Mynd 1. Þróun hlutfalls fiskimjöls og lýsis af verðmæti og magni heildarútfutnings sjávarafurða á árunum 1979 til 2006 (tölur fengar frá Siggeirsson og Þorbjörnsson, 2007).

Fiskimjöl er af mismunandi gerð og gæðum. Samanburður á aminosýrusamsetningu í íslensku fiskimjöli (loðnu-, síldar- og kolmunnamjöl) sýndi mikinn mun á aminosýrurunum tárín, histitín, týrósín, tryptofan, sýstín og glýsín (Gunnlaugsdóttir & Þorkelsson, 2005). Af þessum aminosýrurum eru histidín, tryptofan og sýstín lífnauðsynlegar og gætu því verið mikilvægar fyrir hverskonar notkun í markfæði (sjá nánar töflur 7 og 8 í viðauka). Spurningin er hinsvegar hvort að það sé framkvæmanlegt og hagkvæmt að einangra aminosýrur úr fiskimjöli (á framleiðsluskala) til notkunar í matvæli.

3.2 Surimi og fiskpróteinisolat

Surimi er fiskmarningur (hakkað fiskhold) sem hefur verið gerður stöðugur með því að þvo hann og frysta með frostvarnarefnum (sykur, sorbitol og/eða fosfat). Útkoman er nokkuð stöðugur frystur próteinmassi (surimi) sem hægt er framleiða marvíslegar afurðir úr t.d. ýmiss konar krabba- og skelfisklíki.

Surimi er hentugt hráefni í framleiðslu á ýmsum tegundum matvæla auk þess sem unnt er að nota það í ýmsar eftirlíkingar á dýrari afurðum s.s. humarhölum. Í Asískri menningu er surimi yfirleitt neytt sem sér vöru og sjaldan notað í eftirlíkingar. Í Japan eru t.a.m. fiskikökur (Kamaboko) og fiskipylsur, sem og aðrar útpressaðar (e. extruded) fiskafurðir, almennt seldar sem verkað surimi og í kínverskri matreiðslu er surimi úr ýmsu fisk- og kjöthráefni notað í steiktar og soðnar bollur og fyllingar. Á Vesturlöndum eru surimíafurðir hinsvegar yfirleitt eftirlíkingar af ýmsum sjávarafurðum s.s. krabbakjöti, rækjum og hörpuskel. Nokkur fyrirtæki hafa þó hafið framleiðslu á surimípylsum, -skinkum og borgurum (Wikipedia, 2007).

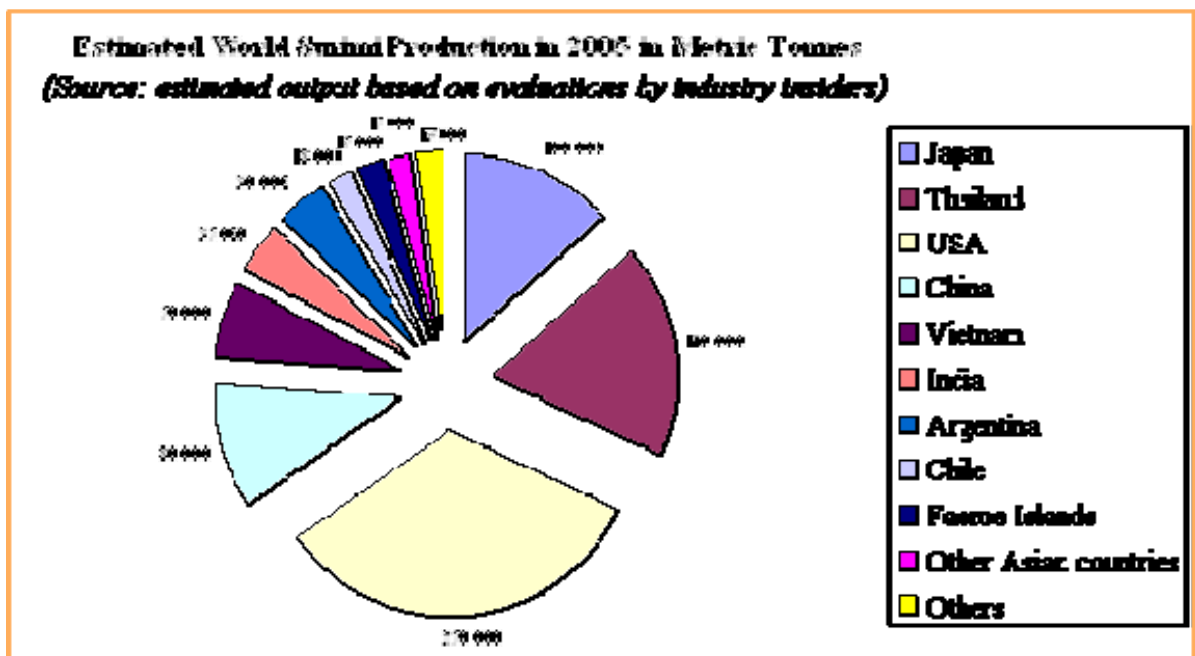


Mynd 2. Surimi fryst í blokkir (t.v.) og unnið í eftirlíkingar af krabbakjöti (t.h.) (Wikipedia, 2007).

Árið 2004 var heimsframleiðsla á surimi á bilinu 860 þúsund til 1150 þúsund tonn skv. FAO, sem er nokkru hærra en iðnaðurinn telur hana vera eða um 750 þúsund tonn (Catarchi, 2006). Þetta magn samsvarar til um 2-3 milljónum tonna af slægðum fiski. Lengi vel var surimi nær eingöngu unnið úr Alaskaufsa en í dag byggist um 50% af heimsframleiðslunni á ýmsum fisktegundum sem eru veiddar um allan heim (allt frá hvítfiskum og uppsjávartegundum í köldum sjó til ýmissa hitabeltistegunda).

Framleiðslan hefur nánast tvöfaldast á síðustu 10 árum og er enn í örum vexti þar sem ný framleiðslulönd eru að bætast við (Catarchi, 2006). Japan er ennþá stærsti framleiðandi af surimi en þar á eftir koma önnur Asíulönd og Bandaríkin (sjá mynd 3). Stærsti markaðurinn fyrir surimi og surimivörur er í Japan (4,7 kg/mann/ári) en þar hefur hann átt undir högg að sækja síðastliðin ár vegna breyttra neysluháttá. Á Vesturlöndum hefur hinsvegar mikill vöxtur í surimivörum verið knúinn af sömu breytingum (Catarchi, 2007).

Surimi hefur ekki verið framleitt á Íslandi en tilraunaverksmiðja var sett upp hér á landi 1985 þar sem hvítfiskur var notaður sem hráefni. Niðurstaða tilraunarinnar var að hráefnið væri of dýrt til að vinnslan væri arðbær. Færeyingum gengur hinsvegar vel að framleiða surimi úr kolmunna. Verð á surimi var að meðaltali í Evrópu um 150-160 kr/kg (1,80€/kg) árið 2006, háð tegund, gæðum og uppruna (Vidal-Giraud og Chateau, 2007). Til samanburðar má nefna að útflutningsverðmæti kolmunna úr bræðslu (kolmunnamjöl) var um 82 kr/kg árið 2006 (Útfluttar sjávarafurir 1999-2006, 2007). Þá má vera að tækifæri liggi á Íslandi til surimiframleiðslu úr vannýttum tegundum s.s. kolmunna eða í verðmætaaukningu á uppsjávarfiskum sem m.a. fara í fiskmjölsframleiðslu. Surimi úr markríl er t.a.m. framleitt í Chile.



Mynd 3. Áætluð heimsframleiðsla á surimi árið 2005 í tonnum (Catarchi, 2006).

Fiskpróteinisolat (fish protein isolate) er fiskprótein sem hefur verið hreinsað það mikið að a.m.k. 90% af þurrefni þess er prótein. Það má að mörgu leyti segja að surimi geti fallið undir fiskpróteinisolat (FPI) þar sem surimiferlið felur í sér hreinsun á fiskpróteinmassanum. Þegar fjallað er um FPI er þó yfirleitt átt við hrein fiskvöðvaprótein sem hafa verið unnin með því að breyta sýrustigi (pH-shift). Þessi leið er talin vera árangursríkari fyrir flókið hráefni eins og heilan fisk og aukaafurðir en surimi ferlið (Kristinsson o.fl., 2006; Thorkelsson o.fl., 2008).



Mynd 4. Framleiðsla á isolati úr keilumarningi; marningur í blandara (1), marningur í millitanki eftir blöndun við vatn og keyrslu í gegnum basalínu (2), tilbúið isolat eftir síun (3 (Valsdóttir o.fl., 2006).

Framleiðsla á FPI með sýrustigferli er hafin bæði á Íslandi og í Bandaríkjunum. Á Íslandi hafa verið settar upp tvær tilraunverksmiðjur. Önnur á vegum Icepróteins og hin á vegum NPF-Iceland. Framleitt hefur verið isolat úr nokkrum fisktegundum s.s. þorski, síld, ufsa, keilu og kolmunna (sjá mynd 4.). Þá hafa á síðasliðnum árum staðið yfir prófanir á eiginleikum og ýmsum notkunarmöguleikum FPI s.s. í „surimivörur” og sem hráefni til innsprautunar í flök (Einarsdóttir o.fl., 2007; Jóhannsson o.fl., 2007; Halldórsdóttir, 2007; Geirsdóttir, 2006; Valsdóttir o.fl., 2006; Þórarinsdóttir o.fl., 2003).

Innsprautun felur í sér að pækli er sprautað í flök til að auka gæði og nýtingu (Xiong, 2005). Tilraunir hafa verið gerðar þar sem ofurkældum marningi, himnusprengdum marningi, FPI eða vatnrofnum fiskpróteinum (VFP) hefur verið bætt í pækilinn (Þórarinsdóttir, 2007). Talið er að FPI henti vel í slíka notkun vegna góðra vatnsbindieiginleika þeirra (Thorkelsson o.fl., 2008).

3.3 Vatnsrofin fiskprótein og tengdar afurðir

Vatnsrofin fiskprótein (VFP) eru meðal bestu vatnsrofinna próteina ef tekið er tillit til næringarfræðilegra eiginleika þeirra (jöfn aminosýrusamsetning og góður meltanleiki). (Kristinsson & Rasco, 2002). VFP eru seld sem fóður fyrir ungviði þ.e. seiði, grísi og kálfa. Algengustu neysluvörur úr VFP eru fiskbragðefni, fiskisósur og fiskhlaup. Þau hafa einnig verið seld sem gerjunarmiðill í líftækni- og efnaiðnaðinum (Strategro International LLC, 2005).

Einna mikilvægustu eiginleikar vatnsrofinna próteina til notkunar í matvæli eru leysanleiki, ýrueiginleikar, vatnsheldi og ýmsir skynrænir þættir (lykt, bragð, áferð). Mikill áhugi er innan matvælageirans á því að draga úr notkun tilbúinna ýruefna og nota þess í stað náttúrlegri hráefni. Prótein er hægt að nota sem ýruefni í matvæli vegna hæfni þeirra til að greiða fyrir myndun, bæta stöðugleika og mynda eftirsóknarverða eðliseiginleika í olíu-/vatnsblöndum. Sýnt hefur verið fram á ýrueiginleika margra fiskpróteina og VFP. Þrátt fyrir að sumar rannsóknir hafi bent til ágætra ýrueiginleika fiskpróteina og/eða afleiða þeirra þá hafa þau í mörgum tilfellum komið lakar út en mjólkur-, soja- og/eða eggjaprótein (Sathivel ofl., 2003; Dickinson og Lopez, 2001; Kristinsson & Rasco, 2000). Hver ástæðan er, er erfitt að segja til um. Hins vegar má benda á að aðferðir við einangrun/hreinsun fiskpróteina er almennt skemmra á veg komnar en framangreindra próteina sem getur haft þau áhrif að full virkni komi ekki alltaf fram. Tiltölulega lítið hefur verið birt af niðurstöðum á ýrueiginleikum hreinsaðra hluta eða þátta úr VFP. Það virðist sem hreinsun/einangrun þessara þátta geti stórbætt ýrueiginleika VFP.

Lítið hefur verið birt af rannsóknum á notkun þurrkaðra VFP í sprautaðar eða tromlaðar vörur. Þórarinsdóttir ofl. (2004) sýndu fram á að þurrkuð VFP úr þorski leiða til betri vatnheldnieiginleika í sprautuðum þorskflökum en sojaprótein. Þorskflök sprautuð með sojapróteinum höfðu hinsvegar hærri suðunýtingu og lægra drip.

Bragðgæði VFP eru háð hráefninu, ensímtegund við vatnsrof og aðstæðum við vatnrofið. Því hefur verið haldið fram að beiskt bragð sé meiriháttar vandamál í tengslum við flest

VFP (Kristinsson og Rasco, 2002). Framleiðendur fjöldframleiddra ensíma fullyrða að leysa megi þetta vandamál með því að nota ákveðnar ensímblandur með sérstaka “beiskjulausa” eiginleika.

Þránun er annað vandamál tengt fiskpróteinum og VFP. Geymslutími og –hitastig hefur áhrif á þránun. Lítið hefur verið birt um stöðugleika þurrkaðara fiskdufta. Bragdóttir ofl. (2007) sýndu fram á mikla þránun í úðapurrkuðu VFP-dufti sem búið var til úr ferskum ufsa. Höfundar bentu á eftirfarandi leiðir til að hindra/draga úr þránuninni: bestun framleiðsluþátta sem geta dregið úr aðgengi að þráahvetjandi þáttum, varðveisla andoxunarefna í hráefninu og viðbót utanaðkomandi andoxunarefna.

Verð á vatnsrofnum próteinum er breytilegt og háð notkun þess og skilgreiningu. Vörur sem eru seldar sem fóður kosta upp 3,5\$/kg en þær sem seldar eru í heildsölu á heilsumarkaðinn 10-15\$/kg, jafnvel allt upp í 100\$/kg (Stratēgro International LLC, 2005).

Meðal afurða úr vatnrofnum fiskpróteinum eru gelatín, melta og fiskisósa. Gelatín er búið til úr vatnsrofnu kollageni úr roði, bandvef eða beinum. Fiskisósa og melta myndast hinsvegar fyrir tilstuðlan sjálfmeltu á aukhráefnum eða heilum fiskum.

Gelatín/kollagen

Gelatín er glært, litarlaust, stökkt, nánast bragðlaust fast efni.. Gelatín úr spendýrum bólgnar út og dregur til sín u.þ.b. 5-10 sinnum þyngd sinnar af vatni til að mynda gel í vökvum við 30-35°C. Gelatín sem er útdregið úr fiski hefur hinsvegar geljunarhitastig á bilinu 5-10°C, lágt bræðslumark og háa seigju í lausn. Lágmarksstyrkur til myndunar gels er um 0,5% á sýrustigsbilinu 4-8 (OMRI, 2002). Gelatín er í dag einkum unnið úr nautgripabeinum og – húðum, sem og svínahúðum. Á undanförunum árum hefur skapast aukinn áhugi á því að nýta aukahráefni við fiskvinnslu til framleiðslu gelatíns því að það kemur í veg fyrir flestar þær trúarlegar hindranir sem tengjast neyslu á hefðbundnu gelatíni (s.s. kröfur fyrir kosher fæði gyðinga og halal múslima).

Gelatín er einkum notað í matvæla-, lyfja og ljósmyndaiðnaði vegna tæknilegra eiginleika þess, s.s. bindingu, húðun og hjúpun. Gelatín er yfirleitt selt sem 90% gelatín prótein eða

sem vatnsrofið kollagen (Strategro International LLC, 2005). Dæmi um notkun vatnsrofins kollagen í matvæli má sjá í töflu 1.

Tafla 1. Dæmi um notkun vatnsrofins kollagens í matvæli (Strategro International LLC, 2005).

Eiginleiki	Dæmi
Leysanleiki, dreifanleiki	Íþróttafæði, megrunarvörur (formúlu fæði), skyndidrykkir
Ýrun og styrking	Fituskertar smyrjur, vítamínhjúpun, tilbúna matvörur
Áferð	Pylsur, rjómaostur, kotasæla, tilbúna matvörur, fituskertur ostur
Froðumyndun og –styrking	Próteinstykki, sykurpúðar, rjómaostur, kotasæla, ábætisréttir úr mjólk, fituskertar smyrjur.
Vatnsbinding	Tilbúna matvörur
Samloðun og líming	Kornstykki, póteinstykki, töflur, lakkristöflur
Bæting á skynrænum eiginleikum og byggingu	Pylsur, spægipylsur, íþróttafæði, megrunarvörur (formúlufæði), skyndite
Burðarefni	Skyndite, virk efni í lyfjum, krydd

Þrátt fyrir að fiskgelatín hafi verið til sölu í mörg ár er markaður þess lítill eða um 4-5 þúsund tonn (Gelatine manufacturers of Europe, 2006), þetta samsvarar um 1-2% af heimsframleiðslunni (Thorkelsson ofl., 2008).

Gelatín er ekki unnið úr fiskafurðum á Íslandi. Hinsvegar hafa verið gerðar nokkrar rannsóknir á eiginleikum og hagnýtingu fiskgelatíns (Guðmundsson og Hafsteinsson, 1997; Guðmundsson ofl., 1998; Guðmundsson, 2002). Samanburður á fiskgelatíni úr roði við gelatín úr svína- og nautgripahúðum leiddi í ljós að fiskgelatín er frábrugðið hefðbundnu gelatíni að mörgu leyti, sérstaklega gelatín úr kaldsjávarfiskum. Gelatín var unnið úr nokkrum tegundum, bæði heitsjávar- og kaldsjávarfisk (þorski, lýsingi, stórkjöftu, túnfisk og tilapiu). Gelatín úr kaldsjávarfiskunum mynduðu ekki hlaup við stofuhita sem þýðir takmarkaðri notkun þess í matvæli nema í kæld matvæli. Gelatín úr heitsjávarfiskum reyndust hins vegar líkari hefðbundnu gelatíni úr svínum og nautgripum og ættu því að geta komið að nokkru leyti í stað þeirra innan matvælageirans. Gelatín úr kaldsjávarfiski, t.d. þorskgelatín, hafði þó aðra kosti því það reyndist vera mjög gott þykkingarefni, jafnvel betra en önnur gelatín, og gæti því hentað vel í margs konar vörur innan snyrtvöru- og lyfjaiðnaðar (s.s. í gelatínlyfjahylki og örhúðun). Með íblöndunarefnum og ensímmeðhöndlun tókst að breyta eiginleikum fiskgelatína en þó ekki nægilega mikið til skipta þeim út fyrir hefðbundin gelatín í matvælaíðnaðinum

(Guðmundsson, 2002). Fiskgelatín virðist því hafi bæði kosti og galla í samanburði við svína- og nautgripagelatín og því mikilvægt að velja vel í hvað þau eru notuð.

Lyfjafyrirtækið Hoffmann La Roche (www.roche.com) er talinn vera stærsti einstaki notandi af fiskgelatíni í heiminum, og er það notað við örhjúpun vítamína og bætiefna. Helstu ástæður fyrir takmarkaðri markaðshlutdeild fiskgelatíns eru skv. samantekt Strategro International LLC (2005): (1) framboð (stórkaupendur hafa ekki fengið tryggingu fyrir því að nægjanlegt magn sé fáanlegt), (2) hátt verð (fiskgelatín er þrisvar sinnum dýrara en aðrar tegundir af gelatíni), (3) lágt bræðslumark gelatíns úr kaldsjávarfiski og (4) lykt og/eða óbragð (þarf að vera með hlutlaust bragð og lykt, misbrestur er á þessu hjá sumum framleiðendum).

Peptíð úr fiskkollageni hafa breytilega virkni, þekktust eru líklega jákvæð áhrif á húð og forvörn gegn hækkuðum blóðþrýstingi. Sýnt hefur verið fram á þau að dragi úr húðþurrki og grófleika, og eru þ.a.l. notuð í ýmsar heilsu- og fegrunarvörur (Thorkelsson ofl., 2008).

Fiskmelta

Fiskmelta er hakkað aukahræfni úr fiski sem rotvarið er með sýru eða lút og brotið niður fyrir tilstuðlan ensíma sem eru í hræfninu. Sýrustig fiskmeltu er yfirleitt um pH 3-4 en það eru bestu skilyrðin fyrir fiskipepsín (Rustad, 2003). Meltuna er hægt að nota beint í fóður eða vinna hana áfram í próteinþykknir með olíuaðskilnaði og uppgufun. Þróaðar hafa verið aðferðir til að einangra pepsín og lífvirk peptíð úr meltu. Pepsínin eru notuð við milda framleiðslu á ákveðnum fiskafurðum, hinsvegar bendir ýmislegt til að peptíðin geti verið mikilvæg bætiefni í fóður fyrir fiskeldi (Gildberg, 2003).

Danir og Norðmenn hafa verið einna umsvifamestir í framleiðslu á meltu úr sjávarafurðum um áratuga skeið. Samkvæmt upplýsingum af heimasíðu Rubin (www.rubin.no) framleiddu Norðmenn um 200 þúsund tonn af meltu árið 2006 (Rubin, 2007). Stærsti hluti meltunnar er nýttur í fóður fyrir húsdýr, loðdýr og eldisfisk en einnig hafa verið gerðar tilraunir með notkun meltu í áburð. Þrátt fyrir að tilraunir með

meltuframleiðslu hafa verið stundaðar á Íslandi af og til í rúman aldarfjórðung, sem og nægt framboð á hráefni, hefur meltuframleiðsla ekki náð fótfestu í íslenskum sjávarútvegi. Helstu ástæður þess eru taldar vera að lítil eða engin vinna hefur verið lögð í markaðssetningu, framleiðslan verið tilviljanakennd, afurðir lítt staðlaðar og afurðaverð lágt miðað við framleiðslu- og flutningskostnað (Árnason og Arason, 1995).

Á síðustu árum hafa meltuframleiðendur lagt sífellt meiri áherslu á frekari vinnslu meltu í verðmætari afurðir. Með aukinni áherslu á bætta heilsu og heilbriggt líferni hefur sala á alls kyns lífrænum afurðum vaxið hratt. Má m.a. nefna að meltuframleiðendur í Bandaríkjunum framleiða lífrænan áburð í neytendapakkingum auk þess að selja slíka vöru til stórnotenda. Slíkur markaður hefur einnig sprottið upp hérlandis og gæti því verið sóknarfæri í því. Þá eru langtímarannsóknir hafnar á nýtingu próteina og peptíða úr meltu í heilsuvörur (Rustad T., 2003).

Fiskisósa

Framleiðsla á gerjaðri sósu er hefbundin leið til að varðveita fisk í Suðaustur Asíu. Fiskisósa er aðallega búin til úr ansjósum, makríl og síld. Mikið söltuðum fiski er blandað við 2-3 hluta vatns og látinn gerjast í lokuðum tönkum við 30-40°C í a.m.k. 6-12 mánuði fyrir tilstuðlan niðurbrotsensíma í hráefninu. Gerjunarferillinn tekur yfirleitt langan tíma til að tryggja uppleysni, bragð- og litarmyndun fískisósunnar (Dissaraphong ofl., 2006). Fiskisósan er notuð til eldunar og til ídýfingar.

Mikill áhugi er fyrir því að framleiða saltlitla fiskisósu. Hið háa saltinnihald hindrar virkni ensímanna í fisknum sem veldur því að framleiðslutíminn verður mjög langur auk þess sem hið mikla salt hindrar markaðssetningu vörunnar sem heilsuvöru. Unnt er að stytta framleiðslutímann með því að bæta við innnyflum eða ensýmum (Kim ofl., 1997; Morioka ofl., 1999) eða með því að lækka saltstyrk niður fyrir 20% (Gildberg og Thongthai, 2001). Þá hefur verið bent á að unnt sé mynda sjálfmeltu, eins og fiskisósu, án þess að nota salt með því að beita háprýstingi (Okasaki ofl., 2003). Fiskisósa er einkum framleidd í Suðaustur Asíu, en sýnt hefur verið fram á að hægt er að framleiða fiskisósu úr heimskautafiski s.s. loðnu (Gildberg, 2001; Hjálmarsson ofl., 2007).

4 HEILSUTENGDIR EIGINLEIKAR FISKPRÓTEINA

Rannsóknir á áhrifum fiskpróteina á heilsu manna eru skemmra á veg komnar en á áhrifum mjólkur- og sojapróteina. Birtar hafa verið niðurstöður rannsókna er benda til jákvæðra áhrifa vatnsrofinna fiskpróteina (VFP). Mismunandi lífvirk áhrif hafa mælst *in vitro* s.s. andoxunarhæfni, ónæmisstilling, blóðþrýstingslækkun, krabbameinsvörn og vörn gegn blóðtappamyndun (Kim og Mendis, 2006).

Í töflu 9 (sjá viðauka) má sjá dæmi um birtar niðurstöður úr rannsóknum á lífvirkni vatnsrofinna fiskpróteina, hráefni og ensím sem notuð hafa verið við framleiðslu þeirra sem og amínósýruröð þeirra. Mest hefur verið birt af rannsóknum á blóðþrýstingslækkandi áhrifum eða hindrun á virkni angiotensín-breyti-ensími (Anti-ACE) auk andoxunaráhrifum fiskpeptíða (Thorkelsson ofl., 2008).

Sýnt hefur verið fram á ACE-hindra virkni VFP úr randatúnfiski (e. bonito) *in vitro* (Yokoyama ofl., 1992). VFP lækkaði slagþrýsting hjartans í rottum með háþrýsting (e. sponaously hypertensive rats eða SHR) og mönnum (Fujita ofl., 1995). Virku peptíðin úr VFP voru einangruð og áhrifin staðfest í *in vivo* prófi í SHR rottum (Karakí ofl., 1993). Nýlegar niðurstöður benda til þess að háþrýstingslækkandi áhrifin séu ekki eingöngu komin til vegna ACE-hindravirkni heldur hafi túnfiskspeptíðin bein áhrif á slétta æðavöðva (Kouna ofl., 2005).

Tilraunir með VFP úr sardínum, hafa sýnt hindrandi áhrif bæði í *in vitro* og *in vivo* prófum á SHR rottum fyrir og eftir *in vivo* meltingu. Virkasta peptíðið sem var greint var dípeptíð (VY) og hafði það marktækt blóðþrýstingslækkandi áhrif í gegnum ACE-hindrun hjá einstaklingum með lítilsháttar háþrýsting sem og SHR rottur (Kawasaki ofl., 2000). VFP og peptíð úr öðrum hráefnum hafa einnig sýnt ACE-hindravirkni (sjá nánar töflu 10 í viðauka.)

Vaxandi áhugi er á að finna örugg og náttúruleg þráavarnarefni sem geta aukið andoxunarvarnir líkamans og komið í veg fyrir oxun í matvælum (Thorkelsson ofl., 2008). Þrávarnavirkni hefur verið greind í mörgum VFP og í sumum tilfellum hafa virku peptíðin verið einangruð og greind (sjá nánar töflu 9 í viðauka).

Mikill áhugi er á að finna nýja ónæmisstillu til að styrkja ósérhæfða varnarkerfi líkamans til að auka viðnám gegn bælingu ónæmisviðbragða af völdum spennu, til að auka almenna vellíðan og sem leið til að draga úr meðferðarkostnaði. Seacure® er próteinbættiefni ætlað mönnum. Það er framleitt með því að gerja fiskprótein með einkaleyfisbundnum gerstofni. Áhrif þess á ónæmisviðbrögð slímhúðarinnar voru metin í *in vivo* kerfi og sú ályktun dregin að um ónæmisörvandi matvæli væri að ræða sem elfdi ósérhæfða ónæmiskerfið (Durate ofl., 2006) (sjá nánar kafla 3.2).

Ýmsar rannsóknir hafa verið gerðar á virkni fiskpróteina á næringartengda þætti í heilsu manna. Neves ofl. (2004) könnuðu notkun VFP í næringu fyrir sjúklinga. Tókst þeim að búa til VFP sem hentaði í næringu fyrir lifrarsjúklinga án þess að valda ónæmi (e. hypoallergenic formulas). Þá hafa Nichols ofl. (2003) rannsakað áhrif VFP á sjúklinga með meltingarvandamál. Niðurstöður þeirra bentu til þess að það drægi úr aukaverkunum í meltingarvegi sökum HAART-meðferðar (e. highly active antiretroviral therapy) á alnæmissjúklingum auk þess sem það bætti almenna líðan.

Því hefur verið haldið fram að fiskneysla auki insúlínnæmni (þörf á minna insúlíni til flutnings glúkósa og amínósýra inn í frumurnar þ.a.l. minni fitusöfnun) og hefur verið bent á amínósýrurnar argínín og lýsín í tengslum við það (Antonio, 2006). Ravallec-Plé ofl. (2001) sýndu fram á að fæði er innihélt þorskprótein örvaði insúlínvirkni í of þungum rottum auk þess sem það virtist hindra offitutengt insúlínónæmi í vöðva. Sýnt var fram á að fóðrun með þorskpróteini hindrar offitutengt insúlínónæmi í vöðva í of feitum rottum á feitu fæði, a.m.k. að hluta til með beinum áhrifum amínósýra á insúlínörvandi glúkósaupptöku í frumum beinagrindarvöða (Lavigne ofl., 2001, Tremblay ofl., 2003).

Seyting magasýru er einn mikilvægasti þátturinn í stjórnun matarlystar í mönnum. Hormónin gastrín og cholecystokinín (CCK) spila þar stóran þátt. Gastrín stuðlar að seytingu magasýru en CCK dregur úr seytingunni og stuðlar að meltingu og upptöku fitu og próteina. (Fink ofl., 1998). Kalsitonín-genaskýlt peptíð (CGRP) er 37 amínósýru taugapeptíð sem hefur m.a. áhrif á mettun á svipaðan hátt og CCK, þ.e. dregur úr seytingu magasýru (Wimalawansa, 1996). Í VFP úr sardínum hefur greinst peptíð sem er

líffræðilega skylt CGRP (Fouchereau-Peron ofl., 1999; Ravallec-Ple ofl., 2001, Rosseau ofl., 2001). Þá hafa mælingar á gastrín/CCK og CGRP skyldum peptíðum í VFP úr háfi (*Centroscyrnus coeloplepis*) verið jákvæðar (Martines-Alvares ofl., 2007).

Picot ofl. (2006) rannsökuðu áhrif 18 mismunandi VFP á fjölgun krabbameinsfrumna. VFP úr kolmunna, þorski, skarkola og laxi drógu úr vexti/fjölgun krabbameinsfrumna *in vitro*. Lee ofl. (2003, 2004) sýndu fram á að pepíð úr ansjósusósu kölluðu fram stýrðan frumudauða í eitilsæxli.

Ait-Yahia ofl. (2003) sýndu fram á lækkun blóðþrýstings í SP-rottum (spontaneously hypertensive rats) sem fengu fóður sem var byggt upp á fiskpróteini. Fiskpróteinfæðið dró úr þyngdaraukingu og var kólesteról í lifur tvöfalt lægra auk þess sem fosfórlípíðinnihald hennar var lægra í samanburði við SP-rottur sem voru fóðraðar á kaseini.

Diazepam-skyld áhrif VFP úr þorski hafa verið greind á álagsviðbrögð í rottum og mönnum (Bernet ofl., 2002).

Bent hefur verið á að vatnsrofið kollagen geti verið gagnlegt bætiefni fyrir þá sem þjást af slitgigt. Rannsóknir hafa sýnt að notkun vatnsrofins kollagens dragi úr verkjum hjá slitgigtarsjúklingum (Adam, 1991; Moskowitz, 2000) og að það bæti virkni liðanna (Koepff ofl., 1988). Þá hefur Oesser (2003) sýnt fram á að vatnsrofið kollagen hvetji nýmyndun kollagens í brjósksfrumum. Engar ráðleggingar virðast til um meðferðarmagn vatnsrofins kollagens. Framangreindar rannsóknir gefa hinsvegar til kynna að 10 g/dag sé næganlegt til að virkni komi fram og að meðferð eigi að standa yfir í a.m.k. 3 mánuði. Einkenni virðast hinsvegar eiga það til að koma aftur eftir að inntöku er hætt (Strategro International LLC, 2005).

Af framangreindu er ljóst að fiskprótein og afleiður þeirra geta hugsanlega haft ýmis jákvæð áhrif á heilsu manna. Það er hinsvegar nauðsynlegt að geta sýnt fram á að lífvirkni þeirra haldist í gegnum einangrun á framleiðsluskala og flutning í matvælum inn í líkamann til þeirra líkamshluta sem þau eiga að hafa áhrif á. Fyrst þá er hægt að

fullyrða að tiltekið matvæli hafi ákveðin jákvæð áhrif á líkamann fyrir tilstuðlan viðkomandi fiskpróteinafurðar.

5 PRÓTEINVÖRUR Á MARKAÐI

Mikill fjöldi af vörum úr og með próteinþykkni, próteinisolötum, vatnsrofum próteinum eða afleiður þeirra er á markaðnum. Vörur úr fiskpróteinum eru þar hinsvegar aðeins lítið brot. Í þessari samantekt er reynt að draga fram vörur sem notaðar eru til manneldis úr fiskpróteinum og sambærilegar og/eða áhugaverðar vörur úr próteinum af öðrum uppruna til að gefa dæmi um hvers konar vörur væri hægt að framleiða úr fiskpróteinum.

5.1 Íblöndunarefni í matvæli

Prótein hafa lengi verið notuð sem íblöndunarefni í kjötvörur og í minna mæli í fiskvörur. Einkum er um að ræða ýmskonar próteinblöndur sem byggja á soja- eða mjólkurpróteinum og innihalda oft að auki t.d. fosföt, karragenan, alginöt og ýmsar sterkjur. Þessar blöndur gefa m.a. aukna suðunýtingu, vatnsbindingu, geljun, ýrun og/eða geymslupól, allt eftir því hverju sóst er eftir í lokavörinni (s.s. fars, pylsur, hakk).

5.1.1 Fiskprótein

Algengasta notkun „unninna” fiskpróteina sem aðalhráefni í matvæli er líklega surimi. Surimi er einkum notað sem uppistöðuhráefni við framleiðslu á ýmsum tegundum matvæla s.s. fiskikökum (Kamaboko) eða í ýmsar eftirlíkingar á dýrari afurðum s.s. humarhölum. Fjöldinn allur af fyrirtækjum framleiða surimi og vörur úr surimi s.s.



Pacific Seafood (www.pacseafood.com), Comapeche, Fleury Michon, Cuisimer. Meðal áhugaverðra nýjunga úr surimivörum má nefna *Sweets del Mare* frá litháíska fyrirtækinu Viciunai Group (www.vichiunai.be) en það eru surimibitar með súkkulaðibragði.

Mynd 5. Sweets del Mare frá Viciunai Group (Foodingredientfirst.com, 2007).

Töluvert færri og smærri fyrirtæki framleiða fiskprótein sem aukahráefni en soja- og mjólkurprótein. Meðal þeirra má nefna Dutch Protein & Services (www.dpsfood.nl) sem

selur úðapurrkuð, vatnsrofin prótein til innsprautunar, *Fish protein*. Danish Fish Protein/Marinova (www.marinova.dk) er annað fyrirtæki sem selur vatnsrofin fiskprótein. Fiskpróteinin eru ýmist úðapurrkuð eða seld sem þykkni í saltríkri lausn.

Fyrirtækið Proteus Industries (www.proteusindustries.com) er með einkaleyfi á *NutraPure* framleiðsluferlinu sem felur í sér vinnslu og meðhöndlun á próteinum úr afskurði úr dýravöðva (Hultin og Kelleher, 1999; Hultin og Kelleher, 2001). Ferli hefur verið þróað til að nota próteinin til að hjúpa djúpsteiktar vörur í þeim tilgangi að draga úr upptöku fitu (Kelleher og Williamson, 2007; Kelleher, 2005a). Samkvæmt Proteus minnkar fituupptakan um allt að 50% og vatnsinnihaldið eykst um 15% (Griffin, 2005a). Fyrirtækið Good Harbor Fillet (MA, USA) sem notar tæknina m.a. í *Fun Shapes* og *Nautical Nibblers* sem eru fisknaggar (nuggets) ætlaðir börnum. North Atlantic Inc. (ME, USA) hefur einnig verið nefnt sem notandi *NutraPure* í þeim tilgangi að lækka örverufjölda í flökum og auka próteininnihald (Kelleher, 2005b; Griffin, 2005b). Proteus Industries hefur nýlega markaðsett vöru framleidda með *NutraPure* ferlinu og gengur hún undir nafninu *Nutrilean*.

5.1.2 Gelatín/Kollagen

Fyrirtækið Rousselot (www.rousselot.com) er líklega einn mesti framleiðandi fiskgelatíns á markaðinum (Thorkelsson ofl., 2008). Rousselot selur m.a. *Gelatin FG* sem er fiskgelatín framleitt með sýrumeðferð (gelatíngerð A) og er notað í sælgæti og mjólkurvörur. Rousselot framleiðir einnig *Hydrolyzed Collagen FGH* sem er notað í markfæði, sykurskertar og fituskertar vörur (íþróttadrykkir, næringarstykki, sykurlaust sælgæti).

Önnur fyrirtæki sem framleiða gelatín og/eða vatnsrofið kollagen úr fiski eru m.a. Weishardt (www.weishardt.com) og Prowico (www.prowico.de) er selur *TRE-CF*, vatnsrofið kollagen ætlað m.a. til innsprautunar í flök. Þá má nefna PB Leiner (www.gelatin.com) sem framleiðir *Polypro*, vatnsrofið kollagen sem á að auka bragð- og áferðareiginleika vörunnar sem og bæta formgerð með því að styðja við vatnsbindingu. Ekki kemur fram úr hvers konar kollageni það eru unnið.

5.1.3 Aðrar próteinvörur á markaði

Sojaprótein

Sojaprótein eru algengustu próteinin sem blandað er í unnar kjötvörur, kjúklinga og sjávarafurðir. Þau hjálpa m.a. til við vatnsupptöku og bindingu, geljun, ýrun og minni fituupptöku (Antonio, 2006). Sem dæmi má nefna að sojapykkni og -isolat eru notuð til að binda afskurð og búa til unnar kjötvörur s.s. ýmsar hakkvörur þ.á.m. nagga. Þá eru sojaprótein sprautuð inn í vöðvavöru s.s. steikur til að gera vöruna mýkri eða til að auka þyngd hennar s.s. í kjúklingabringum (Strategro International LLC, 2006) (sjá fleiri dæmi töflu 2).

Tafla 2. Dæmi um notkun afurða úr soja (Strategro International LLC, 2005).

Vara	Notkun
Sojamjöl (38-42%)	Bökunarvörur, sætindi, súkkulaði, smyrjur.
Sojapróteinpykkni(65-70%)	Einkum notað í farsvörur og til þyngdaraukningar kjötvara/í stað kjöts, í dýrafóður, í stað mjólkurvara, í ungbarnafæði og í markfæði.
Sojapróteinisolat (90%)	Í stað mjólkurvara, næringardrykkir, skyndibitar, ungbarna- og sjúklingafæði, farsvörur, þyngdaraukning kjöts/í stað kjöts, tyggjanleg bætiefni.

Algenzt er að nota sojapróteinpykkni og sojapróteinisolat í drykki þar sem þau gefa auðmeltanleg prótein með lága seigju. Sojaisolat gefur seigju sem nýtist í fljótandi næringarvörum s.s. ungbarnafæði, þurrmjólk, mjólkurlíki og úðapurrkaðar vörur.

Fjölmörg fyrirtæki framleiða sojapróteinisolöt og –pykkni til notkunar í matvæli. Meðal þeirra stærstu eru Solae (40% af áætlaðri SPI markaðshlutdeild í matvælum 2005), ADM (10%) og Solbar (2%) (Hoogenkamp, 2005). Sojapróteinin eru ýmist seld “hrein” eða blönduð við önnur efni til að ná fram ákveðnum eiginleikum sbr. töflu 3. Sojaprótein eru einnig notuð við framleiðslu á matvörum með áferðaeiginleikum sem minna á kjöt s.s. tofu.

Tafla 3. Yfirlit yfir nokkar sojapróteinvörur sem notaðar eru sem í blöndunarefni í matvæli.

Fyrirtæki	Vara	Lýsing skv. Framleiðanda
Solae www.solae.com	Pure Soy Protein Isolate powder	Sojapróteinisolat er inniheldur lecitín.
Solbar www.solbar.com	Solpro 910	Hefðubundið soja isolat sem notað er til íblöndunar í kjöt og fiskvörur
	Solcon S300	Sojaprótein þykkni sem ætlað til ísprautunar og hefur sérstaklega góðan leysanleika.
Unitech www.unitech.com	Soya Protein Isolate	Hefðubundið 90% prótein sem er gott íblöndunarefni í matvælavinnslu. Það hentar vel í blöndu þar sem þarf stöðuga ýrulausn góða vatns og fituupptöku og bindieiginleika.
Fuji Oil Co. http://www.fujioil.co.jp	Soya sour	Ný tegund af sojapróteinum með leysanleika við lágt sýrustig. Hefur mjög góða gel- og ýrueiginleika við lágt sýrustig, hentar vel í drykkjar- og matvöru.

Mjólkurprótein

Fjöldmörg mjólkurprótein eru notuð í unnar matvörur. *Provon 190* frá Glanbia (www.glanbianutritionals.com) er mysupróteinisolat með góða freyði og ýrueiginleika og hentar því vel sem íblöndunarefni í kjötvörur. Þá framleiðir Carbery (www.carbery.com) *Avonlac 134* sem er hefðubundið vatnsrofið mysuprótein og m.a. notað í unnar kjötvörur til að auka suðunýtingu, rúmmál og til brúnunar. Auk þess framleiðir fyrirtækið m.a. *Barflek* og *Barpro* mysuisolöt (WPI) sem hafa verið vatnsrofin að hluta þ.e. eru blanda af próteinum og peptíðum. Bæði *Barflek* og *Barpro* voru sérstaklega hönnuð til að auka geymsluþol heilsubita (e. nutritional bars).



Campina (www.campina.com) setti á markað í byrjun 2005 *Valess*, „gervikjúkling“ úr mjólkurpróteinum. *Valess* er búið til úr fituskertri mjólk og náttúrulegum trefjum úr þangi. Þétt uppbygging þess hefur verið fengin með sömu hleypingu og í ostagerð. Bragðefnum og kryddum er síðan bætt í til að fá fram einkennandi bragð vörunnar.

Tafla 4. Dæmi um mysuprótein og eiginleika þeirra (Strategro International LLC, 2005)

Vara	Eiginleikar
Mysuduft	Lítar og bragðmyndun, þurrefni, dreifanlegt, vatnsfælið
Mysupróteinþykkni 34%	Hátt próteininnihald / næringargildi, ýrun, leysanleiki, lítil seigja, lítar- og bragðmyndun
Mysupróteinþykkni 80%	Hátt próteininnihald/næringargildi, ýrun, þeyting, fitu- og vatnsbinding, leysanleiki, geljun
Mysupróteiníslat $\geq 90\%$	Hátt próteininnihald/næringargildi, ýrun, þeyting, fitu- og vatnsbinding, leysanleiki, geljun

Í Noregi hefur verið þróuð ný tegund af gerjaðri, reyktri og þurrkaðri fiskafurð sem minnir á þétta og sneiðanlega þurrverkaða pylsu, en með hátt hlutfall af fjölmómettuðum omega-3 fitusýrum (Nordvi ofl., 2007). Notast var við hefðbundna norðurevrópska tækni til þurrverkunar á pylsum en hráefnið er lax, ufsi, örsmækkuð ýrulausn úr mysupróteinum og fiskolíu, salt, glúkósi. Varan er gerjuð með *Lactobacillus sakei*. Fiskolían er örhjúpuð samhliða örsmækkun mysupróteinanna. (Bakkene ofl., 2007). Ef unnt væri að skipta út mysupróteinunum fyrir fiskprótein (t.d. þorskgelatin) í þessari vöru gæti verið um spennandi afurð að ræða.

Aðrar próteinvörur

Próteinvörur úr öðrum hráefnum en taldar hafa verið hér upp að framan má einnig finna á markaðnum. AMC Chemicals (www.amcchemicals.com) býður t.a.m. *Oryzatein* próteinþykkni úr brúnum hrísgrjónum sem heilsusamlegan valkost fyrir þá sem hafa ofnæmi fyrir „hefðbundum“ próteinafurðum. Samkvæmt framleiðandanum er hægt að nota *Oryzatein* í m.a. bökunarvörur, sósur, próteinblöndur og bætiefni. Svipuð markaðsetning er einnig á *Pisane* ertupróteinisolat frá Cosucra (www.cosucra.com). Ertupróteinisolat er talið henta einstaklega vel í megrunarvörur en það inniheldur t.t.l. mikið af lýsín og argínín af plöntupróteini að vera. Samvinna Burcon NutraScience og ADM hefur skilað tveimur próteinisolötum úr repju á markaðinn, *Supertein* og *Puratein* sem hafa samfallandi virkni. *Supertein* er sagt hafa mjög góða þeyti- og froðueiginleika en *Puratein* góða ýrueiginleika. Saman eiga þau að gefa sömu virkni og sést í dýrapróteinum t.a.m. eggjum þar sem rauðan virkar svipað og *Puratein* og hvítan svipað og *Supertein* (www.burcon.net).



Quorn vörulínan frá Marlow Foods (www.quorn.co.uk) inniheldur sveppaprótein. Þau eru notuð í margvíslegar vörur í stað kjöts s.s. tilbúna rétti, grillvörur, pylsur, hamborgara og hakk. Fyrsta *Quorn* varan kom á markaðinn 1985 í kjölfar áralangra rannsókna sem áttu uppruna sinn í leit næringarfræðinga að nýrri próteinuppsprettu (um 1960 var ótti um að áætluð fólksfjölgun myndi fara fram úr matar/próteinforða heimsins). Í dag er það fyrst og fremst markaðssett sem heilsufæði og fyrir grænmetisætur.

Flaquitas (www.flaquitas.com) eru flatkökur (tortillur) þar sem vöðvaprótein úr kjúklingi (afskurði) eru meginuppistaðan í stað korns. Varan var þróuð af kennurum og nemendum í Universtiy of Florida og byggir á kjúklingapróteinisolati sem hefur verið einangrað og hreinsað með sýrustigsferli. Einkaleyfi er á framleiðsluvörðunni og sambærilegra vara úr öðrum kjöttegundum, en einnig úr fiski (O’Kelley ofl., 2005).

5.2 Heilsutengd matvæli

Markfæði (functional foods) eru matvæli sem eru heilsubætandi (umfram almennt næringargildi) eða matvæli sem sökum eiginleika lífeðlisfræðilegra virkra efnisþátta eru heilsubætandi (umfram almennt næringargildi). Markfæði er með einn eða fleiri efnisþætti sem hefur verið breytt til að auka framlag þeirra til heilbrigðs mataræðis (Hardy, 2000; Hasler, 2002; Thomas og Earl, 1994). Matvæli sem ætluð eru til að uppfylla næringarlegar þarfir fólks með ákveðna sjúkdóma fellur hinsvegar ekki undir markfæði. Slík matvæli eru yfirleitt notuð undir eftirliti heilbrigðistarfsmanna og kallast sjúkrafæði (medical foods), s.s. vörur í vökvaformi fyrir þá sem hafa krónískan niðurgang og næringarblöndur fyrir ungabörn, sjúklinga með sykursýki, alnæmi og nýrnasjúkdóma (Thomas og Earl, 1994; (Medical foods program – import and domestic, 2006); European Commission, 1999).

Markaður fyrir markfæði og bætiefni eru talinn vera sá hluti matvælamarkaðsins sem er í hvað örustum vexti. Samkvæmt tímaritinu Just-Food var heimsmarkaðurinn fyrir markfæði talinn vera á bilinu 7-63 milljarðar bandaríkjadala árið 2004, breytilegt eftir heimildum og skilgreiningum. Búist er við því að heimsmarkaðurinn muni vaxa upp í 167 milljarða bandaríkjadala árið 2010, eða um 14% meðaltali á ári, eftir það muni hægjast á vextinum. Eftir 2010 er búist við því að markfæði standi fyrir u.þ.b. 5% af heildarmatarkostnaði vestrænna neytenda (Just-food, 2004). Aðalundirflokkur „vestræns“ markfæðis eru efnabætt matvæli og drykkir t.a.m. kalkbættur appelsínusafi og vatn með ávaxtabragði og isoflavónum. Í Japan er líklega hlutfallslega stærsti markaðurinn fyrir markfæði. Markfæðis- og bætiefnamarkaðurinn óx þar frá 1990-2006 úr 3,8 í 17 milljarða dollara, þar af var markfæði 30%. Margar af þessum vörum innihalda prótein og peptíð, einkum úr soja- eða mjólkurafurðum. Fjöldi vörutegunda úr kollageni hefur vaxið mjög hratt, bæði sem markfæði og sem bætiefni (Paul Yamaguchi and Associates Inc., 2006). Í Evrópu og Bandaríkjunum eru kollagenvörur hinsvegar einkum seldar sem bætiefni eða í snyrtivöruiðnaðinn.

5.2.1 Fæðubótarefni með fiskpróteinum

Mun færri fiskprótein og peptíðvörur eru með viðurkenndar heilsufullyrðingar en sambærilegar mjólkur- og sojavörur. Þær eru yfirleitt seldar sem fæðubótarefni. Í töflu 5 má sjá dæmi um nokkrar slíkar vörur. Aðeins tvær þeirra hafa verið viðurkenndar af yfirvöldum, „Katsuobushi olgiopeptíð” og *SP100N*. Þær eru báðar frá Japan og hafa fengið s.k. FOSHU stöðu (Food for Specific Health Use) sem þýðir að þær uppfylla ákveðin skilyrði til að geta kallast markfæði. Báðar vörurnar eru sagðar draga úr blóðþrýstingi. „Katsuobushi olgiopeptíð” er framleidd með vatnsrofi á þurrkuðum túnfiski með ensíminu thermolýsín. Afurðin er markaðsett sem *Peptide Ace 3000* í Japan og var fyrsta fæðubótarefnið sem fékk FOSHU staðal. *Peptide Ace 3000* seldist fyrir 3,5 milljónir dollara árið 2005 (Paul Yamaguchi and Associates Inc., 2006). Það er einnig selt í Bandaríkjunum undir heitinu *Vasotensin^(R)* og *PeptACETM* og í Kanada undir heitinu *LevenormTM*. *SP100N* er hinsvegar vatnsrofið þykkni úr sardínuvöðva, og er meðal annars notað í drykk, *LAPIS SUPPORT*, sem seldist í Japan fyrir 1,5 milljónir dollara árið 2005.

Seacure frá Proper Nutrition (www.propernutrition.com) er hvítt vatnsrofið fiskpróteinþykkni úr lýsu (e. Pacific whiting) sem hefur verið selt í Bandaríkjunum frá



1994. Það er sagt styrkja innra byrði þarmanna (frumurnar) og stýra virkni þarmanna (sjá nánar kafla 4). Proper Nutrition notar *Seacure* m.a. í *Intestive* sem er bætiefni ætlað fólki með vandamál tengdum meltingarlíffærunum (Optimal Health Digest, 2003).

Nutripeptíð^(R) er peptíðduft úr þorski frá Nutrimarine (www.nutrimarine.com) og á það að lækka GI stuðul (glycemic index) kolvetnisríkra matvæla og draga þannig úr áhrifum þeirra á blóðsykurinn. Virkni *NutriPeptin* er sögð falin í örvun á insúlínmyndun (aukin upptaka glúkósa úr blóðinu) og glýkógens í vöðvum. Vatnsrofna próteinið er þykkt og úðaþurrkað í duft sem leysist upp í köldu vatni. Úr verður vara með örlitlu fiskbragði en laust við beiskju að sögn framleiðanda. Er fullyrt að því megi bæta í ýmis matvæli s.s. brauð, súkkulaði, ís, hamborgara og drykki.

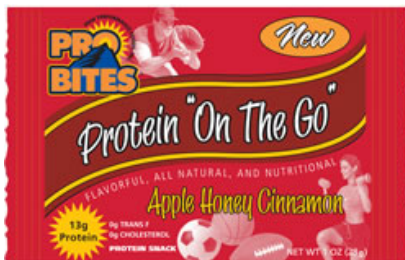
Tafla 5. Dæmi um markfæði eða íblöndunarefni á markaði sem innihalda lífvirk fiskpeptíð.

Vöruheiti	Framleiðandi	Vörutegund	Heilsufullyrðing	Heimild
Vatnsrofnin prótein úr randatúnfiski (bonito)				
PeptACE™	Natural factors, BNA	Bætiefni	Lækkar blóðþrýsting	http://us.naturalfactors.com/
Peptide ACE 3000	Nippon Supplements, JP	Bætiefni; Súpublanda	Lækkar blóðþrýsting	www.nippon-sapuri.com/english/
Levenorm™	Ocean Nutrition, Kanada	Bætiefni	Lækkar blóðþrýsting	http://www.onc.ca/
Vasotensin®.	Meatgenics, BNA	Bætiefni	Lækkar blóðþrýsting	www.metagenics.com
Peptíð úr sardínunum				
Lapis Support	Tokiwa Yakuhin, JP	Markfæði (drykkur)	Lækkar blóðþrýsting	http://www.tokiwayakuhin.jp/
Peptidea	Abyss Ingredients		Dregur úr streitu	
Kollagenpeptíð				
Bifidus & Collagen	Kagome, JP	Jógúrtdrykkur	Gerir húðinga fallegrir	http://www.kagome.co.jp/
Enoceride®	Laboratories LeStum	Bætiefni		http://www.labo-lestum.com/
Vatnsrofnin prótein úr hvítum fiski				
AntiStress 24	Forte Parma, FR	Bætiefni	Dregur úr streitu	http://www.fortepharma.com/fr/index.html
Fortidium		Bætiefni	Vinnur gegn oxunarálagi	http://www.biothalassol.com/
Nutripeptin		Hráefni í matvæli	Lækkar GI-stuðul	www.nutrimarine.com
Protizen	Copalis, FR	Bætiefni	Dregur úr steitu	http://www.copalis.fr/
Seacure	Proper Nutrition, BNA	Bætiefni	Bætir meltingakerfið	http://www.propernutrition.com/

5.2.2 Markfæði og fæðubótarefni með sojapróteinum

Sojaprótein er talið hjálpa til við að koma í veg fyrir sumar tegundir krabbameins, bæta beinheilsu, létta á sumum fylgifiskum breytingaskeiðisins og hjálpa til við þyngdarstjórnun. Sterkustu rökin sem víkja að heilsubætandi eiginleikum sojapróteina eru þau að þau dragi úr kólesteróli (Carroll, 1991). Kólesteról-minnkandi áhrifin hafa verið rakin til isoflavóna, jurtaefna sem er að finna í sojapróteinun (einkum daidzein og genistein). Bandaríska matvæla- og lyfjaeftirlitið (FDA) hefur viðurkennt notkun heilsufullyrðinga um sojaprótein á merkimiðum matvæla. FDA hefur ályktað að neysla 25 g af sojapróteini á dag (sem hluti af matarræði með lítilli harðri fitu og kólesteróli) geti dregið úr áhættu á hjartasúkdómum. Þessi ályktun byggist á 43 íhlutandi rannsóknum (e. intervention studies) þ.m.t. 14 klínískum tilraunum, einni faraldsfræðitilraun og einni meta-greiningu.

Sojapróteinframleiðandinn Solae (www.solae.com) er mjög framanlega í framleiðslu sojapróteina í heilsuvörur og markfæði. Meðal framleiðsluvara þeirra er *Soya One for Women* og *GeniSoy Protein Powder*. *Soya One for Women* er blanda af sojapróteinisolati, spirulina, trönuberjadufti, hörfræi og hörfligníni auk bragðefna. Þessi samsetning á að vera góð fyrir athafnakonur og þær konur sem hugsa um heilsuna. *GeniSoy Protein Powder* er hinsvegar duft sem er blandað út í vökva eða djús en einnig er hægt að nota það í matseld og bakstur. Í þetta duft hefur verið bætt 20 vítamínum og steinefnum til að auka næringargildi próteinduftsins. Peak performance foods (www.probitest.com) er dótturfyrirtæki Solae og framleiðir það m.a. *Probitest*, próteinbita



úr sojapróteinum (frá Solae). Í kynningarbæklingum er lágt fituinnihald sojapróteina tíundað í samanburði við önnur prótein. Vísað er í rannsóknir Rossi ofl. (2000) er sýndu fram á að sojaprótein (prótein frá Solae, ekki tekið fram hvaða tegund) styrki uppbyggingu vöðva betur heldur en mysuprótein.

Solbar (www.solbar.com) framleiðir *Solpro 950*, próteinduft er inniheldur 90% prótein og er ætlað sem grunnefni í jurtafæði og heilsuvörum með lágu kolvetnisinnihaldi.

5.2.3 Markfæði og fæðubótarefni með mjólkurpróteinum

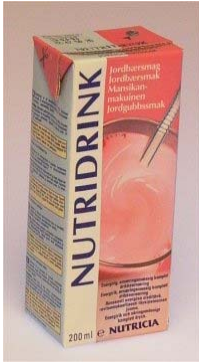
Mysu er bætt í margar afurðir vegna næringargildis hennar (u.þ.b.50% af upprunalegum næringarefnum í mjólk). Mýsa inniheldur ýmis efni sem eru sögð lífvirk og eru því hugsanleg virk efni í markfæði og íþróttafæði. Einna ótvíræðustu fullyrðingarnar eru þær er lúta að líffræðilegri virkni laktóferríns (dregur úr líkum á krabbameini).

Glanbia (www.glanbianutritionals.com) er eitt af mörgum mjólkurfyrirtækjum sem hafa á undnaförnum árum lagt símeiri áherslu á þróun heilsuvara úr mjólkurafurðum. Glanbia framleiðir *Prolibra*, mysuprótein sem er vatnsrofið að hluta. Það er ætlað til þyngdarstjórnunar og hentar vel í snakk og ýmsar blöndur, einkaleyfi er á framleiðslu þess (Paulsen ofl., 2004). Glanbia selur einnig *Salibra 700* mysupróteinþykkni sem er að sögn framleitt með því að nota sértækt himnusiúkerfi er á að auka þéttleika lífvirka efna í mýsu. Þessi efni eiga að eyða sýklum og veirueitri en auka vöxt bætibaktería þ.e. „góðu bakteríanna” í þörmunum.

Annað áhugavert fyrirtæki er DMV (www.dmv-international.com). DMV hefur sett á markað *C12 Pepton*. *C12 Pepton* er vörulína úr vatnsrofnu kaseini sem má setja í bætiefni eða markfæði í þeim tilgangi að styðja við blóðþrýstingsstjórnun. *C12 Pepton AEC* og *C12 Pepton B* eru vatnrofin mjólkurprótein sem hafa verið auðguð með 6% af C12 en það er 12 amínósýru peptíð sem er staðsett í kaseinunum. Þetta lífvirka peptíð hamlar virkni ACE-ensíms (angiotensín converting enzyme (ACE)) og kemur því í veg fyrir hækkun blóðþrýsings að völdum ACE (FitzGerald, 2004). *C12 Pepton AA* inniheldur C12 AEC auk alginsýru. Alginsýran dregur úr hækkun blóðþrýstings með því að draga úr rúmmáli blóðs (bindur rafvaka s.s. natríum sem síðan er útdregið af líkamanum) (Sugai ofl., 1997; Takahashi & Yomoda, 2003.; Tolton ofl., 2003).

Davisco (www.daviscofoods.com) framleiðir *BioPure-α-laktalbumin*. *BioPure-α-laktalbumin* er unnið úr sætri mýsu með jónaskiptum. Það er einsleitt, hálf rakadrægt, rjómalitað, bragðdauft duft sem leysist vel á breiðu sýrustigsbili. *BioPure-α-laktalbumin* inniheldur 4,8 g tryptophan í 100 g próteins. *BioPure-α-laktalbumin* hefur m.a. verið notað í rannsókn á áhrifum kvöldneyslu α-laktalbúmíns á svefn er sýndi fram á 130%

aukningu á tryptophan (Trp;LNAA) fyrir svefn og betri snerpu daginn eftir, líklega vegna betri svefns (Markus ofl., 2005).



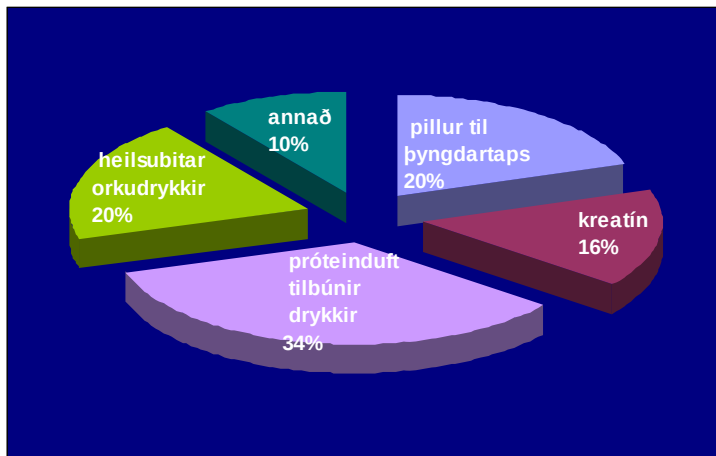
Nutricia (www.nutricia.dk) framleiðir *Nutridrink*, næringardrykk sem er í grunninn mjólkurprótein (natriumkaseinat). *Nutridrink* er ætlaður sjúklingum sem eru vannærðir vegna sjúkdóma. Miklum fjölda vítamína og steinefna er bætt í drykkinn til að uppfylla næringarþörf sjúklinga. Nutricia framleiðir einnig *Forticreme* búðing sem er próteinríkur og uppfyllir næringarþörf sjúklinga sem eru vannærðir og orkulausir.

Glucoredux frá Diabeticom (Belgía) (www.nutradia.com). Drykkur sem er hannaður fyrir sykursjúka - á að jafna blóðsykur eftir máltíð hjá sykursjúku (II) fólki. Virka efnið í glucoredux er blanda af vatnsrofnu kaseini og aminosýrunni levsín.



5.3 Íþróttta- og vaxtaræktarblöndur

Íþróttafæði er skilgreint sem matvæli, drykkir og bætiefni sem eru notuð í þeim tilgangi að öðlast líkamshreysti eða ná markmiðum tengum því (s.s. líkamsþjálfun, keppni, virkur lífstíll) (Strategro International LLC, 2005). Þessi skilgreining nær yfir breiðan hóp fólks, allt frá íþróttamönnum sem þjálfar samkvæmt stífri áætlun fram að keppni til hins almenna borgara sem þjálfar af og til. Rétt eins og notendurnir eru misjafnir, er tilgangurinn með neyslu íþróttafæðis breytilegur, þ.e. allt frá því að fá orkuskot upp í að auka þyngd/styrk eða styðja við uppbyggingu eftir æfingar. Þróunin hefur þó verið á undanförunum árum á þann veg að sífellt fleiri almennir neytendur sækja í vörur sem áður voru einkum ætlaðar íþróttafólki, í þeim tilgangi bæta líkamlega og andlega heilsu sína. Einkum er um að ræða matvæli og drykki sem fela í sér orku, endurnýjun og vörn, þyngdar-/orkutap, tilbúna drykki og næringarstykki (mynd 6). Heildarútgjöld neytenda til íþróttafæðis voru 5,4 milljarðar dollarar í heiminum 2005 og hafa verið að aukast um 5,8% að meðaltali á síðustu árum (Datamonitor, 2006).



Mynd 6. Meginhlutar íþróttafæðis markaðarins (í % af markaði). Mynd byggð á tölum frá Acclaro Growth Partners (í: Strategro International LLC, 2005 bls 4).

Algengustu próteingjafarnir á markaðnum fyrir íþróttafæði eru egg, mjólk, kasein, mysa, soja, broddur og gelatín og er mysan langútbreiddust. Ekki fannst íþróttafæði sem inniheldur fiskprótein.

5.2.1 Íþróttafæði og vaxtaræktarblöndur úr gelatíni og kollageni

Polypro og *Solugel* frá PB Leiner (www.gelatin.com) eru vatnsrofin kollagen (kemur ekki fram úr hvaða hráefni) sem eru notuð í orkubita til að auka próteininnihald og geymslupól þeirra, jafnframt því að viðhalda mjúkri áferð (orkubitar með hátt próteininnihald hafa tilhneigingu til að harðna með tíma). Þá eru þau einnig m.a. notuð í íþróttadrykki í þeim tilgangi að byggja upp vöðva og viðhalda heilbrigðum liðamótum. *Arthred* frá Cargill (www.cargill.com) er vatnrofið kollagen úr svínaskinni. Varan er með einkaleyfi (Koepff ofl., 1988) og er sögð hafa góð áhrif á liðamót. *Arthred* er framleitt með vatnsrofi, brotið niður í peptíð 3kD að stærð, og síðan úðapurrkað í stöðugt duft. Samkvæmt framleiðandanum auðveldar hinn lági mólþungi neyslu á hæfilegu magni vörunnar án þess að valda magatruflunum (10 g). Þá hefur varan mjög góða leysni, jafnvel í köldum drykkjum (engin geljun á sér stað), og er bragð-og lyktarlaus. Virkni *Arthred* er sögð vera endurmyndun og varðveiting kollagens, þ.e. það frásogast í þörmunum sem veldur aukningu á þeim aminosýrum í blóðinu sem brjóskfrumurnar nota til myndunar kollagens.

5.2.2 Íþróttafæði og vaxtaræktarblöndur úr sojapróteinum

Meðal þeirra sojapróteinvara sem eru á markaðnum og eru ætlaðar í íþróttafæði er *Protein plus soy* frá MET-Rx (Solae) (www.metrx.com). *Protein plus soy* er próteindrykkur í duftformi er inniheldur þær aminosýrur sem eru nauðsynlegar fyrir uppbyggingu vöðva (skv. framleiðanda). Önnur athyglisverð vara er *Hi-Neute Soy peptides* frá Fuji Oil Co. (www.fujioil.co.jp). *Hi-Neute Soy peptides* eru sojapeptíð (frásogast hratt inn í líkamann) sem falla ekki út við lágt sýrustig og henta því vel í ýmiskonar gosdrykki. Þau eru seld í duftformi og eru ætluð fyrir íþróttafólk og/eða sem heilsuvara.

5.2.3 Íþróttafæði og vaxtaræktarblöndur úr mjólkurpróteinum

Glanbia (www.glanbianutritionals.com) framleiðir *TRI-FxTM* sem er íþróttafæðilína SalibraTM (sjá kafla 3.2.2). *TRI-FxTM* er orkuríkt mysupróteinþykki sem inniheldur

blöndu af bólgueyðandi og ónæmisörvandi próteinum, vaxtarþáttum og kortisólhindrandi fosfatidylserín. *Thermax 690 Whey Protein Isolate* er hinsvegar vatnsrofið mysuisolat sem er stöðugt í gegnum leifturhitun (UHT) sem þýðir að duftið hentar mjög vel í tilbúna drykki sem hafa langt geymslupól.



DSM (www.dsm.com) setti árið 2004 *PeptoPro* á markaðinn. Það var upprunalega hannað fyrir hollenska Olympíulandsliðið fyrir leikana 2004. *PeptoPro* er vatnsrofið kasein sem er blanda af tví- og þrípeptíðum ásamt smávegis af fríum amínósýrum. Kaseinið er klofið niður í óbitur peptíð með svk. „*PeptoPro* ensími” sem DSM hefur einkaleyfi á (Edens ofl, 2006). *PeptoPro* er sagt veita „prótein peptíð í formeltu ástandi” þ.e. þessi peptíð frásogast mjög vel í líkamanum þar sem þau eru það stutt að þau fara beint inn í blóðrásina. Rannsóknir (Saunders ofl., 2004) benda til þess að *PeptoPro* geti hraðað afturbata íþróttamanna eftir erfiðar æfingar og stuðlað þannig að betri afköstum. *PeptoPro* er notað til að auk próteinhlutfall í drykkjum og mat sem má, sökum frásogseiginleika þess, neyta bæði fyrir og á meðan á æfingum stendur. *PeptoPro* má m.a. finna í íþróttdrykkjum eins og Multipower frá Haleko og Club Energise Sport Recovery 20 frá Cantrell and Cochrance (C&C).



Myoplex original frá EAS (www.global-nutrition-inc.com eða www.eas.is) er bætiefnablanda er inniheldur blöndu af mysupróteinþykkni, kalsíumkaseinati, mjólkurpróteinisolati, taurine, L-glutamín, natríumkaseinat, eggalbumin og kalsíum- α -ketoglutarate (AKG). Próteinþykknið er framleitt úr mysupróteini sem hefur verið sérstaklega síað og farið í gegnum jónaskipti. Þessi bætiefnablanda á að vera fullnægjandi fyrir daglegar þarfir líkamans skv. framleiðandanum. Á heimasíðu framleiðandans er viðvörðum í tengslum við vöruna sem telst til undantekninga m.t.t. seljanda heilsufæðis. „*Use this product as a food supplement only. Do not use for weight reduction. These statements have not been evaluated by the Food and Drug Administration (FDA). This product is not intended to diagnose, treat, cure or prevent any disease*” (EAS, 2007).

Whey protein frá NOW (www.nowfoods.com) er blanda af mysuþykkni, isolati og vatnsrofnu próteini. Í blönduna er bætt L-glútamati en það á að styrkja vöðvana þegar þeir eru undir miklu álagi.

Á markaði er fjöldinn allur af vörum sem eru markaðsett sem íþróttafæði. Í mörgum tilfellum bera þær mjög sterkar fullyrðingar um ágæti sitt þrátt fyrir að lítið sé vitnað í vísindalegar/klínískar rannsóknir á vörunum til stuðnings fullyrðingunum. Til að tryggja markaðsstöðu og traust neytenda til framtíðar er mikilvægt að framleiðendur þessara vara geti sýnt fram á raunverulega virkni þeirra í líkamanum.

9 ÁLYKTANIR

Beiting ferla sem byggja á að breyta sýrustigi í fiskiðnað gefur góða von um betri nýtingu og verðmætaraukningu á aukahráefnum og vanýttum tegundum. Notkun próteinisolats sem vatnsbindiefnis í sprautuðum og tromluðum vörum mun auka efnahagslegt, næringarfræðilegt og umhverfislegt virði með betri nýtingu hráefna í flakavinnslu og framleiðslu á tilbúnum sjávarafurðum. Það eru þó ennþá mörg vandamál sem þarf að leysa. Ef unnt væri að nota ferilinn til að framleiða isolat af miklum gæðum úr feitum uppsjávarfiskum, sem í dag henta ekki í hefðbundna framleiðslu, væri unnt að ná enn meiri virðisaukningu. Áður en af því verður er þó nauðsynlegt að koma í veg fyrir þránun sem og að leysa ýmis tæknileg vandamál, auk þess sem þörf er á mun meiri rannsóknnum og þróun á notkun isolats í matvæli.

Notkun FPP í einhverju magni í almennar neysluvörur virðist ekki vera til staðar í dag og er ekki talið að breyting verði þar á. Það gætu hinsvegar verið falin tækifæri í surimiframleiðslu úr vannýttum tegundum s.s. kolmunna eða í verðmætaaukningu á uppsjávarfiskum sem fara í dag m.a. í fiskmjólsframleiðslu. Breytingar í hafinu í kringum Ísland hafa m.a. leitt til þess að mun meira er farið að veiðast af kolmunna og makríl hér en áður fyrr.

Þrátt fyrir vísbendingar um ýmsa ágæta eiginleika vatnsrofinna fiskpróteina (VFP), s.s. ýrueiginleika og leysanleika, þá eru aðferðir við einangrun og hreinsun fiskpróteina almennt mun skemmra á veg komnar en fyrir jurta- og mjólkurprótein. VFP geta ekki keppt í dag við jurta- og mjólkurprótein m.t.t.. verðs, stærðar og gæða sem íblöndunarefni í unnar matvörur. Íblöndunarefni úr plöntu- og mjólkurpróteinum munu að öllum líkindum halda áfram að vera hluti af formúlum í tilbúnum sjávarréttum en hráefni úr sjávarafurðum munu hinsvegar einkum vera notuð vegna næringar- og lífvirknieiginleika sinna. Hinsvegar er ennþá þó nokkuð langt í land. Þörf er á fleiri rannsóknnum á bestun framleiðsluferla og uppskölun á vatnsrofs-, aðskilnaðar- og þéttingarferlum auk lausna á vandamálum tengdum fituoxun. Ennþá eru engar stórar verksmiðjur sérhæfðar í framleiðslu á sjávarpróteinum og peptíðum sem eru sambærilegar framleiðslu á fiskimjöli og próteiníblöndunarefnun úr öðru hráefni.

Í yfirlitsgrein sem var skrifuð fyrir tíu árum var sú ályktun dregin að líftækni í fiskiðnaði væri ennþá í frumbersku í samanburði við önnur svið matvælaframleiðslu og –vinnslu. Meginástæðan fyrir því var sögð vera smæð, fjöldi og fjölbreytileiki tegunda og vinnsluaðferða í samanburði við landbúnaðarframleiðslu. Þá var því spáð að meðgöngutíminn fyrir þróun líftæknivædds fiskiðnaðar yrði langur (Vilhelmsson, 1997). Síðan þá hefur mikil framþróun orðið í framleiðslu og nýtingu vatnrofinna fiskpróteina. Hægt er að þróa fæðubótarefni úr vatnsrofnum fiskpróteinum (VFP) í því augnamiði að draga úr blóðþrýstingi. Þau munu hinsvegar verða í samkeppni við efni úr öðrum próteinhraefnum. Beita má andoxunareiginleikum VFP í fæðubótarefnum og matvælum til að auka varnir líkamans gegn oxunarálagi. Þá má nota það sem ónæmismiðil til að bæta ósérhæfða varnarkerfi líkamans. Ákveðnar próteinvörur má jafnvel nota til að stýra fæðuinntöku í baráttunni gegn offitu. Auk þessa, þá eru vörur á markaðnum og framtíðarmöguleikar á að þróa VFP til að lækka blóðsykurstuðull (e. glycemic index). Markaðurinn fyrir slíkar vörur úr fiskpróteinum er ekki stór en mun að öllum líkindum vaxa auk þess sem það felast tækifæri í því að aðlaga hefðbundnar framleiðsluaðferðir s.s. gerjun til að auka lífvirkni eiginleika VFP og nota þau í vörur sem neytendur þekkja nú þegar.

Miklar líkur eru á að saltlitlar fisksósur og fiskbragðefni með sérhannaða lífvirknieiginleika verði á boðstólunum í framtíðinni.

Um leið og rætt er um lífvirka eiginleika og markfæði úr sjávarafurðum vaknar sú spurning hvernig hægt sé að sýna fram á þessa eiginleika. Ferlið í kringum öflun vísindalega gagna og opinberrar viðurkenningar á heilsufullyrðingum er nokkuð flókið og eru kröfurnar að aukast. Skipta má heilsufullyrðingum í fullyringar um „aukna virkni” og í fullyrðingar um „minni hættu á sjúkdómum”. Báðir hópar byggjast á lífvirknieiginleikum. Sem dæmi um fullyrðingar um „aukna virkni” má nefna bætt heilsa meltingarkerfisins, andoxunarvirkni, bólgueyðandi áhrif og bætt ónæmiskerfi. Dæmi um fullyrðingar um „minni hættu á sjúkdómum” eru hinsvegar lækkaður blóðþrýstingur, kólesteról, blóðsykur og minni áhætta á beinþynningu. Sýna þarf fram á fullnægjandi vísindalegar sannanir ef fyrteki ætla að framleiða og selja vörur með heilsufullyrðingum.

Þetta felur í sér að sýna fram á að virku hráefnin séu til staðar í nægjanlegu magni og á hentugu formi til að hafa ákveðin áhrif. Þá þarf að afla sannana úr rannsóknum á mönnum sem þurfa að uppfylla skilyrði um vísindalega uppsetningu sem tryggir rétta mælingu á áhrifum viðkomandi matvælis eða efnipáttis. Að lokum þarf að meta eða útiloka áhættu sem neysla vörunnar getur valdið heilsu almennings, þar með talið möguleikum á ofnæmisviðbrögðum.

Hvers konar vörur og hvers konar heilsufullyrðingar munu framleiðendur og fiskiðnaðurinn leggja áherslu á í framtíðinni? Munu fullyrðingarnar verða almennt um fisk eða um ákveðnar fisktegundir, um framleiðsluaðferðir eða ákveðin VFP, eða jafnvel um einangruð peptíð eins og á þegar við um sumar þeirra? Það er ekkert einfalt svar við þessari spurningu og svarið er líklega það að fyrirtæki munu leggja áherslu á mismunandi vörur, eiginleika og heilsufullyrðingar. Næsta spurning verður þá: hver á að framkvæma allar þær rannsóknir og lagavinnu sem þörf er á til að fá heilsufullyrðingu samþykkt? Svarið við því er bæði pólitískt og viðskiptalegt. Það má vera að einkafyrirtæki vilji gera það fyrir sérstök VFP eða peptíð en þegar kemur að ákveðnum fisktegundum verður það meira pólitískt og snertir meira fiskveiðar, fiskvinnslufyrirtæki og neytendur um allan heim.

Markaður fyrir ýmis konar „heilsubætandi“ hráefni fer stækkandi í heiminum og auglýsingar eins og minni fíta, meira prótein og sykurlaust eru mjög áberandi. Úr sjávarfangi eru það helst Ω -3 fitusýrur sem eru kynntar sérstaklega en þær hafa náð stalli sem heilsubætandi efni og gera vörur sem innihalda þær eftirsóknarverðari á markaði. Fiskafuðir hafa tilltölulega jákvæða ímynd í augum neytenda og því ættu vörur úr fiskpróteinum að eiga alla möguleika á því að verða eftirsókarverð hráefni í markfæði. Til þess að svo verði þarf hins vegar að standa vel að allri þróun og markaðssetningu á slíkum vörum og tryggja þannig að neytendur hugsi fyrst um gæði og hollustu þegar fiskprótein eru nefnd en síður um þránunarlykt og mengun úthafanna. Það hefur verið margsannað að neytendur eru tilbúnir að eyða meiri peningum í hollt fæði en þeir kaupa ekki aftur matvæli sem bragðast illa, eingöngu vegna hollustunnar.

10 ÞAKKARORÐ

Höfundar þakka AVS fyrir styrk til verkefnisins.

11 HEIMILDIR

Adam, M., 1991. Welche Wirkung haben Gelatinepräparate? *Therapie der Osteoarthritis, Therapiewoche* **41**.2456-2461.

Ait-Yahia D., Madani S., Savelli J., Prost J., Bouchenak M., Belleville J., 2003. Dietary fish protein lowers blood pressure and alters tissue polyunsaturated fatty acid composition in spontaneously hypertensive rats. *Nutrition* **19**.342-346.

Antonio J., 2006. Protein Power. EAS International (grein á heimasíðu). Tekið af heimasíðu: 15/09/06.

<http://www.eas.com/nutrition/articles.asp?cmsId=411>

Astwan M., Wahyuni M., Yasuhara T., Yamada K., Tadokoro T. og Maekawa A., 1995. Effects of angiotensin I-converting enzyme inhibitory substances derived from Indonesian dried-salted fish on blood pressure of rats. *Biosci Biotechnol Biochem.* **59**.425-429

Árnason, S. og Arason S., 1995. Melturannsóknir. *Skýrsla RF* 44. Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins.

Bakkene G., Nordvi B., Johansen A-G. og Gutierrez M.A., 2007. Compositions comprising whey proteins and lipids and processes of their preparation. Publication number WO2007064225. European patent office.

Bernet F., Montel V., Noel B. og Dupouy J.P., 2000. Diazepam-like effects of a fish protein hydrolysate(Gabosylate PC60) on stress responsiveness of the rat pituitary-adrenal system and sympathoadrenal activity. *Psychopharmacology* **149**.34-40.

Bordenave S., Fruitier I., Ballandier I., Sannier F.,Gildberg A.,Batista I. og Piot J.M., 2002. HPLC preparation of fish waste hydrolysate fractions. Effect on guinea pig ileum and ACE activity. *Prep.Biochem.and Biotech.* **31**,1.65-77

Bragdóttir M., Reynisson E., Þórarinsdóttir K.A. og Arason S., 2007. Stability of fish powder made from saithe(*Pollachius virens*) as measured by lipid oxidation and functional properties. *Journal of Aquatic Food Product Technology* **16**.1.115-136.

Byun H.G. og Kim S.K., 2001. Purification and characterisation of angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from Alaska Pollack (*Theragra chalcogramma*) skin. *Process Biochem.* **36**.1155-1162.

Carroll K.K., 1999. Review of clinical studies on cholesterol-lowering responses to soy protein. *J Am Diet Assoc.* **91**(7):820-7.

Catarchi C., 2006. Surimi market report – December 2006. Globefish. Food and agriculture organization of the United nations. Tekið af heimasíðu 13/11/07 <http://www.globefish.org/index.php?id=3442>

Cararchi C., 2007. Surimi market report - August 2007. Globefish. Food and agriculture organization of the United nations. Tekið af heimasíðu 13/11/07. <http://www.globefish.org/index.php?id=4237>

Datamonitor, 2006. How To Attract New Sports Nutrition Consumers. Code: DMCM2980. Datamonitor. August 2006. Tekið af heimasíðu 13/11/07. <http://static.datamonitor.com/htm/cmmon.sepwk2.htm>

Dickinson E. og Lopez G., 2001. Comparison of the emulsifying properties of fish gelatine and commercial milk proteins. *J.Food Sci.* **66**.118-123

Dissaraphong S., Benjakul S., Viessanguan W. og Kishimura H., 2006. The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbial changes in fish sauce during fermentation. *Bioresource Technology* **97**.2032-2040.

Durate J., Vinderola G., Ritz B., Perdigon G., Matar C., 2006. Immunomodulating capacity of commercial fish protein hydrolysate for diet supplementation. *Immunobiology* **211**.341-350

Edens L., Hoeven van der R.A., De Roos A.L., Harvey M., 2006. Use of proline specific endoproteases to hydrolyse peptides and peptides. Publication number EP1663298. European patent office.

Einarsdóttir R., Valsdóttir T., Klonowski I. og Thorkelsson G., 2007. The influence of protein isolates on fat uptake in deep fried battered and breaded cod and saithe. Abstract for the 37th WEFTA meeting in Lisbon 27.october 2007.

European commission, 1999. Dietary foods for special medical purposes. Commission directive 1999/21/EC, Official Journal **L091**.29–36.

Fahimi A., Morimura S., Guo H.C., Shigematsu T., Kida K. og Uemura Y., 2004. Production of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides from sea bream scales. *Process Biochemistry* **39**. 1195-1200

FAO, 2007. Fishmeal in times of Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). Fisheries and Aquaculture department, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Fréttagrein nr 14794. Tekið af heimasíðu 13/11/07. <http://www.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=topic&fid=14794>

Fink H., Rex A., Voits M. og Voigt., 1998. Major biological actions of CCK - a critical evaluation of research findings. *Exp Brain Res* **123** (1-2): 77-83

Food and Drug Administration, 2006. Medical foods program – import and domestic. In: *Food and Drug Administration (FDA) Compliance Program Guidance Manual*. Chapter 21 – food composition, standards, labelling and economics. Program 7321.002. 1-30.

Foodingredientfirst.com, 2007. Sweets del Mare frá Viciunai Group (mynd 5). Foodingredientfirst.com. Tekið af heimasíðu 13/11/07.

Fouchereau-Peron M., Duvail L., Michel C., Gildberg A., Batista I. og Le Gal Y., 1999. Isolation of a acid fraction from a fish protein hydrolysate with a calcitonin-gene-related-peptide-like biological activity. *Biotechnol. Appl. Biochem.* **29**.87-92.

Fuji M., Matshumura N., Mito K., Shimizu T., Kuwahara M., Sugana S. og Karaki H., 1993. Antihypertensive effects of peptides in autolysate of bonito bowels on spontaneously hypertensive rats. *Biosci. Biotechnol Biochem.* **57**.2186-2188.

Fujita H., Yokoyama K., Ysomoto R. og Yoshikawa M., 1995. Antihypertensive effect of thermolysin digest of dried bonito in spontaneously hypertensive rat. *Clin Exp Pharmacol Physiol Suppl.* **1**.S304-305.

Fujita H. og Yoshikawa M., 1999. LKPNM: a prodrug-type ACE-inhibitory peptide derived from fish protein. *Immunopharmacology* **44**.123-127.

Paul Yamaguchi and Associates Inc., 2006. Functional Foods Japan 2006. Product Report. Paul Yamaguchi and Associates Inc. 5, 40-89, 112.

Geirsdóttir M., 2006. Protein isolation from herring. *Skýrsla Rf* **39**-06.

Gelatine manufacturers of Europe, 2007. Market Data 2006. Gelatine manufacturers of Europe (GME). Tekið af heimasíðu 13/11/07.
http://www.gelatine.org/en/gelatine/overview/127_1608.htm

Gelatine manufacturers of Europe, 2006. All about gelatine. Gelatine manufacturers of Europe (GME), Brussels. Tekið af heimasíðu 18/11/07.
http://www.gelatine.org/downloads/all_about_en2.pdf

Gildberg A., 2003. Enzymes and bioactive peptides from fish waste related to fish silage, fish feed and fish sauce production. TAFT ráðstefna RVK 2003. Tekið af heimsíðu 14/02/08. <http://vefur.rf.is/TAFT2003/Speakers/AGildberg.pdf>

Gildberg A., 2001. Utilisation of male Arctic capelin and Atlantic cod intestines for fish sauce production-evaluation of fermentation conditions. *Bioresource Technology* **76**.119-123.

Gildberg A. og Thongthai C., 2001. The effect of reduced salt content and addition of halophilic lactic bacteria on quality and composition of fish sauce made from sprat, *J. Aquat. Food Product Technol.* **10**.77-88.

Gildberg A., Bøgwald J., Johansen A. og Stenberg E., 1996. Isolation of an acid peptide fraction from fish protein hydrolysate with strong stimulatory effect on Atlantic salmon (*Salmo salar*) head kidney leucocytes. *Comp.Biochem.Physiol.B-Biochem.Mol.Biol.* **114B**.97-101.

Griffin N., 2005a. FISHING: Changing the Chemistry of a Fish. *The Working Waterfront* mars 2005. Tekið af heimsíðu 14/02/08.

<http://www.workingwaterfront.com/article.asp?storyID=20050330>

Griffin N., 2005b. High-tech processing – at North Atlantic Inc., the war against bacteria ends. *The Working Waterfront* 3. mars 2005. Tekið af heimsíðu 14/02/08.

<http://www.workingwaterfront.com/article.asp?storyID=20050303>

Guðmundsson M., Arnarson G.Ö. og Svansson E., 1998. Gelatín úr roði og eiginleikar þess. *ITÍ 9802/MTD 02*. 1-13. Iðntæknistofnun.

Guðmundsson, M. og Hafsteinsson H., 1997. Gelatin from cod skins as affected by chemical treatments. *Journal of Food Science*, **62**(1). 37-39, 47.

Guðmundsson M., 2002. Rheological properties of fish gelatins. *Journal of Food Science* **67** (6). 2172-2176.

Guerard F. og Sumaya-Martinez M.T., 2003. Antioxidant effects of protein hydrolysates in reactions with glucose. *Journal of the American Oil Chemists Society* **80**. 467-470.

Gunnlaugsdóttir H. og Þorkelsson G., 2005. Lífvirk efni í íslensku sjávarfangi – Yfirlitsskýrsla. Verkefnaskýrsla **6-5**. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

Hai-Lu H., Xiu-Lan C., Cai-Yun S., Yu-Zong M. og Bai-Cheng Z., 2006. Analysis of novel angiotensin-I-converting enzyme inhibitory peptides from protease-hydrolyzed marine shrimp *Acetes chinensis*. *Journal of Peptide Science* **12**.726-733

Hagstofa Íslands, 2007. Útfluttar sjávarafurðir 1999-2006. Hagtölur/Sjávarútvegur/Útflutningur/. Hagstofa Íslands.

<http://hagstofa.is/?PageID=149&src=/temp/Dialog/varval.asp?ma=SJA04903%26ti=%DAtfluttar+sj%Elvarafur%F0ir+1999%2D2006+%26path=../Database/sjavarutvegur/utf/%26lang=3%26units=kg/%20ISK>

Halldórsdóttir, S. M., 2006. Prófun á aðferð við mat á geleiginleikum fiskpróteina. Óútgefin skýrsla, 30 bls. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins,

Hardy G., 2000. Nutraceuticals and functional foods: Introduction and Meaning. *Nutrition*. **16** (7-8). 688-689.

Hasler C., 2002. Functional foods: Benefits, Concerns and Challenges – A Position Paper from the American Council on Science and Health. *J Nutr*. **132**. 3772-3181.

Hjálmarsson G.H., Park J.W. og Kristbergsson K., 2007. Seasonal effects on the physicochemical characteristics of fish sauce made from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chemistry* **103**.495-504

Hoogenkamp H., 2007. The Soy Industry's love-hate relationship with meat. *Meat International* **17** (2). 8-11.

Hoogenkamp H., 2005 Taking soy further. *The World of Food Ingredients*. 2005, oct/nov; 46-50.

Hultin H.O. og Kelleher S.D., 2001. Process for isolating a protein composition from a muscle source and protein composition. *US Patent No. 6,288,216*. United States patent office.

Hultin H.O. og Kellher S.D., 1999. Process for isolating a protein composition from a muscle source and protein composition. *U.S Patent No. 6,005,073*. United States patent office.

Hwang J.S. og Ko W.S., 2004. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of protein hydrolysates from tuna broth. *Journal of Food and Drug Analysis* **12(3)**. 232-237.

Itou K. og Akahane Y., 2004. Antihypertensive effect of heshiko, a fermented mackerel product, on spontaneously hypertensive rats. *Fisheries Science* **70(6)**.1121-1129.

Jao C.L. og Ko W.C., 2002. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging by protein hydrolysates from tuna cooking juice. *Fisheries Science* **68**. 430-435.

Je J.Y., Oian Z.J., Byun H.G. og Kim S.K., 2007. Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis. *Process Biochemistry* **42**. 840-846.

Je J.Y., Park P.J. og Kim S.K., 2005. Antioxidant activity of a peptide isolated Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) frame protein hydrolysate. *Food Res.Int.* **38**. 45-50.

Je J.Y., Park P.J., Kwon J.Y. og Kim S.K., 2004. Novel angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide from Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) frame protein hydrolysate. *J Agric Food Chem.*, **52**. 7842-7845.

Jeon Y-J., Byun H-G. og Kim S-K., 1999. Improvement of functional properties of cod frame protein hydrolysates using ultrafiltration membranes. *Process Biochemistry* **35**. 471-478.

Jóhannsson R., Valsdóttir Þ., Hauksson S., Klownoski I. og Brenner T., 2007. Framleiðsla á vöðvapróteínum úr fiski til innsprautunar í fiskflök, bita og bitablokk. *Skýrsla Matís* 14-07, 12 bls.

Jun S-Y., Park P-J, Jung W-K. og Kim S-K., 2004. Purification and characterization of an antioxidative peptide from enzymatic hydrolysate of yellowfin sole (*Limanda aspera*) frame. *European Food Research and Technology* **219**(1). 20-26.

Jung W.K., Oian Z.J., Lee S.H., Choi S.Y., Sung N.J., Byun H.G. og Kim S.K., 2007. Free radical scavenging activity of a novel antioxidative peptide isolated from in vitro gastrointestinal digests of *Mytilus coruscus*. *Journal of Medical Foods* **10**. 197-202.

Jung W.K., Mendis E., Je J.Y., Park P.J., Son B.W., Kim H.C., Choi Y.K. og Kim S.K., 2006. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptide from yellowfin sole (*Limanda aspera*) frame protein and its antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats. *Food Chemistry* **94**. 26-34.

Jung E.K., Rajapakse N. og Kim S.K., 2005. Antioxidative activity of a low molecular weight peptide derived from the sauce of fermented blue mussel, *Mytilus edulis*. *European Food Research and Technology* **220**. 535-539.

Just-food, 2004. Global Market Review of Functional Foods - Forecasts to 2010. *Just-food* Dec. 1-91.

Karaki H., Kuwahara M., Sugano S., Doi C., Doi K., Matsumara N. og Shimizu T., 1993. Oral-administration of peptides derived from bonito bowels decreases blood-pressure in spontaneously hypertensive rats by inhibiting angiotensin converting enzyme. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology* **104**. 351-353.

Katono S., Oki T., Matsuo Y., Yoshihira K., Nara Y., Miki T., Matsui T. og Matsumoto K., 2003. Antihypertensive effect of alkaline protease hydrolysate of the pearl oyster *Pinctada fucata martencii* & separation and identification of angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptides. *Nippon Suisan Gakkaishi* **69**. 975-980.

Kawasaki T., Seki E., Osajima K., Yoshida M., Asada K., Matsui T. og Oasjima Y., 2000. Antihypertensive effect of Valyl-Tyrosine, a short chain peptide derived from sardine muscle hydrolyzate, on mild hypertensive subjects. *Journal of Human Hypertention* **14**. 519-523.

Kelleher S. og Williamson P.G., 2007. Food product and process for reducing/controlling oil and fat content in cooked food. *U.S. Patent No. 7,163,707*. United States patent office.

Kelleher, S.D., 2005a. NutraPure® proteins provide a novel coating to reduce fat in fried food products. Session 21-8. New products & technologies: Innovations in functional ingredients. Proceedings from IFT Annual Meeting, New Orleans, Louisiana 15-20/07/2005. Tekið af heimasíðu 14/02/08.

http://ift.confex.com/ift/2005/techprogram/paper_32272.htm

Kelleher S.D., 2005b. Process for destroying bacteria or controlling bacteria growth in a substrate. *US Patent application 2005012981*. United States patent office.

Kim S.K. og Mendis E., 2006. Bioactive compounds from marine processing by-products. *Food Research International* **39**. 383-393.

Kim S.K., Jeon Y.J., Byun H.G., Kim Y.T. og Lee C.K., 1997. Enzymatic recovery of cod frame proteins with crude proteinase from tuna pyloric caeca. *Fisheries Sci.* **63**. 421-427.

Kinsella J. E., 1976. Functional Properties of Proteins in Foods: A Survey. *Critical Review in Food Science and Nutrition* **7(3)**. 219-280.

Koepff P., Muller A., Schieber R., Turowski A., Braumer K., 1988. Agent for the treatment of arthrosis. Publication number EP0254289. European patent office.

Kouna K., Hirano S., Kuboki H., Kashai M. og Hatae K., 2005. Effects of dried bonito (katsuobushi) and captopril, an angiotensin I-converting enzyme inhibitor, on rat isolated aorta: a possible mechanism of antihypertensive action. *Biosci Biotechnol Biochem.* **69**. 911-915.

Kristinsson H.G., Theodore A.E. og Ingadóttir B., 2006. Chemical processing methods for protein recovery from marine by-products and underutilized species. In: Shahidi F, *Maximising the value of marine by-products*. Woodhead Publishing Cambridge England. pp.144-168.

Kristinsson H.G. og Rasco B.A., 2002. Fish protein hydrolysates and their potential use in the food industry. In: Fingerman M. & Nagabhushanan R. (Ed), *Recent Adv. In Marine Biotechnol.*, Vol. 7., Sci. Publ. Inc., Enfield, NH, pp 157-181.

Lavigne C., Tremblay F., Asselin G., Jaques H. og Marette A., 2001. Prevention of skeletal muscle insulin resistance by dietary cod protein in high fat-fed rats *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* **281(1)**, E62-E71.

Lee Y.G., Lee K.W., Kim J.Y., Kim K.H., Lee H.J., 2004. Induction of apoptosis in a human lymphoma cell line by hydrophobic peptide fraction separated from anchovy sauce. *Biofactors* **21(1-4)**. 63-7.

Lee Y.G., Kim J.Y., Lee K.W., Kim K.H., Lee H.J., 2003. Peptides from anchovy sauce induce apoptosis in a human lymphoma cell (U937) through the increase of caspase-3 and -8 activities. *Ann Ny Acad Sci* **1010**. 399-404.

Markus C.R., Jonkman L.M., Lammers J.HCM, Deutz N.EP., Messer M.H., Rigtering N, 2005. Evening intake of α -lactalbumin increase plasma tryptophan availability and improves morning alertness and brain measures of attention. *American Journal of Clinical Nutrition* **81**. 1026-33.

Martinez-Alvarez O, Guimas L, Delannoy C and Fouchereau-Peron M, 2007. The occurrence of a CGRP-like molecule in siki (*Centroscyrmnus coelolepsis*) hydrolysate from industrial origin. *J Agric Food Chem* **55(14)**. 5469-5475.

Matshufuji H., Matsui T., Seki E., Osajima K., Makshima M. og Osajima Y., 1994. Angiotensin converting enzyme-inhibitory peptides in an alkaline protease hydrolysate derived from sardine muscle. *Biociencia, Biotechnology and Biochemistry* **58**. 2244-2245.

Matsui T., Matshufuji H., Seki E., Osajima K., Nakashima M. og Osajima Y., 1993. Inhibition of angiotensin I-converting enzyme by Bacillus-Licheniformis alkaline protease hydrolysates derived from sardine muscle. *Biosci Biotech Biochem* **57**. 922-925.

Matsui T., Tamaya K., Seki E., Osajima K., Matsumoto K. og Kawasaki T., 2002. Circulatory and localized angiotensin I-converting enzyme inhibitory effects of sardine peptide Val-Tyr. *Journal of Hypertension* **20**. S241-S241.P1016 Suppl.4.

Matsumoto H., Ito K., Yamagishi M., Nakamura Y. og Tokunaga T., 2004. Synergic effects of alpha-tocopherol and peptide derived from sardine hydrolysate on blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology-Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* **51**. 546-553.

Matsumura N., Fuji M., Yasuhiko T., Sugita K. og Shimizu T., 1993. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from bonito bowels autolysate. *Biosci. Biotech. Biochem.* **57(5)**. 695-697.

Mendis E., Rajapakse N., Byun H.G. og Kim S.K., 2005a. Investigation of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) skin gelatine peptides for their in vitro antioxidant effects. *Life Sciences* **77**. 2166-2178.

Mendis E., Rajapakse N. og Kim S.K., 2005b. Antioxidant properties of a radical-scavenging peptide purified from enzymatically prepared fish skin gelatine hydrolysate. *J. Agri. Food Chem.* **53**. 581-587.

Moskowitz, R.W., 2000. Role of collagen hydrolysate in bone and joint disease. *Seminars in arthritis and rheumatism* **30**. 87-99.

Nagai T., Suzuki N., Tanoue T., Kai N. og Nagashima T., 2007. Physical properties of kamaboko derived from walleye pollack (*Theragra chalcogramma*) surimi and functional properties of its enzymatic hydrolysates. *Journal of Food Agriculture & Environment* **5**. 76-81.

Nagai T., Suzuki N. og Nagashima T., 2006. Antioxidative activities and angiotensin I-converting enzyme inhibitory activities of enzymatic hydrolysates from commercial kamaboko type samples. *Food Science and Technology International* **12(4)**. 335-346.

Neves R.A.M., De Mira N.V.M., Marquez U.M.L., 2004 Caracterização de hidrolisados enzimáticos de pescado. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas* **24(1)**. 101-108.

Nichols T., Thomas P., DelRossi J., Angstadt A., Ritz B.W., 2003. Preliminary Reports: Improvement in Mucosal Integrity in IBD Patients and Reduction in GI Symptoms in

HIV Patients with Hydrolyzed White Fish. *Integrative Medicine – A Clinician's Journal*. **October/November** 2003. 2-5.

Nordvi B., Egelanddal B., Lansrud O., Ofstad R. og Slinde E., 2007. Development of a novel, fermented and dried saithe and salmon product. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **8**.163-171.

Oesser S., 2003. Stimulation of type II collagen biosynthesis and secretion in bovine chondrocytes cultured with degraded collagen. *Cell & Tissue Research* **311**. 393-399.

O'Kelley L.A., Meller M.L., Madden M.S., Kristinsson H.G., 2005. Novel high protein tortillas. *United States Patent Application Number 10/889,927*. United States patent office.

OMRI, 2002. Gelatine Processing National Organic Standards Board (NOSB) Technical Advisory Panel (TAP) Review 1. Compiled by Organic Materials Review Institute (OMRI) for the USDA National Organic Program. 1-25. Tekið af heimasíðu 27.03.2008. <http://www.omri.org/Gelatin-TAP.pdf>

Ono S., Hosokawa M., Miashita K. og Takahasi K., 2003. Isolation of Peptides with Angiotensin I-converting Enzyme Inhibitory Effect Derived from Hydrolysate of Upstream Chum Salmon Muscle. *J.Food Sci.* **68(5)**. 1611–1614.

Optimal health digest, 2003. The secret: Intestinal support from land and sea. Optimal health digest **2(1)**. 4-5. Proper nutrition.

Paulsen S., Ward L., Bastian E., Petersen B., Oommen B., 2004. Whey protein compositions and methods of making and using such compositions. *Publication number WO2004071207*. European patent office.

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

Rajapakse N., Mendis E., Byun H.G. og Kim S.K., 2005. Purification and *in vitro* antioxidative effects of giant squid muscle peptides on free radical-mediated oxidative systems. *Journal of Nutritional Biochemistry*.**16**. 562-569.

Ravallec-Plé R., Charlot C., Pires C., Braga V., Batista I., Wormhoudt A. de, Le Gal Y., Fouchereau-Péron M., 2001. The presence of bioactive peptides in hydrolysates prepared from processing waste of sardine (*Sardina pilchardus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* **81(11)**. 1120 – 1125.

Ravallec-Ple R., Van Wormhoudt A., 2003. Secretagogue activities in cod (*Gadus morhua*) and shrimp (*Penaeus aztecus*) extracts and alcalase hydrolysates determined in AR4-2J pancreatic tumour cells. *Comp Biochem Physiol B*. **134**. 669-679.

Rossi A.L, Blostein-Fujii A., DiSilevestro R.A., 2000. Soy beverage consumption by young men: Increased plasma total antioxidant status and decreased acute, exercise-induced muscle damage. *JNFMF*, **3(1)**. 33-44.

Rubin, 2006. [Varestrømanalyse 2006 \(Biprodukter fra fisk og skalldyr\)](http://www.rubin.no/files/documents/varestrm_2006nettversjon1.pdf). Rubin. Tekið af heimasíðu 13/11/07. http://www.rubin.no/files/documents/varestrm_2006nettversjon1.pdf

Rustad, T., 2003 Utilization of marine by-products. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* **2(4)**.458-463. ISSN 1579-4377.

Sathivel S., Bechtel P.J., Babbitt B., Smiley S., Crapo C., Reppond K.D. og Prinyawivathul W., 2003. Biochemical and functional properties of herring (*Clupea harengus*), by-product hydrolysates. *J.Food Sci.* **68**. 2196-2200.

Saunders M. J., Kane M.D., Todd M.K. Effects of a Carbohydrate-Protein Beverage on Cycling Endurance and Muscle Damage. *Med. Sci. Sports Exerc.* **36(7)**. 1233-1238.

Shan J., Ogawa Y., Watanabe T., Morimoto R., Oota S., Seiki M. og Niyamota T., 2007. *Journal of the Japanese Society of Food Science and Technology-Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* **54(4)**.160-166.

Siggeirsson J. og Þorbjörnsson H., 2007. Útflutningur og útflutningsverðmæti sjávarafurða 2006. *Hagtiðindi. Sjávarútvegur* (Statistical Series Fisheries) **92(36)**.3. ISSN 0019-1078 ISSN 1670-4533.

Siggeirsson J., 2007. Afli, aflaverðmæti og ráðstöfun afla 2006. *Hagtiðindi. Sjávarútvegur* (Statistical Series Fisheries) **92(48)**. 5. ISSN 0019-1078.

Starling S., 2004. Protein ingredients power up in low-carb era. Functional Ingredients magazine. January 2004. Tekið af heimasíðu 14/02/08.
<http://www.functionalingredientsmag.com/fimag/articleDisplay.asp?strArticleId=341&strSite=FFNSite>

Stratēgro International LLC, 2006. U.S. Protein injection marinade market. Developed for IcePro. Stratēgro International LLC, 25. febrúar 2006.

Stratēgro International LLC, 2005. U.S. Market for protein ingredients. Developed for IcePro. Stratēgro International LLC, 28. febrúar 2005.

Sugai R., Murakami U., Yamori Y., 1997. Preventive for circulation diseases. *Publication number EP0757993*. 12/02/1997. European patent office.

Sugiyama K., Takada K., Egawa M., Yamaoto I., Onzuka H. og Oba K., 1991. Hypotensive effect of fish-protein hydrolysate. *Nippon Nogeikagaku Kaishi-Journal of the Japan Society for Bioscience Biotechnology and Agrochemistry*.**65(1)**. 35-43.

Takahashi R. og Yomoda S., 2003. Compositions containing peptide and electrolyte excretion promoter and foods containing the same. *Publication number EP1281323. European patent office.*

Thorkelsson G., Sigurgísladóttir S., Geirsdóttir M., Jóhannsson R., Chabeaud A., Bourseau P., Vandanjon L., Jaouen P., Fouchereau-Peron M., Le Gal Y., Ravallec-Ple R., Picot L., Berge J.P., Delannoy C., Jakobsen G., Johansson I. og Batista I., 2008. Mild processing techniques and development of functional marine protein and peptide ingredients. In: Børresen T. (Ed.), *Improving seafood products for the consumer*. Editions Woodhead (GB), *in press*.

Thomas P.R. og Earl R., 1994. *Opportunities in the Nutrition and Food Sciences: Research Challenges and the Next Generation of Investigators*. p 109. National Academy press, Washington D.C. ISBN 0309048842.

Tolton II J.K., Nimmagudda R., Braun S.D., Primmer M., Veerdonk van der F., 2003. Method of preparing a casein hydrolysate enriched in anti-hypertensive peptides. *US Patent nr 6514941*. United patent office.

Tremblay F., Lavigne C., Jaques H. og Marette A., 2003. Dietary cod protein restores insulin-induced activation of phosphatidylinositol 3-kinase/Akt and GLUT4 translocation to the T-tubules in skeletal muscle of high-fat-fed obese rats. *Diabetes* **52**(1), 29-37.

Valsdóttir Þ., Arason, S., Þórarinsdóttir K.A., 2006. Notkun fiskpróteina í flakavinnslu. Einangruð og vatnrofin keiluprótein. *Verkefnaskýrsla Rf 20-06*. Rannsóknarstofnun fiskiðanaðrins.

Valsdóttir Þ., Finnogadóttir G.A., Þórarinsdóttir K.A., Arason S., 2006. Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks. Áhrif fiskpróteina á verkunareiginleika. *Verkefnaskýrsla Rf 36-06*. Rannsóknarstofnun fiskiðanaðarins.

Vidal-Giraud B. og Chateau D., 2007. World Surimi Market. *Globefish Research programme*, vol. 89 Rome, FAO. 2007, p. 34.

Wikipedia , 2007. Crabstick (mynd). Höfundur óþekktur. Tekið af heimasíðu 13/11/07. www.en.wikipedia.org/wiki/Crabstick

Wikipedia, 2007. Surimi. Wikipedia. Höfundur óþekktur. Tekið af heimasíðu 13/11/07. www.en.wikipedia.org/wiki/Surimi

Wimalawansa S.J., 1996. Calcitonin gene-related peptide and its receptors: molecular genetics, physiology, pathophysiology, and therapeutic potentials. *Endocrinol. Rev.* **17**: 533-585.

Windsor, M.L., 1969. Fish protein concentrate. *Torry Advisory Notes* - No.39. x5917/E . Torry Research Station, Aberdeen, Scotland.

Xiong Y.L.L., 2005. Role of myofibrillar proteins in water binding in brine-enhanced meats. *Food Research International*.38.281-287.

Yokoyama K., Chiba H. og Yoshikawa M., 1992. Peptide inhibitors for angiotensin I-converting enzyme from thermolysin digest of dried bonito. *Biosci.Biotechnol.Biochem.* 56. 1541-1545.

Yoshikawa M., Fujita H., Matoba N., Takenaka Y., Yamamoto T., Yamauchi R., Tsuruki H. og Takahata K., 2000. Bioactive peptides derived from food proteins preventing lifestyle-related diseases. *Biofactors* 12.143-146.

Þórarinsdóttir K.A., Guðmundsdóttir G., Arason S., Þorkelsson G. og Kristbergsson K., 2004. Effects of added salt, phosphates, and proteins on the chemical and physicochemical characteristics of frozen cod (*Gadus morhua*) fillets. *J.Food Sci.* 69. E144-E154.

Þórarinsdóttir K.A., Guðmundsdóttir G., Arason S., Þorkelsson G., 2003. Léttisöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða. *Skýrsla Rf* 13-03. Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins.

Þórarinsdóttir K.A., 2007. Notkun fiskpróteina í flakavinnslu. Lokamatsskýrsla. *Skýrsla Matís* 35-07. Matís. ISSN1670-7192.

12 HEIMASÍÐUR FYRIRTÆKJA.

Hér að neðan er listi yfir nokkur fyrirtæki sem koma að sölu/framleiðslu próteina og próteinafleiddra afurða.

Fiskur/sjávarafurðir

www.dpsfood.nl/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.hojmarklab.dk/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.jandekker.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.marinova.dk/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.nutrimarine.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.ocean-nutrition.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.pacseafood.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.propernutrition.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.proteusindustries.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.vichiunai.be/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.

Gelatin

www.gelatin.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.prowico.de/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.rousselot.com/index.html. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.sonac.biz/intro1.php. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.taiyointernational.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.vepro.biz/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.weishardt.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.

Mjólkurvörur

www.campina.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.carbery.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.cellbiotech.com/english/about_us/about_us01.html. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.domo.nl/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.faseb.org/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.glanbianutritionals.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.inulinplaza.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.nizo.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.peptopro.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.bba-lactalisindustrie.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.dmv-international.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.bmi-eg.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.

Sojavörur

www.admworld.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.abiteccorp.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.fujioil.co.jp/fujioil_e/index.html. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.lasoy.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.metrx.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.

www.probit.es.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.soja.at/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.solae.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.solbar.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.soyaprotein.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.unitech.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.soygrowers.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.

Aðrar próteinvörur

www.burcon.net/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.cosucra.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.flaquitas.com/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.
www.quorn.co.uk/. Heimasíða skoðuð 14/02/08.

13 VIÐAUKI

Töflur

Tafla 6. Aminósýrur í þorski, saltfiski, grálúðu, síld og rækju (Gunnlaugsdóttir & Þorkelsson, 2005, p. 24).

Fisktegund	mg/ 100g					Umreiknað í % af próteini				
	Þorskur	Salt-fiskur	Grá-lúða	Síld	Rækja	Þorskur	Salt-fiskur	Grá-lúða	Síld	Rækja
Tryptófan	0,20	0,70	0,16	0,20	0,28	1,16	1,16	1,16	1,16	1,39
Þreónín	0,78	2,75	0,63	0,79	0,82	4,55	4,55	4,55	4,54	4,04
Isolevsín	0,82	2,90	0,66	0,83	0,99	4,78	4,78	4,78	4,78	4,84
Leusín	1,45	5,11	1,17	1,46	1,61	8,43	8,43	8,43	8,43	7,92
Lýsín	1,64	5,77	1,32	1,65	1,77	9,52	9,52	9,52	9,52	8,68
Metiónín	0,53	1,86	0,43	0,53	0,57	3,07	3,07	3,07	3,07	2,81
Sýstín	0,19	0,67	0,15	0,19	0,23	1,11	1,11	1,11	1,11	1,12
Fenylalanín	0,70	2,45	0,56	0,70	0,86	4,05	4,05	4,05	4,05	4,21
Tyrósín	0,60	2,12	0,49	0,61	0,68	3,50	3,5	3,5	3,5	3,32
Valín	0,92	3,24	0,74	0,93	0,96	5,34	5,34	5,34	5,34	4,7
Argínín	1,07	3,76	0,86	1,08	1,78	6,21	6,2	6,21	6,21	8,72
Histidín	0,52	1,85	0,42	0,53	0,41	3,05	3,05	3,05	3,05	2,03
Alanín	1,08	3,80	0,87	1,09	1,15	6,27	6,27	6,27	6,27	5,65
Asparssýra	1,82	6,43	1,47	1,84	2,10	10,60	10,6	10,6	10,6	10,3
Glútamínsýra	2,66	9,38	2,15	2,68	3,47	15,50	15,5	15,5	15,5	17
Glysín	0,86	3,02	0,69	0,86	1,23	4,98	4,98	4,98	4,98	6,02
Prólín	0,63	2,22	0,51	0,64	0,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,29
Serín	0,73	2,56	0,59	0,73	0,80	4,23	4,23	4,23	4,23	3,93
Alls	17,2	60,6	13,9	17,3	20,4	100	100	100	100	100

Heimild : <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR17/sr17.html> 25.05.2005

Tafla 7. Aminósýrur, % prótein, % fosfór og % kalsíum í íslensku fiskmjöli (Gunnlaugsdóttir & Þorkelsson, 2005, p. 25).

Fisktegund í mjöli	Loðna		Síld		Kolmunni	
Fjöldi sýna	58		11		15	
	% af próteini	% af sýni	% af próteini	% af sýni	% af próteini	% af sýni
Tryptófan	1,0	0,7	1,0	0,7	0,9	0,7
Lýsín	7,6	5,4	7,5	5,5	7,9	5,6
Histidín	2,0	1,4	2,4	1,7	2,1	1,5
Argínín	5,5	3,9	5,3	3,9	5,8	4,1
Asparssýra	9,4	6,7	9,1	6,7	10,1	7,1
Þreónín	4,3	3,0	4,1	3,0	4,0	2,8
Serín	4,1	2,9	3,8	2,8	4,1	2,9
Glútamínsýra	13,7	9,7	13,0	9,5	14,3	10,1
Systín	0,9	0,6	0,8	0,6	0,9	0,7
Glysín	5,5	3,9	6,4	4,7	6,3	4,5
Alanín	6,1	4,3	6,3	4,6	6,5	4,6
Valín	5,4	3,8	5,3	3,9	5,0	3,6
Metiónín	3,0	2,1	3,0	2,2	2,9	2,1
Isolevsín	4,3	3,0	4,2	3,1	4,4	3,1
Leusín	7,8	5,5	7,4	5,4	7,6	5,4
Tyrósín	3,8	2,7	3,1	2,3	3,7	2,6
Fenylalanín	3,8	2,7	3,8	2,8	3,9	2,8
Tárín	1,0	0,7	1,3	0,9	0,8	0,5
Prólín	3,5	2,5	3,9	2,8	3,7	2,6
% prótein	70,8		73,4		70,8	
% fosfór í sýni	1,80		1,98		2,24	
% kalsíum í sýni	1,53		2,10		3,42	

Heimild : Efnarannsóknastofa Rf. 2004. Óbirtar niðurstöður

Tafla 8. Munur á aminósýrusamsetningu fiskjöls úr kolmunna, síld og loðnu (Gunnlaugsdóttir & Þorkelsson, 2005, p. 25).

% aminósýrur í fiskimjöli úr kolmunna	% af sýni	% miðað við síld	% miðað við loðnu	% munur miðað við síld	%munur miðað við loðnu
Tryptófan	0,67	-0,07	-0,04	-10,60	-6,29
Lýsín	5,59	0,08	0,21	1,42	3,77
Histidín	1,46	-0,27	0,04	-18,70	2,76
Argínín	4,13	0,21	0,24	5,15	5,73
Asparssýra	7,13	0,46	0,47	6,40	6,62
Þreónín	2,85	-0,19	-0,20	-6,53	-6,88
Serín	2,89	0,10	-0,02	3,42	-0,59
Glútamínsýra	10,10	0,59	0,39	5,80	3,90
Systín	0,67	0,06	0,03	9,33	4,91
Glysín	4,46	-0,24	0,56	-5,32	12,70
Alanín	4,57	-0,07	0,25	-1,50	5,48
Valín	3,57	-0,30	-0,25	-8,49	-7,05
Metiónín	2,09	-0,11	-0,04	-5,35	-1,74
Isolevsín	3,09	0,02	0,04	0,76	1,42
Leusín	5,37	-0,03	-0,15	-0,64	-2,89
Tyrósín	2,64	0,39	-0,05	14,70	-1,95
Fenylalanín	2,76	-0,06	0,07	-2,27	2,49
Tárín	0,53	-0,41	-0,18	-77,70	-33,00
Prólín	2,63	-0,20	0,15	-7,70	5,61
% prótein	70,80	-0,26	0,00	-3,67	0,00
% fosfór í sýni	2,24	0,26	0,44	11,60	19,60
% kalsíum í sýni	3,42	1,32	1,89	38,60	55,30

Tafla 9. Dæmi um lífvirk vatnrofin prótein/peptíð með líffræðilega virkni sem leidd eru af fiskum og krabbadýrum.

Lífvirkni	Hráefni	Ferli	Peptíð	Heimildir
Andoxunarvirkni				
	Alaskaufsi - beingarðar	Óunnin ensím úr makríl	LPHSGY	Je ofl., 2005
	Fiskur (teg ótilgreind)			Guerard ofl., 2003
	Gulkoli - beingarður	Pepsín og óunnin ensím úr makríl	RPDFDLEPPY	Jun ofl., 2004
	Lýsuroð - gelatín	Trypsín	GPLGPL	Mendis ofl., 2005a
	Kræklingar (<i>Mytilus coruscus</i>)	<i>in vitro</i> meltingarkerfispróteasar	LVGDEQAVYAVCVY	Jung ofl., 2007
	Kræklingur - gerjuð sósa	Gerjun	FGHPY	Jung ofl., 2005
	Risasmokkfiskur - roð	Trypsín	FDSGPAGVL; NGPLQAGQPGER	Mendis ofl., 2005b
	Risasmokkfiskur - vöðvar	Pepsín, trypsín og α -chymotrypsín	NADFGLNGLEGLA; NGLEGLK	Rajapakse ofl., 2005
	Rækja (<i>Acetes chinensis</i>)	Próteasi úr <i>Bacillus</i> sp.98011		Hai-Lu ofl., 2006
	Túnfiskur - hryggur	Pepsín	VKAGFAWTANQQLS	Je., ofl., 2007
	Túnfiskur - soð	Próteasi XXIII úr <i>Asp. oryzae</i>	sjö andoxunarpeptíð	Jao ofl., 2002
	Þorskur - beingarðar	Óunninn próteasi úr túnfisksslógi		Jeon ofl., 1999
	Kamaboko	Meltingarpróteasar		Nagai ofl., 2006; Nagai ofl., 2007
Ónæmisstillinging/ónæmisörvun				
	Hvítur fiskur (teg ótilgreind)	gerjun		Duarte ofl., 2006
	Þorskur - magi			Gildberg ofl., 1996
Öryggi/Vöxtur/Seyting meltingarensíma				
	Rækja - hausar	alkalasi		Ravallec-Ple ofl., 2001
	Sardínur	alkalasi		Ravallec-Ple ofl., 2001
	Þorskur - vöðvi	alkalasi		Ravallec-Ple & Wormhoudt, 2003
Hömlun á losun taugapetíða (Kalsítónín genatengt peptíð)				
	Rækja - hausar	alkalasi		Fouchereau-Peron ofl., 1999
	Þorskur - vöðvi	alkalasi		Fouchereau-Peron ofl., 1999

Tafla 10. Dæmi um lífvirk vatnrofin prótein/peptíð með ACE hindra-/lágþrýstingsvirkni sem leidd eru af fiskum eða krabbadýrum.

Hráefni	Ferli	Peptíðröð	Heimildir
Alaskaufsi - beingarðar		FGASTRGA	Je ofl., 2004
Alaskaufsi - roð	alkalasi, prónasi E, kollagenasi	GPL	Byun og Kim, 2001
Arabeskur græningi - surimi (Pleurogrammus azonus)	Lactobacillus delbrueckii		Shan ofl., 2007
Gulkoli (limanda aspera)	Chymotrypsin	MIFPGAGGPELIAW; YNR	Jung ofl., 2006
Hundlax (Oncorhynchus keta)	Thermolysin		Ono ofl., 2003
Kamaboko (surimi, óþekkt fiskteg)	meltingarpróteasar; próteinpróteasar		Nagai ofl., 2006
Kólguflekkur – hreistur (Pagellus bogaraveo)	alkalískur próteasi	GY;VY;GF;VIY	Fahimi ofl., 2004
makrill - gerjaður (JP:Heshiko)	gerjun		Itou og Akahane, 2004
perlu-ostrur	alkalískur próteasi	FY;AW;VW;GW	Katono ofl., 2003
Randatúnfiskur (Katsuwonus pelamis)	pepsín	VAWKL;WSKVVLSS KVPP;CWLPVY	Astwan ofl., 1995
Randatúnfiskur - þurrkaðir magar (bonito/Katsuobushi)	Thermolysin	LKPNM;GYPHK;IRP VQ;	Yokojama ofl., 1992 ; Fujii ofl., 1993; Matsumura ofl., 1993; Karaki ofl., 1993; Fujita ofl., 1995; Fujita ofl., 1999; Yoshikawa ofl., 2000; Kouna ofl., 2005
rækjur	alkalasi, prónasi E, kollagenasi	GPL	Bordenave ofl., 2002
rækjur (Acetes chinensis)	próteasi úr Bachillus sp.98011	FCVLRP;IFVPAF;KPP ETV	Hai-Lu ofl., 2006
sardínur	Bachchillus licheniformis; alkalískur próteasi	VY	Sugiyama ofl., 1991; Matsui ofl., 1993; Matshufuji ofl., 1994; Kawasaki ofl., 2000; Matsui ofl., 2002; Matsumoto ofl., 2004
sardínur	alkalasi, prónasi E, kollagenasi	GPL	Bordenave ofl., 2002
túnfiskur - soð	orientasi		Hwang og Ko, 2004
Þorskur - beingarðar	óunninn próteasi úr túnfisksslógi		Jeon ofl., 1999
þorskur - hausar	alkalasi, prónasi E, kollagenasi	GPL	Bordenave ofl., 2002