

Vinnsla og vöruþróun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks - Áhrif mismunandi söltunaraðferða við verkun á flöttum fiski

Kristín Anna Þórarinsdóttir
Þóra Valsdóttir
María Guðjónsdóttir
Sigurjón Arason

Vinnsla og vöruþróun

Skýrsla Matís 22-07
Júlí 2007

ISSN 1670-7192

Titill / Title	Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks. Áhrif mismunandi söltunaraðferða við verkun á flöttum fiski		
Höfundar / Authors	Kristín Anna Þórarinsdóttir, Þóra Valsdóttir, María Guðjónsdóttir, Sigurjón Arason		
Skýrsla / Report no.	22-07	Útgáfudagur / Date:	Júlí 2007
Verknr. / project no.	1653		
Styrktaraðilar / funding:	AVS, Tæknipróunarsjóður Rannís		
Ágrip á íslensku:	<p>Flattur þorskur var verkaður eftir mismunandi söltunarferlum í þeim tilgangi að meta áhrif forsöltunar (sprautunar, pæklunar og pækilsöltunar) og samsetningar sprautupækils (salt, fosfat, fiskprótein) á verkunareiginleika.</p> <p>Forsöltun bætti verkunarnýtingu og heildarnýtingu á öllum stigum, eftir verkun, útvötnun og þurrkun. Pæklun var kom betur út en pækilsöltun en mest áhrif hafði sprautun (fylgt eftir með pæklun). Allir hópar voru stæðusaltaðir eftir forsöltun. Afurðir með viðbættum próteinum komu best út í gæðamati, þ.e. hærra hlutfall fór í SPIG I en í öðrum hópum.</p> <p>Áhrif á örveruvöxt og myndun niðurbrotsefna (TVN, TMA, TBA) voru ekki afgerandi. Verkunareinkenni metin með skynmati voru að sama skapi svipuð fyrir alla hópa, óháð söltunaraðferð.</p>		
Lykilorð á íslensku:	Saltfiskur, sprautun, marningur, nýting, gæði		
Summary in English:	<p>Different pre-salting methods (injection, brine salting, pickle salting) were used as the initial step in heavy salting of cod. The effects of brine composition (salt, phosphate, fish proteins) were evaluated. Pre-salting increased yield and quality, brine salting was more effective than pickle salting but the best results were obtained by injection (followed by brine salting). Dry salted was used as the main salting step for all groups.</p> <p>Higher ratio of products with added proteins were graded as the best class (SPIG I). Effects on microbial growth or formation of degradation compounds (TVN, TMA, TBA) were not significant. Sensory analysis showed that curing characteristics (taste, odor, appearance, texture) were not affected by the salting procedure.</p>		
English keywords:	Salted fish, injection, mince, yield, quality		

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	1
2. FRAMKVÆMD.....	2
Hráefni.....	2
Vinnsla	2
Útvötnun.....	3
Þurrkun	3
Sýnataka og mælingar.....	5
Nýting.....	5
Útvötnunarnýting	6
Suðunýting	6
Þurrkunarnýting.....	6
Heildarnýting.....	6
Gæðamat á saltfiski	7
Örverumælingar	7
Efnamælingar og pH	7
Vatnsvirkni.....	9
Skynmat á soðnum saltfiski.....	9
Tölfræðileg úrvinnsla	10
3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	11
Örverumælingar í söltuðum og útvötnuðum fiski.....	11
Myndun niðurbrotsefna (TVN, TMA og TBA).....	13
Efnainnihald, vatnsheldni og pH í pækli og fiski eftir söltun og útvötnun	16
Efnainnihald við þurrkun	19

Saltmettun við þurrkun	20
Heimtur efna í fiskholdi	21
Vatnsvirkni.....	25
Verkunarnýting	26
Útvötnunarnýting	28
Suðunýting.....	29
Þurrkunarnýting.....	30
Heildarnýting	31
Gæðamat	33
4. ÁLYKTANIR	38
5. ÞAKKARORÐ	39
6. HEIMILDIR.....	40

1. INNGANGUR

Mikil þróun á sér nú stað við verkun saltfisks auk þess sem aðrar breytur s.s. hráefnismeðhöndlun hafa líka tekið stakkaskiptum. Áður fyrr var fiskur eingöngu stæðusaltaður, en síðan bættust við mismunandi forsöltunarskref, fyrst pækilsöltun, síðan pæklun og nú síðast sprautun. Með sprautun hafa opnast nýir möguleikar á stýringu á samsetningu pækils í fiskinn, t.a.m. er hægt að sprauta fiskpróteinum í fiskinn í formi marnings.

Munur á nýtingu á milli mismunandi verkunaraðferða liggur í því að mismikið vatn er bundið í vöðvanum. Nýting er þó ekki eini þátturinn sem verður fyrir áhrifum, heldur er hugsanlegt að þurrefnistap og verkun m.t.t. bragðs, lyktar og áferðar geti verið mismunandi eftir verkunarferlum. Hvað markaðurinn telur hágæðavöru fer eftir smekk neytandans og hverju hann hefur vanist. Áður þótti t.a.m. þurrkaður og helst sólþurrkaður saltfiskur besta varan en í dag hafa vörur úr breyttum og styttri verkunarferlum tekið yfir. Það er mismunandi eftir markaðssvæðum hvaða eiginleikum neytendur sækjast eftir en blær og þykkt hnakkastykkis og hversu safaríkur vöðvinn er eftir matreiðslu eru gjarnan mikilvægir þættir.

Stýring afurða á markaði er háð því hvernig samspil verkunarnýtingar, gæða markaðskrafna og verðs er. Með aukinni verkunarnýtingu geta forsendur fyrir markaðssetningu ákveðinna gæðaflokka inn á markaði fyrir þurrkaðar afurðir breyst. Hins vegar þarf að meta áhrif af breyttum ferlum á þurrkeiginleika afurða, sem er einn liðurinn í þessu verkefni.

Markmiðið var að kanna áhrif mismunandi verkunaraðferða, pækilsprautunar, pæklunar, pækilsöltunar og þurrsöltunar á þurrefnistap, vatnsinnihald og vatnsheldni í vöðvanum. Auk þess var samsetning sprautupækils mismunandi, hreinn saltpækill eða bættur með fiskpróteinum eða fosfati. Lögð var áhersla á að skoða afurðir m.t.t. bragðs, lyktar og áferðar með skynmati til að meta hvernig neytendur muni meta afurðir sem verkaðar hafa verið á mismunandi hátt. Þessir þættir voru tengdir mælingum á sérhæfðum örverum, niðurbrotsefnum og bragð- og lyktarefnum. Tilgangurinn var að geta sýnt fram á hvaða ferlar séu að skila “hágæða” afurðum en á sama tíma góðri nýtingu. Afurðir úr völdum ferlum voru teknar áfram í þurrkun.

2. FRAMKVÆMD

Tilraunininni má skipta upp í þrjú þrep; (1) vinnslu, (2) verkun og (3) þurrkun. Vinnslan og verkunin fór fram hjá Vísi, Djúpavogi, í október og nóvember 2006 en þurrkunin var gerð hjá Haustaki hf, Reykjanesi í desember 2006.

Hráefni

Hráefni í tilrauninni var þorskur. Þorskurinn var 4-6 daga gamall þegar hann var unninn, veiddur á línu dagana 18-21/10/2006 af Kristínu GK 157 á svæði 462C. Gróft iðnaðarssalt (Zarts, Túnis) og fosfat (Carnal 2110) var notað við þækilgerð. Þorskmarningur til íblöndunar í þækil var framleiddur af Vísi á Húsavík.

Vinnsla

Flattur þorskur ($1,7 \pm 0,2$ kg) var merktur með númeruðum plastmerkjum (lambamerki frá Plastiðjunni Bjargi, Akureyri) og hver fiskur veginn og honum skipt í 7 hópa ($n=32$). Flatti þorskurinn úr fjórum hópum (1-4) var sprautusaltuður strax eftir snyrtingu með mismunandi sprautublöndun, þ.e. ýmist (1) eingöngu salti, (2) blöndu af salti og fosfati, (3) blöndu af salti og marningi 18% eða (4) blöndu af salti og marningi 30% (Tafla 1).

Tafla 1. Tilraunahópar við söltun og verkun á flöttum fiski, allur fiskur var stæðusaltaður en forsöltunarskref voru mismunandi, hópar 1-4 voru sprautaðir og þæklaðir, hópur 5 aðeins þæklaður, hópur 6 þækilsaltaður en hópur 7 eingöngu stæðusaltaður

Hópur	Heiti	Sprautublanda
1	Spr.17°S	17% salt
2	Spr.17°S, 5°F	17% salt, 5% fosfat
3	Spr.18°P, 17°S	17% salt, 18% marningur
4	Spr. 30°P, 17°S	17% salt, 30% marningur
5	Þæklun	-
6	Þækilsöltun	-
7	Stæðusöltun	-

Blöndurnar voru útbúnar í Cozzini búnaði (Supspentec® particle injection system for injection processes, COZZINI, INC., Chicago, IL 60646, USA). Í þeim tilfellum sem marningur var notaður voru marningsblokkirnar fyrst kurlaðar í kurlara (GMC Hydraflaker, GENERAL MACHINERY CORPORATION, Wisconsin 53081 USA) fyrir blöndun við saltþækil.

Fjórir hópar (1-4) voru sprautaðir (þrýstingur 1 bar) með sprautuvél frá Traust (334 nálar, 1,8mm að innra þvermáli). Eftir sprautun fóru allir hóparnir í gegnum hefðbundinn saltfiskferil eins og hann er almennt í dag, þ.e. þekklun í tvo daga þar sem hlutfall fisks og þækils var 1:1 og síðan þurrsöltun fram að þökkun. Saltstyrkur í þækli til lagringar og blöndunar á sprautulausnum var um 18%.

Einn hópur var þæklaður og síðan þurrsaltaður (5). Hópar 6 og 7 voru verkaðir samkvæmt eldri aðferðum, þ.e. (6) þækilsöltun og (7) stæðu-/þurrsöltun. Í báðum tilfellum var fiskurinn þurrsaltaður strax eftir snyrtingu, annars vegar í lokuðu kerri (6) og hins vegar í kerri með götum svo að vatn gæti lekið af. Þækilsaltaði fiskurinn var endursaltaður í ker með götum eftir 13 daga (7/11/06).

Eftir um fimm vikur var saltfiskurinn tekinn úr þurrsöltun, veginn og gæðametinn. Hluti fisksins var tekinn til útvötnunar en afgangur fór í þurrkun.

Útvötnun

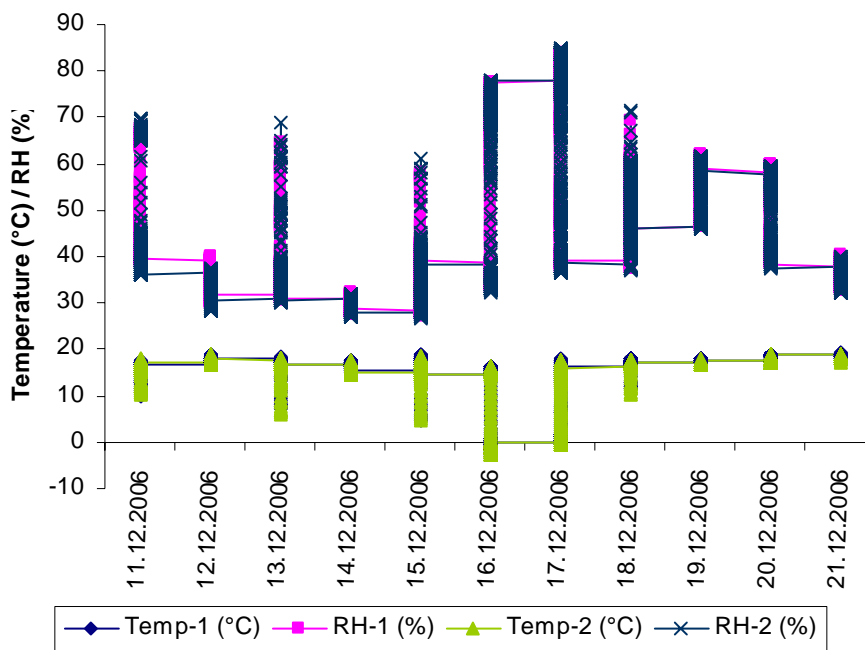
Fiskurinn var fyrst útvatnaður í 24 klukkustundir og hlutfall fisks og þækils var 1 á móti 5 (útvötnun 1) en þá tók við útvötnun í þrjá daga með hlutfall fisks og þækils 1 á móti 5,5 (útvötnun 2). Eftir það var fiskurinn fullsaltur fyrir skynmat þar sem hann er gufusoðinn. Því voru hnakkastykki skorin úr fiski og útvötnuð (1:5) í 1,5 klst til viðbótar (útvötnun 3). Þetta var aðeins gert fyrir skynmatið og gasgreinimælingar. Salt- og vatnsmælingar voru einnig gerðar til samanburðar við útvötnun 2.

Þurrkun

Fiskurinn (18 stk/hóp) var þurrkaður á grindum í 10 daga (Mynd 1). Hver hópur tók 1,5 grindur, alls 10,5 grindur. Til uppfyllingar í klefa var hálf ker af saltfiski og fersk langa. Lofthraði við þurrkun var um 1 m/s (efst 1,1, miðja 0,7 og neðst 1 m/s) og hitastig um 17°C (Mynd 2). Gufa fór af á 5.-6. degi og hittist svo óheppilega á að um helgi var að ræða þannig að bið var á að gufa væri sett á aftur. Hefur það seinkað þurrkun að einhverju marki. Hita- og rakamælar voru staðsettir framan og aftan við stæður með tilraunafiski sem voru næstar dyrum í þurrkklefa.



Mynd 1. Salfiskur á grindum við þurrkun



Mynd 2. Hitastigs- og rakastigsferlar við þurrkun salfisks, sjá má sveiflur í hita- og rakastigi þegar fiskur er tekinn út og vigtaður við sýnatökur (2, 4, 7 og 10 daga).

Sýnataka og mælingar

Fylgst var með breytingum á nýtingu, suðunýtingu, efnasamsetningu, niðurbrotsefnum, og gæðum (Tafla 2). Þrír fiskar voru teknir til efna- og örverumælinga. Skorið var á þremur stöðum úr fiskinum og sýnin sameinuð í eitt fyrir hvern hóp. Skynmat á hópum 2, 3, 5 og 7 var framkvæmt eftir útvötnun. Við þurrkun voru tekin sýni eftir 2, 4, 7 og 10 daga, meginhluti sýna var skorin úr hnakkastykkjum. Sýni eftir söltun voru notuð sem núllpunktur (dagur 0) fyrir þurrkun.

Tafla 2. Mælingar á flöttum fiski. Auk þess var gert skynmat á útvötnuðum sýnum úr hópum 2, 3, 5 og 7.

Sýnatöku - dagur	Sýni	Mælt hjá Mátis					Mælt hjá Vísi	
		Vatn Salt	pH Vatnsheldni Örverur	Fosfat	Niðurbrotsefni (TVN, TMA, TBA)	Suðunýting	Þyngd	Gæðamat
25.10.06	Hráefni	X	X		X	X	X	
25.10.06	Eftir sprautun						X	
27.10.06	Eftir pæklun/pækilsöltun						X	
30.11.06	Eftir þurrsöltun	X	X	X	X	X	X	X
4./7.12.06	Eftir útvötnun	X	X	X	X	X	X	
11.-21.12.06	Eftir þurrkun	X			X (Ekki TBA)		X	

Nýting

Fylgst var með þyngdarbreytingum í ferlinu, þ.e. fiskar úr hverjum hópi voru vegnir eftir snyrtingu, pæklun, þurrsöltun og útvötnun. Auk þess var heildarþyngd hvers hóps tekin eftir sprautun (þar sem það átti við). Nýting var miðuð við breytingar frá upphafsvigt (eftir snyrtingu), nema annað sé tekið fram sbr.:

$$\eta_{e.spr} = \frac{m_{e.spr.}}{m_{e.snyrt}} * 100$$

Þar sem $\eta_{e.spr}$ er nýting eftir sprautun, $m_{e.spr.}$ er þyngd eftir sprautun og $m_{e.snyrt}$ þyngd eftir snyrtingu.

Útvötnunarnýting

Útvötnunarnýting var metin sem hlutfallsleg breyting á þyngd fisks við útvötnun.

Suðunýting

Suðunýting var metin sem þyngdartap við suðu. Hnakkastykki voru skorin úr þremur fiskum og hverju stykki skipt í fjóra bita. Bitarnir voru settir á álpappír og gufusoðnir (95-100°C) í ofni (Convostar, Convothem Elektrogeräte GmbH, Eglfing, Þýskaland) í 8 mínútur en stykkinn síðan látin kólna niður fyrir a.m.k. 25°C við stofuhita áður en þau voru vigtuð (Mettler Toledo SB 16001 DR, ± 0,01g, Mettler Instruments AG, Greifensee, Sviss). Suðunýting ($\eta_{\text{suðu}}$) var reiknuð sem hlutfallsleg þyngdarbreyting við suðu:

$$\eta_{\text{suðu}} = \frac{m_{\text{e.suðu}}}{m_{\text{f.suðu}}} * 100$$

Reiknað var meðaltal fyrir hvern fisk (fjórir bitar) og þau gildi notuð til að reikna meðaltal ($n = 3$) og staðalfrávik fyrir hvern hóp.

Þurrkunarnýting

Þurrkunarnýting var metin sem hlutfallsleg breyting á þyngd fisks við þurrkun.

Heildarnýting

Við útreikning á heildarnýtingu var þyngd fisks eftir hvert skref borin saman við upphaflega þyngd fyrir söltun, t.a.m. var heildarnýting eftir útvötnun reiknuð sem:

$$\eta_{\text{heild .eftir .útvötnun}} = \eta_{\text{verkun}} \eta_{\text{útvötnun}} = \frac{m_{\text{útvötnun}}}{m_{\text{snyrtung}}} * 100$$

Gæðamat á saltfiski

Gæðamat á saltfiskinum var framkvæmt af faggildum einstaklingi, Sigurði Jóhannssyni, starfsmanni Vísis hf á Djúpavogi samkvæmt stöðlum iðnaðarins. Gæðamatið fór fram um leið og fiskurinn var tekinn upp úr saltkerunum. Gefin var einkunn SPIG (I-III) og PORT (AB, CD, E) eftir lit, áferð, gapi og fleiri þáttum, eftir þeim viðmiðum sem gilda fyrir Spánar-, Ítalíu- og Grikklandsmarkað annars vegar og Portúgal hins vegar. Í SPIG-flokkun eru gerðar meiri kröfur og sem dæmi má nefna að í flokki I á að vera gallalaus fiskur, þykkur, hvítur og blæfallegur. Aftur á móti er leyft að setja í AB flokk (PORT) fisk sem er með fáeina smærri galla sem ekki hafa áhrif á neyslugildi hans.

Örverumælingar

Heildarörverutalningar og talningar á H₂S-myndandi gerlum voru gerðar á járnagar með 0,5% NaCl samkvæmt lýsingu Gram ofl. (1987). Áhellingaraðferð var notuð og skálar ræktaðar við 22°C í þrjú daga. Ennfremur voru gerðar talningar á járnagar með 10 % NaCl við 22°C í fimm daga. Gerlar sem mynda svartar kóloníur á þessu æti framleiða H₂S úr þíósúlfati og/eða cysteini.

Efnamælingar og pH

Sýni voru mæld á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Eftirfarandi mælingar voru framkvæmdar á flöttum fiski: Sýrustig (pH), vatn, salt, prótein, vatnsheldni, TCA-leysanlegt köfnunarefni, TVN og TMA.

Vatnsinnihald sýnanna var metið út frá massatapi við þurrkun sýna við 103 ± 2°C í fjórar klukkustundir (ISO 6496, 1999).

Próteininnihald var metið með aðferð Kjeldahls (ISO 5983-2, 2005) þar sem mælt magn köfnunarefnis er margfaldað með 6,25.

Saltinnihald var ákvarðað með því að mæla klóríð eftir útdrátt úr hökkuðum sýnum með vatni sem inniheldur saltpéturssýru. Klórmagnið er fengið með titrun lausnarinnar með silfurnítrati. (AOAC 976.18, 17th ed., 2000).

Sýrustig sýnanna pH var mælt með því að stinga stunguelektroðu (SE 104, Mettler Toledo GmbH, Greifensee, Sviss) beint í hökkuð sýnin við 20 ± 2 °C. Stunguelektroðan var tengd sýrustigsmæli (Portames 913 pH, Knick, Berlin, Þýskaland).

Heildarmagn reikulla basa (TVN) og trimethylamíns (TMA) var ákvarðað með því að nota gufueimingu að fylgdri títrunaraðferð TVN. Ein algengasta aðferðin sem notuð er við gæðamat á fiski er byggð á magngreiningu á reikulum bösum í fiskholdinu. Strax eftir dauða fíks hefjast ýmis niðurbrotsferli sem orsaka myndun ýmissa efnasambanda er valda óbragði og/eða ólykt. Þessi ferli er hægt að tefja, t.d. með ísun, frystingu eða öðrum þekktum varðveisluáðferðum. TVN-greining var framkvæmd með útdrætti í 7,5% TCA lausn og eimingu í bórsýru í fjórar mínútur (Struer TVN, Kjeldalh-type distillator). Innihald safnflöskunnar var þá títrað með þynntri H₂SO₄ lausn. Til ákvörðunar á TMA var sama aðferð notuð, að því undanskildu að 20 ml af 35% formaldehýði var bætt í eimingarflöskuna til að hindra fyrsta og annars stigs amín (AOAC 920,03, 17th ed., 2000).

Þránun fitu var metin út frá mælingum á **TBARS** (Thiobarbituric acid reactive substances), sem gefur til kynna magn af 2. stigs myndefnum eða aldehyðum. Notuð var aðferð sem lýst var af Vyncke (1975) sem hafði verið aðlöguð að minna sýnamagni. Magn sýnis var 15 g og var það blandað með 30 mL af 7.5% trichloroacetic sýru sem innihélt 0,1% af bæði propyl gallate og EDTA. Mælingar á ljósgleypni sýna og staðla fóru fram við 530/600 nm í UV-ljósgleypnimæli. TBARS var reiknað sem μmol malondialdehyde per kilogram af sýni (μmol MDA/kg. Malondialdehyd-bis-(diethyl acetate) var notað sem staðall.

Vatnsheldni

Vatnsheldni var mæld með skilvindu (Eide o. fl. 1982) á sömu sýnum og notuð voru í efnamælingar. Magn sýna (sem vigtað var nákvæmlega í sýnaglas) var um 2 g. Við keyrslu í skilvindu (Heraeus Biofuge Stratos, Kendro Laboratory products, USA) var hraði stilltur á 210 x g, hiti á 0-5 °C en tímalengd hverrar keyrslu var 5 mín. Vatnsheldni (WHC%) var reiknuð sem hlutfall þess vatns sem var í sýni eftir keyrslu miðað við heildarmagn vatns í sýninu fyrir keyrslu:

$$\text{WHC (\%)} = \frac{[\% \text{ vatns (fyrir keyrslu) * magn sýnis (g)}] - [\text{vatnstap (þyngdartap við mælingu) (g)}] * 100}{[\% \text{ vatns (fyrir keyrslu) * magn sýnis (g)}]}$$

Vatnsvirkni

Vatnsvirkni sýnanna var mæld við 25 °C í Novasina Aw-center vatnsvirknimæli (Novasina AG, Axair Ltd., Pfäffikon, Sviss), en mælirinn mælir hlutfallslegan

jafnvægisraka (relative equilibrium humidity) sýnanna, ϕ_{eq} í prósentum. Vatnsvirknin var skilgreind sem hlutfall vatnsgufuþrýstings í fiskinum og vatnsgufuþrýstings hreins vatns við sama hitastig og má reikna skv. jöfnunni

$$A_w = \frac{\phi_{eq}}{100}$$

Skynmat á soðnum saltfiski

Skynmat á soðnum saltfiski var framkvæmt eftir QDA aðferð (Quantitative Descriptive Analysis), þar sem skilgreindir matsþættir fyrir útlit, lykt, bragð og áferð eru metnir af þjálfuðum skynmatshópi (Stone and Sidel, 1985). Þrettán dómara, sem allir höfðu reynt í skynmati (ISO, 1993) og þekktu vel aðferðina, tóku þátt í skynmatinu. Matsþættir sem höfðu áður verið skilgreindir (Magnusson og fl., 2006) voru metnir eftir styrk eða einkennum á ókvarðari línu sem í úrvinnslu var kvörðuð frá 0-100 og meðaltal dómara reiknað. Eftirfarandi matsþættir voru metnir fyrir útlit: (ljós/dökkur litur einsleitur/mislitur, flögur); lykt (einkennandi, sæt/soðin mjólk, sjávarlykt, smjörlykt, jarðlykt/soðnar kartöflur, borðtusulykt, súr, klór, TMA, brennisteinslykt); bragð

(verkunarbragð, salt, sætt, sjávarbragð, smjörbragð, jarðbragð, súrt, TMA, rammt, klórbragð, frystibragð) og áferð (mýkt, safi, meyrni, gúmmí, froðukennt, stamur).

Sýni fyrir skynmat voru undirbúin þannig að útvötnuð hnakkastykki voru skorin í um 40 g bita. Hver biti var gufusoðinn við 95-100°C í 7 mínútur í forhituðum ofni (Convotherm Elektrogeräte, GmbH, Eglfing, Þýskaland) með loftringrás og gufu. Sýnin voru metin strax eftir suðu. Hver dómari mat tvö sýni úr hverjum hópi í handahófskenndri röð, mest fjögur sýni í einu í hverri umferð skynmats.

Tölvuforritið FIZZ (version 2.0, 1994-2000 frá Biosystemes) var notað við uppsetningu, framkvæmd og gagnasöfnun skynmats.

Tölfræðileg úrvinnsla

Tölfræðileg úrvinnsla gagna var framkvæmd í Microsoft® Office Excel 2003, og tölfræðiforritinu NCSS 2000 (NCSS, Utah, USA) með Anova greiningu og Duncan's samanburðarprófi.

3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

Örverumælingar í söltuðum og útvötnuðum fiski

Ekki var hægt að greina afgerandi mun á örverufjölda í sprautuðum og ósprautuðum fiski. Eftir söltun var fjöldi örvera á 0,5% járnagar á bilinu 7.200-12.000/g í sprautuðum fiski, 4.600 í pæklunum fiski, 11.000 í pækilsöltuðum fiski en 5.600 í stæðusöltuðum fiski (Tafla 3). Helst er hægt að sjá vísbendingar um meiri örverufjölda í sprautuðum fiski eftir söltun á 10% járnagar. Eftir söltun voru gildi á bilinu 1.900-2.800/g í sprautuðum fiski en 750-1.900 í ósprautuðum fiski (Tafla 4). Í fyrri samanburðartilraun á áhrifum mismunandi söltunaraðferða á örveruvöxt í söltuðum flökum kom í ljós meiri munur á milli sprautaðra hópa (9.500-21.000/g) og pækil- og stæðusaltaðra hópa (1.400-1.600/g) (María Guðjónsdóttir og fl. 2007).

Tafla 3. Örverufjöldi (/g sýni á 0,5% járnagar) í söltuðum og útvötnuðum saltfiski

	Fjöldi/g sýni		log (fjöldi/g sýni)	
	Saltaður	Útvatnaður	Saltaður	Útvatnaður
Spr.17°S	12.000	280.000	4,08	5,45
Spr.17°S, 5°F	7.200	84.000	3,86	4,92
Spr.18°P, 17°S	9.200	43.000	3,96	4,63
Spr. 30°P, 17°S	9.100	430.000	3,96	5,63
Pæklun	4.600	1.000.000	3,66	6,00
Pækilsöltun	11.000	480.000	4,04	5,68
Stæðusöltun	5.600	70.000	3,75	4,85

Sprautun með marningi virtist ekki valda meiri örveruvexti, en mældur örverufjöldi í marningi eftir þíðingu var 69.000/g á 0,5% járnagar en 10/g á 10% járnagar. Örverufjöldi í holdi á slægðum fiski fyrir flatningu var 50/g á 0,5% járnagar en 110/g á 10% járnagar. Eftir vinnslu má gera ráð fyrir að örverufjöldi hafi aukist þar sem við flatningu opnast holdið fyrir örverumengun frá umhverfinu. Einnig getur mengun á milli hópa átt sér stað við sprautun, sem að hluta til gæti verið skýring á því að fiskur sprautaður með marningi kom ekki verr út en aðrir hópar.

Við útvötnun og lækkun saltstyrks í afurðum urðu vaxtarskilyrði fyrir örverur betri, eins og niðurstöður heildarfjölda örvera bæði á 0,5% og 10% járnagar gefa til kynna. Í útvötnuðum fiski var fjöldi örvera á 0,5% járnagar 43.000-430.000 /g í sprautuðum fiski

en 70.000-1.000.000 /g í ósprautuðum fiski (Tafla 3) en á bilinu 6.300-34.000 og 4.500-97.000 á 10% járnagar eftir útvötnun miðað við sömu skiptingu (Tafla 4).

Tafla 4. Örverufjöldi (/g sýni á 10% járnagar) í söltuðum og útvötnuðum saltfiski

	Fjöldi/g sýni		log (fjöldi/g sýni)	
	Saltaður	Útvatnaður	Saltaður	Útvatnaður
Spr.17°S	2.500	30.000	3,40	4,48
Spr.17°S, 5%F	2.600	8.100	3,41	3,91
Spr.18°P, 17°S	1.900	6.300	3,28	3,80
Spr. 30°P, 17°S	2.800	34.000	3,45	4,53
Pæklun	750	97.000	2,88	4,99
Pækilsöltun	1.900	48.000	3,28	4,68
Stæðusöltun	1.300	4.500	3,11	3,65

Niðurstöður fyrir H₂S-myndandi gerla gáfu til kynna að þeir væru viðkvæmir fyrir saltstyrk. Í 5 hópum af 7 fengust heldur lægri gildi eftir útvötnun en í söltuðum afurðum á 0,5% járnagar. Fjöldi H₂S-myndandi gerla (0,5% járnagar) í slægðum þorski var 10/g en 60/g í marningi. Í sprautuðum fiski var fjöldi á bilinu 30-100 /g en 10-120 /g í ósprautuðum fiski. Eftir útvötnun voru samsvarandi gildi 10-290 /g og 60-120 /g (Tafla 5). Fjöldi H₂S-myndandi gerla á 10% járnagar var óverulegur (10/g) jafnt í marningi sem slægðum fiski og tók engum breytingum í gegnum ferlið.

Tafla 5. Fjöldi H₂S-myndandi gerla (/g sýni á 0,5% járnagar) í söltuðum og útvötnuðum saltfiski

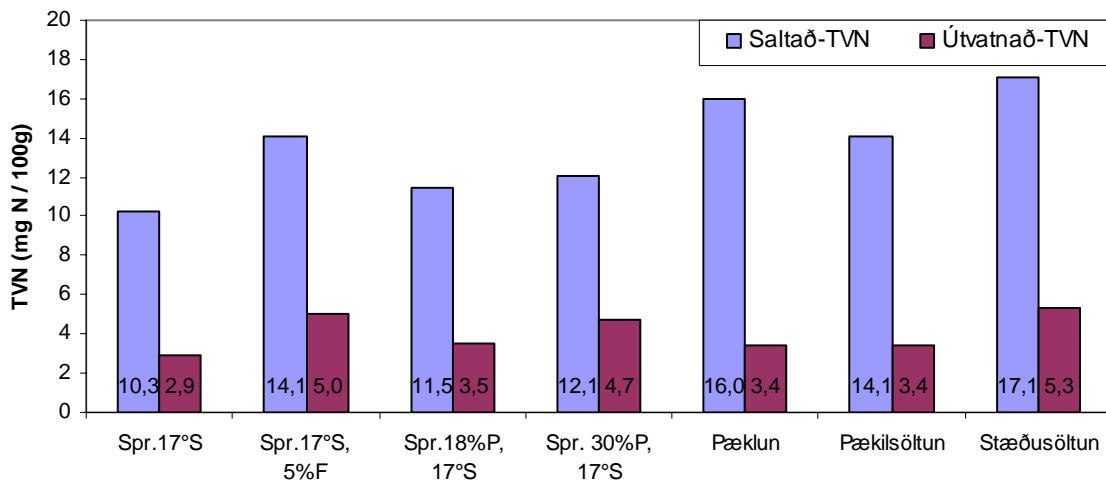
	Fjöldi/g sýni		log (fjöldi/g sýni)	
	Saltaður	Útvatnaður	Saltaður	Útvatnaður
Spr.17°S	200	290	2,30	2,46
Spr.17°S, 5%F	100	40	2,00	1,60
Spr.18°P, 17°S	100	20	2,00	1,30
Spr. 30°P, 17°S	30	10	1,48	1,00
Pæklun	100	60	2,00	1,78
Pækilsöltun	10	120	1,00	2,08
Stæðusöltun	120	60	2,08	1,78

Niðurstöður sýna að örverur lifa söltun af þó að örveruflóran breytist vegna þess að gerlar eru misþolnir fyrir þeim háa saltstyrk (>20%) sem næst í saltfiski. Lengi vel stóðu menn í þeirri trú að söltun dræpi gerla þó vitað væri að roðagerlar gætu vaxið í fullsöltuðum fiski ([Pétursson, 1933](#) og [Bjarnason, 1986](#)). Í rannsóknum Odds Vilhelmssonar og fleiri (1996 og 1997) var sýnt fram á ákveðnar örverur, sem einangraðar voru úr fiskinum í byrjun söltunar, lifðu söltun og þurrkun af. Skjerdal og fleiri (1997, tilvitnað eftir

Bjørkevoll o.fl. 2003), sýndu fram á að þeir gerlar sem væru ríkjandi eftir útvötnun voru til staðar í hráefni en rekja mátti uppruna þeirra til slíms á roði. Aftur á móti er einnig mikilvægt að vanda til verka við meðhöndlun hráefnis, vinnslu, verkun og útvötnun til að lágmarka alla örverumengun og tryggja þar með öruggar afurðir og draga úr skemmdum eftir útvötnun. Fyrirnefndir gerlar geta brotið niður (hydrolyserað) fitu en ekki prótein og mynda ekki H₂S eða TMA. Þar sem örveruflóra breytist við söltun, verða skemmdareinkenni í útvötnuðum saltfiski einnig önnur en í ferskum fiski (Skjerdal o.fl. 1997, tilvitnað eftir Bjørkevoll o.fl. 2003). Niðurbrot af völdum örvera og ensíma við söltun hefur einnig áhrif á aðgengi örvera að næringarefnum s.s. fríum aminosýrum og þar með á vöxt þeirra (Rodrigues et al 2003). Peptíð losna og magn frírra aminosýra eykst og þar með eiga örverur auðveldara með að nýta sér þessi efnasambönd til vaxtar og viðhalds.

Myndun niðurbrotsefna (TVN, TMA og TBA)

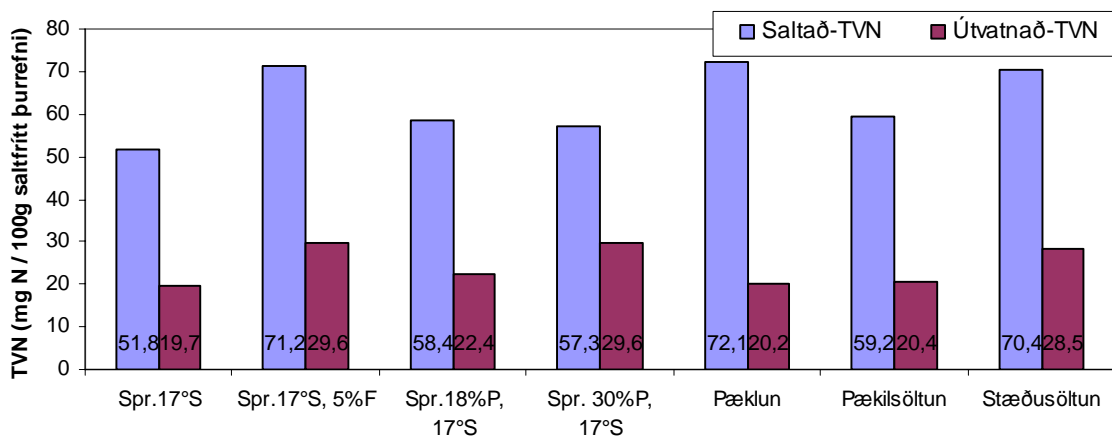
Magn TVN og TMA í slægðum fiski fyrir vinnslu og verkun var 13 mg N/100g og 1,9 mgN/100g. Eftir söltun var TVN heldur hærra í ósprautuðum hópum (TVN 14,1-17,2 mg N/100g), samanborið við sprautaða hópa (TVN 10,3-14,1 mg N/100g) (Mynd 3). Niðurstöður voru sambærilegar fyrri tilraun (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007) að því leyti að TVN-gildi var hærra í þækilsöltuðum (13,5 mgN/100g) og stæðusöltuðum (13,1 mgN/100g) þorskflökum en í sprautuðum og/eða þækluðum flökum (7,5-10,3 mgN/100g). Einnig var tilhneiging til hærri gilda í þessum hópum eftir útvötnun (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007).



Mynd 3. Magn TVN í söltuðum og útvötnuðum fiski

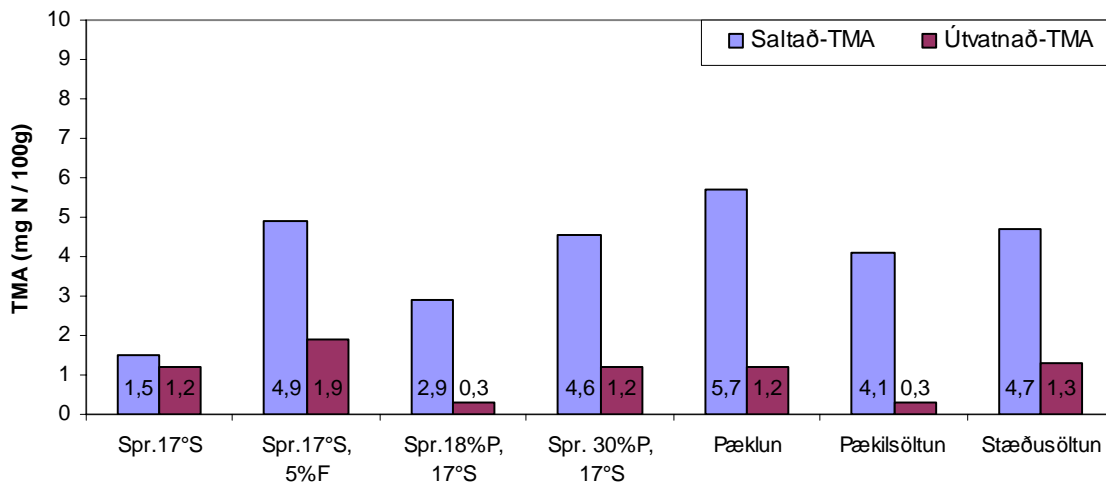
Þegar magn þess var skoðað sem hlutfall af saltfríu þurrefni til að leiðrétta fyrir mismunandi vatnsinnihaldi, breyttist mynstrið og ekki var hægt að tengja magn TVN á þeim grunni við sprautun eða viðbætt prótein (Mynd 4).

Eftir útvötnun voru gildi (3,0-5,3 mg N/100g) mun lægri en í söltuðum fiski, sem bendir til að TVN hafi skolast að hluta burt úr vöðvanum við útvötnun.

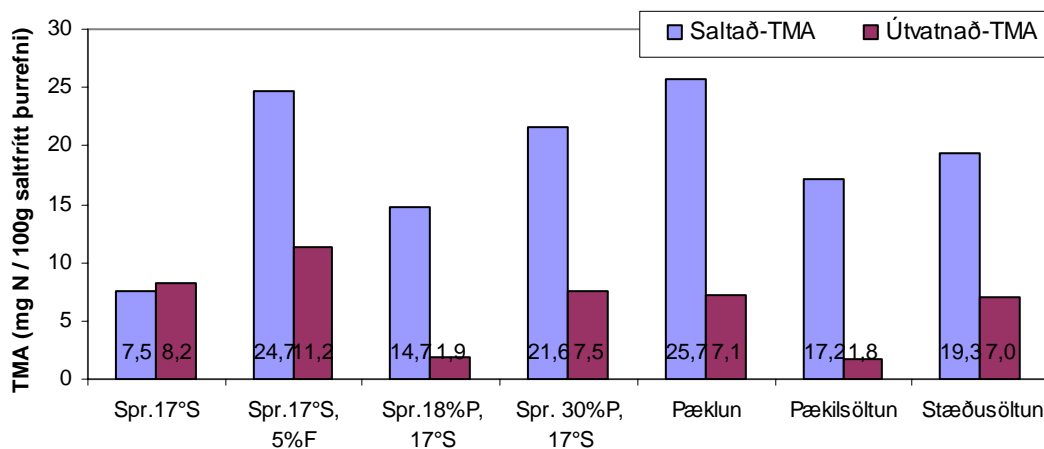


Mynd 4. Magn TVN sem hlutfall af saltfríu þurrefni, í söltuðum og útvötnuðum fiski

Magn TMA var á bilinu 1,5-4,9mg/100g í sprautuðum hópum en 4,1-5,7 í ósprautuðum hópum eftir söltun en samsvarandi gildi eftir útvötnun voru 0,3-1,9 og 0,3-1,3 mg/100g (Mynd 5). Ekki var hægt að sjá afgerandi mun út frá söltunaraðferðum hvort sem gildi voru skoðuð sem hlutfall af þyngd sýnis eða sem hlutfall af saltfríu þurrefni (Mynd 6).



Mynd 5. Magn TMA í söltuðum og útvötnuðum fiski



Mynd 6. Magn TMA sem hlutfall af saltfríu þurrefni, í söltuðum og útvötnuðum fiski

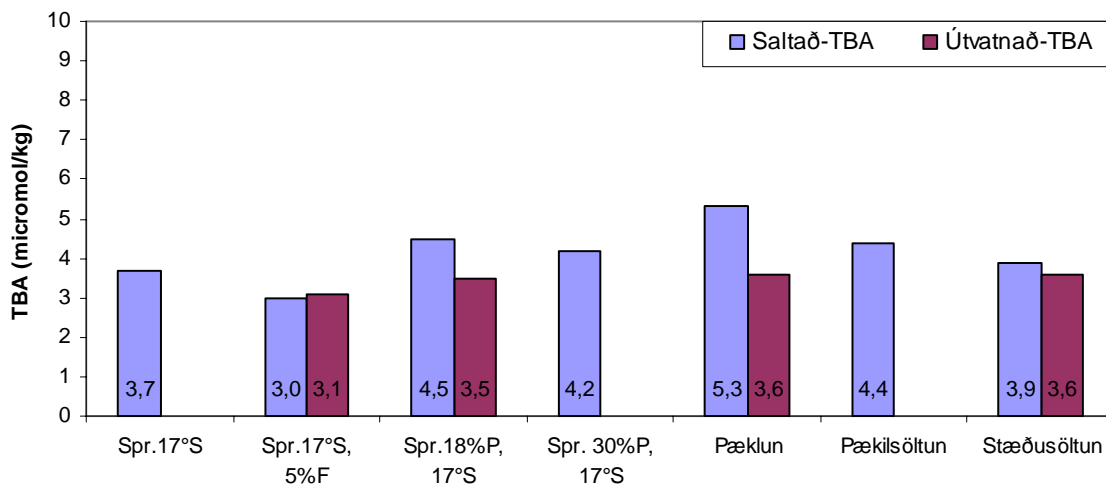
TVB-N mælir efnasambönd sem geta átt ríkan þátt í verkunarbragði saltfisks, s.s. TMA sem myndast við niðurbrot TMAO af völdum örvera og ammóníak sem að myndast m.a. við niðurbrot próteina. Hlutfall þess er því háð bæði örveruvexti og ensímvirkni. Ekki var hægt að sýna fram á að verkunareinkenni tengd TVN væru meiri í fiski sem verkaður var samkvæmt eldri aðferðum, s.s. stæðusaltaður. Ekki var hægt að greina tengsl milli örveruvaxtar og myndunar niðurbrotsefna í fiskinum þar sem lítil eða neikvæð fylgni var á milli magns niðurbrotsefna og örverufjölda.

Samanborið við hráefni lækkar hlutfall TVN og TMA við verkun eins og sýnt hefur verið fram í sambærilegum verkunartilraunum með þorsklök. Eftir söltun voru heimtur til að

mynda 58-89% en 13-21% eftir útvötnun (María Guðjónsdóttir o. fl. 2007). Gera má ráð fyrir að efnasamböndin tapist bæði við vatnstap úr vöðvanum við söltun og að þau skolist út við útvötnun.

Hafa ber í huga að verkunartími getur haft áhrif á magn niðurbrotsefnanna en í þessari tilraun var fullri verkun ekki náð heldur var fiskurinn á því stigi sem honum er pakkað til útflutnings. Í rannsóknum á söltun ufsa hefur verið sýnt fram á að verkunartími, ásamt hitastigi og samsetningu salts, hafi áhrif á magn niðurbrotsefna (Lauritzsen og fl 2005).

Ekki var hægt að greina mun á TBA-gildi eftir söltunaraðferðum. Magn TBA var svipað í sprautuðum (3,0-4,5 micromol/kg) og ósprautuðum fiski (3,9-5,3 micromol/kg) eftir söltun (Mynd 7). Eftir útvötnun voru aðeins þeir hópar mældir sem fóru í skynmat og voru þeir mjög sambærilegir (3,1-3,6 micromol/kg). TBA-gildi var ætlað að gefa vísbendingar um þránun og samkvæmt niðurstöðum koma þeir hópar sem fóru í gegnum þækun í upphafi söltunar ekki betur út en stæðusaltaður fiskur.



Mynd 7. Magn TBA í söltuðum og útvötnuðum fiski

Efnainnihald, vatnsheldni og pH í þækli og fiski eftir söltun og útvötnun

Saltstyrkur þækils sem innihélt aðeins salt var 17,7%. Sami þækill var notaður fyrir blöndun við fosfat og marning. Saltstyrkur lækkaði í 14,8% við að fosfati var bætt út, í 14,4% fyrir 18% marningshlutfall í þækli og 13,2% fyrir 30% marningshlutfall. Hlutfall

próteína var 2,6% í pækli með 18% marningshlutfalli og 3,9% í pækli með 30% marningshlutfalli. Notkun fosfats hækkaði pH um 0,4-0,5 (Tafla 6).

Tafla 6. Greiningar á pækjum fyrir sprautun og eftir lagringu sprautaðra (Spr.) og/eða pæklaðra hópa og pækilsaltaðs hóps.

	Pækill til sprautunar:				Pækill eftir lagringu:	
	Salt (%)	Prótein (%)	Fosfat (mg/g P ₂ O ₅)	pH	Salt (%)	Prótein (%)
Spr.17°S	17,7			6,33	13,4	0,7
Spr.17°S, 5°F	14,8		16,9	6,82	13,3	0,7
Spr.18°P, 17°S	14,4	2,6		6,41	13	0,8
Spr. 30°P, 17°S	13,2	3,9		6,37	12,4	0,9
Pæklun					12,2	0,9
Pækilsöltun					25,4	1,4

Saltstyrkur pækils sem notaður var til pæklunar var 18,7% en við pæklun lækkaði saltstyrkur í 12,2-13,4% við upptöku salts í fiski. Próteininnihald í pækjum sprautaðra og/eða pæklaðra hópa var 0,7-0,9% en 1,4% fyrir pækilsaltaðan fisk. Skýringin er sú að hlutfall þess pækils sem myndaðist við pækilsöltun var mun lægra en fyrir pæklaða hópa þar sem hlutfall af tilbúnum pækli á móti fiski var 1:1.

Vatnsinnihald fisks eftir söltun var hærra í sprautuðum fiski (58,3-59,2%) en ósprautuðum (56,2-57,5%) eftir söltun. Enginn munur var á pækilsöltuðum (56,3%) og stæðusöltuðum fiski (56,2%) en vatnsinnihald pæklaðs fisks var um 57,5%. Heldur lægra saltinnihald mældist í ósprautuðum fiski. Niðurstöður voru sambærilegar fyrri úttekt á áhrifum mismunandi söltunaraðferða á efnainnihald í söltuðum flökum, vatnsinnihald sprautaðra flaka var á bilinu 58,6-59,5%, en 56,2-57,8% í ósprautuðum fiski. Saltinnihald var einnig hærra í sprautuðum fiski en tilhneiging var til hærri gilda í flatta fiskinum (20,4-21,7%). Sýrustig var svipað í öllum hópum og hafði notkun fosfats ekki áhrif á pH-gildi (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007).

Vatnsheldni jókst með lækkanði vatnsinnihaldi, var 67,2-77,7% í sprautuðum og pækluðum fiski en 82,3-86,8% í pækilsöltuðum og stæðusöltuðum fiski (Tafla 7) þar sem búið var að fjarlægja meira af vatni úr vöðvanum með söltun. Afmyndun próteina við söltunina (Thorarinsdóttir et al, 2002) varð til þess að vatnsbindieiginleikar vöðvans rýnuðu samanborið við hráefni sem var með 89,2% vatnsheldni, þrátt fyrir að vatnsinnihald væri mun hærra eða 82,5%. Saltinnihald í hráefni var 0,2%.

Nokkur munur var á fosfatinnihaldi í söltuðum afurðum eftir hópum og tilhneiging til hærra fosfórinnihalds í þeim fiski sem sprautaður var með fosfati. Þó var megin ástæða þess talin vera náttúrulegur breytileiki í efnasamsetningu fisks frekar en söltunaraðferðir eða samsetning þækils. Við útvötnun lækkuðu gildi þar sem vægi þurrefnis í vöðvanum minnkaði við aukið magn vatns (Tafla 7 og Tafla 8).

Tafla 7. Efnainnihald flatt fisks eftir 5 vikna söltun.

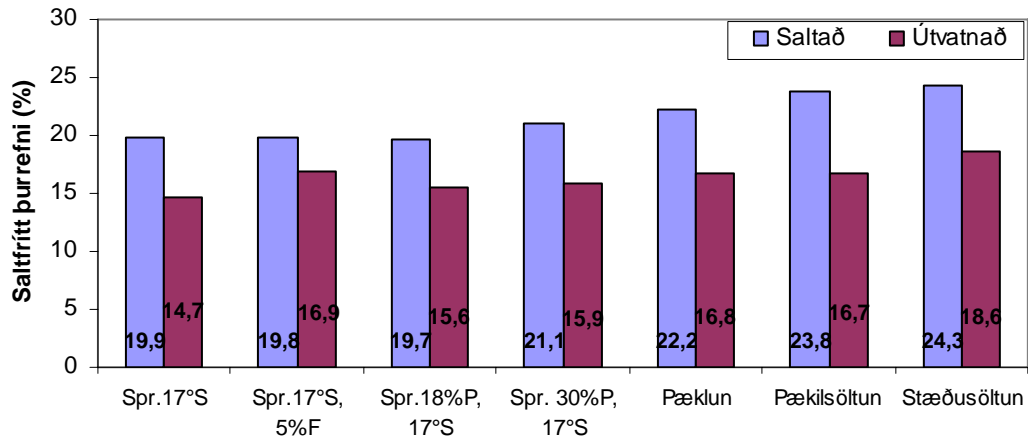
Hópur	Fosfór (mg/g P ₂ O ₅)	pH	Vatnsheldni (%)	Vatn (%)	Salt (%)
Spr.17°S	3,0	6,31	67,2	59,2	20,9
Spr.17°S, 5°F	4,3	6,12	67,6	59	21,2
Spr.18°P, 17°S	2,4	6,22	67,8	58,9	21,4
Spr. 30°P, 17°S	3,2	6,14	77,7	58,3	20,6
Þæklun	4,1	6,13	76,8	57,5	20,3
Þækilsöltun	3,3	5,95	82,3	56,3	19,9
Stæðusöltun	4,3	6,13	86,8	56,2	19,5

Eftir útvötnun var vatnsinnihald á bilinu 76,5-81,2% en saltinnihald á bilinu 3,2-6,2% (Tafla 8). Munur á vatnsinnihaldi hópa réðst af saltinnihaldi eftir útvötnun. Viðbótar útvötnun fyrir skynmat skilaði um 1,2-4,6 prósentustiga hækkun á vatnsinnihaldi og 0,6-2,3 prósentustiga lækkun á saltinnihaldi. Munur á vatnsheldni (98,7-99,3%) var lítill og sama var að segja um sýrustig (6,36-6,55). Við fyrri tilraunir með saltfiskflök fór saltinnihald neðar við útvötnun eða í 1,3-1,9% og var þá nokkur munur á vatnsinnihaldi sprautaðra (82,2-83,3%) og ósprautaðra (84,9-85,4%) flaka (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007). Breytileiki á milli einstaklinga getur verið mun meiri í flöttum fiski en þegar um flök er að ræða. Flattur fiskur er þykkari en flök og venjulega þarf hlutfallslega meiri útvötnun (lengri tíma, meira vatn) til að ná sambærilegum gildum og fyrir flök. Einnig skiptir máli hvort fiskurinn er skorinn í bita eða útvatnaður heill eins og hér var gert.

Tafla 8. Efnainnihald í flöttum fiski eftir 5 vikna söltun og útvötnun.

Hópur	Fosfór (mg/g P ₂ O ₅)	pH	Vatnsheldni (%)	Vatn (%)	Vatn (%) (skynmat)	Salt (%)	Salt (%) (skynmat)
Spr.17°S	1,9	6,51	98,8	81,2		4,1	
Spr.17°S, 5°F	3,5	6,52	99,3	76,9	81,5	6,2	3,9
Spr.18°P, 17°S	2,3	6,42	98,7	78,7	81	5,7	4,4
Spr. 30°P, 17°S	2,5	6,36	99	79,7		4,4	
Þæklun	2,3	6,42	98,7	78,6	79,8	4,6	4
Þækilsöltun	2,1	6,55	98,9	80,1		3,2	
Stæðusöltun	3,4	6,46	99,3	76,5	80,9	4,9	2,8

Hlutfall af saltfríu þurrefni var heldur hærra í ósprautuðum hópum, bæði í söltuðum (16,7-18,6% vs. 14,7-16,9%) og útvötnuðum fiski (19,7-21,1 vs. 22,2-24,3%) (Mynd 8). Meginskýringin var breytileiki í vatnsinnihaldi en neikvæð fylgni var á milli þessara þátta ($R=-0,99$ eftir söltun, $R=-0,81$ eftir útvötnun).

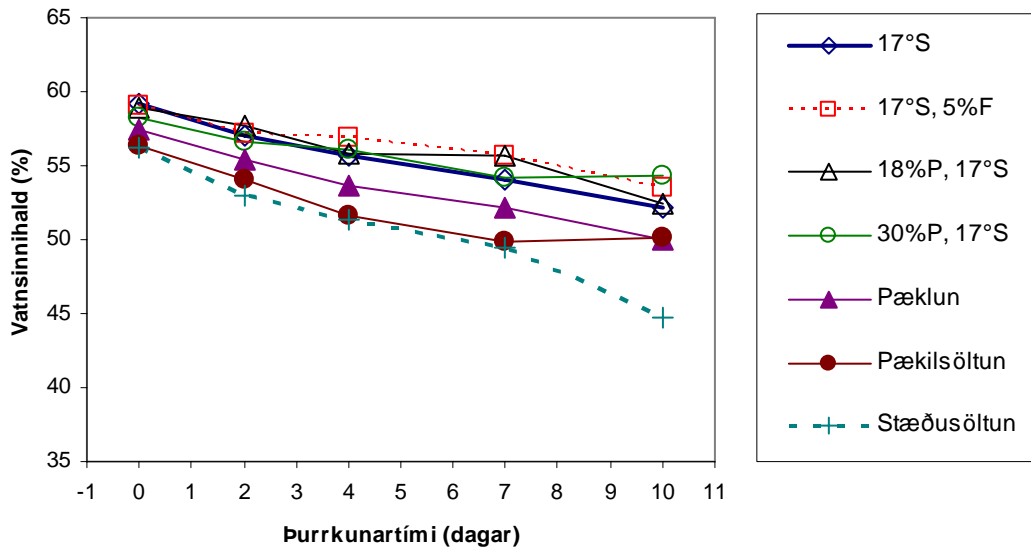


Mynd 8. Hlutfall af saltfríu þurrefni í söltuðum og útvötnuðum flöttum fiski.

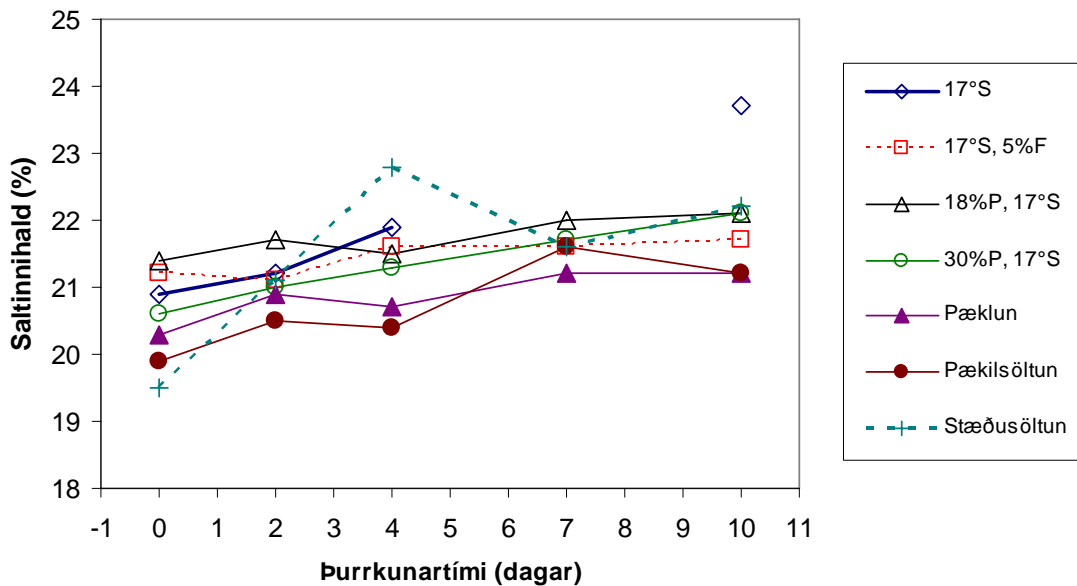
Efnainnihald við þurrkun

Við þurrkun lækkaði vatnsinnihald úr 56,2-59,2% í 44,7-54,3% á 10 dögum (Mynd 9). Sprautaðar afurðir voru með hærra vatnsinnihald en ósprautaðar. Ferlar fyrir pækilsaltaðan og stæðusaltaðan fisk voru sambærilegir en pæklaður fiskur féll mitt á milli þessara hópa og sprautaðs fisks. Vatnsinnihald lækkaði ekki jafn mikið og við þurrkun á flökum þar sem það féll úr 55,2-58,5% í 31,1-47,7% á 6-7 dögum (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007). Bæði er flattur fiskur þykkari en flök og hlutfallslegt yfirborð miðað við þyngd því meira. Einnig ber að hafa í huga að gufa fór af á 5.-6. degi og því stöðvaðist þurrkun á þeim tíma.

Saltinnihald jókst úr 19,5-21,4% í 21,2-23,7% en munur á milli hópa var ekki afgerandi (Mynd 10). Sama kom í ljós við þurrkun á saltfiskflökum en þar sem meira vatn var fjarlægt úr þeim við þurrkun varð saltinnihald einnig hærra (23,9-25,6%) (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007).



Mynd 9. Breytingar á vatnsinnihaldi við þurrkun á flöttum fiski.

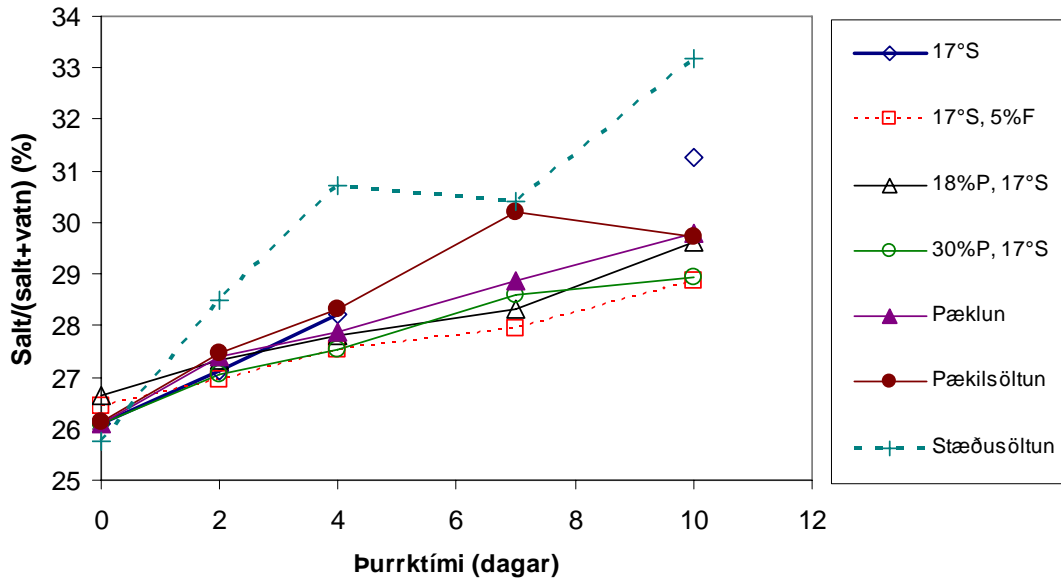


Mynd 10. Breytingar á saltinnihaldi við þurrkun á flöttum fiski.

Saltmettun við þurrkun

Eftir söltun var það vatn sem eftir var í vöðvanum að fullu mettað með salti (>26%) (Mynd 11). Því má gera ráð fyrir að eitthvað af salti hafi fallið út við þurrkun við lækkun vatnsinnihalds. Eftir þurrkun var hlutfallið salt/salt+vatn 28,9-33,2%. Mettun

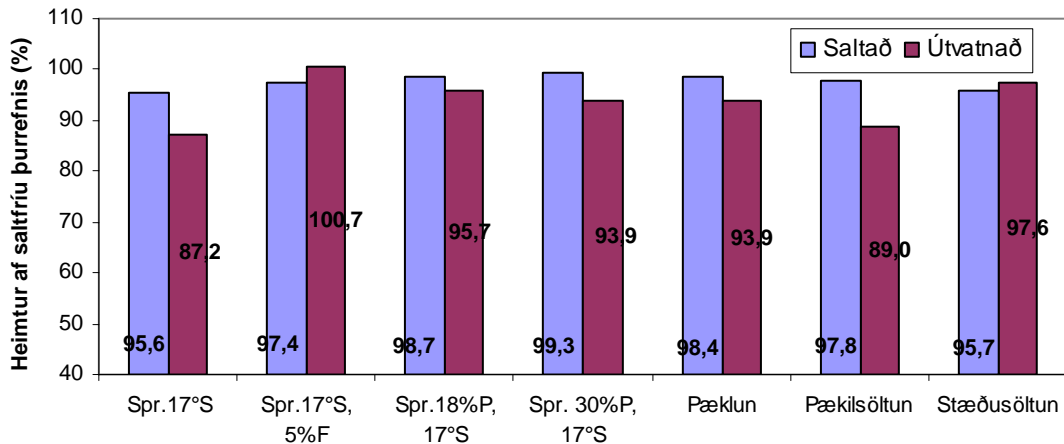
saltfiskflaka var aftur á móti 33,4-44,6% eftir 6-7 daga þurrkun (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007).



Mynd 11. Saltmettun (salt/salt+vatn) í saltfiski við þurrkun

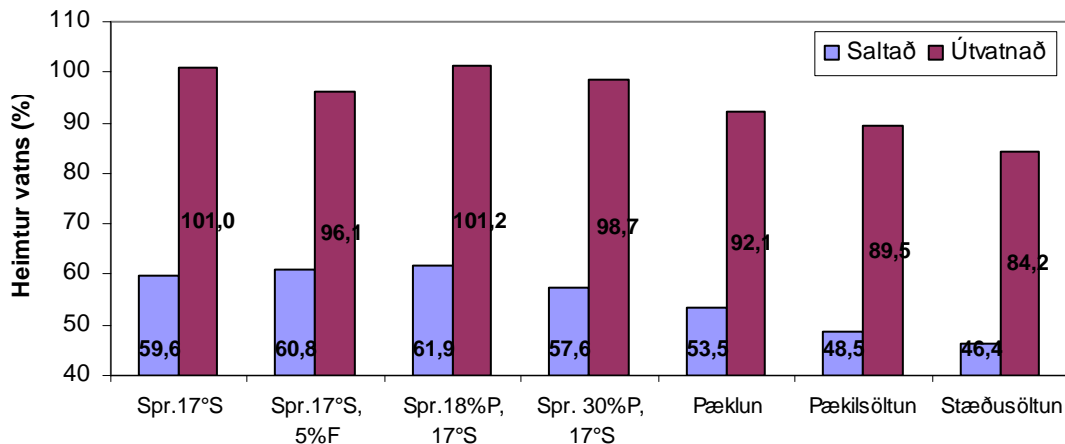
Heimtur efna í fiskholdi

Reiknaðar voru heimtur efna til að fá betri mynd af magnbreytingum vatns og próteina (stærstur hluti saltfrís þurrefnis). Sprautun hafði ekki afgerandi áhrif á heimtur af saltfríu hráefni eftir söltun og útvötnun (Mynd 12). Þetta var ekki í samræmi við þær niðurstöður sem fengust fyrir söltun flaka með sambærilegum söltunaraðferðum. Þar nam munur á heimtum próteina eftir söltun mest um 5 prósentustigum, heimtur í sprautuðum og/eða pækluðum hópum voru 87,0-88,8 en 89,2% í pækilsöltuðum flökum og 92% í stæðusöltuðum flökum. Eftir útvötnun voru heimtur 76-78% í sprautuðum flökum en 82,4-86% í öðrum hópum (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007). Skýringin getur verið sú að við verkun á flökum er vöðvinn meira opin og því viðkvæmari fyrir aukinni útskolun próteina s.s. við pæklun og sprautun.



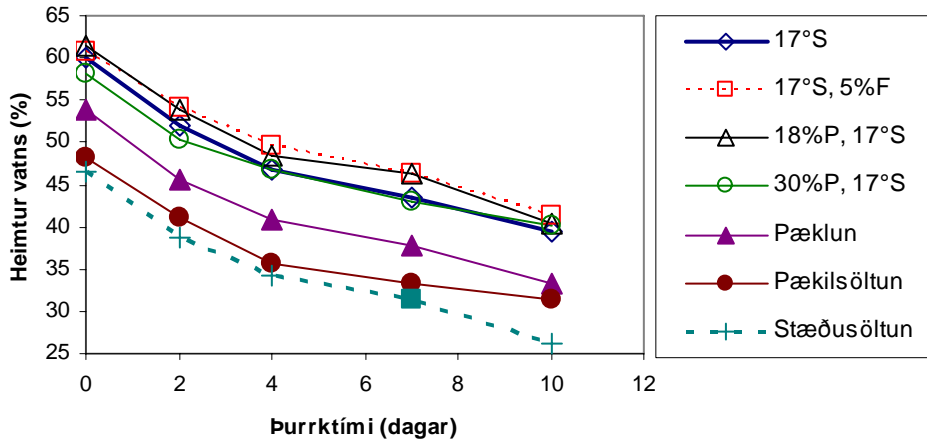
Mynd 12. Heimtur af saltfrú þurrefni í söltuðum og útvötnuðum flöttum fiski.

Heimtur vatns voru hins vegar mun hærrí í sprautuðum hópum á báðum stigum (Mynd 13). Sterk fylgni (0,94) var á milli þess hverjar heimtur vatns voru fyrir og eftir útvötnun.



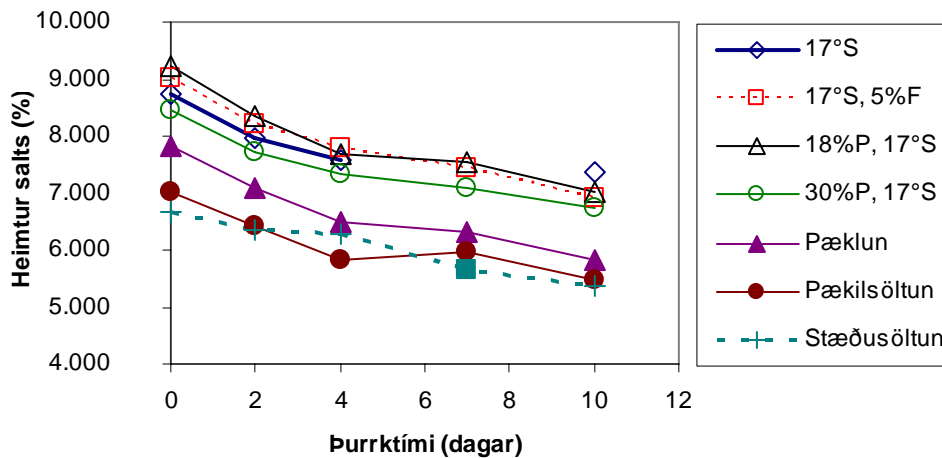
Mynd 13. Heimtur vatns í söltuðum og útvötnuðum flöttum fiski.

Greinilegur munur var á heimtum vatns í sprautuðum (58,1-60,8%), þækluðum (53,8%), þækilsöltuðum (48,2%) og stæðusöltuðum (46,5%) fiski eftir söltun sem hélst að mestu í gegnum þurrkun. Eftir þurrkun voru heimtur í sprautuðum fiski á bilinu 39,3-41,3%, í þækluðum 33,3%, þækilsöltuðum 31,5% og stæðusöltuðum 26,3% (Mynd 14).



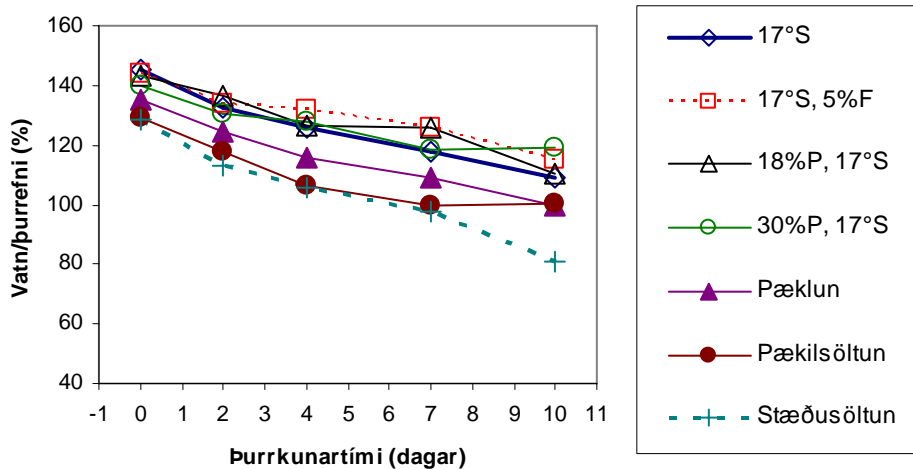
Mynd 14. Heimtur vatns í söltuðum fiski við þurrkun

Hlutfall salts jókst með hækkandi vatnsmagni í vöðvanum. Greinilegur munur var á heimtum salts í vöðvanum eftir söltunaraðferðum en heimtur voru hærri í sprautuðum fiski líkt og heimtur vatns (Mynd 15).

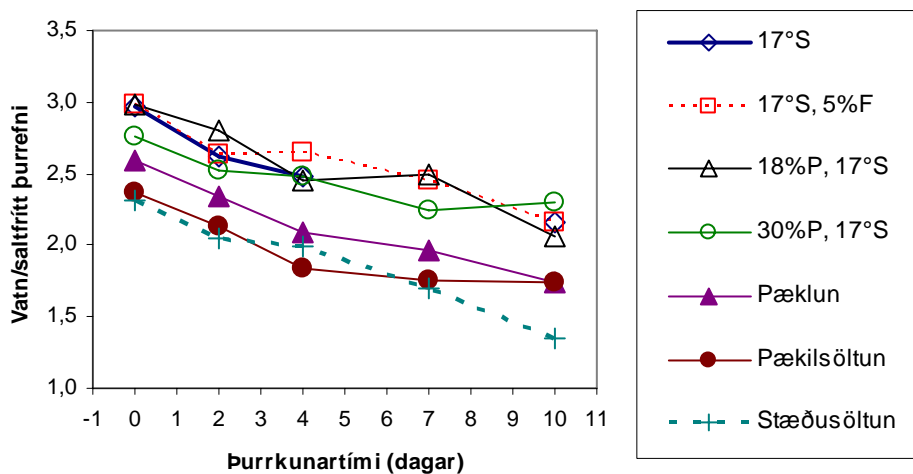


Mynd 15. Heimtur salts í söltuðum fiski við þurrkun

Þegar hlutfall vatns var skoðað sem hlutfall á móti þurrefni (salt og prótein) kom í ljós að magn vatns var hlutfallslega meira í sprautuðum hópum (Mynd 16). Niðurstöður voru á sömu lund þegar magn vatns var sett fram sem hlutfall á móti saltfríu þurrefni (Mynd 17).



Mynd 16. Breytingar á hlutfalli vatns/þurrefni við þurrkun flatts saltaðs fisks

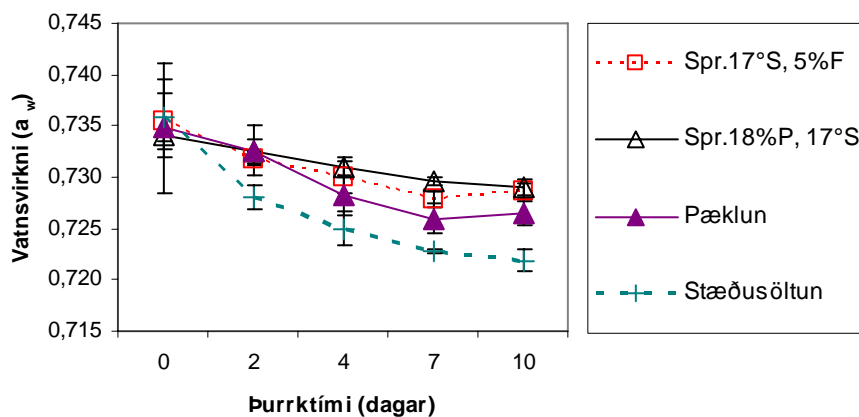


Mynd 17. Breytingar á hlutfalli vatns/saltfrítt þurrefni við þurrkun flatts saltaðs fisks

Af fyrrgreindum niðurstöðum er ljóst að sprautun eykur bæði magn vatns og salts í vöðvanum sem er ástæða fyrir aukinni nýtingu. Söltunaraðferðir höfðu ekki marktæk áhrif á breytingar á saltfríu þurrefni.

Vatnsvirkni

Vatnsvirkni var um 0,73 í öllum hópum eftir söltun. Breytingar við þurrkun voru litlar. Ef miðað er við hópa sprautaða með salti og fosfati eða próteinum má sjá að ferlar þessara hópa voru mjög svipaðir ($a_w = 0,729$ eftir þurrkun). Munur á milli hópa var óverulegur en eftir þurrkun var vatnsvirkni í stæðusöltuðum fiski 0,722 eftir þurrkun, en 0,727 í pækluðum fiski (Mynd 18).



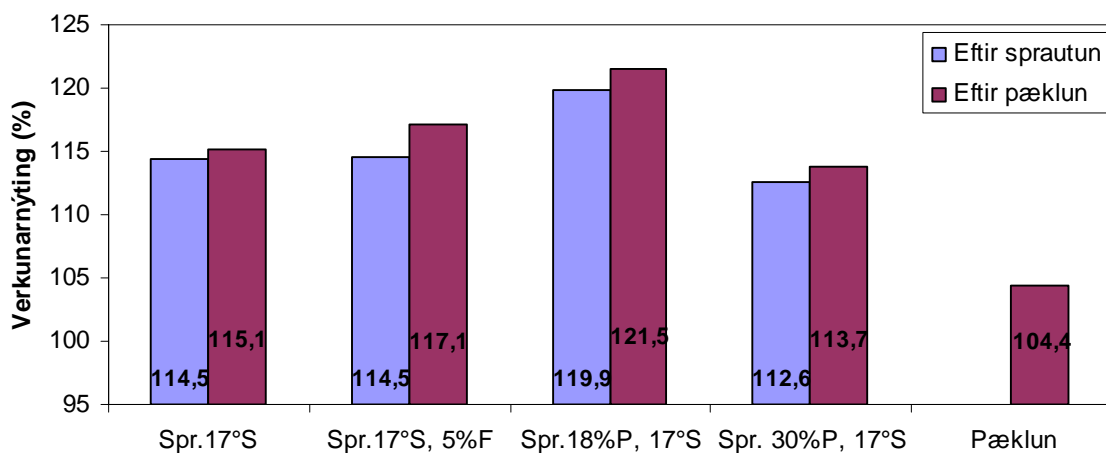
Mynd 18. Vatnsvirkni í saltfiski við þurrkun

Við söltun ($a_w = 0,65-0,72$) og þurrkun ($a_w = 0,708-0,731$) á flökum var meiri munur á vatnsvirkni eftir söltunaraðferðum, lægst var hún í stæðusöltuðum fiski. Í þeirri tilraun gekk þurrkun hraðar fyrir sig þar sem hlutfallslegt yfirborð var mun meira og munur á milli söltunaraðferða jókst með tíma (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007), líkt og tilhneiging var til í þessari tilraun. Rodrigues o.fl. (2003) skoðuðu áhrif vatns- og saltinnihalds, auk vatnsvirkni á örveruvöxt í þurrsöltuðum þorski. Vatnsvirknin sem þeir mældu í þurrsöltuðum fiski (sbr. aðferð 7) var 0.702 ± 0.006 . Vitað er að söltun bindur vatn og því hafa söltunarferlarnir heilmikil áhrif á gerla og myglusveppi, auk ensímvirkni. Eftir því sem vatnsvirknin er hærri þeim mun meira óbundið vatn er í vöðvanum og þannig meira pláss fyrir örverur til að lifa í, (Labuza og Hyman, 1998). Til að viðhalda lágru vatnsvirkni og lágu rakastigi þarf að gæta að geymsluskilyrðum þar sem afurðir leitast við að vera í jafnvægi við umhverfið og stýra þarf hlutfallslegum loftraka í samræmi við það.

Eftir útvötnun var vatnsvirkni ofangreindra hópa á bilinu 0,953-0,967. Við útvötnun á flökum í fyrri tilraun fór vatnsvirkni í 0,97-0,99 en hráefnisgildi var 0,99 (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007). Mismun á milli tilrauna má hugsanlega skýra með því að saltinnihald var hærra í flöttum fiski eftir útvötnun.

Verkunarnýting

Við sprautun var þyngdaraukning mest við sprautun á marningsblöndu sem innihélt 18% marning (19,9%) en minnst við sprautun á blöndu sem innihélt 30% marning (12,6%). Hópar sprautaðir með fosfati og/eða salti þyngdust um 14,5%. Við þæklu þyngdist ósprautaður fiskur um 4,4% en sprautaður fiskur um 1% eða um 0,7-2,6 prósentustig (Mynd 19). Ekki var hægt að gera tölfræðilegan samanburð á þessum stigum þar sem heildarmagn flaka í hverjum hópi var vigtað en ekki hver einstaklingur. Hér sést greinilega hvað sprautun getur haft mikil áhrif á þyngdaraukningu flaka samanborið við að þækla fisk eingöngu.



Mynd 19. Verkunarnýting flatts þorsks eftir sprautun og þæklu eftir tæplega 5 vikna söltun (meðaltal ± staðalfrávik, n=32)

Um 7% prósentustiga munur var á þyngdaraukningu við sprautun. Íblöndun marnings gerði þækil þykkari og seigari og gat þannig dregið úr upptöku. Saltstyrkur í þækli við sprautun getur einnig hafa verið áhrifavaldur. Reiknað magn af viðbættu salti í

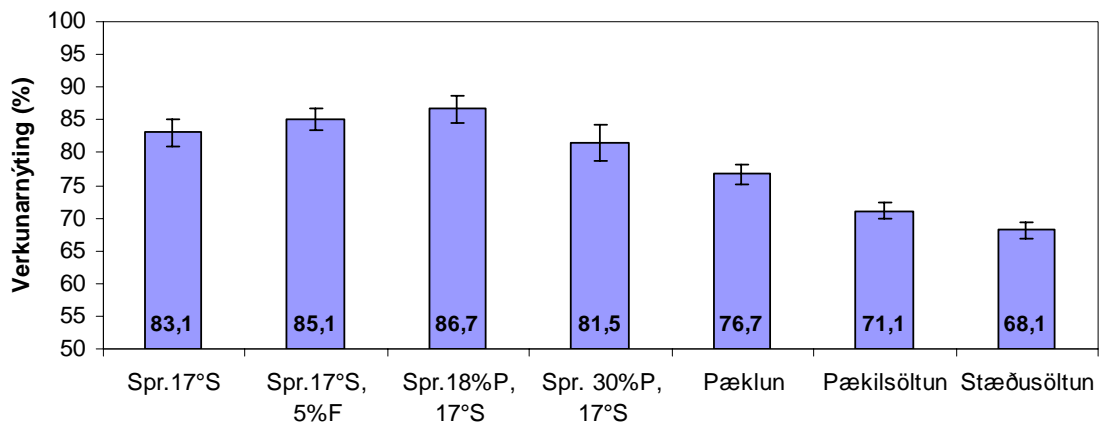
vöðvanum var um 2,6 kg/100 kg af hráefni þegar hreinn saltþækli (17,7%) var notaður til sprautunar en 2,9 kg/100 kg af hráefni þegar marningur var 18% af þækli (14,4% salt). Þrátt fyrir að saltstyrkur væri lægri í marningsþækli varð hlutfall salts í vöðvanum eftir sprautun hærra eða 2,6% vs. 2,4% (hreinn saltþækli) (Tafla 9). Lægst var upptaka við sprautun í þeim hópi sem var sprautuður með 30% marningsþækli, sem er líklega vegna samspils af seigari þækli og lægri saltstyrk. Miðað við þyngdarupptöku hefur hlutfall viðbættra próteina í fiski sprautuðum með 30% marningshlutfalli trúlega verið svipað eða minna heldur en eftir sprautun með 18% marningshlutfalli.

Tafla 9. Áætlað magn af viðbættu salti við sprautun og reiknað magn salts í vöðva eftir sprautun

Sprautaðir hópar	Viðbætt salt (kg/100 kg af hráefni)	Salt í vöðva (%) eftir sprautun
Spr.17°S	2,6	2,4
Spr.17°S, 5°F	2,2	2,1
Spr.18%P, 17°S	2,9	2,6
Spr. 30%P, 17°S	1,7	1,7

Sprautaðir hópar voru með hærri nýtingu (81,5-86,7%) en aðrir hópar (68,2-76,7%) eftir tæplega 5 vikna söltun ($p < 0,05$) (Mynd 20). Til samanburðar má nefna að sprautuð þorskflök (með fosfat og/eða salti) í fyrri tilraun voru með 80-82% nýtingu eftir söltun, þæklaður þorskur með 72%, þækilsaltaður með 69% og stæðusaltaður með 70% nýtingu (María Guðjónsdóttir og fl. 2007).

Í þessar tilraun var munur á milli söltunaraðferða heldur meiri, söltunartími var svipaður eða 4-5 vikur. Hins vegar má gera ráð fyrir að flök séu fyrr að komast í jafnvægi en flattur fiskur og munur á milli hópa í flöttum fiski myndi minnka með lengri geymslutíma.



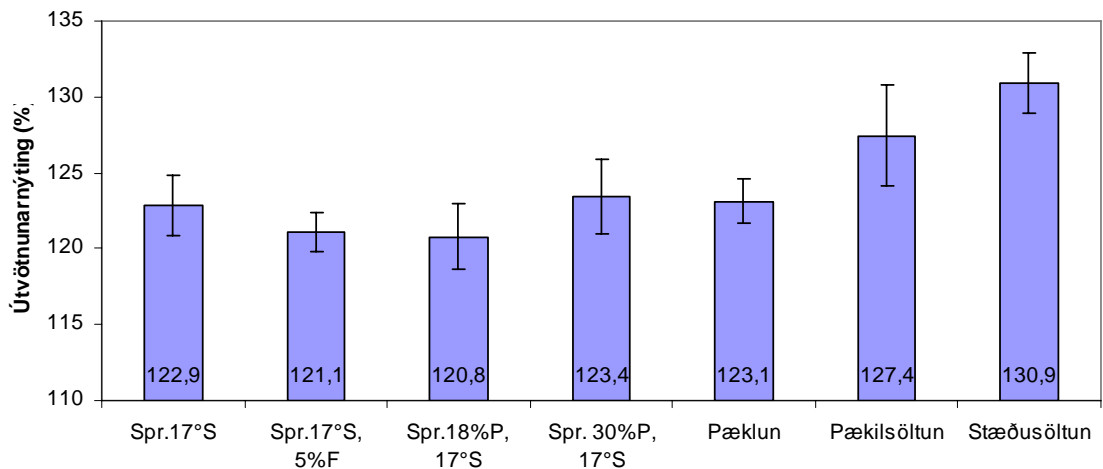
Mynd 20. Verkunarnýting flatts þorsks eftir þurrsöltun (meðaltal ± staðalfrávik, n=32)

Þegar sprautaðir hópar voru bornir saman sérstaklega, kom í ljós marktækur munur á verkunarnýtingu þeirra ($p < 0,05$). Lægst var verkunarnýting fisks sem var sprautaður með 30% marningsblöndu (81,5%) og var það í takt við lægri þyngdarupptöku við sprautun. Fosfat (85,1%) bætti verkunarnýtingu umfram það sem náðist með hreinum saltþækli (83,1%) en hæst var nýting í þeim hópi sem sprautaður var með 18% marningsblöndu.

Útvötnunarnýting

Þyngdaraukning við útvötnun var marktækt hærri ($p < 0,05$) hjá pækilsöltuðum (27,4%) og stæðusöltuðum (30,9%) fiski samanborið við sprautaðan fisk. Þyngdaraukning pæklaðs fisks (23,1) var svipuð og sprautaðra fiska (20,8-23,4%) (Mynd 21).

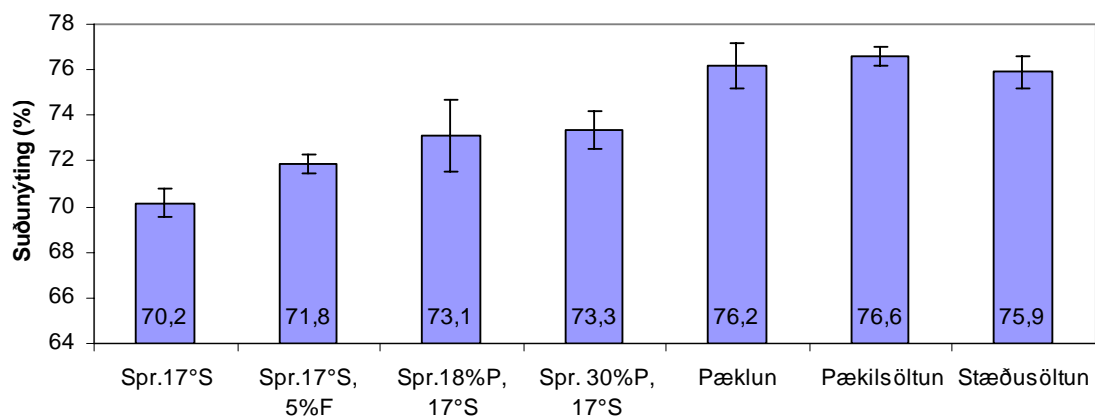
Viðbótarútvötnun á hnakkastykkjum fyrir skynmat skilaði um 2% aukningu í þyngd. Stæðusaltaður hópur þyngdist um 2,3% en hópar sprautaðir með salti og fosfati/18% marningi um 1,7-1,8%. Sé útvötnunarnýting uppfærð miðað við þau gildi væru sprautaðir hópar með um 123% nýtingu, pæklaður með 125% og stæðusaltaður með 134% nýtingu eftir viðbótarútvötnun.



Mynd 21. Útvömunarnýting saltaðs fisks (flattur) (meðaltal ± staðalfrávik, n=10-11)

Suðunýting

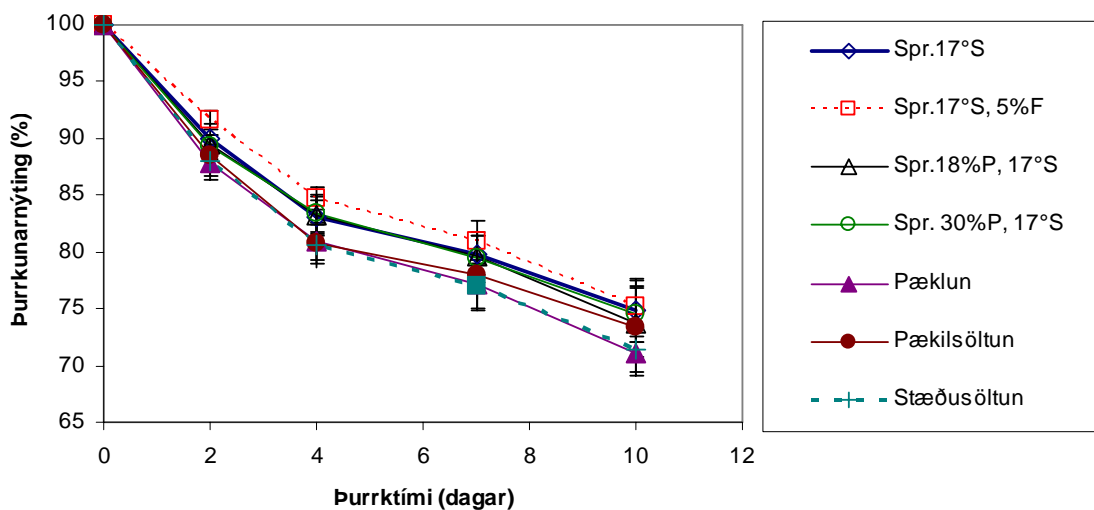
Suðunýting sprautaðs fisks var heldur lægri (70,2-73,3%) en ósprautaðs fisks (75,9-76,6%). Aðeins var tölfræðilega marktækur munur ($p < 0,05$) á suðunýtingu þess hóps sem var sprautaður með saltpækli annars vegar og pæklaðra og pækilsaltaðra fiska hins vegar. Til samanburðar má geta þess að suðunýting hráefnis var $76,3 \pm 3,7\%$.



Mynd 22. Suðunýting saltaðs fisks (flattur) (meðaltal ± staðalfrávik, n=3)

Þurrkunarnýting

Söltunaraðferðir höfðu áhrif á þurrkhraða afurða og heildarþyngdartap við þurrkunina þar sem tilhneiging var til minna þyngdartaps hjá sprautuðum afurðum. Þó var aðeins marktækur munur ($p < 0,05$) á milli þæklaðs (28,9%) og stæðusaltaðs (28,6%) fisks annars vegar og fosfatssprautaðs (24,9%) fisks hins vegar eftir 10 daga þurrkun. Vísbendingar fengust um minni þurrkhraða fosfatssprautaðs fisks samanborið við aðra hópa (Mynd 23). Ef aðeins voru bornir saman sprautaðir bitar léttist fosfatssprautaður fiskur marktækt minna í byrjun þurrkunar (2 og 4 dagar) en munur á milli hópa minnkaði með þurrktíma. Í fyrri tilraunum með saltfiskflök fékkst meira afgerandi niðurstaða, þ.e. að sprautun lengdi þurrkunartíma saltaðra flaka. Að auki var þyngdartap við þurrkun meira, 37% fyrir stæðusaltaðan fisk eftir 170 klst þurrkun, 26-28% fyrir sprautaðan fisk og 30% fyrir þæklaðan fisk (30%) (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007). Áhrif söltunaraðferða á þurrkunareiginleika eru því meiri þegar um flök er að ræða og ekki þarf að þurrka fisk eins lengi og þegar um flattan fisk er að ræða.



Mynd 23. Þurrkunarnýting saltaðs fisks (flattur) við 10 daga þurrkun (meðaltal \pm staðalfrávik)

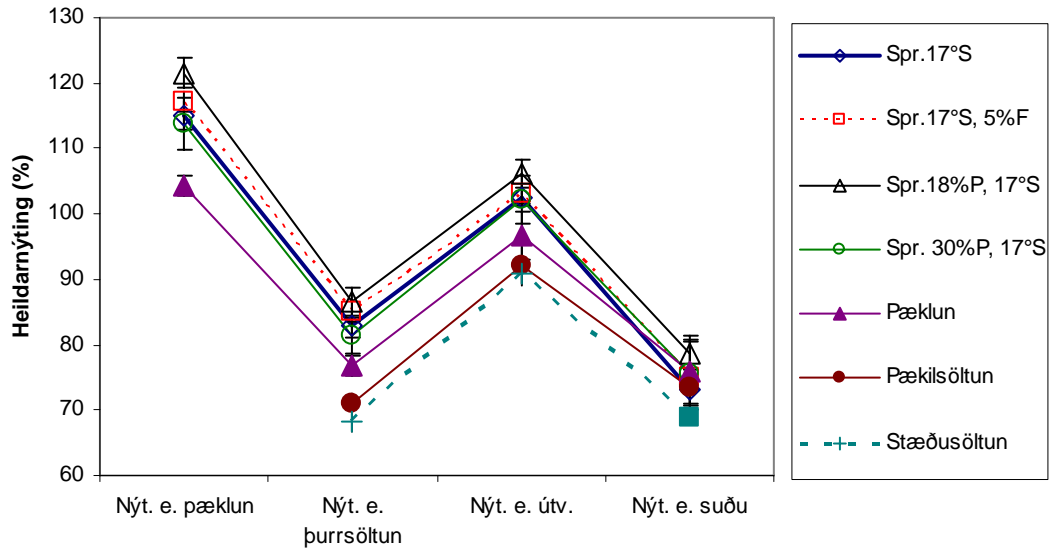
Stæðusaltaður (11,9%) og þæklaður (12,1%) flattur fiskur léttist hraðar fyrstu tvo dagana við þurrkun en sprautaður fiskur (8,4-10,7%) ($p < 0,05$). Þækilsaltaður fiskur léttist um

11,4%. Fosfatsprautaður fiskur (8,4%) léttist minna ($p < 0,05$) en aðrir sprautaðir fiskar (10,0-10,7%). Eftir fjöggra daga þurrkun var marktækur munur á milli sprautaðra (15,3-16,9%) og ósprautaðra fiska (19,1-19,4%), en minnst hafði fosfatmeðhöndlaður fiskur lést (15,3%) ($p < 0,05$). Eftir sjö daga þurrkun höfðu sprautaðir hópar (19,1-20,6%) lést minna en pæklaður (22,8%) og stæðusaltaður (23,1%) fiskur. Fosfatsprautaður fiskur (19,1%) hafði lést minna en aðrir sprautaðir hópar. Eftir 10 daga þurrkun fór þyngdartap minnkandi í eftirfarandi röð: -pæklaður>stæðusaltaður>pækils.>spraut.-30% marn.>spr-18% marn.>spr-salt>spr.salt+fosfat. Aðeins var um marktækan mun ($p < 0,05$) að ræða milli fosfatsprautaðs fisks (24,9%) annars vegar og pæklaðs (28,9%) og stæðusaltaðs (28,6%) hins vegar.

Heildarnýting

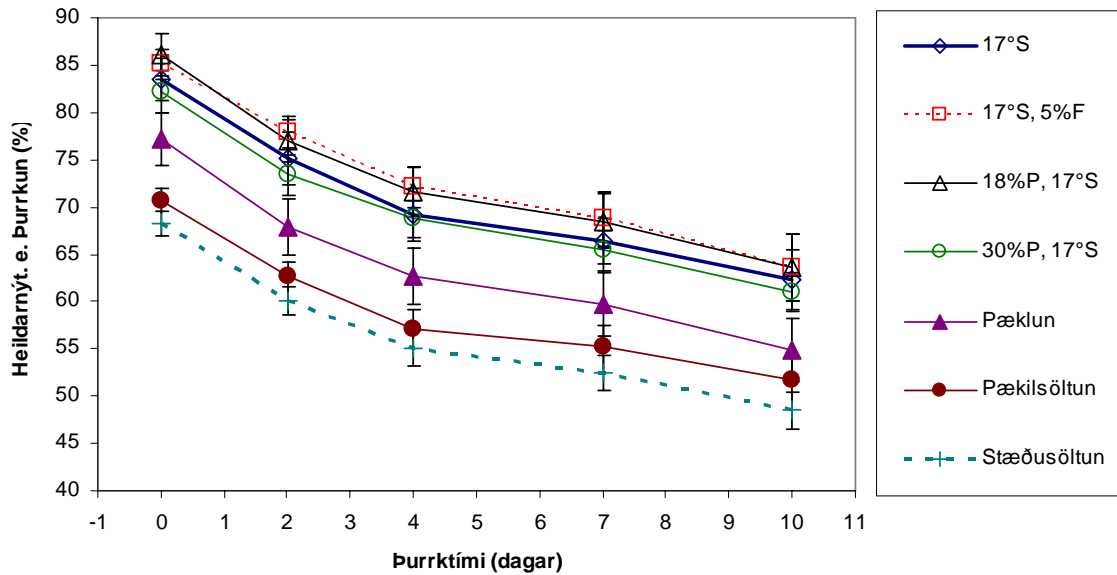
Heildarnýting sprautaðra hópa hélst marktækt hærri eftir útvötnun eins og eftir fyrri skref í ferlinum. Við suðu minnkaði munurinn á milli hópa en heildarnýting féll í 68,9-78,2% (Mynd 24). Aðeins var marktækur munur á milli stæðusaltaðs (68,9%) og sprautaðs fisks (78,5%) sem innihélt viðbætt prótein (18% marningur í pækli). Heildarnýting pækilsaltaðs fisks var um 73,3%, pæklaðs fisks um 75,8% en gildi fyrir sprautaðan fisk voru um 73,2-78,5%.

Þegar aðeins voru tekin gildi fyrir sprautaðan fisk í tölfræðilegan samanburð kom í ljós að sprautun með 18% marningsblöndu skilaði hæstri nýtingu eftir söltun og útvötnun og betri árangur náðist en með fosfati ($p < 0,05$). Hins vegar voru áhrif eftir suðu ekki marktæk. Gera má ráð fyrir að 30% marningsblandan hafi verið of þykk til sprautunar og því hafi ekki náðst sami árangur.



Mynd 24. Heildarnýting saltfisks sem var fluttur fyrir verkun, í gegnum söltun, útvötnun og suðu (meðaltal \pm staðalfrávik)

Töluverður munur ($p < 0,05$) var á heildarnýtingu sprautaðra og ósprautaðra hópa sem hélst í gegnum þurrkun. Eftir þurrkun lá heildarnýting sprautaðra hópa á bilinu 61,0-63,6%, þæklaður hópur var með heildarnýtingu upp á 54,9%, þækilsaltaður 51,7% og stæðusaltaður með 48,5% (Mynd 25). Hærri nýting skýrðist af herra vatns- og saltinnihaldi miðað við magn í hráefni eins og heimtur fyrir þessa þætti sýna hér að framan. Við þurrkun á saltfiskflökum var heildarnýting þurrkaðra hópa 58-60%, nýting þæklaðra flaka var 50% en nýting stæðusaltaðra flaka 44% (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007). Þau innihéldu minna vatn en flatti fiskurinn, heimtur vatns lágu á bilinu 17-35% á móti 26,3-41,3% í flöttum fiski.

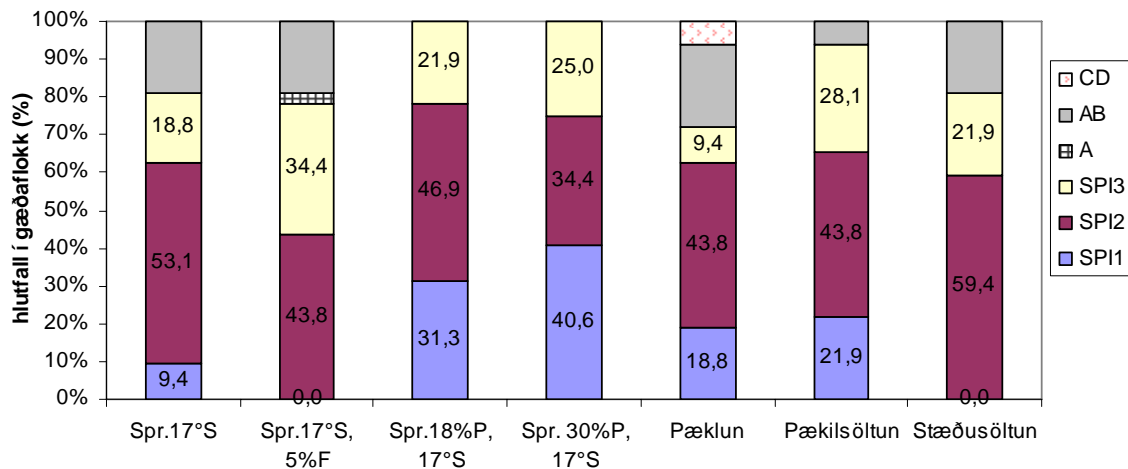


Mynd 25. Heildarnýting saltfisks sem var fluttur fyrir verkun, í gegnum söltun og þurrkun (meðaltal \pm staðalfrávik)

Til að meta áhrif af samsetningu pækils til sprautunar voru sprautaðir hópar bornir saman sérstaklega. Framan af var nýting hópa sem sprautaðir voru með 18% marningsblöndu og fosfati hæst en eftir 10 daga þurrkun var ekki lengur marktækur munur á milli hópa ($p > 0,05$).

Gæðamat

Sprautun hafði ekki afgerandi áhrif á niðurstöðu úr gæðamati. Hæst var hlutfallið í SPIG I í þeim hópum sem sprautaðir voru með marningi, 31,3 % af þeim fiski sem sprautaðir var með 18% marningshlutfalli í pækli en 40,6% af þeim fiski sem sprautaður var með 30% marningshlutfalli. Aftur á móti fór ekkert af þeim 32 fiskum sem sprautaðir voru með salti og fosfati í SPIG I (Mynd 26).



Mynd 26. Hlutfallslegur fjöldi fiska í gæðaflokkum eftir um 5 vikna söltun (n=32).

Samanlagt hlutfall í SPIG I og II var einnig mest í fiski sprautuðum með marningi (78,1% - sprautun með 18% marningi og 75% - sprautun með 30% marningi). Næst kom pækilsaltaður fiskur (65,6%) síðan saltsprautaður (62,5) og pæklaður fiskur (62,5%). Lægst var hlutfallið fyrir fisk sem sprautaður var með fosfati og salti (43,8%), sem kom á óvart því notkun fosfats bætir venjulega blæ fisks. Ekki var hægt að tengja hlutfall í gæðaflokkum við söltunaraðferðir á sama hátt og í fyrri tilraunum með verkun á þorsflökum. Þar sýndu niðurstöður að sprautun og notkun fosfats hefði jákvæð áhrif á blæ fisksins (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007).

Matsmaður hafði ekki vitneskju um hvaða meðhöndlun hver hópur hafði fengið og því var áhugavert að skoða þær athugasemdir sem hver hópur fékk samanborið við gildi (Tafla 10).

Tafla 10. Athugasemdir matsmanns við gæðaflokkun flatts fisks eftir 5 vikna söltun

Hópur	Athugasemdir matsmanns
Spr.17°S	Gúmmí fiskur, vantar blæ
Spr.17°S, 5°F	Greinilega sprautaður með próteini = gúmmí, lélegt hráefni (leggst illa), vantar carnal?
Spr.18°P, 17°S	Prótein + carnal, eðlilegur fiskur, spi3= los+blær, spi2= lítilsháttar los
Spr. 30°P, 17°S	Eðlilegur fiskur
Pækilun	Mínna gúmmí m.v. Spr.17°S, frekar dökkur
Pækilsöltun	Ekkert/þunnur, almennt vantar blæ, spi3= los, AB= dökkur
Stæðusöltun	Þurr fiskur, of mikið salt

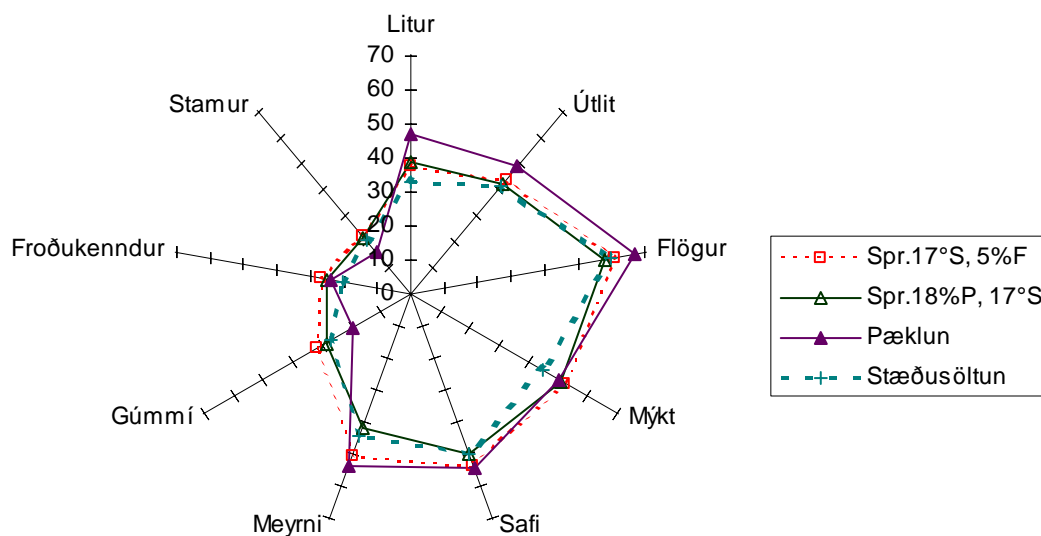
Stæðusaltaður fiskur skar skig greinilega frá öðrum hópum þar sem hann þótti þurr. Pæklaður og pækilsaltaður fiskur fékk þá athugasemd að vera dökkur miðað við aðra

hópa. Þeir hópar sem sprautaðir voru með marningi þóttu “eðlilegri” heldur en fiskur sem sprautaður var með fosfati og/eða salti og kom því betur út.

Skynmat

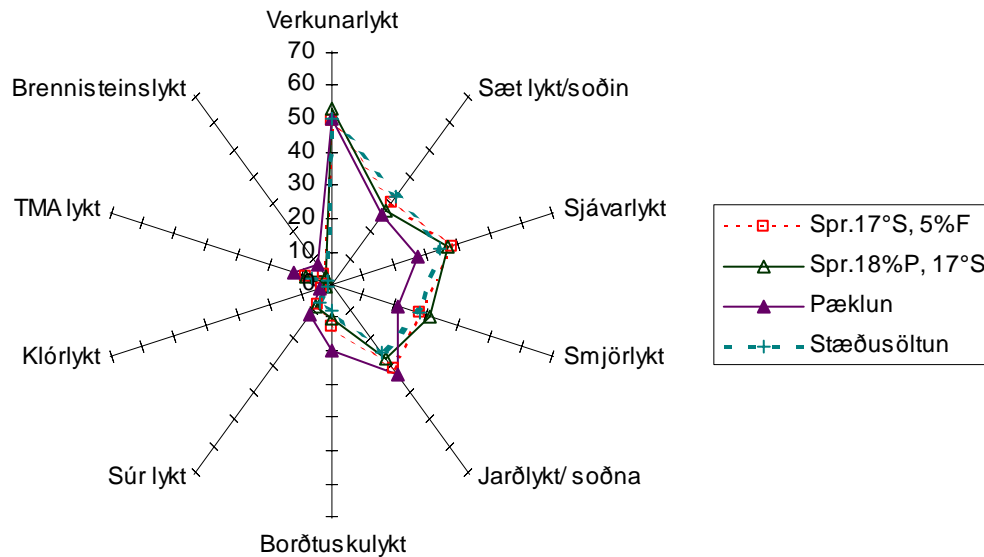
Við skynmat á gufusoðnum saltfiski voru tveir þættir (litur og bragð) þar sem fram kom marktækur munur á hópum. Stæðusaltaður hópur var ljósastur, sem kom mjög á óvart, en þæklaður fiskur dekkstur og var marktækur munur á þessum hópum. Á milli féllu hópar sem sprautaðir voru með salti og marningi eða fosfati. Hvað bragð varðar var fiskur sprautaður með marningi saltari en þæklaður og stæðusaltaður fiskur. Nefna skal að hnakkastykki voru skorin úr fiski og útvötnuð í um 1,5 klst til viðbótar við þeirra útvötnun sem þegar hafði farið fram fyrir aðrar mælingar. Ástæðan var hátt saltinnihald en flattur fiskur þarf mun meiri útvötnun en flök nema að hann sé skorinn meira niður.

Þegar útlits- og áferðarþættir voru skoðaðir myndrænt sást að þæklaður fiskur virtist misleitari, minna gúmmikenndur og renna meira í flögur (við þrýsting frá gaffli) þó að ekki væri um marktækan mun að ræða eins og fyrir lit. Það sem greindi stæðusaltaðan hóp helst frá öðrum var að hann var stinnari (Mynd 27).



Mynd 27. Niðurstöður skynmats á gufusoðnum saltfiski fyrir útlits og áferðarþætti

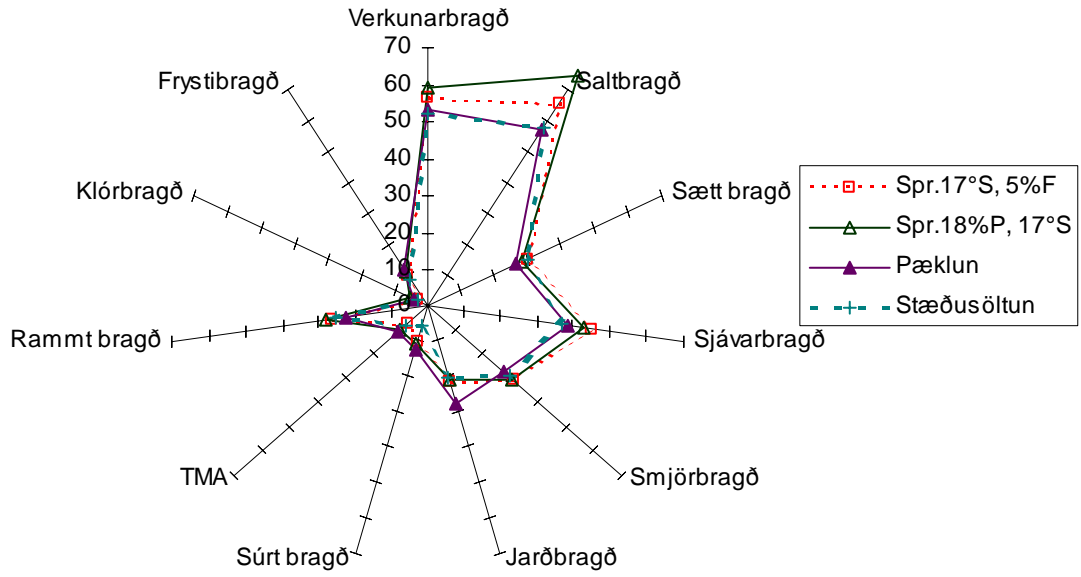
Við mat á lykt kom munur helst fram í sjávarlykt og smjörlykt og borðtuskulykt, þ.e. þæklaður hópur skar sig úr. Þegar gildi fyrir örveruvöxt voru skoðuð sást að þau voru hæst fyrir þæklaðan fisk eftir útvötnun og gat það hugsanlega tengst niðurstöðum skynmats.



Mynd 28. Niðurstöður skynmats á gufusoðnum saltfiski fyrir lykt

Þeir bragðþættir sem sýndu mesta aðgreiningu milli hópa voru verkunarbragð, saltbragð, og jarðbragð (Mynd 29). Sprautaðir hópar voru heldur saltari og með meira verkunarbragð. Hins vegar gat saltstyrkur haft áhrif á mat á verkunarbragði. Jarðbragð var heldur meira af þækluðum fiski en öðrum hópum og tengdist það hugsanlega meiri örverufjölda og borðtuskulykt.

Í fyrri tilraun, þar sem unnið var með flök, var meginbreytileiki á milli hópa vegna áferðarþáttanna gúmmí, meyrni, verkunarbragðs og saltbragðs. Samsvarandi aðferðir voru sprautun með salti og fosfati, þækluð og stæðusöltun. Ekki var samræmi í niðurstöðum, fosfatmeðhöndlaður hópur var einsleitari og ljósari eins og búist var við en þæklaður og stæðusaltaður fiskur og rann meira í flögur. Aftur á móti var verkunarbragð og jarðbragð í þeim hópi minna (María Guðjónsdóttir o.fl. 2007).



Mynd 29. Niðurstöður skynmats á gufusoðnum saltfiski fyrir bragð.

4. ÁLYKTANIR

Söltunaraðferðir höfðu ekki afgerandi áhrif á örveruvöxt eða verkunareinkenni í verkuðum flöttum fiski. Áhrif af innsprautun marnings voru ekki merkjanleg. Söltunin hafði áhrif á gerlaflóruna og voru H₂S-myndandi gerlar viðkvæmir fyrir verkunarferlinu. Ekki var hægt að tengja magn niðurbrotsefna (TVN, TMA) við söltunaraðferðir sem var í samræmi við niðurstöður fyrir niðurbrotsefni. Eftir söltun mældist hlutfall TVN af heildarþyngd sýnis heldur hærra í ósprautuðum fiski sem skýrðist af lægra vatnsinnihaldi í þeim hópum. Breytingar á fitu eða þránun voru sambærilegar í öllum hópum.

Niðurbrotsefni eiga ríkan þátt í verkunareinkennum saltfisks og því kom ekki á óvart að fiskur saltaður með mismunandi söltunaraðferðum (sprautaður, pæklaður og stæðusaltaður) kom svipað út í skynmati. Taka skal fram að mat fór fram fljótlega eftir þurrsöltun en með lengri verkunartíma má gera ráð fyrir sterkari eða þroskaðri verkunareinkennum. Út frá þessum niðurstöðum er því ekki hægt að álykta að forsöltunarskref eins og sprautun og pæklun leiði til minni verkunareinkenna en eldri aðferðir, s.s. stæðusöltun. Hins vegar ber að hafa í huga að forsöltunarskref eins og sprautun leiddu til þess að vatns- og saltinnihald í verkuðum fiski varð hærra og því lækkaði hlutfall þeirra efnasambanda sem gáfu bragð og lykt. Þrátt fyrir að áhrif þess hafi ekki verið marktæk má velta fyrir sér hvert þröskuldsgildi slíkra breytinga er, þ.e. hvenær fiskurinn verði t.d. bragðminni vegna hærra vatnsinnihalds. Stýring á vatns- og saltinnihaldi er möguleg en vanda þarf til verka til að hámarka bæði nýtingu og gæði.

Forsöltunarskrefin, sprautun og pæklun bættu heildarnýtingu (m.v. flattan fisk fyrir söltun) marktækt, bæði eftir söltun og útvötnun. Ef eingöngu var litið til þyngdaraukningar við útvötnun, þá var hún minni eftir því sem að verkunarnýting var hærra. Til að mynda voru sprautaðir hópar sem voru með hæstu verkunarnýtingu með lægstu útvötnunarnýtinguna. Sama var að segja um suðunýtingu. Aftur á móti voru áhrif á heildarnýtingu eftir suðu minni, þar sem munur á milli hópa jafnaðist út í gegnum allt ferlið þegar heildarþyngdarbreytingar frá flatningu voru skoðaðar.

Forsöltun dró heldur úr þurrkhraða fisks við þurrkun þó munur á milli hópa væri ekki jafnmikill og komið hefur áður fram fyrir söltuð flök. Munur á milli hópa var meira afgerandi þegar þyngdarbreytingar voru skoðaðar sem hlutfall þyngd fyrir sprautun/verkun.

Hvað samsetningu þækils varðar hafði sprautun með marningi jákvæð áhrif á bæði nýtingu og gæði umfram það sem náðist með fosfati. Hins vegar gæti mismunandi þyngdaraukning við sprautun orsakað einhver skekkjuvaldandi áhrif í samanburði.

Þrátt fyrir hærra vatnsinnihald í sprautuðum og þækluðum fiski héldust vatnsheldnieiginleikar fisksins svipaðir eftir verkun óháð því hvort fiskurinn hefði verið sprautaður áður. Því var talið líklegt að þyngdarrýmun við frekari geymslu yrði svipuð, þrátt fyrir að hlutfall vatns miðað við prótein væri hærra í sprautuðum fiski. Ekki reyndist marktækur munur á þurrefnistapi milli hópa en meiri hætta var talin á útskolun próteina við sprautun og þækluð en við þurrsöltun.

5. ÞAKKARORÐ

Höfundar skýrslunnar þakka AVS-sjóði og Tækniþróunarsjóði fyrir veittan styrk til verkefnisins „Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks“. Starfsfólki Vísis hf er þökkuð vinna við framkvæmd verkefnisins og starfsfólki Matís fyrir vinnu við greiningar og úrvinnslu gagna.

6. HEIMILDIR

- AOAC, 1990. Nitrogen in fertilizers, magnesium oxide method. In: Helrich K., editor. Official methods of analysis of AOAC Intl. Arlington, VA.: AOAC Int. 15th ed. 920.03 19 p.
- AOAC, 1995. Determination of salt (chlorine as sodium chloride) in seafood potentiometric method. In: Cunniff P, editor. Official methods of analysis of AOAC Intl. Gaithersburg, Md.: AOAC Int. 976.18. Sec. 35.1.19. 8 p.
- Bjarnason, J., 1986. Fishhandler's Manual. Curing of Salt Fish, 2nd ed. Icelandic Fisheries Laboratories, Reykjavík. In Icelandic.
- Eide O., Borresen T., Strom T., 1982. Minced fish production from capelin (*Mallotus villosus*). J Food Sci 47:347–54.
- Gram L., Trolle G., Huss H.H., 1987. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 C) and high (20 C) temperatures. Int. J. Food Microbiol. 4: 65-72.
- Guðný Guðmundsdóttir, Kristín Anna Þórarinsdóttir, Sigurjón Arason og Guðjón Þorkelsson. 2003. Léttisöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða. Tilraun IV – Áhrif af notkun fiskpróteina (FPH og smækkaðs fiskvöðva) og sojapróteina við sprautusöltun og þæklun. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Verkefnaskýrsla 10-03, 18 p.
- Ingebrigt BJORKEVOLL, Ragnar L. Olsen and Olaug Taran Skjerdal Origin and spoilage potential of the microbiota dominating genus *Psychrobacter* in sterile rehydrated salt-cured and dried salt-cured cod (*Gadus morhua*). International Journal of Food Microbiology, Volume 84, Issue 2, 25 July 2003, Pages 175-187
- Ironside, J.I.M. & Love, R.M., 1958. Studies of protein denaturation in frozen food. I. – Biological factors influencing the amounts of soluble and insoluble protein present in the muscle of the North Sea cod. Journal of Science of Food and Agriculture, 9, 597–604.
- [ISO] Intl. Organization for Standardization, 1983. 6496 - Determination of moisture and other volatile matter content. Geneva, Switzerland: ISO. 7 s.
- [ISO] ISO 1988. Sensory analysis – general guidance for the design of test rooms. 8589. Genf, Switzerland: The International Organization for Standards.
- [ISO] ISO 1993. Sensory analysis – general guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors, 8586-1. Genf, Switzerland: The International Organization for Standardization.
- Love, R.M., Robertson, O., Smith, G.L., & Witthle, K.J., 1974. The texture of cod muscle. Journal of Texture studies, 5, 201–212.
- ISO, 1995. 5983. Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content - Kjeldahl method. Genf, Switzerland: The Int'l Organization for Standardization. 9 p.
- Kristin Lauritzen 2005. Misfarging av klippfisk fra sei. Rapport 6. Fiskeriforskning, Tromsø, Norway.
- Labuza, T.P. and Hyman, C.R. 1998. Moisture migratino and control in multi-domain foods. Trends in Food Science and Technology 9: 47-55.
- Love, R.M., Robertson, O., Smith, G.L., & Witthle, K.J., 1974. The texture of cod muscle. Journal of Texture studies, 5, 201–212.
- Magnússon, H., Sveinsdóttir, K., Lauzon, H.L., Thorkelsdóttir, Á. og Martinsdóttir, E. 2006. Keeping quality and desalted cod fillets in consumer packs. Journal of Food Science 71 (2).
- Pétursson, S.H., 1933. The red spoiler (in Icelandic). Aegir, vol. 33. Útgáfuþjónustan Skerpla, Reykjavík, pp. 149–154.
- Rodrigues, M.J., Ho, P., López-Capallero, M.E., Vaz-Pires, P. and Nunes, M.L. 2003. Characterization and identification of microflora from soaked cod and respective salted raw materials. Food Microbiaolgy 20: 471-481.
- Stone, H. og Sidel, J.L. 1985. Sensory evaluation practices. Academic Press, Inc. Orlando, Florida. 311p.

- Thorarinsdottir KA, Arason S, Geirsdottir M, Bogason SG and Kristbergsson K. 2002. Changes in myofibrillar proteins during processing of salted cod (*Gadus morhua*) as determined by electrophoresis and differential scanning calorimetry. *Food chemistry*, 77, 377-385.
- Vilhelmsson, O., Hafsteinsson, H., Kristjánsson, J.K., 1996. Isolation and characterization of moderately halophilic bacteria from fully cured salted cod (bachalao). *Journal of Applied Bacteriology*, 81, 95–103.
- Vilhelmsson, O., Hafsteinsson, H., Kristjánsson, J.K., 1997. Extremely halotolerant bacteria characteristic of fully cured and dried cod. *International Journal of Food Microbiology* 36, 163– 170.
- Vyncke W. 1975. Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus L.*). *Fette. Seifen. Anstrichmittel*. 77: 239–240.