

Verkefnaskýrsla Rf
29 - 06



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

Október 2006

Vinnslueiginleikar kolmunnamjöls

**Margrét Geirsdóttir
Katrín Ásta Stefánsdóttir**

Lokuð



Titill / Title	Vinnslueiginleikar kolmunnamjöls		
Höfundar / Authors	<i>Margrét Geirsdóttir, Katrín Ásta Stefánsdóttir</i>		
Skýrsla Rf / IFL report	29-06	Útgáfudagur / Date:	Október 2006
Verknr. / project no.	1613		
Styrktaraðilar / funding:	<i>Rannís</i>		
Ágríp á íslensku:	<p>Markmið verkefnisins er að svara rannsóknaspurningunni: Hvaða eiginleika er hægt að fá fram hjá peptíðum, sem unnin eru úr kolmunna með ensímum?</p> <p>Kolmunnaprótein voru einangruð og vatnsrofin mismikið með iðnaðarensíminu Alcalase. Í þessari skýrslu er greint frá niðurstöðum úr mælingum á vinnslueiginleikum hinna vatnsrofnu kolmunnapróteina. Þeir eiginleikar sem kannaðir voru eru efnasamsetning, vatnsvirkni, litur, vatnsheldni, olíubinding, ýruhæfni, ýrustöðugleiki og próteinleysanleiki. Einnig var gerður prótein- og peptíðrafdráttur á völdum sýnum.</p> <p>Vatnsrof reyndist hafa marktæk áhrif ($p < 0.05$) á lit, próteinleysanleika, olíubindingu og ýrustöðugleika próteinanna. Vatnsrof var framkvæmt við hátt sýrustig, sem reyndist valda því að afurðir voru mjög saltar. Vandamál komu fram vegna þess hve hátt salthlutfall var í vatnsrofnu próteinum. Í framtíðarrannsóknum er því stefnt að því að nota ensím við vatnsrof sem eru virk við lægra sýrustig.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>ensímvatnsrof, kolmunni, vinnslueiginleikar, lífvirkni, markfæði</i>		
Summary in English:	<p>The aim of the project is to answer the question: What kind of properties do peptides produced by enzyme hydrolysis of Blue whiting have?</p> <p>Isolated Blue whiting proteins were used as substrate for hydrolysis with Alcalase, a commercially available enzyme, to hydrolyse the proteins to different degrees of hydrolysis (%DH). In this report, the functional properties of the hydrolysates are presented. The functional properties measured were chemical composition, water activity, water holding capacity, oil binding capacity, emulsion properties and protein solubility. Protein and peptide electrophoresis were made on selected products.</p> <p>Enzyme hydrolyses had significant ($p < 0.05$) effect on colour, protein solubility, oil binding capacity and emulsion stability. Products were very high in salt content, due to the high pH value used at the enzyme hydrolysis. To eliminate this problem another enzyme and a different pH will be used in the next steps.</p>		
English keywords:	<i>enzyme hydrolyses, Blue whiting, functional properties, bioactive properties, functional food</i>		

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Efni og aðferðir	2
2.1	Hráefni	2
2.2	Ensímrof.....	4
2.3	Stig vatnsrofs (Degree of hydrolysis; %DH).....	5
2.4	Efnafræðilegir eiginleikar	6
2.4.1	Efnasamsetning	6
2.4.2	Sýrustig (pH).....	6
2.5	Dufteiginleikar	7
2.5.1	Vatnsvirkni.....	7
2.5.2	Litur.....	7
2.6	Eðliseiginleikar	7
2.6.1	Vatnsheldni (Water holding capacity)	7
2.6.2	Olíubinding (oil binding capacity).....	8
2.6.3	Ýruhæfni (emulsion capacity).....	9
2.6.4	Ýrustöðugleiki (emulsion stability)	9
2.6.5	Leysanleiki	9
2.7	Rafdráttur	10
2.7.1	Próteinrafdráttur	10
2.7.2	Peptíðrafdráttur	10
3	Niðurstöður	12
3.1	Ensímrof.....	12
3.2	Efnafræðilegir eiginleikar	13
3.2.1	Efnasamsetning	13
3.2.2	Sýrustig (pH).....	14
3.3	Dufteiginleikar	15
3.3.1	Vatnsvirkni.....	15
3.3.2	Litur.....	16
3.4	Eðliseiginleikar	18
3.4.1	Vatnsheldni (Water holding capacity)	18
3.4.2	Olíubinding (oil binding capacity).....	19
3.4.3	Ýruhæfni (emulsion capacity).....	20
3.4.4	Ýrustöðugleiki (emulsion stability)	21
3.4.5	Leysanleiki	22
3.5	Rafdráttur	22
3.5.1	Próteinrafdráttur	22
3.5.2	Peptíðrafdráttur	24
4	Ályktanir	25

1 Inngangur

Mjólkurprótein og sojaprótein hafa víðtæka notkunarmöguleika í matvælaíðnaði og hefur verið beitt með góðum árangri. Vitað er að í fiski er að finna gæðaprótein og því athyglisvert að rannsaka hvort fiskprótein, þá aðallega úr fisktegundum sem lítt hafa verið nýttar til manneldis, búi yfir sambærilegum eiginleikum og áður nefnd prótein. Tilgangurinn er að margfalda verðmæti hinna vannýttu afurða.

Kolmunni er ein þeirra fisktegunda sem finnst í Norður- og Norðaustur-Atlantshafi, allt frá Svalbarða að strönd Norður-Afríku og hefur lengst af verið nýttur í fiskimjöl. Kolmunni var lítið veiddur fyrir 1980 en síðan 1997 hefur kolmunnaafli íslenskra skipa aukist verulega og fer aflinn að mestu til bræðslu, þó svo eftirspurn eftir honum sem matfisk hafi vaxið á undanförunum árum.

Í þessari skýrslu er greint frá framkvæmd og niðurstöðum frá einangrun kolmunnapróteina, niðurbroti þeirra með ensímum og mælingum á vinnslueiginleikum þeirra. Til samanburðar voru mæld fjögur próteinduft sem eru á markaði.

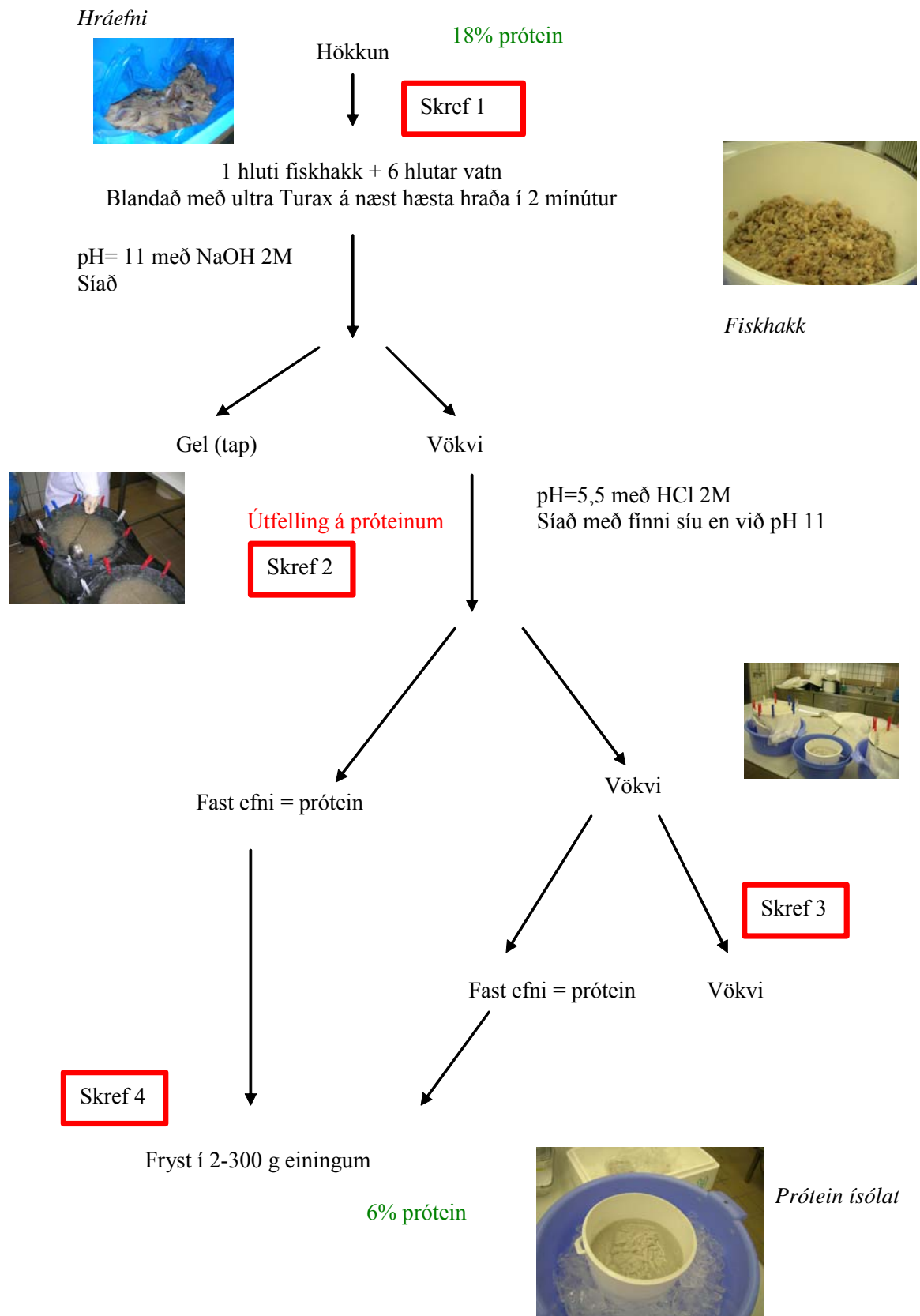
2 Efni og aðferðir

2.1 Hráefni

Veiðar á kolmunna eru árstíðabundnar. Tvær gerðir hráefnis voru notaðar. Annars vegar var notaður hausaður og slægður kolmunni sem hafði verið sjófrystur í blokkir í desember 2003 (eldri fiskur). Hins vegar voru keypt kolmunnaflök frá Færeyjum sem voru veidd á vorvertíð 2005 (nýrri fiskur). Blokkir voru geymdar við -24°C í frysti þangað til tilraunir fóru fram (júlí 2005 og október 2005).

Fiskurinn var þíddur við 5°C í 24 klst fyrir notkun og hakkaður í heimilishakkavél (Kenwood) í gegnum 8 mm göt. Prótein voru einangruð með því að blanda sex hlutum af vatni á móti einum hluta hakks, lausn gerð einsleit í UltraTurax homogenizer í eina mínútu. Sýrustig stillt á pH 11 með 2 M NaOH. Stoðprótein skilin frá með síun og vökvaþasa safnað. Prótein felld út úr vökvaþasa með því stilla sýrustig á jafnhleðslupunkt (pH 5.5) með 2 M HCl. Prótein einangruð með síun og fryst fyrir ensímhýdrólýsu. Unnið var við kældar aðstæður (mynd 1).

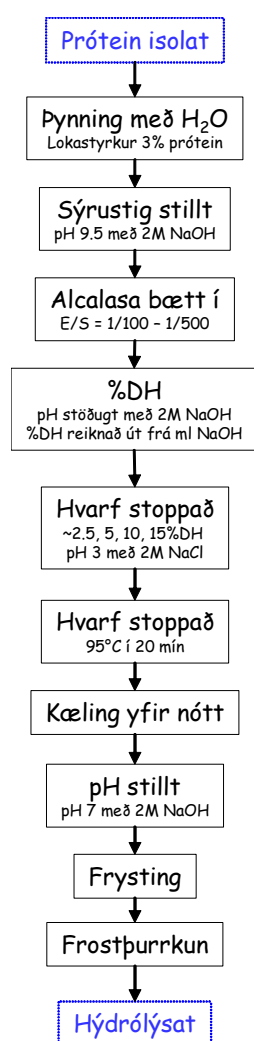
Sem samanburðarsýni voru notuð tvær gerðir af sojapróteini (Solbar og DanProDS), ein gerð af kaseinat mjólkurpróteini (DMW International) og undanrennuduft (MS). Hafa ber í huga við samanburð að efnasamsetning samanburðarsýna er allt önnur en fiskpróteindufts.



Mynd 1. Einangrun próteina fyrir ensímhýdrólýsu með pH aðferð.

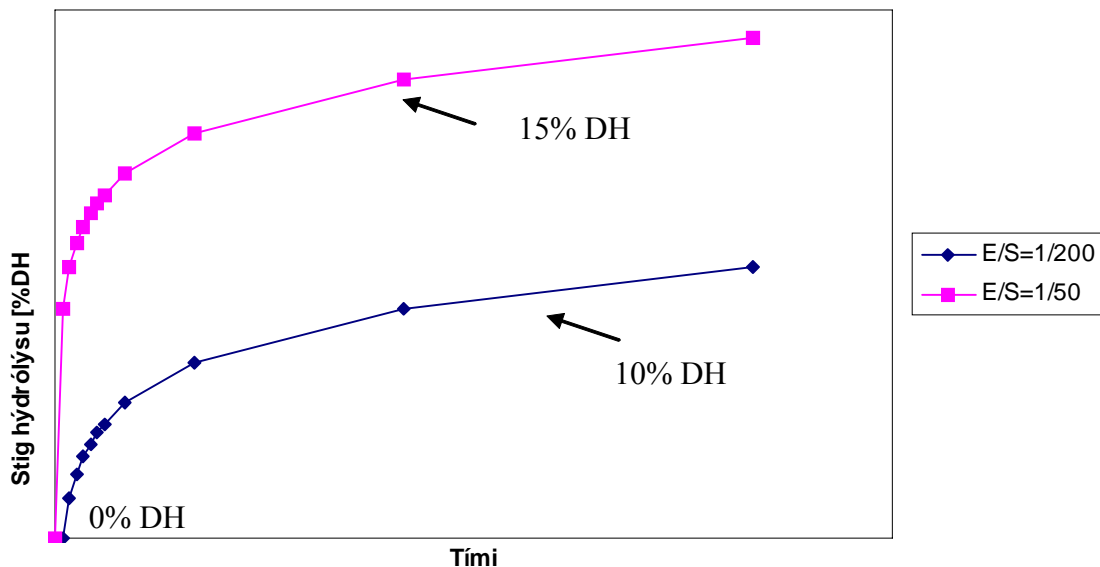
2.2 Ensímrof

Ensímrof framkvæmt í pH stat tæki (718 STAT Titration) frá Metrohm. Alcalase® frá Novozymes (Bagsværd, Danmörku). Mismunandi magn ensíms var notað eftir hvaða vatnsrofmagn leitað var eftir (mynd 2). Ákveðið magn sýnis við herbergishita með þekkt magn af próteini sett í hvarfstöð pH stat tækis. Sýrustig stillt á rétt upphafssýrustig (pH 9.5), ensím bætt í og pH stat tæki sett af stað. pH stat tæki sér um að bæta við basa til að viðhalda réttu sýrustigi á meðan á hvarfi stendur. Sýni voru tekin við mismunandi stig vatnsrofs (%DH), fyrst hægt á hvarfi með því að stilla sýrustig á pH 3.0 og að því loknu stöðvað með hitun við 95°C í 20 mínútur. Sýni látið kólna yfir nótt, sýrustig stillt á pH 7, fryst í álbökkum og geymt í frysti fram að frostþurrkun. Til að stilla sýrustig var notað 2M NaOH og 2M HCl.



Mynd 2. Framkvæmd ensímhýdrólýsu.

Hýdrólýsa var stöðvuð við um 0, 2.5, 5, 10 og 15%DH. Magn ensíms og keyrslutími var háð því hvaða lokahýdrólýsustig leitað var eftir (mynd 3). Frostþurrkuð voru eftirfarandi sýni fyrir bæði hráefnin: Hakk, prótein isolat og mismikið vatnsrofið prótein isolat: 0%, 2.5, 5, 10% og 15%DH. 0% sýni var meðhöndlað á þann hátt að isolat var þynnt, pH stillt á 9.5, næst á pH 3, sýni hitað og að því loknu sýrustig stillt á pH 7.



Mynd 3. Dæmi um hýdrólýsufærsla. Áhrif tíma og mismunandi hlutfall ensíms og hvarfefnis (S).

2.3 Stig vatnsrofs (Degree of hydrolysis; %DH)

Stig vatnsrofs (Degree of hydrolysis, %DH) var reiknað frá magni og styrk basa sem var notað til að viðhalda stöðugu sýrustigi á meðan á ensímniðurbroti stóð. DH er skilgreint sem fjöldi peptíðtengja (h) sem hafa verið klofin sem hlutfall af heildarfjölda peptíðtengja samkvæmt (Adler-Nissen, 1986):

$$\%DH = \frac{h \times 100}{h_{tot}} = \frac{BN_B}{\alpha h_{tot} \times MP} \times 100$$

Þar sem

B = magn basa [ml]

NB = styrkur basa [M]

α = vatnsrofsstuðull (“average degree of dissociation”) α -NH hópa (sjá neðar)

MP = magn próteins [g]

h_{tot} = heildarfjöldi peptíðtengja. Upplýsingar um amínósýrusamsetningu kolmunnaflaka liggur ekki fyrir og á meðan er notast við h_{tot} gildi fyrir þorsk sem er 7,501 mequiv/g.

α vatnsrofsstuðull, var reiknaður skv.

$$\alpha = 10^{pH-pK} / (1 + 10^{pH-pK})$$

Þar sem

pH = sýrustig við ensímhýdrólýsu

pK = meðaltal jafnvægisfasta fyrir NH hópa amínósýranna.

pK gildi sem fall af hitastigi (T í Kelvin) var reiknað skv.:

$$pK = 7.8 + \frac{298 - T}{298T} \times 2400$$

2.4 Efnifræðilegir eiginleikar

2.4.1 Efnasamsetning

Magn próteins var mælt í hráefni og magn vatns, fitu, próteins, salts, ösku og saltlausrar ösku mælt í próteindufti samkvæmt aðferðahandbók í gæðahandbók efnastofu Rf (Ghb-e-AM).

2.4.2 Sýrustig (pH)

Sýrustig var mælt í vatnsheldnisýnum fyrir skilvindun. Sýrustig var mælt með Knick Portamess pH meter (Knick, Berlin, Germany).

2.5 Dufteiginleikar

2.5.1 Vatnsvirkni

Vatnsvirkni var mæld með Novasina aw-center (Axair Ltd., Pfäffikon, Switzerland) (mynd 4). Hitastig var stillt á 23,9°C. Hvert sýni var mælt þrisvar sinnum.



Mynd 4. Vatnsvirkni (a_w) mælir frá Novasina.

2.5.2 Litur

Litur var mældur með Minolta CR-300 chroma meter (Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japan) í Lab* litakerfinu (CIE 1976) með CIE Illuminant C þar sem L segir til um hversu hvítt sýnið er (L = 100 er hvítt og L = 0 er svart), +a* gildi er rautt, -a* grænt, +b* gult og -b* blátt. Þurrkuðu próteinsýnin voru sett í vítt tilraunaglas, dúppað á borð 18 sinnum (til að duftið settist), hrist á vortex í 5 sekúndur og síðan var liturinn mældur. Hvert sýni var mælt þrisvar sinnum.

2.6 Eðliseiginleikar

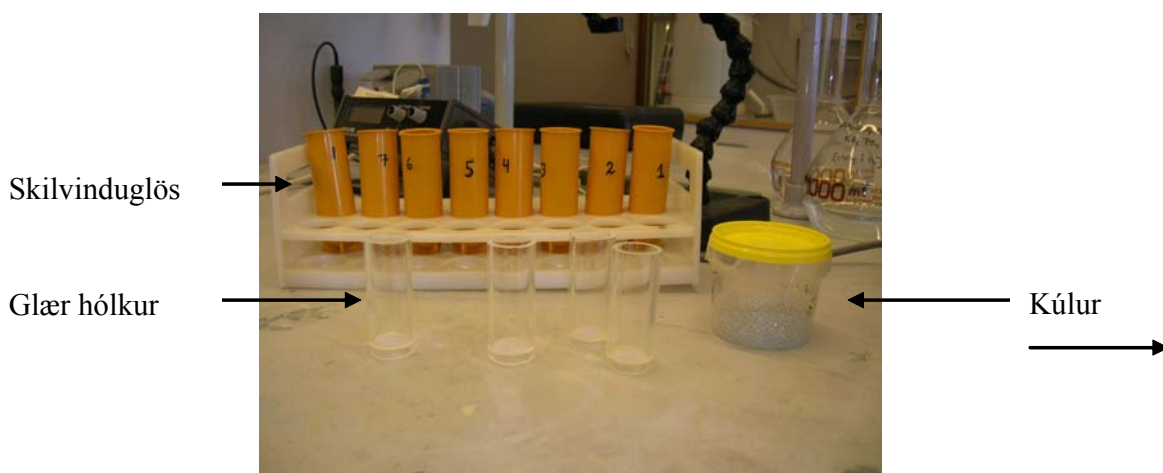
Við vatnsrof og stillingu á sýrustigi myndast salt. Því hærra stig vatnsrofs því hærra magn salts (sjá efnaniðurstöður). Vegna þess að salt hefur mikil áhrif á eiginleika próteina þá var salti bætt við í sýni þannig að sama saltmagn var í öllum sýnum eða um 20% við sumar mælingar. Nákvæma vigtun á dufti og salti (þar sem það á við) má sjá í viðauka.

2.6.1 Vatnsheldni (Water holding capacity)

Um það bil 3,2 grömm af dufti var blandað við 100 g af þorskhakki (línuborskur sem kom að landi í Stykkishólmi daginn áður en hann barst Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins) og 20 g af eimuðu vatni í matvinnsluvél (Braun Electronic, Type

4262, Kronberg, Germany) í 30 sekúndur á hraða 5. Sýni látið bíða á ís í 30 mínútur. Vatnsheldni var síðan ákvörðuð samkvæmt skilvinduáðferð (centrifugation method) (Eide og fleiri 1982). Sýni (2 g) var nákvæmlega vegið í glæran hólk með neti í botni, sett í skilvinduglós með glerkúlum (mynd 5) og skilvindað tafarlaust (Sorvall RC-5B Refrigerated Super Speed Centrifuge, Du Pont Instruments, USA) við 210 x g í 5 mínútur við 0-5°C. Þyngdartap eftir skilvindun var deilt með vatnsinnihaldi þorskhakksins og tjáð sem %WHC. Hvert sýni var mælt fjórum sinnum. Vatnsheldi reiknuð skv.

$$\text{WHC (\%)} = \frac{\text{þyngd sýnis} * \text{vatnsinnihald (\%)} - \text{þyngdartap}}{\text{þyngdartap} * \text{vatnsinnihald (\%)}} * 100$$



Mynd 5. Sýnaglós o.fl. fyrir vatnsheldnimælingu.

2.6.2 Olíubinding (oil binding capacity)

Um 5 g af dufti vigtuð nákvæmlega (sjá viðauka) og 20 g olía sett í skilvinduglas (Beuchat, 1977). Lausnin látin standa við herbergishita í 30 mín, blandað með spatúlu á 10 mín fresti. Skilvindað í GSA rótor við 4000 rpm í 30 mín, við hitastig um 20°C. Olíufasanum hellt af og hann veginn nákvæmlega. Olíubinding reiknuð samkvæmt

$$\text{OBC} = \frac{\text{heildarmagn olíu (g)} - \text{magn af olíu hellt af (g)}}{\text{massi próteins (g)}}$$

2.6.3 Ýruhæfni (emulsion capacity)

Um eitt gramm af dufti vegið nákvæmlega (sjá viðauka) og 100 mL af 0,1 M NaCl voru sett í 1L plastbikarglas (Kristinsson og Rasco, 2000; Webb og fleiri., 1970). Elektróðum fjölmælis, sem mældi viðnám (Ω), var komið fyrir innan á plastbikarglasinu. Sýnið blandað með UltraTurrax á grænum hraða (9500rpm) í 20 sekúndur, án þess að snerta botn plastbikarglassins. Hraði Ultra Turrax aukinn í rauðan hraða (13500rpm), án þess að snerta botn plastbikarglassins. Wesson Vegetable Oil látin renna úr 500 mL skiltrekt, ofan í plastbikarglasið, til að skapa olíu í vatni ýrulausn. Viðnámið hækkaði skyndilega, ýrulausnin féll og olíurennslíð var stöðvað. Á þessum punkti, þegar viðnámið hækkaði og ýrulausnin féll, hafði ýruhæfni próteinanna náð hámarki og myndað vatn í olíu ýrulausn. Hvert sýni var mælt tvisvar sinnum. Ýruhæfni var reiknuð samkvæmt:

$$EC = \frac{\text{massi eftir blöndun (g)} - \text{massi fyrir blöndun (g)}}{\text{massi próteins (g)}} / \text{eðlismassi olíu (g/mL)}$$

2.6.4 Ýrustöðugleiki (emulsion stability)

Um eitt gramm af dufti vegið nákvæmlega (sjá viðauka), 100 mL af 0,1 M NaCl og 100 mL af Wesson Vegetable Oil voru sett í 1 L plastbikarglas (Kristinsson og Rasco, 2000; Miller og Groninger, 1976; Yasumatsu og fleiri, 1972). Sýnið blandað með UltraTurrax á rauðum hraða (13500rpm) í 2 mínútur. Sýninu hellt í 3 mæliglös (50 mL) og látið standa í 15 mínútur. Heildarrúmmál og rúmmál vatnsfasa lesið af kvarða mæliglassins. Hvert sýni var mælt þrisvar sinnum. Ýrustöðugleiki reiknaður samkvæmt:

$$ES = \frac{(\text{heildarrúmmál (mL)} - \text{vatnsfasi (mL)}) * 100}{\text{heildarrúmmál (mL)}}$$

2.6.5 Leysanleiki

Leysanleiki próteinduftsins í vatni, var metinn með Kjeldahl aðferð. Um það bil 2 g af dufti vegin nákvæmlega (sjá viðauka) voru leyst í 190 mL af eimuðu vatni og blandað með UltraTurrax á gulum hraða (8000rpm) í 30 sekúndur. Sýnið látið bíða á ís í 60 mínútur. Skilvindað (Sorvall RC-5B Refrigerated Super Speed Centrifuge, Du Pont

Instruments, USA) við 16274 x g í 15 mínútur. Magn af leysanlegu próteini í vökvasafanum var ákvarðað með aðferð Kjeldahl (Nx6,25). Próteinleysanleiki reiknaður skv.

$$\text{Próteinleysanleiki} = \frac{\text{prótein í lausn [g]}}{\text{Heildarmagn próteina [g]}} \cdot 100$$

2.7 Rafdráttur

Gerður var próteinrafdráttur og peptíðrafdráttur á völdum sýnum.

2.7.1 Próteinrafdráttur

Eitt gramm af sýni leyst í 240 mL af eimuðu vatni. Blandað saman með UltraTurrax á gulum hraða (8000 rpm) í 30 sek. 100 µL sýni, 190 µL Laemmli sýnabuffer (BioRad, cat nr 161-0737) og 10 µL β-mercaptoethanol sett í Eppendorf glas. Hrist kröftuglega í 5 sek. Soðið í 3-6 mín, kælt strax á ís. Skilvindað (Eppendorf centrifuge, 5415C) við 15000 rpm í 12 mín. Sýnið fryst þar til rafdráttur fór fram. Sýnið þítt við stofuhita (ca. 22°C) og sett á gel (BioRad, Ready Gel, 4-15% Tris-HCl, 10 wells, 30 µL, cat nr 161-1104). Rafdregið við 60 mA fyrir hvert gel og 200V. Sýnið fest á gelið (3% TCA lausn) í 15 mín með vægum hristingi. Gelið litað (0,25% Coomassie Brilliant Blue, 45% methanol, 7% acetic acid, leyst í eimuðu vatni) í 30 mín og aflitað (45% methanol, 7% acetic acid, leyst í eimuðu vatni) í 3x30 mín með vægum hristingi. Próteinrafdráttur var gerður á gömlum og nýjum fiski (fiskhakki, prótein ísolati og 0% hydrolyseruðu sýni). Tvær gerðir staðals voru einnig keyrðar. High-Range (cat nr. 161-0303) frá Bio-rad og Low-range (cat nr. 161-0304) einnig frá Bio-rad (tafla 1).

2.7.2 Peptíðrafdráttur

Eitt gramm af sýni leyst í 240 mL af eimuðu vatni. Blandað saman með UltraTurrax á gulum hraða (8000 rpm) í 30 sek. 309 µL sýni, 588 µL Tricine sýnabuffer (BioRad, Tricine Sample Buffer, 30mL, cat nr 161-0739) og 12 µL β-mercaptoethanol sett í Eppendorf glas. Hrist kröftuglega í 5 sek. Soðið í 3-6 mín, kælt strax á ís. Skilvindað (Eppendorf centrifuge, 5415C) við 15000 rpm í 12 mín. Sýnið fryst þar til rafdráttur fór fram. Sýnið þítt við stofuhita (ca. 22°C) og sett á gel (BioRad, Ready Gel, 10-20% Tris-Tricine/Peptide, 10 wells, 50 µL, cat nr 161-1162). Rafdregið við 60 mA fyrir

hvert gel og 200V (keyrslubuffer. þynntur 10x Tris/Tricine/SDS Premixed Electrophoresis Buffer, Bio Rad, cat nr 161-0744). Gelið litað (0,25% Coomassie Brilliant Blue, 45% methanol, 7% acetic acid, leyst í eimuðu vatni) í 30 mín og aflitað (45% methanol, 7% acetic acid, leyst í eimuðu vatni) í 3x30 mín með vægum hristingi. Peptíðrafdráttur var gerður á gömlum fiski (5% & 15% hydrolyseruð sýni) og nýjum fiski (5%, 10% og 15% hydrolyseruðu sýni). Staðall var polypeptide (cat nr. 161-0326) frá Bio-Rad. Þyngdir má sjá í töflu 1.

Tafla 1. Mólþungi (MW) staðla fyrir SDS og peptíð rafdrátt. Staðlar eru allir frá Bio-Rad, númer 161-0326 (“Polypeptide”), 161-0304 (“low”) og 161-0303 (“high”).

Prótein	Uppruni	MW [Da]	Polypeptide	Low	High
Myosin	Rabbit skeletal muscle	200,000			X
beta-galactosidase	<i>E. coli</i>	116,250			X
Phosphorylase b	Rabbit muscle	97,400		X	X
Serum albumin	Bovine	66,200		X	X
Ovalbumin	Hen egg white	45,000		X	X
Carbonic anhydrase	Bovine	31,000		X	
Triosephosphate isomerase	Rabbit	26,625	X		
Trypsin inhibitor	Soybean	21,500		X	
Myoglobin	Equine	16,950	X		
alpha-lactalbumin	Bovine	14,437	X		
Lysozyme	Hen egg white	14,400		X	
Aprotinin	Bovine pancreas	6,500	X		
Insulin, beta chain, oxidized	Bovine	3,496	X		
Bacitracin	-	1,423	X		

3 Niðurstöður

3.1 Ensímrof

Magn ensíms og tímalengd ensímrofs var mismikið eftir því hvaða endanlegt stig vatnsrofs leitað var eftir (töflur 2a og 2b). Misjafnt var hversu margar keyrslur voru gerðar fyrir hvert hýdrólýsustig. Fyrir eldri fiskinn var ekki komin reynsla á að stjórna ensímhýdrólýsuni og í sumum tilfellum gekk hýdrólýsering of langt. Betur gekk með nýrri fiskinn. Athygli er vakin á því að í gröfum og myndum er %DH rúnað í 0, 2.5, 5, 10 og 15%. Einnig var búið til sýni sem var um 7.75%DH af eldri fisk. Ónákvæmni var í hýdrólýseringu og því er þessu sýni sleppt í flestum niðurstöðum og í allri umræðu.

Tafla 2a. Nýrri fiskur. Hitastig (T), meðaltalshitastig±staðalfrávik, hlutfall ensíms og hvarfefnis (E/S), magn próteins (MP), tímalengd hvarfs (t), stig hýdrólýsu (DH) og meðalstig hýdrólýsu.

Dagsetning	T [°C]	T [°C] Meðaltal	E/S	MP [g]	t [min]	DH [%]	DH [%] Meðaltal
21.9.2005	23,7		0	21	0	0	
27.9.2005	21,8	22,4±1,1	0	62	0	0	0
29.9.2005	21,8		0	68	0	0	
27.9.2005	22,2	22,0±0,3	1/1000	62	153	2,5	2,5
30.9.2005	21,8		1/500	65	105	2,5	
24.9.2005	21,8	21,8±0,0	1/1000	67	377	5,1	5,1
28.9.2005	21,8		1/500	76	260	5,0	
22.9.2005	23,0	22,3±1,0	1/50	65	84	10	10,0
3.10.2005	21,6		1/50	64	89	10,0	
21.9.2005	21,6		1/50	20	206	16,7	
28.9.2005	22,5	22,0±0,5	1/50	66	197	14,9	15,8
29.9.2005	21,8		1/50	63	156,5	15,9	

Tafla 2b. Eldri fiskur. Hitastig (T), meðaltalshitastig±staðalfrávik, hlutfall ensíms og hvarfefnis (E/S), magn próteins (MP), tímalengd hvarfs (t), stig hýdrólýsu (DH) og meðalstig hýdrólýsu.

Dagsetning	T [°C]	T [°C] Meðaltal	E/S	MP [g]	t [min]	DH [%]	DH [%] Meðaltal
26.6.2005	21,6		1/50	76	12,5	2,5	
29.6.2005	21,0		1/50	76	13,5	2,5	
1.8.2005	23,8	23,3±1,9	1/1000	23	113,5	2,5	2,6
1.8.2005	25,0		1/1000	27	135	2,7	
3.9.2005	25,0		1/1000	27	135	2,7	
14.10.2005	23,7	23,7±0,0	1/500	60	290	5,0	5,1
9.9.2005	23,7		1/1000	18	302	5,2	
6.9.2005	23,8	23,8	1/1000	24	1234	10,7	10,7
29.6.2005	23,4		1/50	74	264	16,3	
28.6.2005	22,5	23,1±0,5	1/50	63	327,5	16,5	16,6
30.6.2005	23,4		1/50	12	246,5	17,1	

3.2 Efnafraeðilegir eiginleikar

3.2.1 Efnasamsetning

Próteinmagn var mælt í hráefni og prótein isolati (tafla 3).

Tafla 3. Próteinmagn í hráefni og próteinisolati.

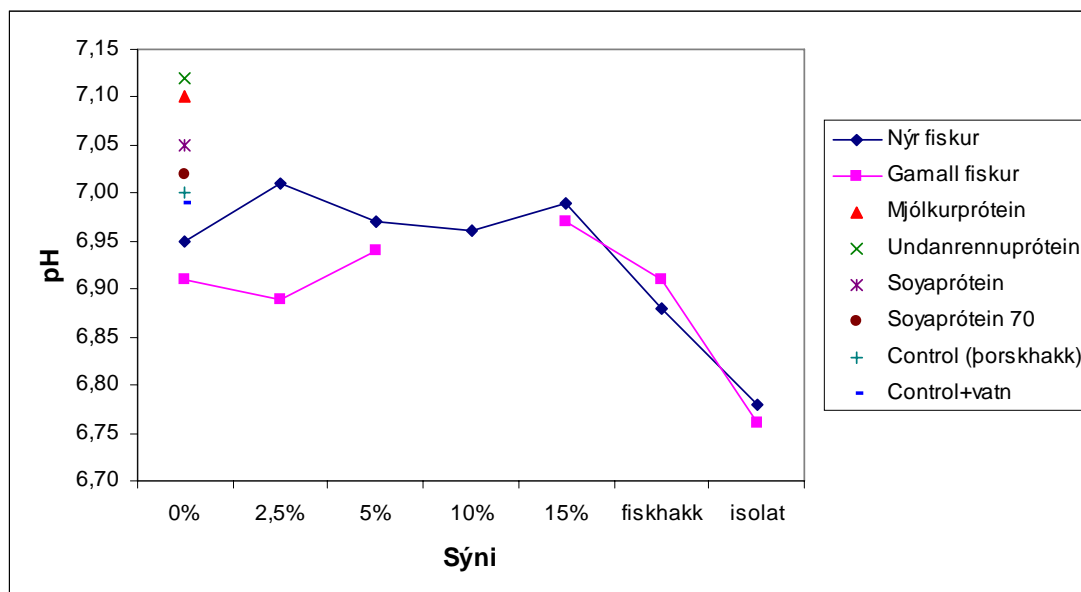
	Hakk [%]	Prótein Isolat [%]
Eldri fiskur (Hausaður og slægður)	18.1	8.3
Nýrri fiskur (flök)	18.4	6.8

Heildarefnasamsetning var mæld í próteindufti (tafla 4). Áhugavert er að skoða hvernig saltmagn eykst í dufti með aukni stigi vatnsrofs (%DH). Er það tilkomið þar sem NaOH er bætt út í sýni við hýdrólýseringu og saltsýru (HCl) til að ná endanlegu sýrustigi. Magn salts, NaCl, eykst því eftir því sem stig vatnsrofs er hærra.

Tafla 4. Efnasamsetning í próteindufti. Meðaltal (n=2) ± staðalfrávik.

	Prótein [%]	Fita [%]	Vatn [%]	Aska [%]	Salt [%]	Saltlaus aska [%]
Eldri fiskur						
Hakk	86,8 ± 0,5	1,6 ± 0,3	2,7 ± <0,1	9,7 ± 0,5	3,6 ± 0,1	
Prótein isolat	90,6 ± 0,1	0,5 ± <0,1	2,3 ± 0,1	5,0 ± 0,3	4,2 ± <0,1	
0%DH	86,7 ± 0,1	0,2 ± <0,1	4,2 ± 0,1	7,7 ± 0,1	5,3 ± 0,1	2,4 ± <0,1
2,5%DH	81,2 ± 0,2	0,2 ± <0,1	5,2 ± 2,1	13,2 ± 0,1	11,7 ± 0,1	2,5 ± <0,1
5%DH	78,0 ± 0,1	0,3 ± 0,1	4,3 ± <0,1	15,6 ± <0,1	13,9 ± 0,1	2,8 ± <0,1
10%DH	81,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1	4,1 ± 0,1	10,9 ± 0,1	8,2 ± <0,1	
15%DH	77,4 ± 0,1	2,1 ± 0,1	4,1 ± <0,1	13,9 ± 0,4	10,9 ± 0,1	
Nýrri fiskur						
Hakk	89,3 ± 0,8	1,4 ± <0,1	2,4 ± 0,1	8,4 ± 0,1	3,9 ± 0,1	
Prótein isolat	93,0 ± 0,1	0,3 ± <0,1	2,1 ± <0,1	4,2 ± <0,1	3,7 ± <0,1	
0%DH	85,3 ± 0,3	0,2 ± <0,1	1,8 ± <0,1	12,6 ± 0,1	10,4 ± <0,1	2,3 ± <0,1
2,5%DH	80,3 ± 0,3	0,2 ± <0,1	1,7 ± <0,1	17,2 ± 0,2	15,3 ± <0,1	2,4 ± <0,1
5%DH	80,0 ± 0,1	0,3 ± 0,1	2,2 ± 0,1	15,9 ± 0,3	14,4 ± 0,1	2,5 ± <0,1
10%DH	77,7 ± 2,2	0,3 ± 0,1	1,9 ± <0,1	19,3 ± <0,1	17,1 ± 0,1	2,6 ± <0,1
15%DH	73,7 ± 0,2	0,2 ± <0,1	2,1 ± <0,1	21,3 ± <0,1	18,9 ± <0,1	2,8 ± <0,1

3.2.2 Sýrustig (pH)

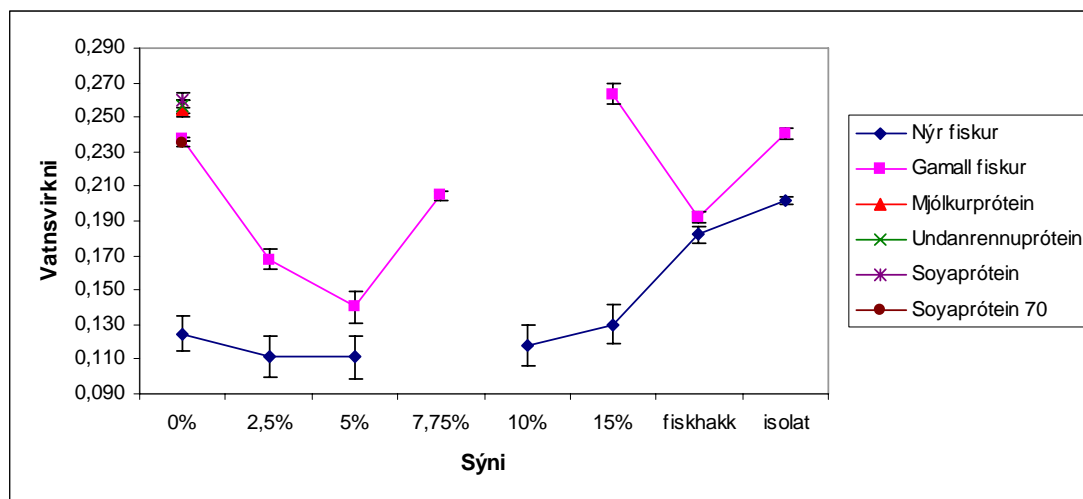


Mynd 6. Sýrustig vatnsheldnisýna, fyrir skilvindun, af kolmunna (mismikið hydrolyseraðra sýna, fiskhacks og prótein isolats) og viðmiðunarsýnum (mjólkurpróteins, undanrennupróteins og tveggja tegunda af soyapróteini).

Sýrustig í sýnum með íbættu próteini af gömlum og nýjum fiski er mjög svipað. Sýrustig í fiskhakk og isolati var ekki stillt fyrir frystingu sem veldur því að pH í hakkinu er lægra fyrir þau sýni. Sýrustig í frostþurrkuðu kolmunnahakki reynist vera um 6,9 sem er hefðbundið sýrustig. Viðmiðunarsýni hafa örlítið hærra sýrustig.

3.3 Dufteiginleikar

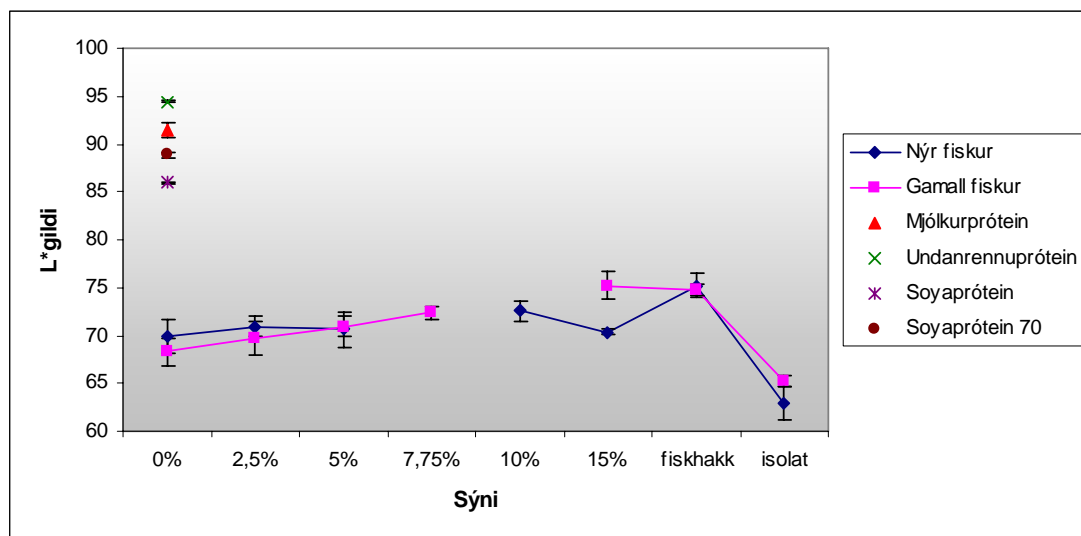
3.3.1 Vatnsvirkni



Mynd 7. Vatnsvirkni kolmunnasýna (mismikið hydrolyseraðra sýna, fiskhacks og prótein isolats) og viðmiðunarsýna (mjólkurpróteins, undanrennupróteins og tveggja tegunda af sojapróteini).

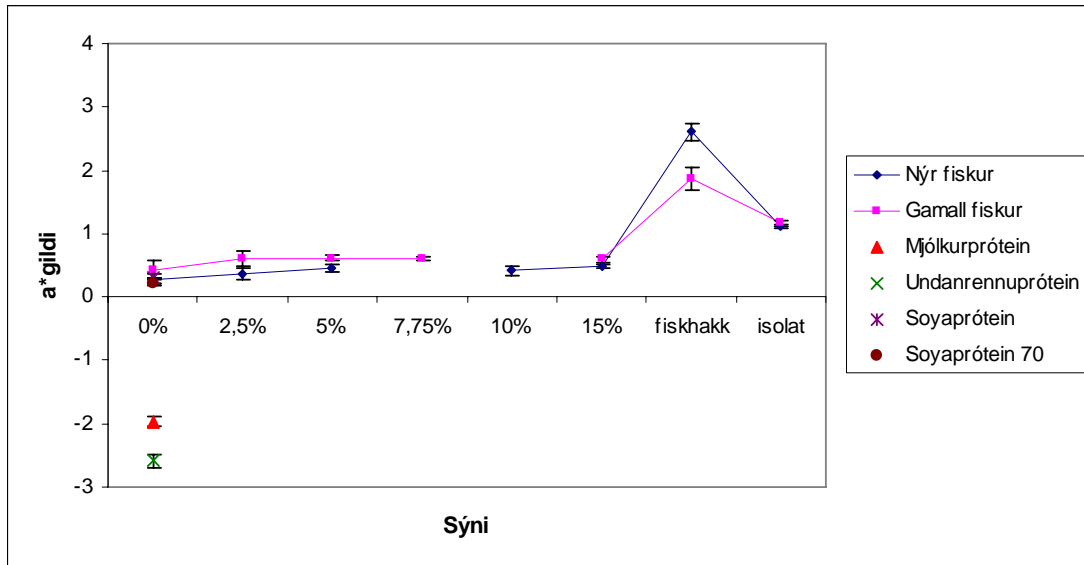
Vatnsvirkni sýnanna er nokkuð frábrugðin. Bæði hjá nýja og gamla fiskinum, hefur 5% hydrolyseraða sýnið lægstu vatnsvirknina. Meiri sveiflur koma fram í vatnsvirkni hjá eldri fiskinum. Þess ber að geta að próteinduftið er mjög þurr vara og dregur þar af leiðandi mjög auðveldlega í sig raka úr andrúmsloftinu. Ástæðan fyrir sveiflum í vatnsvirkni verður mjög líklega rakin til mismunandi geymslumáta á sýnunum. Öll viðmiðunarsýnin, 0% og 15% gamall fiskur, fiskhakk og isolat bæði nýja og gamla fisksins voru geymd í sýnatökuglössum en ekki í lofttæmdum umbúðum. Öll sýni nýja fisksins, fyrir utan fiskhakkið og isolatið, voru geymd í lofttæmdum umbúðum og hafa þar af leiðandi lægri vatnsvirkni. Auk þess voru sýnin þurrkuð í tveimur umferðum. Annars vegar í júní 2006 og hins vegar í október. Ekki var gætt nægjanlega vel að geymslu á eldri sýnum og gátu þau því hafa dregið í sig raka fyrir mælingu.

3.3.2 Litur



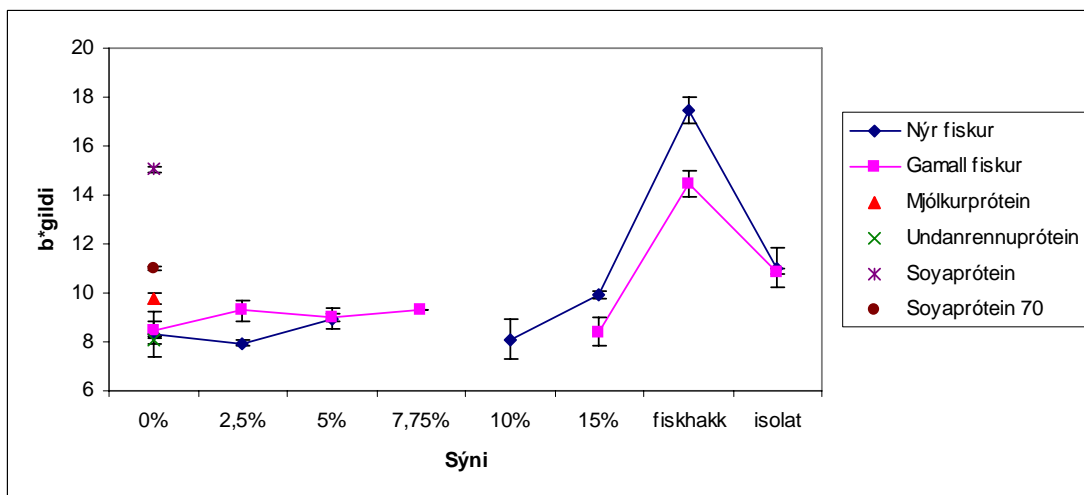
Mynd 8. L*gildi kolmunnasýna (mismikið hydrolyseraðra sýna, fiskhaks og prótein isolats) og viðmiðunarsýna (mjólkurpróteins, undanrennupróteins og tveggja tegunda af sojapróteini).

Af mynd 2 má sjá að L*gildi fyrir nýjan fisk og gamlan fisk eru mjög svipuð. L*gildi fyrir viðmiðunarsýnin (mjólkurprótein, undanrennuprótein og tvær gerðir af sojapróteini) eru hins vegar mun hærrí. L*gildið gefur upplýsingar um ljósleika sýnisins, þar sem L=0 þýðir svartur og L=100 þýðir hvítur. Því er ljóst að viðmiðunarsýnin eru mun hvítari en sýnin af nýja og gamla fiskinum. Munur á L*gildi hjá nýjum og gömlum fiski er mjög lítill. Þó er greinilegt að isolatið er dekkra en önnur sýni, sem kemur á óvart þar sem við einangrun próteina eru fjarlægð efni sem geta valdið lit í sýnum. Þetta þarf að kanna nánar í næstu rannsóknum.



Mynd 9. a*gildi kolmunnasýna (mismikið hydrolyseraðra sýna, fiskhacks og prótein isolats) og viðmiðunarsýna (mjólkurpróteins, undanrennuþróteins og tveggja tegunda af sojapróteini).

a*gildið gefur upplýsingar um grænan og rauðan lit. Ef gildi er neikvætt bendir það til þess að sýnið sé grænleitt en jákvætt gildi að sýni sé rauðleitt. Mjólkurprótein og undanrennuþrótein hafa örlítið grænan tón (neikvætt gildi) og eru frábrugðin öðrum sýnum að því leyti. Öll önnur sýni hafa örlítið rauðan tón, þeirra mest fiskhakk og isolat bæði nýja fisksins og gamla fisksins. Hér reynist hakk vera rauðleitara en isolat sem er í samræmi við það sem búist var við. Munur á a-gildi hjá nýjum og gömlum fiski er mjög lítil.

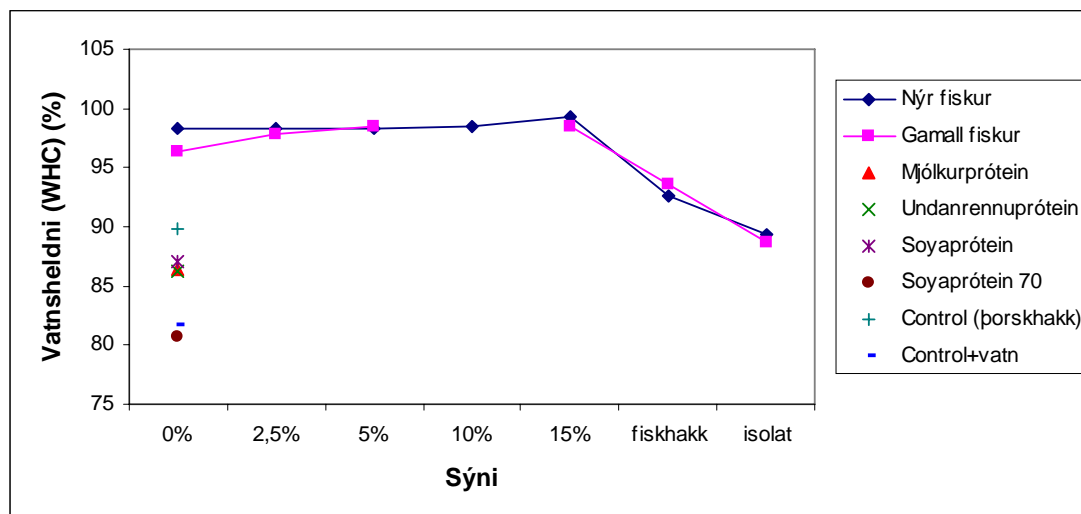


Mynd 10. b*gildi kolmunnasýna (mismikið hydrolyseraðra sýna, fiskhacks og prótein isolats) og viðmiðunarsýna (mjólkurpróteins, undanrennuþróteins og tveggja tegunda af sojapróteini).

b*gildið gefur upplýsingar um bláan (b<0) og gulan (b>0) lit. Öll sýnin mælast með jákvæða tölu og því er ekkert þeirra með bláan tón. Gulustu sýnin eru báðar gerðir sojapróteins, fiskhakk og prótein isolat, bæði nýja fisksins og gamla fisksins. Eins og hjá a-gildinu þá er isolat minna gult en hakkssýni.

3.4 Eðliseiginleikar

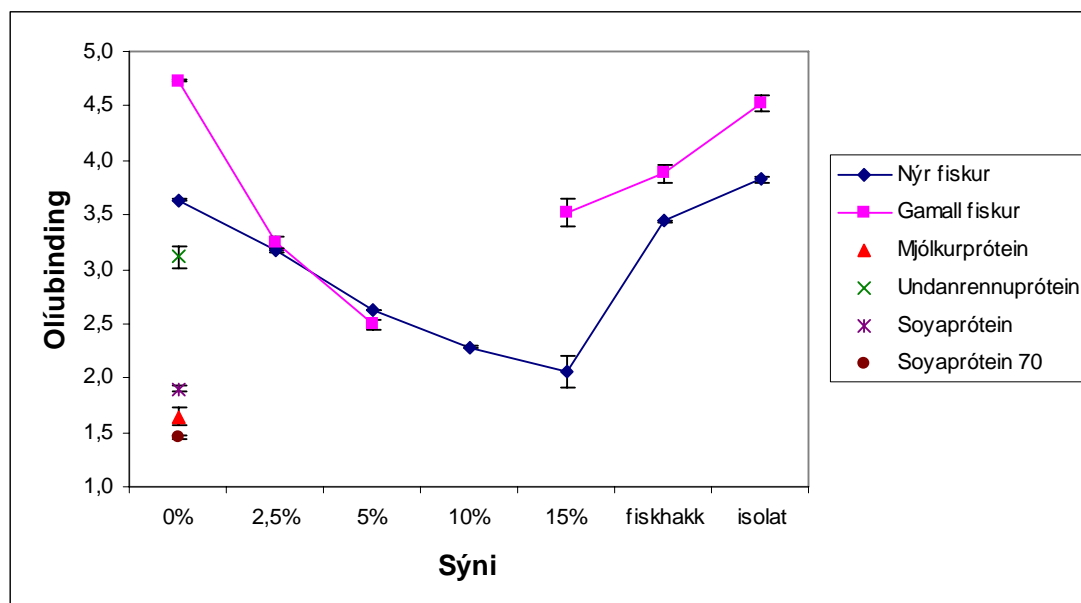
3.4.1 Vatnsheldni (Water holding capacity)



Mynd 11. Vatnsheldni kolmunnasýna (mismikið hydrolyseraðra sýna, fishakks og prótein isolats) og viðmiðunarsýna (mjólkurpróteins, undanrennuþróteins og tveggja tegunda af soyapróteini).

Á mynd 5 sést greinilega að vatnsheldni nýja og gamla fisksins er mjög svipuð. Viðmiðunarsýnin hafa lægri vatnsheldni en fisksýni. Þetta er að hluta rakið til lægra próteininnihalds í viðmiðunarsýnunum. Afar athyglisvert er að viðmiðunarsýnin (sýni með íbættu mjólkur-, undanrennu- eða soyapróteini) hafa öll lægri vatnsheldni en control sýni (sýni með þorskhakki, hvorki vatni né próteini bætt í). Þessi niðurstaða var ekki í samræmi við væntingar, þar sem önnur rannsókn sýndi aukna vatnsheldni við íbætingu próteins (Kristinsson og Rasco, 2000).

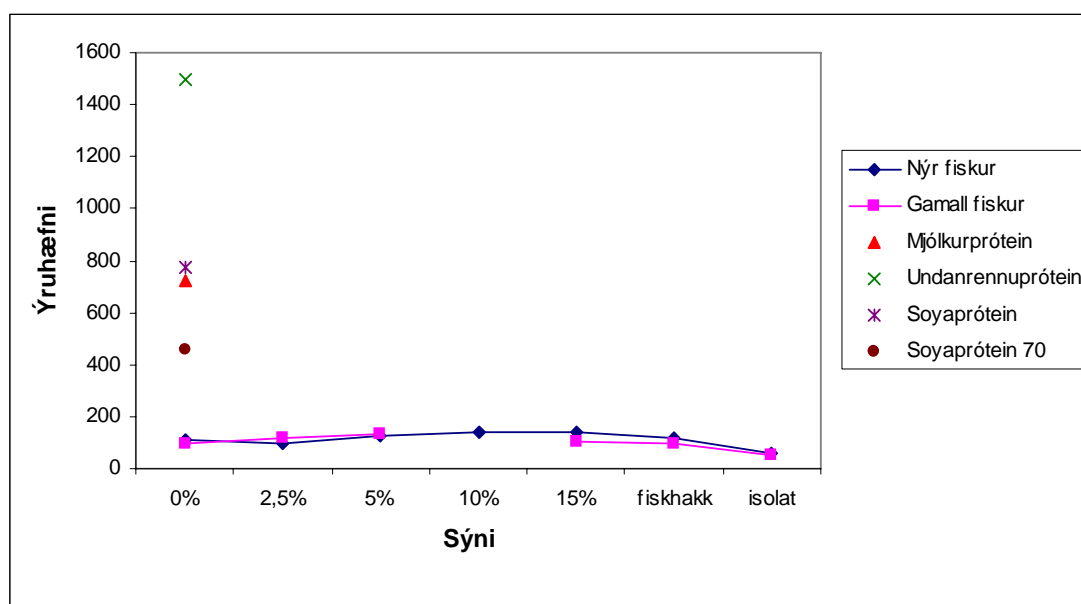
3.4.2 Olíubinding (oil binding capacity)



Mynd 12. Olíubinding kolmunnasýna (mismikið hydrolyseraðra sýna, fiskhacks og prótein isolats) og viðmiðunarsýna (mjólkurpróteins, undanrennuþróteins og tveggja tegunda af sojapróteini).

Á mynd 7 er augljóst að viðmiðunarsýni hafa mun lægri olíubindingu en kolmunnasýnin. Því er augljóst að fiskpróteinið hefur mun betri getu til að binda olíu en mjólkur- og sojapróteini sem hér voru til viðmiðunar. Einnig er ljóst að hydrolysering lækkar getu til olíubindingar, þar sem sýni án hydrolyseringar hafa meiri getu til olíubindingar en hydrolyseruðu sýnin.

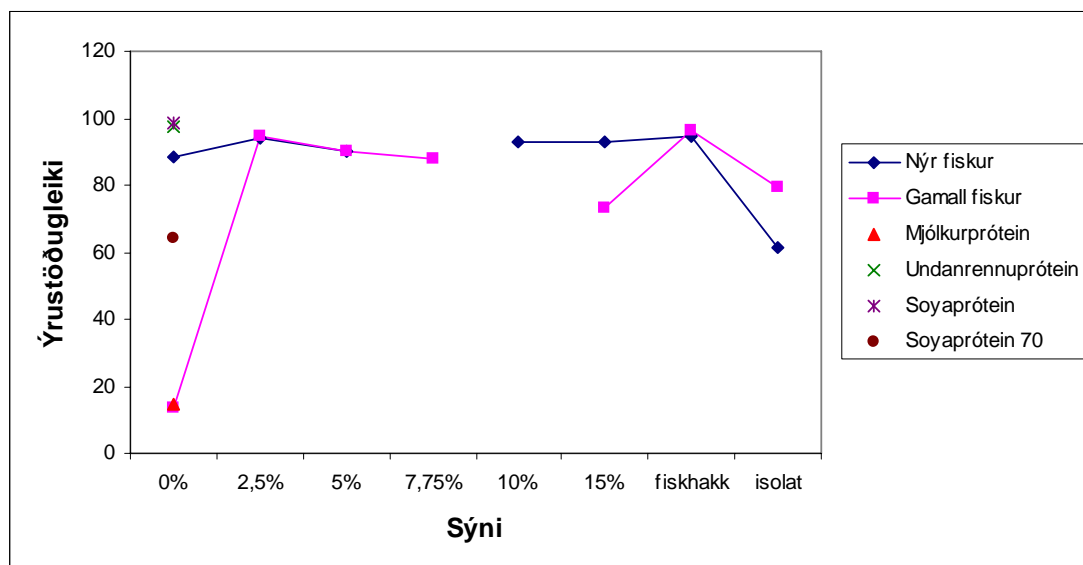
3.4.3 Ýruhæfni (emulsion capacity)



Mynd 13. Ýruhæfni kolmunnaþýna (mismikið hydrolyseraðra þýna, fiskhaks og prótein isolats) og viðmiðunarsýna (mjólkurpróteins, undanrennuþróteins og tveggja tegunda af soyapróteini).

Ýruhæfni fiskpróteinanna er nokkuð svipuð, eins og sést á mynd 8. Viðmiðunarsýnin hafa öll mun meiri hæfni til ýrumyndunar en fiskpróteinin, þeirra þó mest undanrennuþróteinið. Niðurstöður í ýruhæfni eru nokkuð misjafnar. Þekkt er að hitastig og flæðihraði olíu hafi töluverð áhrif á niðurstöður (Liang and Kristinsson, 2005). Ef niðurstöður fiskpróteinanna eru skoðaðar nákvæmlega, kemur í ljós að flæðihraðinn hefur töluverð áhrif á niðurstöðurnar hér.

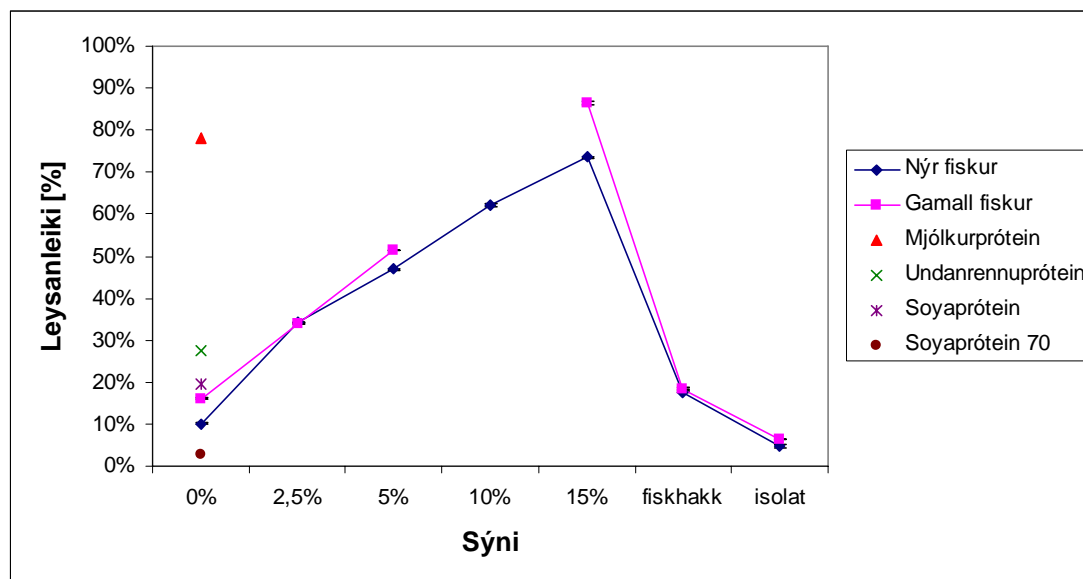
3.4.4 Ýrustöðugleiki (emulsion stability)



Mynd 14. Ýrustöðugleiki kolmunnasýna (mismikið hydrolyseraðra sýna, fiskhacks og prótein isolats) og viðmiðunarsýna (mjólkurpróteins, undanrennuþróteins og tveggja tegunda af sojapróteini).

Nokkur breytileiki kom fram í ýrustöðugleika sýnanna, bæði hjá kolmunnasýnunum og viðmiðunarsýnunum. Ýruhæfni fiskpróteinanna er nokkuð svipuð, eins og sést á mynd 8. Illa gekk að blanda sumum duftum saman við olíuna og eru því lagskipt þegar þeim er hellt í mæliglösín. Í fyrsta glasið hellist mest af froðunni og í síðasta glasinu verður mest af vatnsfasa, þar sem hann hefur setið eftir á botni plastbikarglassins.

3.4.5 Leysanleiki



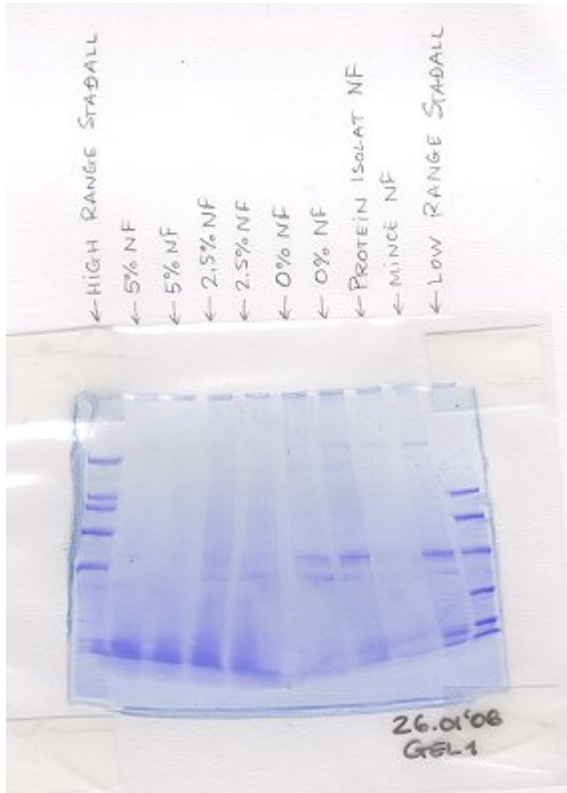
Mynd 15. Próteinleysanleiki kolmunnasýna (mismikið hydrolyseraðra sýna, fiskhakkis og prótein isolats) og viðmiðunarsýna (mjólkurpróteins, undanrennuþróteins og tveggja tegunda af soyapróteini).

Próteinleysanleiki eykst eftir því sem hýdrólýsustig eykst (mynd 15). Sýni úr nýrri og eldri fiski hegða sér mjög svipað. Athygli vekur að próteinleysanleiki viðmiðunarpróteina er lítil nema þá mjólkurpróteins.

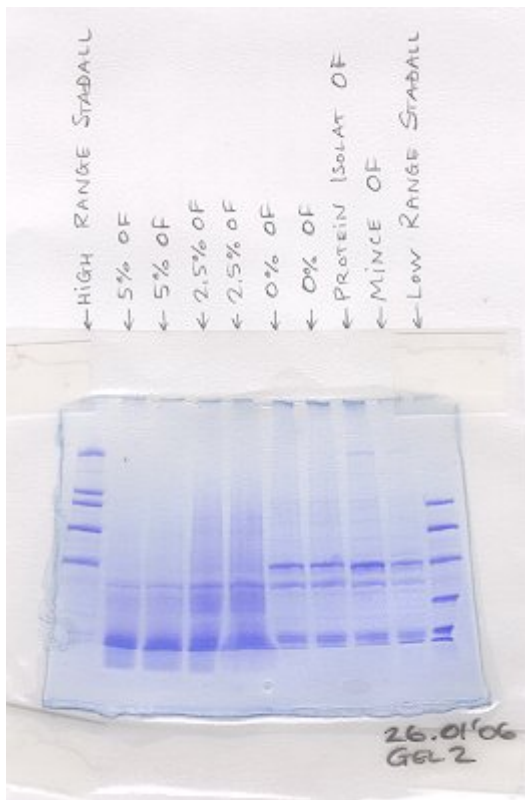
3.5 Rafdráttur

3.5.1 Próteinrafdráttur

Próteinrafdráttur af gömlum og nýjum fiski er mjög svipaður (myndir 16 & 17). Ekki verður vart að prótein falli út í t.d. gamla fiskinum, eins og hugsanlega hefði mátt búast við. Í bæði gamla og nýja fiskinum er mjög lítið magn af próteinum þyngri en 45kD. Örlítið greinist af myosíni í fiskhakk, prótein ísolati og 0% hydrolyseruðum massa. Gamli fiskurinn inniheldur eitthvað af próteini með mólþunga um 97kD, þar sem staðallinn phosphorylase er staðsettur. Sömu sýni innihalda greinilega prótein með mólþunga um 45kD, þar sem ovalbúmín er staðsett í staðlinum. Er það líklegast vöðvapróteinið aktín. Ekki kemur á óvart að hydrolyseruðu sýnin (2,5% og 5%) hafi ekki greinanlegt magn af þyngri próteinum en 45kD, þar sem próteinin eru að nokkru leyti niðurklippt. Þyngsta greinanlega próteinið hjá 2,5% og 5% hydrolyseruðum sýnum er á milli carbonic anhydrase (31kD) og ovalbumins (45kD) og það prótein er líklega trópónín (~37kD).



Mynd 16. SDS próteinrafdráttur. Línur 2 til 9 frostþurrkuð kolmunnaprótein úr nýrri fisk (NF), hakk (lína 9), isolat (lína 8), mismikið vatnsrofið (0-5%DH – línur 2-7). Lína 1 “high range” staðall (~200, 116, 97, 66 og 45 kDa), lína 10 “low range” staðall frá Bio-Rad (~97, 66, 45, 31, 22 og 14 kDa).



Mynd 17. SDS Próteinrafdráttur. Línur 2 til 9 frostþurrkuð kolmunnaprótein úr eldri fisk (OF), hakk (lína 9), isolat (lína 8), mismikið vatnsrofið (0-5%DH – línur 2-7). Lína 1 “high range” staðall (~200, 116, 97, 66 og 45 kDa), lína 10 “low range” staðall frá Bio-Rad (~97, 66, 45, 31, 22 og 14 kDa).

3.5.2 Peptíðrafdráttur

Peptíðrafdráttarsýni af gömlum og nýjum fiski eru nokkuð svipuð (mynd 18). Þó er erfitt að ákvarða nákvæmlega mólþunga próteinanna í sýnunum þar sem keyrslan tókst ekki nógu vel. Samt er greinilegt að lítill munur er á peptíðsýnum af gömlum og nýjum fiski. Til dæmis hafa 5% hydrolyseruðu sýnin sömu próteinin, próteinböndin eru daufari hjá 10% hydrolyseruðu sýnunum og því minna magn af próteinum. Hjá 15% hydrolyseruðu sýnunum er varla unnt að greina peptíðbönd og því greinilegt að töluvert niðurbrot hefur átt sér stað og peptíðin eru orðin mjög smá.



Mynd 18. Peptíðrafdráttur. Línur 4 til 9 frostþurrkuð kolmunnaprótein úr nýrri (NF) og eldri fisk (OF), mismikið vatnsrofið (5-15%). Línur 1 og 10 peptíðstaðall frá Bio-Rad (~27, 17, 14 og 7 Da). Lína 2 og 3 þorskprótein (sýni út ótengdu verkefni sem fengu að fljóta með á geli).

4 Ályktanir

Fiskpróteinin hafa mun meiri getu til að binda olíu en mjólkur- og sojapróteinin sem notuð voru til viðmiðunar. Hydrolysering minnkar jafnframt greinilega olíubindingu fiskpróteinanna.

Vandamál komu fram vegna þess hve hátt salt var í vatnsrofnum próteinum. Í framtíðarrannsóknum er því stefnt að því að nota ensím við vatnsrof sem eru virk við lægra sýrustig sem dregur úr notkun á sýru og basa sem veldur hinu háa saltinnihaldi.

Heimildir

Adler-Nissen J. (1986). *Enzymatic hydrolysis of Food Proteins*; Elsevier Applied Science Publishers. Barking, UK.

Beuchat, L. R. (1977). Functional and Electrophoretic Characteristics of Succinylated Peanut Flour Protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **25** (2), 258-261.

CIE. (1976). Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), CIE publication no. 15., Bureau Central de la CIE, Vienna, Austria.

Eide O, Borresen T, Strom T. (1982). Minced fish production from capelin (*Mallotus villosus*). A new method for gutting, skinning and removal of fat from small fatty fish species. *J Food Sci.* **47**, 347-9.

Kristinsson H.G and Rasco B. (2000). Biochemical and functional properties of atlantic salmon (*salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. *J. Agric. Food Chem.* **48** (3), 657-666.

Liang Y and Kristinsson H.G. (2005). Influence of pH-induced unfolding and refolding of egg albumen on its foaming properties. *J. Food Sci.* **70**, C222-C230.

Miller R, Groninger H.S. (1976). Functional properties of enzyme-modified acylated fish protein derivatives. *J. Food Sci.* **41**, 268-272.

Webb N.B, Ivey F.J., Craig H.B. (1970). The measurement of emulsifying capacity by electric resistance. *J. Food Sci.* **35**, 501-504.

Yasumatsu K., Sawada K., Moritaka S. (1972). Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agric. Biol. Chem.* **36** (5), 719-727.

VIÐAUKI

Efnasamsetning

Eldri fiskur

%DH	Fiskur	Mæling	Niðurstaða
0	OF	Aska	7,64
0	OF	Aska	7,71
2,5	OF	Aska	13,32
2,5	OF	Aska	13,14
10	OF	Aska	10,84
10	OF	Aska	10,94
5	OF	Aska	15,56
5	OF	Aska	15,56
15	OF	Aska	14,17
15	OF	Aska	13,68
Mince	OF	Aska	10,0
Mince	OF	Aska	9,3
PI	OF	Aska	5,16
PI	OF	Aska	4,8
0	OF	Fita	0,18
0	OF	Fita	0,16
2,5	OF	Fita	0,18
2,5	OF	Fita	0,16
10	OF	Fita	1,25
10	OF	Fita	1,17
5	OF	Fita	0,31
5	OF	Fita	0,23
15	OF	Fita	2,14
15	OF	Fita	2,07
Mince	OF	Fita	1,79
Mince	OF	Fita	1,34
PI	OF	Fita	0,47
PI	OF	Fita	0,45
0	OF	Prótein	86,64
0	OF	Prótein	86,69
2,5	OF	Prótein	81,04
2,5	OF	Prótein	81,25
10	OF	Prótein	81,16
10	OF	Prótein	81,01
5	OF	Prótein	77,91
5	OF	Prótein	78,05
15	OF	Prótein	77,41
15	OF	Prótein	77,32

%DH	Fiskur	Mæling	Niðurstaða
Mince	OF	Prótein	86,88
Mince	OF	Prótein	86,22
PI	OF	Prótein	90,68
PI	OF	Prótein	90,58
0	OF	Salt	5,3
0	OF	Salt	5,2
2,5	OF	Salt	11,68
2,5	OF	Salt	11,61
10	OF	Salt	8,19
10	OF	Salt	8,15
5	OF	Salt	13,88
5	OF	Salt	13,81
15	OF	Salt	10,81
15	OF	Salt	10,9
Mince	OF	Salt	3,64
Mince	OF	Salt	3,56
PI	OF	Salt	4,15
PI	OF	Salt	4,16
2,5	OF	Saltlaus aska	2,39
2,5	OF	Saltlaus aska	2,45
5	OF	Saltlaus aska	2,47
5	OF	Saltlaus aska	2,51
0	OF	Vatn	4,15
0	OF	Vatn	4,22
2,5	OF	Vatn	6,68
2,5	OF	Vatn	3,67
10	OF	Vatn	4,08
10	OF	Vatn	4,17
5	OF	Vatn	4,27
5	OF	Vatn	4,28
15	OF	Vatn	4,11
15	OF	Vatn	4,06
Mince	OF	Vatn	2,7
Mince	OF	Vatn	2,75
PI	OF	Vatn	2,21
PI	OF	Vatn	2,37

Nýrri fiskur

%DH	Fiskur	Mæling	Niðurstaða
0	NF	Aska	12,51
0	NF	Aska	12,63
2,5	NF	Aska	17,08
2,5	NF	Aska	17,41
5	NF	Aska	15,62
5	NF	Aska	16,1
10	NF	Aska	19,31
10	NF	Aska	19,37
15	NF	Aska	21,26
15	NF	Aska	21,26
Mince	NF	Aska	8,44
Mince	NF	Aska	8,35
PI	NF	Aska	4,18
PI	NF	Aska	4,22
0	NF	Fita	0,21
0	NF	Fita	0,26
2,5	NF	Fita	0,21
2,5	NF	Fita	0,23
5	NF	Fita	0,22
5	NF	Fita	0,35
10	NF	Fita	0,31
10	NF	Fita	0,23
15	NF	Fita	0,21
15	NF	Fita	0,18
Mince	NF	Fita	1,4
Mince	NF	Fita	1,4
PI	NF	Fita	0,29
PI	NF	Fita	0,31
0	NF	Prótein	85,07
0	NF	Prótein	85,52
2,5	NF	Prótein	80,05
2,5	NF	Prótein	80,5
5	NF	Prótein	80,1
5	NF	Prótein	79,97
10	NF	Prótein	79,26
10	NF	Prótein	76,17
15	NF	Prótein	73,54
15	NF	Prótein	73,77
Mince	NF	Prótein	89,85
Mince	NF	Prótein	88,74
PI	NF	Prótein	92,87
PI	NF	Prótein	93,08

%DH	Fiskur	Mæling	Niðurstaða
0	NF	Salt	10,41
0	NF	Salt	10,38
2,5	NF	Salt	15,26
2,5	NF	Salt	15,31
5	NF	Salt	14,4
5	NF	Salt	14,49
10	NF	Salt	17,12
10	NF	Salt	17,03
15	NF	Salt	18,95
15	NF	Salt	18,89
Mince	NF	Salt	3,87
Mince	NF	Salt	3,95
PI	NF	Salt	3,69
PI	NF	Salt	3,64
0	NF	Saltlaus aska	2,26
0	NF	Saltlaus aska	2,25
2,5	NF	Saltlaus aska	2,38
2,5	NF	Saltlaus aska	2,39
5	NF	Saltlaus aska	2,45
5	NF	Saltlaus aska	2,5
10	NF	Saltlaus aska	2,59
10	NF	Saltlaus aska	2,64
15	NF	Saltlaus aska	2,75
15	NF	Saltlaus aska	2,81
0	NF	Vatn	1,81
0	NF	Vatn	1,8
2,5	NF	Vatn	1,71
2,5	NF	Vatn	1,7
5	NF	Vatn	2,14
5	NF	Vatn	2,23
10	NF	Vatn	1,89
10	NF	Vatn	1,95
15	NF	Vatn	2,1
15	NF	Vatn	2,15
Mince	NF	Vatn	2,42
Mince	NF	Vatn	2,38
PI	NF	Vatn	2,06
PI	NF	Vatn	2,07

Vatnsvirkni

Nýrri fiskur

NF	<i>aw</i>	<i>meðaltal</i>	<i>staðalfrávik</i>	<i>hitastig (°C)</i>
0%	0,136	0,125	0,010	24,4
	0,122			24,2
	0,116			24,2
2,5%	0,125	0,112	0,012	24,4
	0,107			24,2
	0,103			24,2
5%	0,125	0,111	0,013	24,4
	0,108			24,2
	0,100			24,2
10%	0,131	0,118	0,012	24,4
	0,116			24,2
	0,108			24,2
15%	0,142	0,130	0,011	24,4
	0,128			24,2
	0,120			24,2
mince	0,186	0,182	0,005	24,4
	0,177			24,3
	0,184			24,2
isolat	0,204	0,202	0,002	24,2
	0,200			24,0
	0,201			24,0

Eldri fiskur

OF	<i>aw</i>	<i>meðaltal</i>	<i>staðalfrávik</i>	<i>hitastig (°C)</i>
0%	0,236	0,237	0,002	24,2
	0,237			24,0
	0,239			23,9
2,5%	0,174	0,168	0,006	24,4
	0,166			24,2
	0,163			24,2
5%	0,150	0,140	0,009	24,4
	0,137			24,2
	0,133			24,2
15%	0,257	0,263	0,006	24,2
	0,264			24,0
	0,269			24,0
mince	0,196	0,192	0,004	24,2
	0,192			24,0
	0,189			24,0
isolat	0,238	0,241	0,003	24,2
	0,240			24,0
	0,244			24,0

Viðmiðunarsýni

	<i>aw</i>	<i>meðaltal</i>	<i>staðalfrávik</i>	<i>hitastig (°C)</i>
Mjólkur- duft	0,252	0,256	0,004	24,2
	0,257			24,0
	0,260			24,0
Undan- rennuduft	0,234	0,235	0,002	24,2
	0,237			24,0
	0,233			24,0
Soja	0,259	0,265	0,006	24,2
	0,266			24,0
	0,270			24,0
soja 70	0,272	0,280	0,007	24,2
	0,282			24,0
	0,285			23,9

Litur Nýrri fiskur

	<i>L</i>	<i>meðaltal L</i>	<i>staðalfrávik L</i>	<i>a</i>	<i>meðaltal a</i>	<i>staðalfrávik a</i>	<i>b</i>	<i>meðaltal b</i>	<i>staðalfrávik b</i>
0%	71,15 67,90 70,81	69,95	1,79	0,22 0,39 0,24	0,28	0,09	9,08 7,28 8,49	8,28	0,92
2,5%	70,15 72,21 70,48	70,95	1,11	0,33 0,30 0,47	0,37	0,09	7,90 8,07 7,89	7,95	0,10
5%	72,55 68,91 70,40	70,62	1,83	0,41 0,54 0,42	0,46	0,07	8,50 9,35 8,96	8,94	0,43
10%	72,75 71,30 73,53	72,53	1,13	0,39 0,49 0,35	0,41	0,07	8,29 8,82 7,22	8,11	0,82
15%	70,53 70,49 70,09	70,37	0,24	0,46 0,53 0,49	0,49	0,04	9,99 10,00 9,72	9,90	0,16
mince	76,05 75,77 73,76	75,19	1,25	2,62 2,73 2,46	2,60	0,14	17,48 17,99 16,95	17,47	0,52
isolat	61,18 62,94 64,58	62,90	1,70	1,16 1,11 1,08	1,12	0,04	10,46 10,62 11,94	11,01	0,81

Eldri fiskur

	<i>L</i>	<i>meðaltal L</i>	<i>staðalfrávik L</i>	<i>a</i>	<i>meðaltal a</i>	<i>staðalfrávik a</i>	<i>b</i>	<i>meðaltal b</i>	<i>staðalfrávik b</i>
0%	66,72 68,59 69,61	68,31	1,47	0,31 0,57 0,42	0,43	0,13	8,14 8,72 8,64	8,50	0,31
2,5%	71,63 68,63 68,76	69,67	1,70	0,48 0,68 0,65	0,60	0,11	8,85 9,64 9,36	9,28	0,40
5%	72,15 70,48 70,24	70,96	1,04	0,63 0,56 0,64	0,61	0,04	8,87 9,01 9,16	9,01	0,15
15%	76,84 75,03 73,80	75,22	1,53	0,64 0,54 0,60	0,59	0,05	7,96 8,19 9,07	8,41	0,59
mince	75,44 74,30 74,49	74,74	0,61	1,92 1,67 2,00	1,86	0,17	14,55 13,84 14,89	14,43	0,54
isolat	65,81 64,60 65,46	65,29	0,62	1,12 1,22 1,17	1,17	0,05	10,79 11,01 10,82	10,87	0,12

Viðmiðunarsýni

	<i>L</i>	<i>meðaltal L</i>	<i>staðalfrávik L</i>	<i>a</i>	<i>meðaltal a</i>	<i>staðalfrávik a</i>	<i>b</i>	<i>meðaltal b</i>	<i>staðalfrávik b</i>
Mjólkur- duft	92,28 91,05 90,99	91,44	0,73	-2,03 -1,89 -2,00	-1,97	0,07	9,92 9,50 9,88	9,77	0,23
Undan- rennu- duft	94,56 94,40 94,41	94,46	0,09	-2,70 -2,50 -2,58	-2,59	0,10	8,27 8,03 8,00	8,10	0,15
soja	86,11 85,95 85,94	86,00	0,10	0,30 0,29 0,29	0,29	0,01	14,98 15,18 15,03	15,06	0,10
soja 70	89,09 88,65 88,79	88,84	0,22	0,20 0,19 0,22	0,20	0,02	11,07 10,97 10,96	11,00	0,06

Vatnsheldni

0% NF	Tube	Tube+sample	after centrifug				Byngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,5794	16,6626	2,0832	16,6327	2,0533	0,0299	1,4353	98,2603	82,5
2	14,6703	16,7113	2,0410	16,6842	2,0139	0,0271	1,3278	98,3906	82,5
3	14,5470	16,5273	1,9803	16,4965	1,9495	0,0308	1,5553	98,1148	82,5
4	14,8806	16,9550	2,0744	16,9245	2,0439	0,0305	1,4703	98,2178	82,5
0% NF							meðaltal	1,4472	98,2458
							st.frv.	0,0942	0,1142
							%	6,5099	0,1162
							n	4,0000	4,0000
2,5% NF	Tube	Tube+sample	after centrifug				Byngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,5603	16,5192	1,9589	16,4949	1,9346	0,0243	1,2405	98,4964	82,5
2	14,7217	16,6906	1,9689	16,6653	1,9436	0,0253	1,2850	98,4424	82,5
3	14,6147	16,6136	1,9989	16,5866	1,9719	0,0270	1,3507	98,3627	82,5
4	14,6884	16,7401	2,0517	16,7076	2,0192	0,0325	1,5841	98,0799	82,5
2,5% NF							meðaltal	1,3651	98,3454
							st.frv.	0,1529	0,1853
							%	11,1975	0,1884
							n	4,0000	4,0000
5% NF	Tube	Tube+sample	after centrifug				Byngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,5571	16,5793	2,0222	16,5385	1,9814	0,0408	2,0176	97,5544	82,5
2	14,6307	16,6551	2,0244	16,6310	2,0003	0,0241	1,1905	98,5570	82,5
3	14,6829	16,7264	2,0435	16,7068	2,0239	0,0196	0,9591	98,8374	82,5
4	14,6434	16,6107	1,9673	16,5838	1,9404	0,0269	1,3674	98,3426	82,5
5% NF							meðaltal	1,3836	98,3229
							st.frv.	0,4545	0,5509
							%	32,8475	0,5603
							n	4,0000	4,0000
10% NF	Tube	Tube+sample	after centrifug				Byngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,6167	16,6126	1,9959	16,5909	1,9742	0,0217	1,0872	98,6805	82,4
2	14,5995	16,5673	1,9678	16,5443	1,9448	0,0230	1,1688	98,5815	82,4
3	14,5136	16,5063	1,9927	16,4850	1,9714	0,0213	1,0689	98,7028	82,4
4	14,5799	16,6234	2,0435	16,5943	2,0144	0,0291	1,4240	98,2718	82,4
10% NF							meðaltal	1,1872	98,5592
							st.frv.	0,1637	0,1987
							%	13,7900	0,2016
							n	4,0000	4,0000
15% NF	Tube	Tube+sample	after centrifug				Byngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,6105	16,6346	2,0241	16,6068	1,9963	0,0278	1,3734	98,3312	82,3
2	14,5903	16,6573	2,0670	16,6378	2,0475	0,0195	0,9434	98,8537	82,3
3	14,6318	16,7124	2,0806	16,6938	2,0620	0,0186	0,8940	98,9138	82,3
4	14,5973	16,6210	2,0237	16,6349	2,0376	-0,0139	-0,6869	100,8346	82,3
15% NF							meðaltal	0,6310	99,2333
							st.frv.	0,9046	1,0991
							%	143,3572	1,1076
							n	4,0000	4,0000

Vatnsheldni frh.

mince NF		Tube	Tube+sample	after centrifug			Byngdartap	0,0000		
				Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)	(%)	WHC (%)		
1		14,5265	16,5014	1,9749	16,3934	1,8669	0,1080	5,4686	93,3794	82,6
2		15,0573	17,0699	2,0126	16,9511	1,8938	0,1188	5,9028	92,8537	82,6
3		14,5593	16,5068	1,9475	16,3674	1,8081	0,1394	7,1579	91,3343	82,6
4		15,0853	17,0338	1,9485	16,9201	1,8348	0,1137	5,8353	92,9355	82,6
mince NF							meðaltal	6,0911	92,6257	
							st.frv.	0,7363	0,8914	
							%	12,0881	0,9624	
							n	4,0000	4,0000	
isolat NF		Tube	Tube+sample	after centrifug			Byngdartap	WHC (%)	vatn(%)	
				Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)	(%)			
1		14,9620	16,9312	1,9692	16,7682	1,8062	0,1630	8,2775	89,9788	82,6
2		14,4878	16,4517	1,9639	16,2731	1,7853	0,1786	9,0941	88,9901	82,6
3		14,5930	16,5789	1,9859	16,3972	1,8042	0,1817	9,1495	88,9231	82,6
4		14,7246	16,7178	1,9932	16,5458	1,8212	0,1720	8,6293	89,5529	82,6
isolat NF							meðaltal	8,7876	89,3612	
							st.frv.	0,4124	0,4993	
							%	4,6930	0,5587	
							n	4,0000	4,0000	
0% OF		Tube	Tube+sample	after centrifug			Byngdartap	0,0000		
				Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)	(%)	WHC (%)		
1		14,7097	16,7572	2,0475	16,6776	1,9679	0,0796	3,8877	95,2877	82,5
2		14,5481	16,5310	1,9829	16,4733	1,9252	0,0577	2,9099	96,4729	82,5
3		14,6432	16,7681	2,1249	16,7099	2,0667	0,0582	2,7390	96,6801	82,5
4		14,5374	16,6585	2,1211	16,6009	2,0635	0,0576	2,7156	96,7084	82,5
0% OF							meðaltal	3,0630	96,2873	
							st.frv.	0,5565	0,6746	
							%	18,1699	0,7006	
							n	4,0000	4,0000	
2,5% OF		Tube	Tube+sample	after centrifug			Byngdartap	WHC (%)	vatn(%)	
				Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)	(%)			
1		14,6476	16,6643	2,0167	16,6197	1,9721	0,0446	2,2115	97,3226	82,6
2		14,5499	16,6049	2,0550	16,5682	2,0183	0,0367	1,7859	97,8379	82,6
3		14,6032	16,6529	2,0497	16,6213	2,0181	0,0316	1,5417	98,1335	82,6
4		14,6039	16,6342	2,0303	16,6019	1,9980	0,0323	1,5909	98,0740	82,6
2,5% OF							meðaltal	1,7825	97,8420	
							st.frv.	0,3048	0,3691	
							%	17,1018	0,3772	
							n	4,0000	4,0000	
5% OF		Tube	Tube+sample	after centrifug			Byngdartap	0,0000		
				Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)	(%)	WHC (%)		
1		14,5909	16,6953	2,1044	16,6693	2,0784	0,0260	1,2355	98,5042	82,6
2		14,6486	16,6194	1,9708	16,5900	1,9414	0,0294	1,4918	98,1940	82,6
3		14,5097	16,5124	2,0027	16,4919	1,9822	0,0205	1,0236	98,7608	82,6
4		14,7148	16,6964	1,9816	16,6717	1,9569	0,0247	1,2465	98,4910	82,6
5% OF							meðaltal	1,2493	98,4875	
							st.frv.	0,1914	0,2317	
							%	15,3218	0,2353	
							n	4,0000	4,0000	
15% OF		Tube	Tube+sample	after centrifug			Byngdartap	0,0000		
				Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)	(%)	WHC (%)		
1		14,5774	16,6645	2,0871	16,6424	2,0650	0,0221	1,0589	98,7196	82,7
2		14,5902	16,6189	2,0287	16,5925	2,0023	0,0264	1,3013	98,4264	82,7
3		14,5732	16,6420	2,0688	16,6219	2,0487	0,0201	0,9716	98,8252	82,7
4		14,4529	16,5546	2,1017	16,5233	2,0704	0,0313	1,4893	98,1992	82,7

Vatnsheldni, frh.

15% OF

meðaltal	1,2053	98,5426
st.frv.	0,2352	0,2844
%	19,5124	0,2886
n	4,0000	4,0000

mince OF	Tube	Tube+sample	after centrifug				Pyngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,5495	16,6951	2,1456	16,5624	2,0129	0,1327	6,1848	92,4942	82,4
2	14,5923	16,6981	2,1058	16,6109	2,0186	0,0872	4,1409	94,9746	82,4
3	14,5168	16,5899	2,0731	16,4571	1,9403	0,1328	6,4059	92,2259	82,4
4	14,5561	16,5507	1,9946	16,4637	1,9076	0,0870	4,3618	94,7066	82,4
mince OF						meðaltal	5,2733	93,6003	
						st.frv.	1,1869	1,4405	
						%	22,5085	1,5390	
						n	4,0000	4,0000	

isolat OF	Tube	Tube+sample	after centrifug				Pyngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,6286	16,6331	2,0045	16,4082	1,7796	0,2249	11,2198	86,4496	82,8
2	15,0826	17,0271	1,9445	16,8406	1,7580	0,1865	9,5912	88,4165	82,8
3	14,6257	16,5739	1,9482	16,4086	1,7829	0,1653	8,4848	89,7527	82,8
4	14,6073	16,5424	1,9351	16,3841	1,7768	0,1583	8,1805	90,1202	82,8
isolat OF						meðaltal	9,3690	88,6847	
						st.frv.	1,3747	1,6602	
						%	14,6725	1,8721	
						n	4,0000	4,0000	

mjólk	Tube	Tube+sample	after centrifug				Pyngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,5901	16,7240	2,1339	16,4713	1,8812	0,2527	11,8422	85,7151	82,9
2	14,6285	16,7040	2,0755	16,4480	1,8195	0,2560	12,3344	85,1214	82,9
3	14,6155	16,6831	2,0676	16,4685	1,8530	0,2146	10,3792	87,4799	82,9
4	14,6409	16,7824	2,1415	16,5583	1,9174	0,2241	10,4646	87,3768	82,9
mjólk						meðaltal	11,2551	86,4233	
						st.frv.	0,9835	1,1863	
						%	8,7379	1,3727	
						n	4,0000	4,0000	

undanrenna	Tube	Tube+sample	after centrifug				Pyngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,6021	16,6277	2,0256	16,3743	1,7722	0,2534	12,5099	84,8181	82,4
2	14,5565	16,6234	2,0669	16,3653	1,8088	0,2581	12,4873	84,8455	82,4
3	14,6821	16,6505	1,9684	16,4744	1,7923	0,1761	8,9464	89,1428	82,4
4	14,5702	16,6034	2,0332	16,3770	1,8068	0,2264	11,1352	86,4865	82,4
undanrenna						meðaltal	11,2697	86,3232	
						st.frv.	1,6770	2,0352	
						%	14,8803	2,3576	
						n	4,0000	4,0000	

soja	Tube	Tube+sample	after centrifug				Pyngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,4523	16,4319	1,9796	16,2656	1,8133	0,1663	8,4007	89,8787	83
2	14,6462	16,6060	1,9598	16,3536	1,7074	0,2524	12,8789	84,4833	83
3	14,5319	16,5219	1,9900	16,2889	1,7570	0,2330	11,7085	85,8933	83
4	14,5498	16,6204	2,0706	16,4169	1,8671	0,2035	9,8281	88,1590	83
soja						meðaltal	10,7040	87,1036	
						st.frv.	1,9842	2,3907	
						%	18,5373	2,7446	
						n	4,0000	4,0000	

Vatnsheldni frh.

soja 70	Tube	Tube+sample	after centrifug				Byngdartap (%)	WHC (%)	0,0000
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	14,5990	16,6968	2,0978	16,3551	1,7561	0,3417	16,2885	80,4694	83,4
2	14,5852	16,5970	2,0118	16,2932	1,7080	0,3038	15,1009	81,8934	83,4
3	14,4678	16,6364	2,1686	16,2093	1,7415	0,4271	19,6947	76,3852	83,4
4	14,5231	16,6806	2,1575	16,3986	1,8755	0,2820	13,0707	84,3277	83,4
soja 70							meðaltal	16,0387	80,7689
							st.frv.	2,7759	3,3285
							%	17,3078	4,1210
							n	4,0000	4,0000

Control (þorskhakk)	Tube	Tube+sample	after centrifug				Byngdartap (%)	WHC (%)	vatn(%)
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	15,9628	17,9320	1,9692	17,7646	1,8018	0,1674	8,5009	89,6583	82,2
2	15,6970	17,6604	1,9634	17,4817	1,7847	0,1787	9,1016	88,9275	82,2
3	14,7474	16,8176	2,0702	16,6365	1,8891	0,1811	8,7479	89,3577	82,2
4	14,5431	16,5686	2,0255	16,4243	1,8812	0,1443	7,1242	91,3331	82,2
Control (þorskhakk)							meðaltal	8,3686	89,8192
							st.frv.	0,8655	1,0529
							%	10,3421	1,1723
							n	4,0000	4,0000

Control+vatn	Tube	Tube+sample	after centrifug				Byngdartap (%)	WHC (%)	0,0000
			Sýni fyrir	Sýni eftir	d(sýni)				
1	15,8439	17,8292	1,9853	17,4710	1,6271	0,3582	18,0426	78,8481	85,3
2	14,9973	16,9864	1,9891	16,6724	1,6751	0,3140	15,7860	81,4935	85,3
3	15,7532	17,7601	2,0069	17,5317	1,7785	0,2284	11,3807	86,6580	85,3
4	15,0911	17,1192	2,0281	16,7711	1,6800	0,3481	17,1638	79,8783	85,3
Control+vatn							meðaltal	15,5933	81,7195
							st.frv.	2,9580	3,4677
control+vatn hét null í mælingum efnastofu							%	18,9694	4,2434
							n	4	4

Olíubinding (Oil binding capacity; OBC)

Eldri fiskur

	<i>duft</i> (g)	<i>salt</i> (g)	<i>prótein</i> (tugabrot)	<i>prótein</i> (g)	<i>olíá inn</i> (g)	<i>olíá hellt</i> <i>af</i> (g)	OBC (g olía/g prótein)	<i>OBC</i> <i>Meðaltal</i>	<i>Staðal-</i> <i>frávik</i>
0%	5,77	0,85	0,732	4,224	20,0	0,00	4,74	4,73	0,00
	5,77	0,85	0,732	4,224	20,0	0,00	4,73		
2,5%	6,16	0,51	0,735	4,528	20,0	5,48	3,21	3,24	0,05
	6,16	0,51	0,735	4,528	20,0	5,15	3,28		
5%	6,41	0,39	0,724	4,641	20,0	8,56	2,46	2,49	0,04
	6,41	0,39	0,724	4,641	20,0	8,33	2,52		
15%	6,46	0,59	0,695	4,490	20,0	4,56	3,43	3,52	0,12
	6,46	0,59	0,695	4,490	20,0	3,79	3,61		
mince	5,76	0,94	0,720	4,147	20,0	4,15	3,82	3,88	0,08
	5,76	0,94	0,720	4,147	20,0	3,68	3,93		
isolat	5,52	0,88	0,757	4,179	20,0	0,90	4,57	4,52	0,07
	5,52	0,87	0,757	4,179	20,0	1,30	4,47		

Nýr fiskur

	<i>Duft</i> (g)	<i>Salt</i> (g)	<i>Prótein</i> (tugabrot)	<i>Prótein</i> (g)	<i>olíá inn</i> (g)	<i>olíá hellt</i> <i>af</i> (g)	OBC (g olía/g prótein)	<i>OBC</i> <i>Meðaltal</i>	<i>Staðal-</i> <i>frávik</i>
0%	5,86	0,56	0,762	4,465	20,0	3,84	3,63	3,64	0,01
	5,87	0,57	0,762	4,473	20,0	3,69	3,65		
2,5%	6,23	0,29	0,758	4,722	20,0	5,02	3,17	3,17	0,00
	6,23	0,29	0,758	4,722	20,0	5,06	3,16		
5%	6,25	0,35	0,748	4,675	20,0	7,77	2,62	2,62	0,00
	6,25	0,35	0,748	4,675	20,0	7,75	2,62		
10%	6,56	0,19	0,735	4,822	20,0	8,95	2,29	2,29	0,00
	6,56	0,19	0,735	4,822	20,0	8,98	2,29		
15%	6,79	0,07	0,727	4,936	20,0	10,33	1,96	2,06	0,14
	6,79	0,07	0,727	4,936	20,0	9,35	2,16		
mince	5,6	0,9	0,743	4,161	20,0	5,72	3,43	3,44	0,02
	5,6	0,9	0,743	4,161	20,0	5,64	3,45		
isolat	5,38	0,88	0,773	4,159	20,0	4,00	3,85	3,83	0,03
	5,38	0,88	0,773	4,159	20,0	4,14	3,81		

Viðmiðunarsýni

	<i>duft</i> (g)	<i>salt</i> (g)	<i>prótein</i> (tugabrot)	<i>prótein</i> (g)	<i>olíá inn</i> (g)	<i>olíá hellt</i> <i>af</i> (g)	OBC (g olía/g prótein)	<i>OBC</i> <i>Meðaltal</i>	<i>Staðal-</i> <i>frávik</i>
Mjólk- urduft	5	0	0,876	4,382	20,0	13,04	1,59	1,65	0,09
	5		0,876	4,382	20,0	12,51	1,71		
Undan rennud	5	0	0,358	1,790	20,0	14,29	3,19	3,11	0,11
	5	0	0,358	1,790	20,0	14,57	3,03		
soja	5	0	0,651	3,254	20,0	13,74	1,92	1,90	0,03
	5		0,651	3,254	20,0	13,89	1,88		
soja 70	5	0	0,639	3,193	20,0	15,28	1,48	1,46	0,02
	5		0,639	3,193	20,0	15,40	1,45		

Ýruháefni (Emulsion capacity; EC)

Nýrri fiskur	Duft (g)	Salt (g)	Prótein (tugabrot)	Prótein (g)	Massi fyrir (g)	Massi eftir (g)	EC (mL olía/g prótein)	EC Meðaltal	EC staðalfrávik
0%	1,17	0,11	0,762	4,465	100,3	557,48	112,36	110,76	2,25
	1,17	0,11	0,762	4,473	100,1	545,03	109,17		
2,5%	1,26	0,06	0,758	4,722	100,4	504,39	93,90	92,74	1,64
	1,26	0,06	0,758	4,722	100,1	494,23	91,59		
5%	1,25	0,07	0,748	4,675	100,2	642,39	127,28	125,51	2,50
	1,25	0,08	0,748	4,675	100,4	627,49	123,75		
10%	1,31	0,04	0,735	4,822	100,5	735,07	144,44	139,57	6,88
	1,31	0,04	0,735	4,822	100,3	692,12	134,70		
10% endurtekið	1,31	0,04	0,735	4,822	99,7	668,02	129,36	127,10	3,20
	1,31	0,04	0,735	4,822	99,2	647,68	124,83		
15%	1,36	0,01	0,727	4,936	100,4	726,48	139,20	139,25	0,08
	1,36	0,01	0,727	4,936	100,1	726,68	139,31		
mince	1,12	0,18	0,743	4,161	100,3	552,22	119,20	117,75	2,06
	1,12	0,18	0,743	4,161	100,2	541,14	116,29		
isolat	1,08	0,18	0,773	4,159	100,3	322,96	58,76	56,52	3,17
	1,08	0,18	0,773	4,159	100,3	305,98	54,28		

Eldri fiskur	Duft (g)	Salt (g)	Prótein (tugabrot)	Prótein (g)	massi fyrir (g)	massi eftir (g)	EC (mL olía/g prótein)	EC meðaltal	EC staðalfrávik
0%	1,15	0,17	0,732	4,224	100,7	480,69	98,73	97,84	1,25
	1,15	0,17	0,732	4,224	101,0	474,14	96,96		
2,5%	1,23	0,10	0,735	4,528	99,7	598,09	120,80	121,03	0,32
	1,23	0,10	0,735	4,528	99,5	654,69	134,58		
	1,23	0,10	0,735	4,528	99,8	600,05	121,26		
5%	1,28	0,08	0,724	4,641	100,4	645,47	128,89	132,44	5,02
	1,28	0,09	0,724	4,641	100,4	675,49	135,99		
15%	1,29	0,12	0,695	4,490	100,8	483,96	93,67	100,75	10,02
	1,29	0,12	0,695	4,490	100,8	541,96	107,83		
mince	1,15	0,19	0,720	4,147	100,3	435,99	88,83	93,07	6,00
	1,15	0,19	0,720	4,147	100,0	467,77	97,32		
isolat	1,10	0,18	0,757	4,179	100,3	291,65	50,26	52,58	3,29
	1,10	0,17	0,757	4,179	100,2	309,33	54,91		

Viðmiðunar-sýni	Duft (g)	Salt (g)	Prótein (tugabrot)	Prótein (g)	massi fyrir (g)	massi eftir (g)	EC (mL olía/g prótein)	EC meðaltal	EC staðalfrávik
Mjólkurduft	1	0	0,876	0,876	99,5	656,6	697,6	697,4	0,3
	1	0	0,876	0,876	99,2	656,0	697,2		
Undan rennud	1	0	0,358	0,358	100,0	492,1	1202,4	1162,9	55,9
	1	0	0,358	0,358	99,7	466,1	1123,4		
soja	1	0	0,651	0,651	100,4	531,8	727,6	771,5	62,2
	1	0	0,651	0,651	100,2	583,8	815,5		
soja 70	1	0	0,639	0,639	100,2	362,8	451,4	458,0	9,4
	1	0	0,639	0,639	100,5	370,9	464,7		

Ýrustöðugleiki (Emulsion stability; ES)

Nýrri	Duft (g)	Salt (g)	Prótein (%)	Prótein (g)	heildarV (mL)	Vatnsfasi (mL)	ES	ES Meðaltal	ES staðalfrávik
0%	1,17	0,11	0,762	4,465	50,0	5,0	90,00	88,57	2,47
			0,762	4,473	35,0	5,0	85,71		
2,5%	1,25	0,06	0,758	4,722	45,0	2,5	94,44	94,32	0,39
			0,758	4,722	46,5	2,5	94,62		
5%	1,25	0,07	0,748	4,675	49,0	5,5	88,78	89,93	1,11
			0,748	4,675	50,0	4,5	91,00		
10%	1,31	0,04	0,735	4,822	45,0	3,5	92,22	92,99	0,76
			0,735	4,822	48,0	3,0	93,75		
15%	1,36	0,01	0,727	4,936	47,0	3,0	93,62	93,07	1,07
			0,727	4,936	48,0	3,0	93,75		
mince	1,12	0,18	0,743	4,161	48,5	2,5	94,85	94,52	0,28
			0,743	4,161	49,0	2,8	94,39		
isolat	1,08	0,18	0,773	4,159	49,5	20,0	59,60	61,48	5,67
			0,773	4,159	49,0	15,8	67,86		

Eldri	Duft (g)	Salt (g)	Prótein (%)	Prótein (g)	heildarV (mL)	Vatnsfasi (mL)	ES	ES meðaltal	ES staðalfrávik
0%	1,15	0,17	0,732	4,224	50,0	45,5	9,00	13,38	3,82
			0,732	4,224	50,0	42,0	16,00		
2,5%	1,23	0,10	0,735	4,528	44,5	3,0	93,26	94,91	1,44
			0,735	4,528	46,0	2,0	95,65		
5%	1,28	0,08	0,724	4,641	48,0	4,0	91,67	90,35	1,15
			0,724	4,641	49,0	5,0	89,80		
15%	1,29	0,12	0,695	4,490	50,0	6,8	86,50	73,20	14,00
			0,695	4,490	50,0	12,8	74,50		
mince	1,15	0,19	0,720	4,147	49,0	2,0	95,92	96,13	0,29
			0,720	4,147	49,5	1,8	96,46		
isolat	1,10	0,17	0,757	4,179	49,5	8,0	83,84	79,46	5,18
			0,757	4,179	49,5	9,5	80,81		

Viðm	Duft (g)	Salt (g)	Prótein (tugabrot)	Prótein (g)	heildarV (mL)	Vatnsfasi (mL)	ES	ES meðaltal	ES staðalfrávik
Mjólkur Duft	1	0	0,876		44	35	20,45	18,06	2,45
			0,876		44	36	18,18		
					45	38	15,56		
Undan rennud	1	0	0,358		50	1,5	97,00	97,31	0,60
			0,358		50	1	98,00		
					49	1,5	96,94		
soja	1	0	0,651		50	1	98,00	98,50	0,50
			0,651		50	0,5	99,00		
					50	0,75	98,50		
soja 70	1	0	0,639		50	14,5	71,00	64,33	5,86
			0,639		50	19	62,00		

Leysanleiki

Nýrri fiskur	prótein í floti (%)	meðaltal	staðalfrávik
0%	0,102 0,100	0,101	0,001
2,5%	0,343 0,344	0,344	0,001
5%	0,467 0,470	0,469	0,002
10%	0,620 0,623	0,622	0,002
15%	0,736 0,735	0,736	0,001
mince	0,177 0,175	0,176	0,001
isolat	0,051 0,045	0,048	0,004

Eldri fiskur	prótein í floti (%)	meðaltal	staðalfrávik
0%	0,160 0,162	0,161	0,001
2,5%	0,337 0,338	0,338	0,001
5%	0,515 0,515	0,515	0,000
15%	0,866 0,863	0,865	0,002
mince	0,186 0,183	0,185	0,002
isolat	0,064 0,064	0,064	0,000

Viðmiðundarsýni	prótein í floti (%)	meðaltal	staðalfrávik
mjólkurduft	0,779 0,781	0,780	0,001
undanrennuft	0,276 0,270	0,273	0,004
soja	0,196 0,192	0,194	0,003
soja 70	0,029 0,028	0,029	0,001