

Nýsköpun & neytendur
Innovation & Consumers

Vinnsla, virðisaukning & eldi
Value Chain, Processing
& Aquaculture

Mælingar & miðlun
Analysis & Consulting

Líftækni & lífefni
Biotechnology & Biomolecules

Öryggi, umhverfi & erfðir
Food Safety, Environment
& Genetics



Framleiðsla fisksósu úr íslensku sjávarfangi með gagnlegri gerjun

Arnljótur B. Bergsson
Aðalheiður Ólafsdóttir
Alexandra M. Klonowski
Ásbjörn Jónsson
Loftur Þórarinsson
María Pétursdóttir
Sigrún Sigmundsdóttir
Patricia Y. Hamaguchi

Vinnsla, virðisaukning og eldi

Skýrsla Matís 04-12
Janúar 2012

ISSN 1670-7192

<i>Titill / Title</i>	Framleiðsla fisksósu úr íslensku sjávarfangi með gagnlegri gerjun / Fish Sauce produced by useful fermentation		
<i>Höfundar / Authors</i>	Arnljótur B. Bergsson, Aðalheiður Ólafsdóttir, Alexandra M. Klonowski, Ásbjörn Jónsson, Loftur Þórarinsson, María Pétursdóttir, Sigrún Sigmundsdóttir, Patricia Y. Hamaguchi		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	04-12	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Janúar 2012
<i>Verknr. / project no.</i>	2002- 1983		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi, Vaxtarsamningur Austurlands		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Fisksósa er tær brúnleitur vökvi sem hefur einkennandi lykt og bragð. Fisksósu má framleiða með gerjun fiskmauks og salts með eða án viðbættra hjálparefna. Fisksósa er gjarnan notuð sem bragðbætir við matargerð.</p> <p>Fisksósa var framleidd með 3 aðferðum úr mismunandi hráefnum s.s. aukafurðum flakavinnslu sem og uppsjávarfiski. Sér meðhöndlað íslenskt bygg var auk annars prófað til fisksósuframleiðslu. Sýni úr fisksósum voru metin í skynmati, þ.e. bragð, lykt, litur og grugg. Efnainnihald, amínósýrusamsetning og lífvirkni sýnanna var mæld. Lagt var mat á heimtur við fisksósu framleiðslu. Viðskiptagreining fyrir fisksósu var framkvæmd.</p> <p>Niðurstöður verkefnisins benda til þess að tekist hafi að framleiða fisksósu sem hægt er að bera saman við sósur sem seljast víða.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Gerjun, Fisksósa, Bygg, Aukaafurðir, Lífvirkni</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>Fish sauce is a brownish liquid with distinctive odour and flavour. Fish sauce can be produced with fermentation w./w.o. added enzymes. Fish sauce is commonly used as condiment.</p> <p>Fish sauce was produced by 3 methods from various raw materials e.g. by-products of fillet production and pelagic species. Koji developed from Icelandic barley was used in trials of fish sauce preparation. Samples of fish sauces went through sensory analyses. Chemical content, free amino acid proportion and bioactivity of the samples were measured. Yield in fish sauce preparation was estimated and business plan was drafted.</p> <p>Results indicate that preparation of fish sauce similar to commonly traded products was successful.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Fermentation, Fish sauce, Barley, Bioactivity</i>		

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	1
2. FRAMKVÆMD	3
3. NIÐURSTÖÐUR	6
4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR	8
5. ÞAKKARORÐ.....	9
6. HEIMILDIR.....	10

MYNDIR

Mynd 1 Dæmi um nýtingarmöguleika fisksósu [65, 66]	2
Mynd 2 Dæmi um framleiðsluferil fisksósu	3
Mynd 3 Samsetning mauks til fisksósuframleiðslu á fyrstu stigum	4
Mynd 4 Fisksósusýnishorn. Efst fisksósusur gerjaðar með koji þá fisksósusur gerjaðar með viðbættum ensímum[81]	6
Mynd 5 Dæmi um fisksósu og verð hennar í Japan [86]	7
Mynd 6 Meðal heildarafli fisksósuframleiðsluríkja, stofnenda IFSF, 2000-2009. Heild og miðað við höfðatölu [82, 87]	8

TÖFLUR

Tafla 1 Uppsjávarafli 2008-2010 [2]	1
Tafla 2 Amínósýrusamsetning fisksósusýna [81]	5

1. INNGANGUR

Eins og flestum ætti að vera kunnugt hefur íslenskur sjávarútvegur einkennst af stöðugri viðleitni til aukinnar hagkvæmni og verðmætasköpunar síðustu tvo áratugi. Takmörkun aðstreymis hráefnis, afla, hefur gert kröfu um góða nýtingu, þó liggur enn fiskur undir steini hér og þar, og alltaf má gera betur.

Heildarafli uppsjávarfisks var tæplega 600.000 tonn 2010 samkvæmt tölum frá Hagstofunni, (Tafla 1). Árið 2008 var uppsjávarafli um 200 þúsund tonnum meiri og af því fóru 68% í bræðslu. Þar af voru brædd tæp 68 þúsund tonn á Seyðisfirði[1].

Tafla 1 Uppsjávarafli 2008-2010 [2]

	Tonn		
	2008	2009	2010
Síld	170.814	102.264	66.579
Norsk-íslensk síld	200.009	228.936	187.894
Loðna	138.089	13.929	102.196
Loðnuhrogn	10.492	1.161	11.904
Kolmunni	163.748	120.197	87.121
Annar uppsjávarfiskur	112.390	162.334	139.959
Alls	795.542	628.821	595.653

Ef framleiðsla á fisksósu gengur upp og markaðir opnast væri hægt að minnka bræðslu á fiski og auka hlutfall sem nýtt er til manneldis. Með nýtingu fimmtungs þess hráefnis til fisksósugerðar var áætlað að framleiða mætti um 6700 tonn af fisksósu á Seyðisfirði m.v. 50% heimtur. Ef sama hlutfall yrði nýtt af öllum uppsjávarafla yrði framleiðslugetan um 40.000 tonn. Heimtur í fisksósugerð fara eftir meltanlegum hluta fisksins sem notaður er þ.e. hold og innfyli. Til viðbótar við uppsjávarafla er litið til þess að fýsilegt gæti verið að nýta afskurð sem fellur til í vinnslu á öðrum fiski í sósugerðina s.s. hefðbundinni flakavinnslu.

Gerjuð matvæli nema um þriðjungi allrar fæðu mannkyns [3].

Fisksósa er tær brúnleitur vökvi með einkennandi lykt og bragð [4]. Fisksósu má framleiða við sjálfsmeltun fiskmauks og salts þ.e. án viðbættra hjálparefna. Eins má framleiða fisksósu með notkun viðbættra hjálparefna til að hvata niðurbrot fiskvöðvans. Fisksósa og afurðir hennar veita matvælum fimmta bragðið (*j. umami*) – bragðið af bragði, einkum vegna mikils innihalds glútamín sýru [5-15]. Því er fisksósa gjarnan notuð sem bragðbætir (*e. condiment*) við matargerð [13, 16-20].

Heimsframleiðsla af fisksósu er talin hafa aukist úr 250 þúsund tonnum árið 1990 [21] í 400 þúsund tonn árið 2006 [22]. Árið 2008 voru um 220 þúsund tonn framleidd í Víetnam, aukning úr 140 þúsund tonnum árið 2001, á sama tíma þrefaldaðist framleiðslukostnaður [23]. Fisksósa kemur gjarnan fyrir í matargerð sem á rætur sínar að rekja til Suðaustur Asíu.

2. FRAMKVÆMD

Brimberg ehf. rekur fiskvinnslu, án útgerðar, á Seyðisfirði. Í forsvari fyrir fyrirtækið eru bræðurnir Gunnlaugur og Ómar Bogasynir auk Adolfs Guðmundssonar. Þó dags daglega sé bolfiskur flakaður og frystur hjá Brimbergi, sem að umtalsverðu leiti er landað úr togaranum Gullverri NS, þá er fyrirtækið einnig vel búið til vinnslu uppsjávarfisks til manneldis. Enda muna Seyðfirðingar eftir síldarævintýri og árstíðarbundnum uppgripum við vinnslu annarra uppsjávarfiska eins og aðrir Austfirðingar. Þeir sem þekkja íslenskan sjávarútveg vita að meirihluti landaðs afla á Austfjarðahöfnum er uppsjávarfiskur og umtalsverður hluti þess afla fer til bræðslu [1].

Megnið af afurðum Brimbergs hefur fram að þessu verið roðlaus og beinlaus fersk- og fryst flök. Samkvæmt orðanna hljóðan skilar hin hefðbundna flakavinnsla aukaafurðum s.s. roði og afskurði til marningsvinnslu. Innan Brimbergs er ríkur vilji til að gera sem mest verðmæti úr þeim afla sem berst að landi. Forsvarsmönnum Brimbergs eins og öðrum framsýnum fiskverkendum er kunnugt um að hægt er að auka verðmætin með því annarsvegar að nýta aflann betur og hinsvegar með því að þróa aðra vöru til viðbótar við það vöruúrval sem fyrirtækið býður alla jafnan upp á.

Í verkefninu Gagnleg gerjun er markmiðið að nýta afla betur með því að þróa nýja vöru – fisksósu, ef vel tekst til fisksósus, svo auka megi verðmæti sjávarafurða. Til þessa verks fengu forsvarsmenn Brimbergs starfsmenn Matís með í maukið. Að verkefninu standa, fiskvinnslan Brimberg, útgerðin Gullberg, Síldarvinnslan og Matís auk japansks samstarfsaðila Matís í matvælaframleiðslu rannsóknasetrinu MFRS á Hokkaido (e. Food Processing Research Center of Hokkaido Research Organization, 食品加工研究センター).



Mynd 2 Dæmi um framleiðsluferil fisksósu

Fisksósa var framleidd með 3 aðferðum. Í öllum tilfellum var um að ræða mauk, blöndu fiskmetis og salts auk ákveðinna viðeigandi hvarfefna sem ráðast af vali aðferðar.

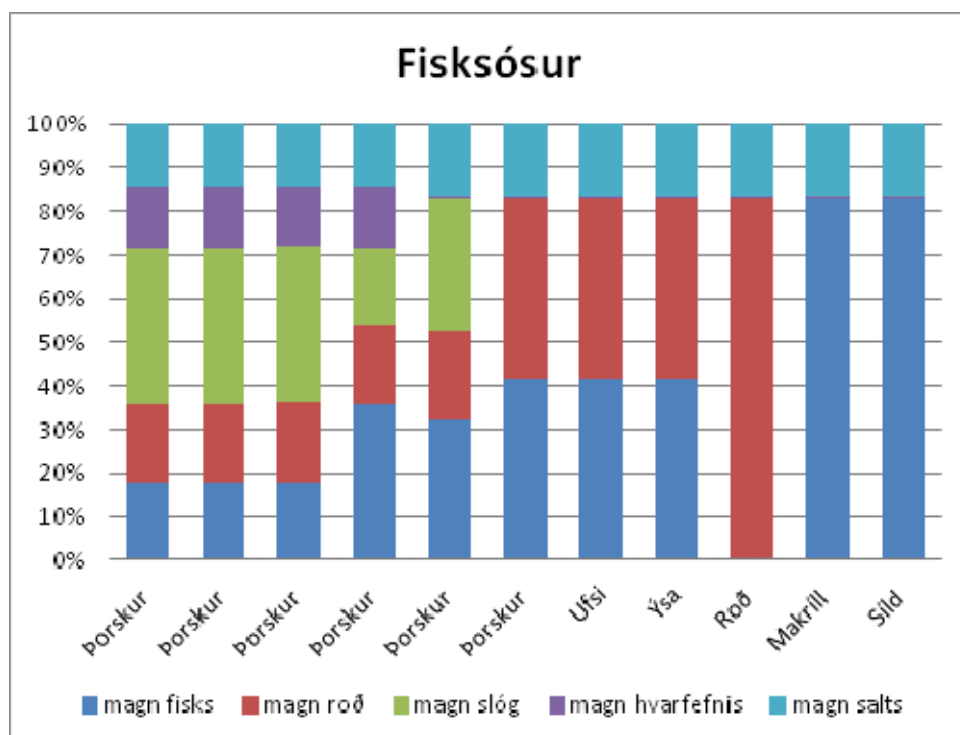
1. *Koji* (sérmeðhöndlað bygg sem ger (*l. Aspergillus oryzae*) hefur verið sáð á) [67-72]
2. *Koji* og saltkærum örverum [51, 73, 74]
3. Niðurbroti fiskvöðva með viðbættum ensímum [26, 75-77] .

Fiskmeti sem notað var til fisksósugerðar í verkefninu var

- heill uppsjávarfiskur (loðnuhængur)
- hausaður uppsjávarfiskur (síld og makrill)
- fiskroð
- fiskroð og marningur
- fiskroð auk slógs og marnings
- marningur

Tilraunir til fisksósuframleiðslu, gerjunin, voru framkvæmdar við upphitaðar aðstæður. Úr maukinu var heimtur vökvi sem var síaður og rannsakaður sem fisksósusýni.

Í fyrstu tilraunum var annarsvegar lagt upp með *koji* og hinsvegar með viðbættum ensímum. Við *koji* gerjunina var jafn mikið notað af sérmeðhöndluðu byggi og salti. Mun minna af hjálparefnum er notað við gerjun hvataða með viðbættum ensímum (Mynd 3). Gerðar voru tilraunir með að sjóða slógið fyrir gerjun. Eins var gerð tilraun með að flokka lifur og kynkirtla frá meltingarfærum, í ljósi þess að við vissar aðstæður má gera verðmæti úr lifur annarsvegar og kynkyrtlum hinsvegar með öðrum leiðum en fisksósuframleiðslu.



Mynd 3 Samsetning mauks til fisksósuframleiðslu á fyrstu stikum

Sýni voru metin í vörumati hér á landi, þar sem lyktað var af og bragðað á sósusýnum og litur þeirra skoðaður með GDA skala (e. Generic Descriptive Analysis) til viðmiðunar [78-80] og hjá MFRS á Hokkaido í Japan voru sömu þættir metnir sem og grugg í sósunum [81].

Eins var frjálts aminosýrusamsetning fisksósusýnanna greind mg/100ml sbr Tafla 2.

Tafla 2 Aminosýrusamsetning fisksósusýna [81]

Aminosýra	Þorskur	Þorskur	Þorskur	Þorskur	Þorskur	Þorskur	Þorskur	Ufsi	Ýsa	Roð	Makrill	Sild
Phosphoserine	109	125	99	100	33	22	19	17	23	18	19	
Taurine	179	209	114	161	224	122	77	57	153	162		
Aspartic acid	492	531	437	543	609	493	545	554	435	355	206	
Hydroxyproline	38	40	35	30	49	50	59	66	255	0	4	
Threonine	315	331	267	330	476	444	458	469	442	362	339	
Serine	343	375	340	364	542	513	533	554	729	277	265	
Asparagine	0	0	0	0	0	0	27	29	0	49	166	
Glutamic acid	501	540	478	606	723	654	693	712	512	527	518	
Glutamine	0	0	10	0	0	7	7	8	7	10	6	
α-Aminoadipic-acid	23	26	19	28	62	68	69	74	49	74	64	
Proline	371	388	406	371	259	303	315	318	496	150	152	
Glycine	301	333	340	304	529	514	579	608	1346	158	132	
Alanine	544	583	558	579	770	824	840	868	1169	498	445	
Citrulline	25	42	0	37	618	42	53	65	144	0	0	
Valine	376	400	325	398	534	512	522	537	452	425	393	
Methionine	107	135	108	135	272	262	265	271	266	189	170	
Isoleucine	315	339	253	345	460	446	470	482	279	329	303	
Leucine	453	492	380	521	745	780	767	786	506	571	579	
Tyrosine	223	246	175	248	218	228	259	243	471	96	94	
Phenylalanine	235	262	168	264	365	379	387	388	350	252	193	
β-Alanine	132	139	131	155	21	17	19	16	24	0	0	
γ-Aminobutyric acid	12	19	15	17	11	13	9	9	7	3	3	
Tryptophan	0	0	0	0	13	29	31	36	26	14	9	
Hydroxylysine	16	17	17	16	35	41	41	44	84	19	18	
Ornithine	13	13	3	6	169	0	0	0	8	0	0	
Lysine	347	375	311	420	789	758	776	785	502	841	787	
1-Methylhistidine	0	0	0	6	9	11	12	7	0	0	0	
Histidine	44	49	27	37	63	78	86	102	114	77	379	
Carnosine	0	0	0	0	0	31	0	0	0	42	33	
Arginine	50	48	148	136	33	797	814	847	1061	534	511	
Samtals	5565	6056	5163	6157	8630	8440	8779	8973	9813	6024	5951	

Þá var lagt mat á andoxunarrvirgni fisksósusýnanna og nauðsynlegt magn af fisksósu til að hafa áhrif á ensímvirgni sem gefur til kynna áhrif á blóðþrýsting og blóðsykur [82]. Mikilvægt er að afla upplýsinga um nauðsynlegt magn þar sem fisksósan inniheldur töluvert af salti og vinnur þ.a.l. á móti blóðþrýstingslækkandi áhrifum.

Mismunandi gerðir af *kaji* voru prófaðar við fisksósugerð á meðan kannað var hvort íslenskt bygg hentaði til *kaji* gerðar. Efnainnihald fisksósusýnanna var mælt s.s. prótein, vatn, fita og salt.

Í tengslum við verkefnið var unnin markaðsgreining sem var hryggjarstykkið í meistararitgerð í alþjóðlegri stjórnun fyrir Japan við Háskólann í London [83].

Mælingum á fisksósu úr íslensku bygg og með viðbættum saltkærum örverum er ekki að fullu lokið.

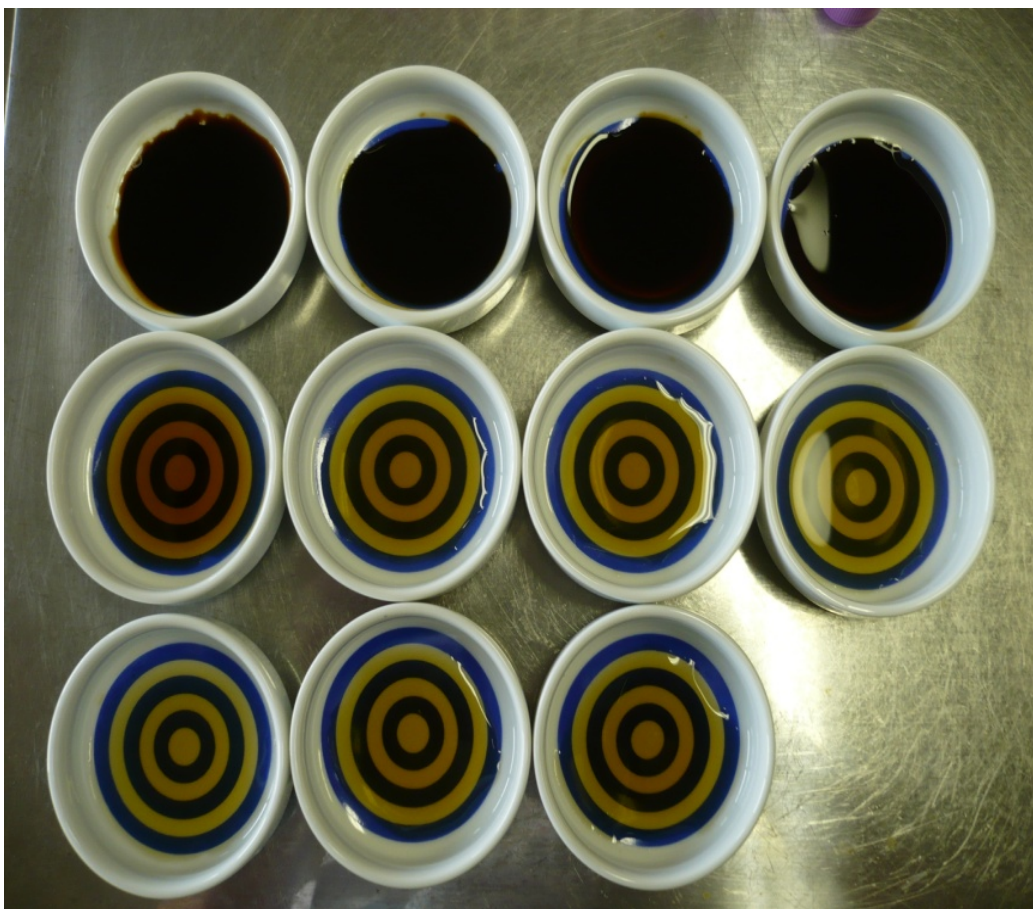
3. NIÐURSTÖÐUR

Framleiðsla fisksósu gekk eftir atvikum vel. Þátttakendur hafa bætt tók sín á fisksósuframleiðslu, þannig að sýnishorn sem framleidd voru á seinni stigum verkefnisins hafa fengið betri viðtökur.

Fisksósur sem gerjaðar voru með *koji* sýndu meiri lífvirkni en fisksósur sem gerjaðar vorum með viðbættum ensímum [82]. Íslenskt bygg virðist henta til *koji*-gerðar [84].

Dæmi voru um að upp undir 60% af mauki skilaði sér sem sósa, þó meðaltalið væri um helmingis heimtur. Prótein innihald fisksósusýnanna var um 11% mælt með Kjeldahl.

Sósur sem gerjaðar voru með *koji* voru mun dekkri en sósur sem gerjaðar voru með viðbættum ensímum sbr. Mynd 4



Mynd 4 Fisksósusýnishorn. Efst fisksósur gerjaðar með *koji* þá fisksósur gerjaðar með viðbættum ensímum[81]

Ekki var farið í stórtæka kynningu á þeirri fisksósu sem framleidd var í verkefninu þar sem einkum voru notuð hjálparefni sem líklega verða ekki notuð við raunverulega fisksósuframleiðslu í framtíðinni.

Munur var á þeim sósum sem metnar voru m.t.t. hvarfefna. Í þeim tilvikum sem mismunandi gerðir af *koji* voru notaðar til að hvata niðurbrot fiskvöðvans kom í ljós munur við vörumat. Ensímhvataðar sósur voru nokkuð saltari en þær asísku fiskssósur sem seldar eru hér á landi. Fisksósur sem gerjaðar voru með *koji* líktust sojasósum.

Í markaðsgreiningunni kom fram nokkur mismunur milli raunverulegs og huglægs hlutverks Japansmarkaðar fyrir íslenskar sjávarafurðir[83]. Fisksósumarkaður hefur stækkað í Japan og liggur sú stækkun einkum hjá matvælaframleiðslufyrirtækjum sem nýta fisksósu til framleiðslu annarra afurða. Markaður með fisksósu í Japan er nokkur, en neysla fisksósu í Japan er um 1/1000 af neyslu sojasósu þar [65] sem hefur dregist saman úr um milljón tonnum árið 2001 í um 900 þúsund tonn árið 2008 [23]. Japanir neyta um 7 lítra af sojasósu á mann á ári [25]. Verðmæti fisksósu á Japansmarkaði er um 0,8% af verðmæti sojasósu m.v. árlega heildarveltu. Í Japan er meira um það að fisksósa sé seld sem sérvara en sojasósa sem magnvara [65].

Heimsmarkaðurinn fyrir fisksósu er margskiptur en Unilever selur t.d. fisksósu undir merkinu Knorr í Vietnam með um 50% markaðshlutdeild og hefur hug á því að selja sömu vöru á fleiri mörkuðum [85]. Heinz er einnig með framleiðslu á Filippseyjum og Nestle virðist einnig framleiða fisksósu undir öðrum vörumerkjum.

Hvaða möguleikar eru á því að nota þær dreifingarleiðir og tengsl sem ákveðnir íslenskir sjávarútvegsframleiðendur búa yfir með það fyrir augum að koma íslenskri fisksósu á markað hafa ekki verið kannaðir til hlítar.

Hvað ræður verði fisksósu?



Mynd 5 Dæmi um fisksósu og verð hennar í Japan [86]

- Varan lengst til vinstri er dæmi um sérvöru sem er einungis framleidd í takmörkuðu upplagi. Varan byggir á 300 ára gamalli hefð. *Arctoscopus japonicus* eða Hatahata.
- Varan næst lengst til vinstri er dæmi um 100% Hatahata eða *Arctoscopus japonicus* frá Noto-skaga. Meðalverðmæti slíkrar sérvöru er um 2.500 yen/l. Sumar sósur nota Hatahata og japanska síld eða *Miwashi* l. *Sardinops melanostictus*. Verðmæti fisksósu sem er seld á flöskum frá Hokkaido eru um 350 milljónir yena á ári.
- Varan næst lengst til hægri er dæmi um þekkt tælenskt merki sem er selt í Japan. Sama vara fæst einnig í helstu löndum Evrópu.
- Varan lengst til hægri er dæmi um fisksósu án merkis, sem er notuð í matmælaframleiðslu.

4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Verkefnið Gagnleg gerjun hafði að markmiði að innleiða nýja framleiðsluaðferð og markaðssetja nýjar afurðir. Finna átti bestu tegund uppsjávarfisks af Íslandsmiðum til framleiðslu fisksósu, einnig var litið til bættrar nýtingar aukaafurða hinnar hefðbundnu bolfiskvinnslu sem framfer dags daglega innan Brimbergs. Grunnstef verkefnisins var að meðhöndla auðlindir sjávar af virðingu. Í verkefninu var japönsk þekking á gerjun sjávarfangs nýtt til hagsbóta fyrir íslenskan sjávarútveg.

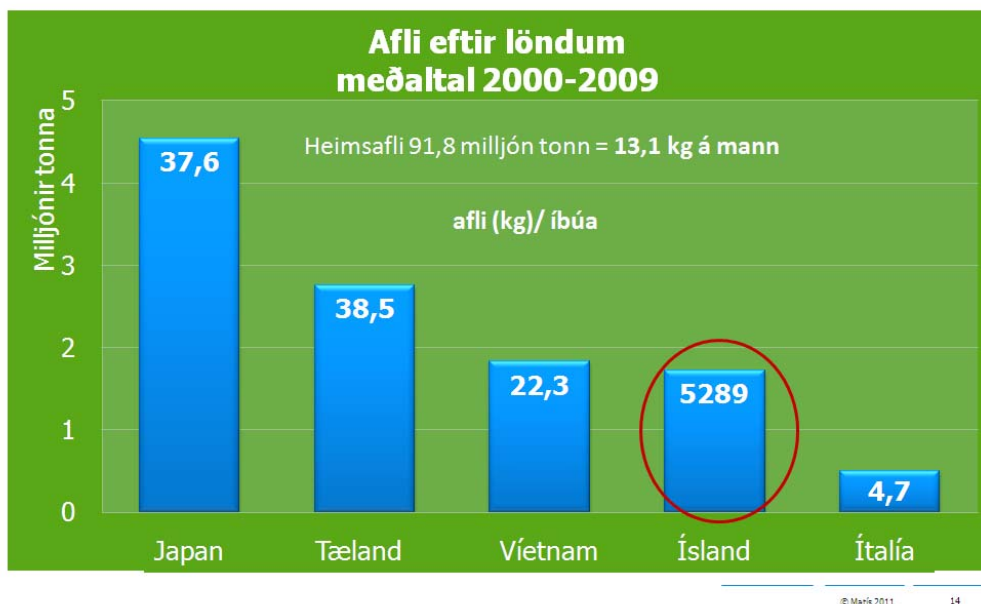
Drjúgur hluti uppsjávarfisks sem íslensk skip afla í dag fer í bræðslu. Með þekkingu á gerjun sjávarfangs opnast leiðir til að auka verðmæti aflans og fjölga störfum í vinnslu með því að hefja framleiðslu á fisksósu úr hluta þess afls sem annars færi í framleiðslu á fiskmjöli. Markaður fyrir fisksósu hefur farið vaxandi ekki eingöngu í Asíu heldur um allan heim með breyttu matarræði.

Þær uppsjávarfisktegundir sem prófaðar voru virtust henta vel til fisksósugerðar.

Verkefnið vakti víða áhuga fólks og eykur það vonir þátttakenda um árangur við markaðssetningu fisksósu úr íslenskum hráefnum.

Viðleitni til sjálfbærni í sjávarútvegi hefur aukist. Miklu skiptir að sem mest sé gert úr þeim afla sem á land er dreginn með sem bestum hætti. Í því ljósi er mikill þrýstingur á íslenskan sjávarútveg, sem fyrirtækin keppast við að leysa úr með sem hagkvæmustum hætti. Íslenski flotinn aflaði að jafnaði síðasta áratug u.þ.b. jafn mikið fyrir hvern íbúa landsins á dag og öll skip heimshafanna öfluðu á ári hverju fyrir hvern jarðarbúa, sbr. Mynd 6.

Sjálfbærnyting sjávarauðlinda



Mynd 6 Meðal heildarafli fisksósuframleiðsluríkja, stofnenda IFSF, 2000-2009. Heild og miðað við höfðatölu [82, 87]

Eins og áður segir er markmiðið aukið verðmæti sjávarafurða. Ætlunin er að velja seljanlegustu sósuna, sósu sem væri ný vara á Íslandsmarkaði og gæti nýst í matargerð, s.s. til að pensla ofbakaðan fisk, til að blanda í plockfisk, eð fiskbollur þar sem menn gætu dregið úr saltnotkun og fengið annað eftirsóknavert bragð með saltinu í fisksósunni. Þá má leiða að því líkum að nota megi fisksósu sem gerjuð er með íslensku *koji* í stað sojasósu t.a.m. með þeim réttum þar sem sojasósa er gjarnan notuð svo sem *sushi* og *sashimi*. Eins má nota fisksósu við matreiðslu annarra hráefna en sjávarafurða. Niðurstöður verkefnisins benda til þess að takist hafi að framleiða fisksósu sem hægt er að bera saman við sósur sem seldar eru í verslunum á Íslandi, að magna þá framleiðsluáðferð upp með innlendu *koji* er næsta verkefni. Framleiðsla fyrir sérmarkaði gæti hentað í ljósi kostnaðar við fjárfestingu fyrir umfangsmeiri framleiðslu.

5. ÞAKKARORÐ

Erfitt er að gera sér fulla grein fyrri öllum þeim áhrifum sem AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi hefur haft á íslenskan sjávarútveg. Vissulega getur menn greint á um hvort kemur á undan eggjið eða hænán. Nokkuð ljóst má þó vera að með mótun AVS rannsóknasjóðsins árið 2003 hefur virk þátttaka sjávarútvegsfyrirtækja í rannsókna og þróunarstarfi aukist til muna.

Verkefnið fékk styrk frá AVS rannsóknasjóði í sjávarútvegi til að innleiða þekkingu í maí 2010. Sú innleiðing hófst í október 2010. AVS veitti verkefninu stuðning til ráðningar sumarstarfsmanns til meðhöndlunar byggs til fisksósugerðar, sumarið 2011. Nú er í gerjun sósa með íslensku byggi í stað innflutts byggs. Vaxtarsamningur Austurlands hefur styrkt verkefnið til klasamyndunar.

Þeim sem studdu við framgang verkefnisins með fjárhagslegum stuðning, AVS og VAXA, sem og með persónulegri aðkomu svo sem aðstoð, hjá Brimbergi, Gullbergi, Síldarvinnslunni, Matvælaframleiðslu Rannsóknasetrinu á Hokkaido, Matís og í Verinu, er þakkað þeirra framlag.

6. HEIMILDIR

1. Hagstofa Íslands, *Hagtölur -Sjávarútvegur og landbúnaður -Ráðstöfun afla Afli eftir tegund vinnslu, verkunarstöðum og fisktegundum 2003-2008*, Hagstofa Íslands, Ritstj. 2009: Reykjavík.
2. Hagstofa Íslands, *Ráðstöfunarskýrslur, Afli eftir tegund vinnslu, verkunarstöðum og fisktegundum 2003-2008*, í *Hagstofa Íslands* 2011.
3. Campbell-Platt Geoffrey, *Fermented foods — a world perspective*. Food Research International, 1994. 27(3): bls. 253-257.
4. Kristberg Kristbergsson og Gústaf Helgi Hjálmarsson, *Fisksósa; Samanburður á vinnslu fisksósu úr loðnu (*Mallotus villosus*) af vetrarvertíð og sumarvertíð.*, í *Verkefnaskýrsla 2000*, Matvælafræðiskor Háskóla Íslands og Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins: Reykjavík. bls. 26.
5. T. Michihata, Y. Sado, T. Yano og T. Enomoto, *Free amino acids, oligopeptides, organic acids and nucleotides of ISHIRU (fish sauce)*. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology-Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 2000. 47(3): bls. 241-248.
6. B. Kilinc, S. Cakli, S. Tolasa og T. Dincer, *Chemical, microbiological and sensory changes associated with fish sauce processing*. European Food Research and Technology, 2006. 222(5-6): bls. 604-613.
7. Y. J. Cha og K. R. Cadwallader, *Aroma-active compounds in skipjack tuna sauce*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998. 46(3): bls. 1123-1128.
8. R. I. Curtis, *Umami and the foods of classical antiquity*. American Journal of Clinical Nutrition, 2009. 90(3): bls. 712S-718S.
9. R. C. McIver, R. I. Brooks og G. A. Reineccius, *FLAVOR COMPOUNDS IN FERMENTED FISH SAUCE*. Abstracts of Papers of the American Chemical Society, 1981. 182(AUG): bls. 46-AGFD.
10. M. Mori, Y. Ito og T. Nagasawa, *Content of Free D-Ala and D-Glu in Traditional Asian Fermented Seasonings*. Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 2010. 56(6): bls. 428-435.
11. J. N. Park, K. Ishida, T. Watanabe, K. Endoh, K. Watanabe, M. Murakami og H. Abe, *Taste effects of oligopeptides in a Vietnamese fish sauce*. Fisheries Science, 2002. 68(4): bls. 921-928.
12. J. N. Park, T. Watanabe, K. Endoh, K. Watanabe og H. Abe, *Taste-active components in a Vietnamese fish sauce*. Fisheries Science, 2002. 68(4): bls. 913-920.
13. M. Smriga, T. Mizukoshi, D. Iwahata, S. Eto, H. Miyano, T. Kimura og R. I. Curtis, *Amino acids and minerals in ancient remnants of fish sauce (garum) sampled in the "Garum Shop" of Pompeii, Italy*. Journal of Food Composition and Analysis, 2010. 23(5): bls. 442-446.
14. W. Xu, G. Yu, C. H. Xue, Y. Xue og Y. Ren, *Biochemical changes associated with fast fermentation of squid processing by-products for low salt fish sauce*. Food Chemistry, 2008. 107(4): bls. 1597-1604.
15. J. Yongsawatdigul, S. Rodtong og N. Raksakulthai, *Acceleration of Thai fish sauce fermentation using proteinases and bacterial starter cultures*. Journal of Food Science, 2007. 72(9): bls. M382-M390.
16. H. Aoshima og S. Ooshima, *Anti-hydrogen peroxide activity of fish and soy sauce*. Food Chemistry, 2009. 112(2): bls. 339-343.
17. M. C. Fidler, L. Davidsson, T. Walczyk og R. F. Hurrell, *Iron absorption from fish sauce and soy sauce fortified with sodium iron EDTA*. American Journal of Clinical Nutrition, 2003. 78(2): bls. 274-278.
18. K. Lopetcharat, Y. J. Choi, J. W. Park og M. A. Daeschel, *Fish sauce products and manufacturing: A review*. Food Reviews International, 2001. 17(1): bls. 65-88.
19. I. B. Rodriguez, G. Raber og W. Goessler, *Arsenic speciation in fish sauce samples determined by HPLC coupled to inductively coupled plasma mass spectrometry*. Food Chemistry, 2009. 112(4): bls. 1084-1087.

20. W. Taira, Y. Funatsu, M. Satomi, T. Takano og H. Abe, *Changes in extractive components and microbial proliferation during fermentation of fish sauce from underutilized fish species and quality of final products*. Fisheries Science, 2007. 73(4): bls. 913-923.
21. Gunnar Stefansson og Unnur Steingrimsdottir. *Application of enzymes for fish processing in Iceland present and future aspects*. á *Advances in fisheries technology and biotechnology for increased profitability*. 1990. St. John's, NF, Canada: Technomic Pub. Co.
22. S. Dissaraphong, S. Benjakul, W. Visessanguan og H. Kishimura, *The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation*. Bioresource Technology, 2006. 97(16): bls. 2032-2040.
23. Hideki Sugiyama. *Actual situation and issues for Fish Sauce of the World and in Japan*. á *International Fish Sauce Forum*. 2011. Akita City, Akita Prefecture, Japan: Japan Fish Sauce Research Association.
24. Nongnuch Rakasakulthai. *Fish Sauce Industry in Thailand*. á *International Fish Sauce Forum*. 2011. Akita City, Akita Prefecture, Japan: Japan Fish Sauce Research Association.
25. Osamu Kaneko. *Japanese Soy Sauce Market*. á *2008 MIDWEST SPECIALTY GRAINS CONFERENCE PRESENTATIONS*. 2008. Japan Soy Sauce Manufacturers Association.
26. N. Raksakulthai, Y. Z. Lee og N. F. Haard, *EFFECT OF ENZYME SUPPLEMENTS ON THE PRODUCTION OF FISH SAUCE FROM MALE CAPELIN (MALLOTUS-VILLOSUS)*. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal-Journal De L Institut Canadien De Science Et Technologie Alimentaires, 1986. 19(1): bls. 28-33.
27. R. C. McIver, R. I. Brooks og G. A. Reineccius, *FLAVOR OF FERMENTED FISH SAUCE*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1982. 30(6): bls. 1017-1020.
28. Wongkhalaung Chakamas, *Industrialization of Thai Fish Sauce (Nam Pla)*, í *Industrialization of Indigenous Fermented Foods, Revised and Expanded* 2004, CRC Press.
29. Norlita G. Sanceda, Tadao Kurata og Nobuhiko Arakawa, *Accelerated Fermentation Process for the Manufacture of Fish Sauce Using Histidine*. Journal of Food Science, 1996. 61(1): bls. 220-222.
30. P. Longfils, D. Monchy, H. Weinheimer, V. Chavasit, Y. Nakanishi og K. Schumann, *A comparative intervention trial on fish sauce fortified with NaFe-EDTA and FeSO₄+citrate in iron deficiency anemic school children in Kampot, Cambodia*. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 2008. 17(2): bls. 250-257.
31. P. V. Thuy, J. Berger, L. Davidsson, N. C. Khan, N. T. Lam, J. D. Cook, R. F. Hurrell og H. H. Khoi, *Regular consumption of NaFeEDTA-fortified fish sauce improves iron status and reduces the prevalence of anemia in anemic Vietnamese women*. American Journal of Clinical Nutrition, 2003. 78(2): bls. 284-290.
32. P. Van Thuy, J. Berger, Y. Nakanishi, N. C. Khan, S. Lynch og P. Dixon, *The use of NaFeEDTA-fortified fish sauce is an effective tool for controlling iron deficiency in women of childbearing age in rural Vietnam*. Journal of Nutrition, 2005. 135(11): bls. 2596-2601.
33. T. P. Van, *LONG-TERM EFFECTIVENESS OF IRON FORTIFIED FISH SAUCE IN CONTROLLING IRON DEFICIENCY ANEMIA IN VIETNAM*. Annals of Nutrition and Metabolism, 2009. 55: bls. 371-371.
34. T. Walczyk, S. Tuntipopipat, C. Zeder, P. Sirichakwal, E. Wasantwisut og R. F. Hurrell, *Iron absorption by human subjects from different iron fortification compounds added to Thai fish sauce*. European Journal of Clinical Nutrition, 2005. 59(5): bls. 668-674.
35. S. Brillantes og W. Samosorn, *Determination of histamine in fish sauce from Thailand using a solid phase extraction and high-performance liquid chromatography*. Fisheries Science, 2001. 67(6): bls. 1163-1168.
36. S. Namwong, S. Tanasupawat, W. Visessanguan, T. Kudo og T. Itoh, *Halococcus thailandensis sp nov., from fish sauce in Thailand*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2007. 57: bls. 2199-2203.

37. W. Tapingkae, S. Tanasupawat, T. Itoh, K. L. Parkin, S. Benjakul, W. Visessanguan og R. Valyasevi, *Natrinema gari sp nov., a halophilic archaeon isolated from fish sauce in Thailand*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2008. 58: bls. 2378-2383.
38. C. Thongthai og M. Siriwongpairat, *CHANGES IN VIABLE BACTERIAL POPULATION, PH, AND CHLORIDE CONCENTRATION DURING 1ST MONTH OF NAM PLA (FISH SAUCE) FERMENTATION*. Journal of the Science Society of Thailand, 1978. 4(2): bls. 73-78.
39. N. G. Sanceda, T. Kurata og N. Arakawa, *FRACTIONATION AND IDENTIFICATION OF VOLATILE COMPOUNDS IN PATIS, A PHILIPPINE FISH SAUCE*. Agricultural and Biological Chemistry, 1984. 48(12): bls. 3047-3052.
40. H. Noguchi, M. Uchino, O. Shida, K. Takano, L. K. Nakamura og K. Komagata, *Bacillus vietnamensis sp. nov., a moderately halotolerant, aerobic, endospore-forming bacterium isolated from Vietnamese fish sauce (vol 54, pg 2117, 2004)*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2005. 55: bls. 545-545.
41. H. Uchida, D. Kondo, S. Yamashita, T. Tanaka, L. H. Tran, H. Nagano og T. Uwajima, *Purification and properties of a protease produced by Bacillus subtilis CN2 isolated from a Vietnamese fish sauce*. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 2004. 20(6): bls. 579-582.
42. F. G. Ijong og Y. Ohta, *Physicochemical and microbiological changes associated with Bakasang processing - A traditional Indonesian fermented fish sauce*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1996. 71(1): bls. 69-74.
43. F. G. Ijong og Y. Ohta, *AMINO-ACID COMPOSITIONS OF BAKASANG, A TRADITIONAL FERMENTED FISH SAUCE FROM INDONESIA*. Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 1995. 28(2): bls. 236-237.
44. M. Z. Zaman, F. Abu Bakar, S. Jinap og J. Bakar, *Novel starter cultures to inhibit biogenic amines accumulation during fish sauce fermentation*. International Journal of Food Microbiology, 2011. 145(1): bls. 84-91.
45. M. Z. Zaman, F. Abu Bakar, J. Selamat og J. Bakar, *Occurrence of Biogenic Amines and Amines Degrading Bacteria in Fish Sauce*. Czech Journal of Food Sciences, 2010. 28(5): bls. 440-449.
46. L. Cai, S. Z. Yu, W. M. Ye og Y. N. Yi, *Fish sauce and gastric cancer: an ecological study in Fujian Province, China*. World Journal of Gastroenterology, 2000. 6(5): bls. 671-675.
47. L. Ke, P. Yu og Z. X. Zhang, *Novel epidemiologic evidence for the association between fermented fish sauce and esophageal cancer in South China*. International Journal of Cancer, 2002. 99(3): bls. 424-426.
48. J. S. Moon, Y. Kim, K. I. Jang, K. J. Cho, S. J. Yang, G. M. Yoon, S. Y. Kim og N. S. Han, *Analysis of Biogenic Amines in Fermented Fish Products Consumed in Korea*. Food Science and Biotechnology, 2010. 19(6): bls. 1689-1692.
49. T. Ohmori, Y. Mutaguchi, S. Yoshikawa, K. Doi og T. Ohshima, *Amino acid components of lees in salmon fish sauce are tyrosine and phenylalanine*. Journal of Bioscience and Bioengineering, 2011. 112(3): bls. 256-258.
50. K. Osako, M. A. Hossain, K. Kuwahara, A. Okamoto, A. Yamaguchi og Y. Nozaki, *Quality aspect of fish sauce prepared from underutilized fatty Japanese anchovy and rabbit fish*. Fisheries Science, 2005. 71(6): bls. 1347-1355.
51. S. Yoshikawa, A. Tanaka, T. Nishikiori og T. Ohta, *Development of fish sauce from chum salmon by fermentation with barley koji and halo-tolerant microorganisms*. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology-Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 2006. 53(5): bls. 281-286.
52. J. H. Al-Jedah, M. Z. Ali og R. K. Robinson, *The inhibitory action of spices against pathogens that might be capable of growth in a fish sauce (mehiawah) from the Middle East*. International Journal of Food Microbiology, 2000. 57(1-2): bls. 129-133.
53. J. H. Al-Jedah, M. Z. Ali og R. K. Robinson, *Chemical and microbiological properties of Mehiawah - A popular fish sauce in the Gulf*. Journal of Food Science and Technology-Mysore, 1999. 36(6): bls. 561-564.

54. A. Koochekian og S. Moini, *Producing fish sauce from Caspian kilka*. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 2009. 8(2): bls. 155-162.
55. G. H. Hjalmarsson, J. W. Park og K. Kristbergsson, *Seasonal effects on the physicochemical characteristics of fish sauce made from capelin (Mallotus villosus)*. Food Chemistry, 2007. 103(2): bls. 495-504.
56. T. Dincer, S. Cakli, B. Kilinc og S. Tolasa, *Amino Acids and Fatty Acid Composition Content of Fish Sauce*. Journal of Animal and Veterinary Advances, 2010. 9(2): bls. 311-315.
57. Angela Speranza, *Welcome to Cetara "Colatura's Town"*, í *International Fish Sauce Forum2011*, Japan Fish Sauce Research Association: Akita City, Akita Prefecture, Japan.
58. U. Schroder, M. Manthey-Karl, I. Lehmann og C. Meyer, *Stability Study of Asian Fish sauce on the German Market*. Fleischwirtschaft, 2011. 91(6): bls. 95-101.
59. A. Gildberg, J. Espejohermes og F. Magnoorejana, *ACCELERATION OF AUTOLYSIS DURING FISH SAUCE FERMENTATION BY ADDING ACID AND REDUCING THE SALT CONTENT*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1984. 35(12): bls. 1363-1369.
60. A. Gildberg, *Utilisation of male Arctic capelin and Atlantic cod intestines for fish sauce production - evaluation of fermentation conditions*. Bioresource Technology, 2001. 76(2): bls. 119-123.
61. A. Gildberg, J. Wichaphon, S. Lertsiri, A. Assavanig, N. K. Sorensen og C. Thongthai, *Chemical and organoleptic comparison of fish sauce made from cold water species and typical Thai fish sauce*. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2007. 16(3): bls. 31-42.
62. K. Lopetcharat og J. W. Park, *Characteristics of fish sauce made from Pacific whiting and surimi by-products during fermentation stage*. Journal of Food Science, 2002. 67(2): bls. 511-516.
63. I. L. Shih, L. G. Chen, T. S. Yu, W. T. Chang og S. L. Wang, *Microbial reclamation of fish processing wastes for the production of fish sauce*. Enzyme and Microbial Technology, 2003. 33(2-3): bls. 154-162.
64. G. Stefansson, *ENZYMES IN THE FISHING INDUSTRY*. Food Technology, 1988. 42(3): bls. 64-65.
65. Shuji Yoshikawa. *Role of koji in Japanese food fermentation áGagnleg gerjun matvæla - Málstofa í Verinu*. 2010. Verið Vísindagarðar.
66. Arnljotur B. Bergsson og Ómar Bogason. *Fisksósa - lítið nýtt lúxus hráefni. á Heilsutengd matvæli og markfæði - Vöruþróun, framleiðsla, rannsóknir og markaðssetning*. 2011. Reykjavík.
67. Y. Funatsu, *The taste and flavor of fish sauce prepared by the use of soy sauce koji*. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology-Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 2002. 49(1): bls. 1-11.
68. Y. Funatsu, R. Sunago, S. Konagaya, T. Imai, K. Kawasaki og F. Takeshima, *A comparison of extractive components of a fish sauce prepared from frigate mackerel using soy sauce Koji with those of Japanese-made fish sauces and soy sauce*. Nippon Suisan Gakkaishi, 2000. 66(6): bls. 1036-1045.
69. A. Giri, K. Osako, A. Okamoto, E. Okazaki og T. Ohshima, *Antioxidative properties of aqueous and aroma extracts of squid miso prepared with Aspergillus oryzae-inoculated koji*. Food Research International, 2011. 44(1): bls. 317-325.
70. K. Hayakawa, Y. Ueno, S. Nakanishi, Y. Honda, H. Komuro, S. Kikushima og S. Shou, *PRODUCTION OF FISH SAUCE FROM FISH-MEAL TREATED WITH KOJI-MOLD*. Seibutsu-Kogaku Kaishi-Journal of the Society for Fermentation and Bioengineering, 1993. 71(4): bls. 245-251.
71. K. Indoh, S. Nagata, K. Kanzaki, K. Shiiba og T. Nishimura, *Comparison of characteristics of fermented salmon fish sauce using wheat gluten koji with those using soy sauce koji*. Food Science and Technology Research, 2006. 12(3): bls. 206-212.
72. M. Uchida, J. Ou, B. W. Chen, C. H. Yuan, X. H. Zhang, S. S. Chen, Y. Funatsu, K. I. Kawasaki, M. Satomi og Y. Fukuda, *Effects of soy sauce koji and lactic acid bacteria on the fermentation of fish sauce from freshwater silver carp Hypophthalmichthys molitrix*. Fisheries Science, 2005. 71(2): bls. 422-430.

73. S. Yoshikawa, H. Kurihara, Y. Kawai, K. Yamazaki, A. Tanaka, T. Nishikiori og T. Ohta, *Effect of Halotolerant Starter Microorganisms on Chemical Characteristics of Fermented Chum Salmon (Oncorhynchus keta) Sauce*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010. 58(10): bls. 6410-6417.
74. S. Yoshikawa, D. Yasokawa, K. Nagashima, K. Yamazaki, H. Kurihara, T. Ohta og Y. Kawai, *Microbiota during fermentation of chum salmon (Oncorhynchus keta) sauce mash inoculated with halotolerant microbial starters: Analyses using the plate count method and PCR-denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE)*. Food Microbiology, 2010. 27(4): bls. 509-514.
75. Y. Aquerreta, I. Astiasaran og J. Bello, *Use of exogenous enzymes to elaborate the Roman fish sauce 'garum'*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2002. 82(1): bls. 107-112.
76. C. G. Beddows og A. G. Ardeshir, *PRODUCTION OF SOLUBLE FISH-PROTEIN SOLUTION FOR USE IN FISH SAUCE MANUFACTURE .1. USE OF ADDED ENZYMES*. Journal of Food Technology, 1979. 14(6): bls. 603-612.
77. R. Yoshinaka, M. Sato, N. Tsuchiya og S. Ikeda, *PRODUCTION OF FISH SAUCE FROM SARDINE BY UTILIZATION OF ITS VISCERAL ENZYMES*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 1983. 49(3): bls. 463-469.
78. Aðalheiður Ólafsdóttir, *Vörumat á fiskisósum - vörumat mars 2011*, 2011: Matís. bls. 4.
79. Aðalheiður Ólafsdóttir, *Vörumat á fiskisósum - vörumat maí 2011*, 2011: Matís. bls. 5.
80. Aðalheiður Ólafsdóttir, *Vörumat á fiskisósum - vörumat desember 2011*, 2011: Matís. bls. 6.
81. Shuji Yoshikawa, *Icelandic fish sauce*, Arnljótur Bergsson, Ritstj. 2011, Hokkaido Research Organization - Food Processing Research Center: Food Processing Research Center.
82. Arnljótur B. Bergsson, Patricia Y. Hamaguchi og Ómar Bogason. *Icelandic Fish Sauce - Improving good fisheries. á International Fish Sauce Forum*. 2011. Akita City, Akita Prefecture, Japan: Japan Fish Sauce Research Association.
83. Loftur Thorarinnsson, *The Japanese Seafood Market - Case Study: Icelandic Seafood Firms*, í *School of Oriental and African Studies* 2010, University of London: London. bls. 64.
84. Sigrún Sigmundsdóttir, *Nýting íslensks byggs til fisksósugerðar*, 2011. bls. 8.
85. Vietnam Embassy. 2003; Available from: <http://www.vietnamembassy-usa.org/news/story.php?d=20031202110206>.
86. Loftur Þórarinnsson, *Uppkast að viðskiptaáætlun - Gagnleg gerjun - Framleiðsla fisksósu úr íslensku sjávarfangi*, Brimberg, Ritstj. 2010, Matís. bls. 11.
87. FAO Statistics and Information Service of the Fisheries and Aquaculture Department. *Capture production 1950-2009*. . FISHSTAT Plus - Universal software for fishery statistical time series Online. 2011; Available from: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>.