

Verkefnaskýrsla Rf
35 - 06



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

Desember 2006

**Ferlastýring við veiði,
vinnslu og verkun saltfisks -
Formeðhöndlun fyrir verkun.**

**Þóra Valsdóttir
Kristín Anna Þórarinsdóttir
Sigurjón Arason**

Lokuð



Titill / Title	Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks. Formeðhöndlun fyrir verkun.		
Höfundar / Authors	Þóra Valsdóttir, Kristín Anna Þórarinsdóttir, Sigurjón Arason		
Skýrsla Rf / IFL report	35 - 06	Útgáfudagur / Date:	Desember 2006
Verknr. / project no.	1653		
Styrktaraðilar / funding:	AVS, Tækniþróunarsjóður Rannís		
Ágrip á íslensku:	<p>Í þessu verkefni voru gerðar tilraunir með sprautun og pæklun afla fyrir verkun í því skyni að kanna hvort forverkun geti aukið heimtur holds af beinum og þar með skilað hærri vinnslunýtingu. Í ljós kom að sprautun fyrir vinnslu jók vinnslunýtingu og heildarnýtingu afla sem unninn var í saltfisk. Hins vegar þarf að útfæra sprautunina betur til að koma í veg fyrir að hún hafi neikvæð áhrif á gæðamat verkaðra saltfiskflaka.</p>		
Lykilorð á íslensku:	Saltfiskur, vinnsla, formeðhöndlun, sprautun		
Summary in English:	<p>Experiments were carried out where cod was injected with brine and stored in brine before processing. The aim was to investigate if pre-processing could increase retrieval of flesh from bones resulting in increased production yield. The results indicate that injection before processing increases production yield and total processing yield of salted cod. To prevent negative impact on the quality index of salted cod, the injection technique needs to be improved.</p>		
English keywords:	Salted cod, processing, pre-processing, injection		

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	1
2. FRAMKVÆMD.....	2
Framkvæmd við vinnslu og verkun	2
Sýnataka og mælingar.....	4
Nýting.....	4
Gæðamat.....	5
Efnamælingar, sýrustig og vatnsheldni	5
3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	7
Vinnslu- og verkunarnýting.....	7
Gæðamat	8
Efnamælingar, vatnsheldni og sýrustig flaka	10
Þurrkun hausa og hryggja.....	10
4. ÁLYKTANIR	12
5. ÞAKKARORÐ	13
6. HEIMILDIR.....	14
7. VIÐAUKI.....	15

1. INNGANGUR

Þessi skýrsla tekur fyrir 3. verkþátt í verkefninu *Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks*. Lýsir hún tilraun þar sem þorskur var meðhöndlaður á mismunandi hátt fyrir vinnslu. Markmið tilraunarinnar var að kanna áhrif formeðhöndlunar sem fólst í lagringu og/eða sprautun fyrir vinnslu en ákveðnar vísbendingar höfðu fengist um að þessi aðferð gæti aukið heimtur holds af beinum og þar með skilað hærri vinnslunýtingu við flökun þorsks. Kannaðar voru mismunandi aðferðir við sprautun og lagringu og hver áhrif þeirra væru á vinnslu- og verkunarnýtingu við framleiðslu á söltuðum þorskflökum. Þá var skoðað hver áhrif formeðhöndlunar á þurrkaða hryggi eru en það er hliðarafurð við saltfiskverkun sem flutt er út til Nígeríu.

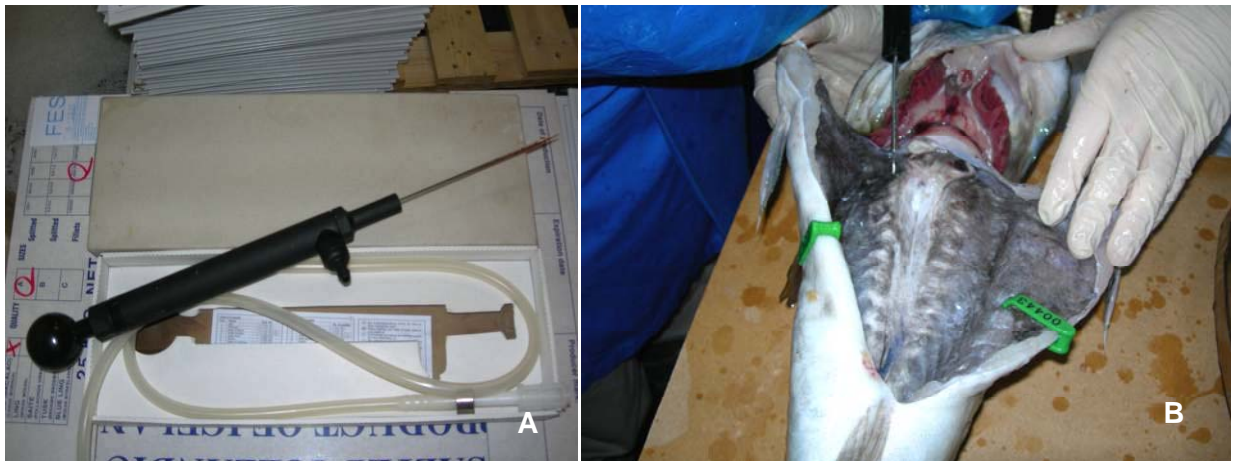
Framangreind atriði hafa verið sett upp í eftirfarandi rannsóknasurningar sem leitast verður við að svara í þessari skýrslu: Hvernig má beita formeðhöndlun (sprautun/lagring) fyrir vinnslu og verkun og hvernig á að nota salt, prótein og ensím til að bæta verkunareiginleika fiskvöðvans?

2. FRAMKVÆMD

Tilraunin var gerð í saltfiskvinnslu Þorbjarnarins í Grindavík í október 2005. Handsprautað var í heila fiska mismunandi pækli og þeir síðan geymdir í ýmist 2 eða 24 klst áður en þeir voru flakaðir. Flökin voru sprautuð, pækluð og síðan þurrsöltuð í þrjár vikur áður en gæðamat á þeim fór fram.

Framkvæmd við vinnslu og verkun

Slægður þorskur var fenginn af Geirfugli GK 66 og var hann fjögurra daga gamall línufiskur. Í tilraunina voru teknir 84 þorskar og þeim skipt í sjö hópa, 12 fiskar í hverjum hópi. Hóparnir sjö voru breytilegir m.t.t. samsetningar sprautupækils í formeðhöndlun, geymslutíma fyrir vinnslu og kæliaðferðar við geymslu (sjá töflu 1). Fiskarnir voru vegnir á AND SK-500 IWP vog og síðan sprautaðir með kjötsprautu (Valdimar Gíslason) framarlega og aftarlega í hvort flak þar til að vökvinn úr sprautunni fór að seytla út (Mynd 1).



Mynd 1. Kjötsprauta (A) og þorskur sprautaður fyrir vinnslu og bæði flökin voru merkt (B).

Allir fiskarnir voru vegnir eftir sprautun. Fjórir hópanna (1-4) (Tafla 1) voru vegnir aftur eftir tvær klukkustundir og síðan hausaðir í Baader 434 (Baader, Þýskalandi). Þá var tekin heildarþyngd af hausum hvers hóps fyrir sig og bókþyngd hvers einstaklings. Við flökun í flökunarvél, Baader 252, var tekin heildarþyngd hryggja hvers hóps auk þyngdar hvers flaks. Flökin voru því næst snyrt og sprautuð (1,2 bör, 2 mm nálar, styrkur pækils

sprautupækil 22°B salt, 2,5% fosfat) með sprautuvél FGM 88FDC (Formaco, Danmörk) áður en þau voru sett í geymslupækil (14°B salt, 2% fosfat). Þyngd einstakra flaka eftir hvorn vinnsluþátt var vegin. Flökin voru pækluð í tvo daga. Hinir hóparnir þrír (5-7) voru geymdir í ýmist vatni, 1,5°B pækli eða í ís í sólarhring. Þá voru þeir vigtaðir og unnir á sama hátt og fyrstu fjórir hóparnir. Tveimur dögum eftir að flökin voru sett í pækil voru þau tekin upp úr honum, vegin og söltuð í ker. Að þremur vikum liðnum voru flökin tekin úr salti, vegin og gæðametin.

Tafla 1. Uppsetning tilrauna. Allir hóparnir að undanskildum hópi 1 (staðall) voru sprautaðir fyrir vinnslu. Sprautupækilinn var samsettur úr salti (3°B, 14°B) og fosfati (2%, 4%). Eftir sprautun voru fiskarnir ýmist látnir bíða í 2 eða 24 klst fram að vinnslu. Þeir hópar er voru geymdir í 24 klst (5-7) voru ýmist kældir með ís, blöndu af vatni og ís eða 14°B pækli.

hópur	handspr. Pækil		geymslut. f. vinnslu (klst)	kæling
	salt (°B)	fosfat (%)		
1	-	-	2	engin
2	3	2	2	engin
3	14	2	2	engin
4	3	4	2	engin
5	3	2	24	ísað ofan á
6	3	2	24	vatn+ís
7	3	2	24	14°pækil

Hausar og hryggir hvers hóps voru settir í þurrkun hjá Haustaki á Reykjanesi samdægurs vinnslu. Voru þeir þurrkaðir í sjö daga við 20°C hita eða þar til þeir voru komnir niður í 15-16% raka. Eftir þurrkun voru hausar og hryggir hvers hóps vigtaðir.

Útvötnun

Flök voru útvötnuð í hlutfallinu 1:1 (fiskur:vatn) fyrstu 24 klst en þá var skipt um vatn og flökin útvötnuð í þrjá sólarhringa í hlutfallinu 1:7 (fiskur:vatn).

Sýnataka og mælingar

Fylgst var með breytingum á nýtingu, suðunýtingu, efnasamsetningu og efnaeiginleikum (Tafla 2).

Tafla 2. Mælingar á flökum. Efna- og eðliseiginleikar voru mældir á efnastofu RF en þyngd og gæðamat í saltfiskvinnslu Þorbjörns.

Sýnat. dagur	Sýni	Prótein	Salt	Vatn	WHC	pH	TCA	Fosfat	Suðu-nýting	Nýting	Gæðamat
11-12/10/05	Hráefni	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
13-14/10/05	e. þæklun	X	X	X	X	X	X			X	
02/11/05	e. þurrsöltun	X	X	X	X	X	X	X		X	X
07/11/05	e. útvötnun	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Nýting

Hver fiskur var merktur með númeruðum plastmerkjum í hvort flak fyrir vinnslu og vigtaður. Þyngdarbreytingum var fylgt eftir í gegnum forverkun, vinnslu, þæklun, söltun og útvötnun.

Vinnslunýting var reiknuð sem þyngdarbreyting á slægðum fiski (fyrir handsprautun) þar til eftir snyrtingu (heildarþyngd beggja flaka), þ.e.

$$\eta_{vi} = \frac{m_{snyrt}}{m_{sl}} * 100$$

Verkunarnýting var reiknuð sem sú þyngdarbreyting sem á sér stað frá snyrtingu þar til eftir 1 mánaða þurrsöltun, þ.e.

$$\eta_{ve} = \frac{m_{sölt}}{m_{snyrt}} * 100$$

Heildarnýting var reiknuð sem samanlögð vinnslu- og verkunarnýting, þ.e.

$$\eta_{heild} = \eta_{vi} * \eta_{ve} * 100$$

(þökkunarnýting ekki tekin með)

Þurrkunarnýting var reiknuð sem sú þyngdarbreyting sem átti sér stað frá því fyrir þurrkun þar til eftir þurrkun. Tekin var heildarþyngd annars vegar hausa og hins vegar hryggja hvers hóps, þ.e.

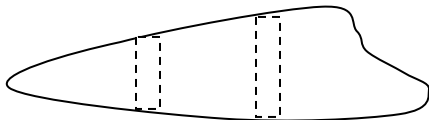
$$\eta_{\text{þurr}} = \frac{m_{e,\text{þurrkun}}}{m_{f,\text{þurrkun}}} * 100$$

Gæðamat

Gæðamat annaðist Sigurður Jónsson starfsmaður Þróttar hf. Við gæðamatið voru flök flokkuð í gæðaflokka A, B og C eftir útliti þeirra og áferð. Í A flokkuðust bestu flökin og einkenndustu þau af ljósum blæ og góðum þéttleika. Eftir því sem blæinn dökknaði og los og blóðblettir jukust féllu flökin um gæðaflokk. Þá var nokkuð um að flök væru klofin fram úr, sem var álitid neikvætt.

Efnamælingar, sýrustig og vatnsheldni

Þrjú flök voru tekin til sýnatöku af hráefni og úr hverjum hóp eftir þæklun, þurrsöltun og útvötnun. Sýni voru tekin á tveimur stöðum úr hverjum fiski (mynd 2) og blandað saman (poolað) fyrir mælingar til að fá meðaltalsgildi fyrir hvern hóp.



Mynd 2. Sýnataka úr flökum (strikalínur sýna hvar sýni voru tekin).

Sýrustig (pH) var mælt með því að stinga stunguelektróðu (SE 104, Mettler Toledo GmbH, Greifensee, Switzerland) beint í hökkuð sýni ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Stunguelektróðan var tengd við sýrustigsmæli (Portames 913 pH, Knick, Berlín, Þýskaland).

Próteininnihald var ákvarðað út frá Kjeldahl-aðferð (ISO 5983-2005) og margföldun á magni köfnunarefnis með 6.25.

Saltmagn í sýnum var mælt með því að mæla klóríd eftir útdrátt úr hökkuðum sýnunum með vatni sem inniheldur saltpéturssýru (AOAC 16th ed. 1995 no 976.18).

TCA leysanlegt köfnunarefni. Prótein voru felld út með triklorediksýru sýru (TCA), skilið í skilvindu og ákveðinn hluti af vökvafasanum notaður í mælingu köfnunarefnis skv. Kjeldahl-aðferð ISO 5983-2005 (Love *et al.*, 1974; Ironside and Love, 1958).

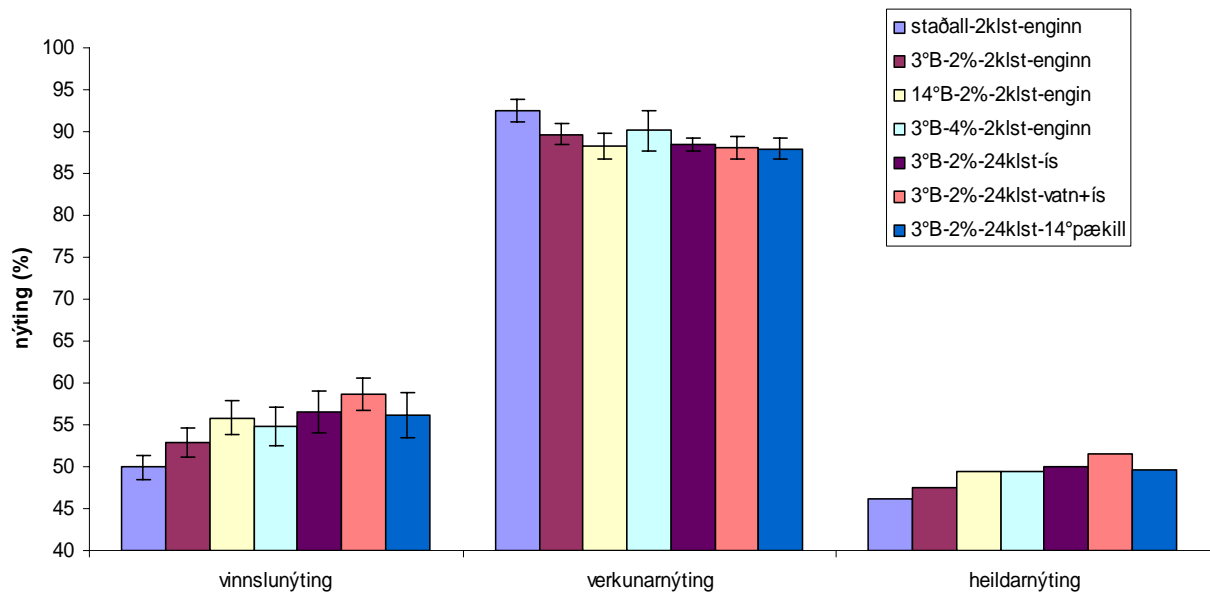
Vatninnihald (g/100g) var reiknað sem massatap í þurrkun við $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ í 4 klst (ISO 6496 (1983)).

Vatnsheldni var ákvörðuð með skilvinduaðferð (Eide o.fl. 1982). Sýnin ($n = 3$) voru gróflega hökkuð (Braun Electronic, type 4262, Kronberg, Germany) í u.þ.b. 20 sekúndur á hraða 4. Um það bil 2 g af hökkuðu sýni voru vegin nákvæmlega og strax skilvinduð við 210 g í 5 mínútur, við hitastig á bilinu 2 til 5°C . Vatnsheldni (WHC%) var reiknuð sem hlutfall þess vatns sem var í sýni eftir keyrslu miðað við heildarmagn í sýninu fyrir keyrslu.

3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

Vinnslu- og verkunarnýting

Sprautun (forsprautun) fisks fyrir vinnslu gaf hærri vinnslunýtingu en dró úr verkunarnýtingu (*Mynd 3*). Þá virðist sem sólarhringsbið frá forsprautun fiska yki vinnslunýtinguna en drægi úr verkunarnýtingu. Aukning vinnslunýtingar virtist vera meiri en lækkun verkunarnýtingar, þ.e. forsprautun og lengri geymsla fyrir vinnslu gaf almennt betri heildarnýtingu en þegar fiskar voru ómeðhöndlaðir og/eða unnir tveimur klst eftir forsprautun. Flök forsprautuð með 3°B salt- og 2% fosfatpækli og kæld í 24 klst með vatni og ís gáfu hæstu heildarnýtinguna.

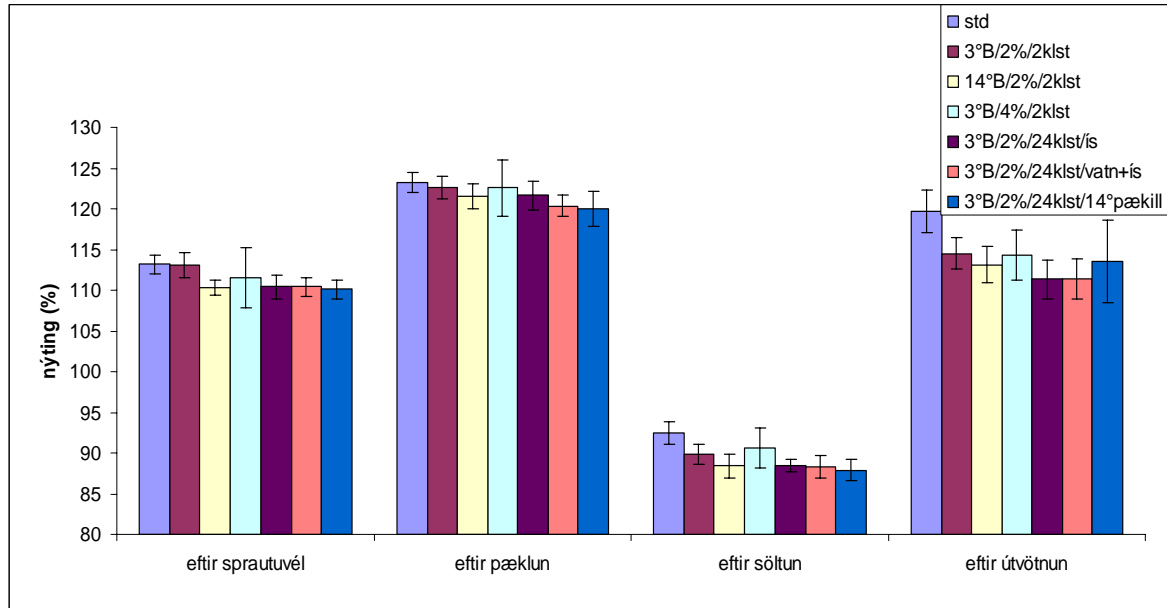


Mynd 3. Vinnslu-, verkunar- og heildarnýting þorsks (m.v. þyngd fyrir forsprautun). Þorskurinn var meðhöndlaður á mismunandi hátt fyrir vinnslu þ.e. ómeðhöndlaður (staðall) eða sprautaður með blöndu af salti (3 eða 14°B) og fosfati (2 eða 4%), unninn 2 eða 24 klst eftir sprautun og kældur frá sprautun fram að vinnslu með kælimiðli (enginn, ís, vatn+ís, 14°B pækill)(n = 12; meðaltal±staðalfrávik).

Þegar verkunarnýtingin var skoðuð nánar (*Mynd 4*) sást að eingöngu ómeðhöndluð flök (staðall) voru marktækt frábrugðin öðrum hópum. Það þyrfti því að framkvæma fleiri tilraunir til að sjá hvort að biðtími eftir forsprautun hefur raunveruleg áhrif á verkunarnýtinguna.

Eftir útvötnun sást enn greinilegri munur á milli flaka fiska sem voru ómeðhöndlaðir fyrir vinnslu og þeirra sem voru forsprautaðir. Nýting var hæst í ómeðhöndluðum flökum og heldur hærri í þeim hópum sem geymdir voru í styttri tíma (2 vs 24 klst) eftir sprautun.

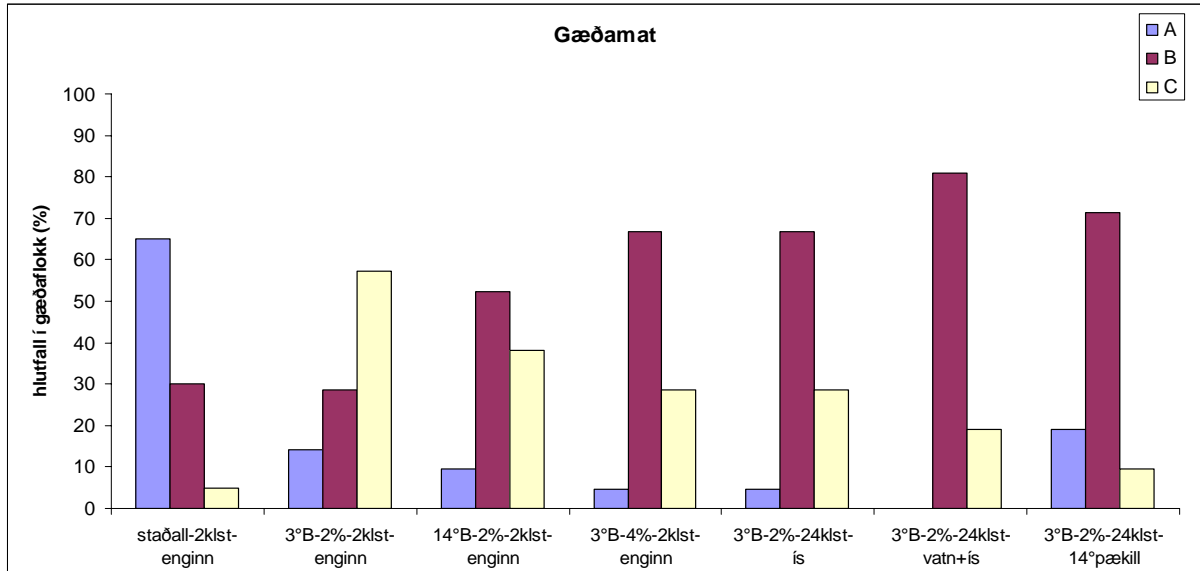
Almennt var nýting eftir útvötnun tiltölulega há. Líkleg skýring er útvötnunaraðferðin, hlutfallslega var notað minna vatn á móti fiski í byrjun útvötnunnar en meira í lokin sem þýðir að útvötnun fór hægar af stað en venja er. Einnig var saltinnihald í hærra lagi eftir útvötnun (um 3%).



Mynd 4. Nýting þorsklaka frá snyrtingu (100%) þar til eftir sprautun (n=23-24), pækun (n=23-24), þurrsóltun í 1 mánuð (n=20-21) og útvötnun (n=9). Þorskurinn var meðhöndlaður á mismunandi hátt fyrir vinnslu þ.e. ómeðhöndlaður (staðall) eða sprautaður með blöndu af salti (3 eða 14°B) og fosfati (2 eða 4%), unninn 2 eða 24 klst eftir sprautun og kældur frá sprautun fram að vinnslu með kælimiðli (enginn, ís, vatn+ís, 14°B pækill).

Gæðamat

Sprautun fyrir vinnslu virðist hafa afgerandi áhrif á úrslit gæðamatsins (**Mynd 5**). Flök fiska sem voru ómeðhöndlaðir fyrir vinnslu höfðu hæst hlutfall flaka í A gæðaflokki (67%). Flök forsprautuð með 3°B salt- og 2% fosfatpækli og unnin tveimur klst síðar voru með mun hærra hlutfall flaka í C gæðaflokki (57%) heldur en flök meðhöndluð á annan hátt. Los reyndist vera aðalástæðan fyrir falli um gæðaflokk í öllum hópum sprautuðum fyrir vinnslu. Flök fiska sem voru forsprautaðir með 3°B salt- og 2% fosfatpækli og geymdir í sólarhring, í annars vegar ís og hins vegar vatni og ís, féllu einnig um gæðaflokk sökum dökks blæjar.



Mynd 5. Gæðamat þorsklaka þurrsaltaðra í 1 mánuð. Flökin voru flokkuð í gæðaflokka eftir gæðum frá A (best) til C (slökust). Þorskurinn var meðhöndlaður á mismunandi hátt fyrir vinnslu þ.e. ómeðhöndlaður (staðall) eða sprautaður með blöndu af salti (3 eða 14°B) og fosfati (2 eða 4%), unninn 2 eða 24 klst eftir sprautun og kældur frá sprautun fram að vinnslu með kælimiðli (enginn, ís, vatn+ís, 14°B pækill).

Efnamælingar, vatnsheldni og sýrustig flaka

Formeðhöndlun fyrir verkun hafði lítil áhrif á efna- og eðliseiginleika flaka, að undanskildu próteininnihaldi sem var hærra í ómeðhöndluðum flökum en öðrum flökum (sjá nánar töflu V.1 í viðauka). Tafla 3 sýnir breytingar á efnainnihaldi er áttu sér stað á verkunarferlinum, ber þeim vel saman við fyrri tilraunir (sjá “Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks. Áhrif kælingar eftir veiði á nýtingu og verkun”, óútgefin skýrsla Rf).

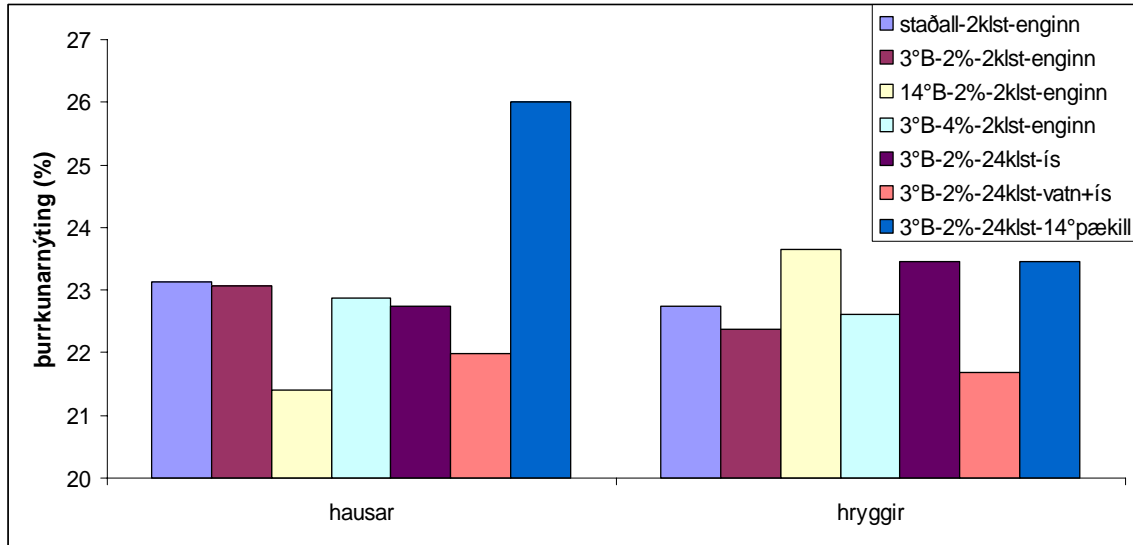
Tafla 3. Verkunarferillinn fól í sér eftirfarandi efna- og eðliseiginleikabreytingar:

Mæling	Hráefni - pæklun	pæklun – þurrsöltun	Þurrsöltun - útvötnun
Prótein	lækkar	hækkar	Lækkar niður f e pæklun
Salt	hækkar	hækkar	Lækkar niður f e pæklun
Sýrustig	lækkar	lækkar	Sama og e pæklun
TCA-leysanlegt	lækkar	svipað	Lækkar
Vatn	lækkar	lækkar	Hækkar upp f hráefni
Vatnsheldni	hækkar	Lækkar, lægra en hráefni	hækkar upp f e pæklun
Fosfat		hækkar	Lækkar niður f upphafi

Þurrkun hausa og hryggja

Þurrkun hafði í för með sér töluvert þyngdartap og útlitsbreytingu. Fyrst eftir að hausarnir voru teknir úr þurkklefanum voru þeir með eðlilegt útlit en eftir 2-3 vikur í geymslu urðu þeir gráir, mattir og með saltútfellingum. Þurrkunarnýtingin var nokkuð misjöfn milli hópa (**Mynd 6**). Hvorki var unnt að sjá bein tengsl milli þurrkunarnýtingar og samsetningar forsprautupækils, geymslutíma fyrir vinnslu eða kæliaðferðar fyrir vinnslu. Hausar þorska sem höfðu verið forsprautaðir með 3°B salt- og 2% fosfatpækli og kældir í 24 klst í 14°B pækli voru með langhæstu þurrkunarnýtinguna. Líklegt er að saltinnihald og þar með vatnsbinding hafi verið hærri og þurkkhraði því lægri. Hryggir sömu þorska voru hinsvegar með svipaða nýtingu og aðrir hryggir. Hausar og hryggir þorska sem voru forsprautaðir með 3°B salt- og 2% fosfatpækli og kældir í 24 klst í vatni og ís voru hinsvegar með hvað lægstu nýtinguna. Skýringar á þessum breytileika er hvorki að finna í stærð hausa/hryggja né saltinnihaldi. Líklegasta skýringin er að þurrkun

hafi verið komin mislangt í hausunum/hryggjunum sökum staðsetningar í þurrkklefanum (ekki þekkt). Niðurstöður gefa ekki efni til að ætla að hold hafi orðið minna við flökun vegna sprautunar fyrir vinnslu. Líklega hefur salt- og fosfatstyrkur í holdi (næst hrygg) haft mest að segja.



Mynd 6. Þurrkunarnýting þorskauts og -hryggja. Þorskurinn var meðhöndlaður á mismunandi hátt fyrir vinnslu þ.e. ómeðhöndlaður (staðall) eða sprautaður með blöndu af salti (3 eða 14°B) og fosfati (2 eða 4%), unninn 2 eða 24 klst eftir sprautun og kældur frá sprautun fram að vinnslu með kælimiðli (enginn, ís, vatn+ís, 14°B pækill).

4. ÁLYKTANIR

Í upphafi skýrslunnar var sett fram eftirfarandi spurning: Hvernig má beita formeðhöndlun (sprautun/lagering) fyrir vinnslu og verkun og hvernig á notkun salta, próteina og ensíma að vera háttáð, til að bæta verkunareiginleika fiskvöðvans? Niðurstöður framangreindrar tilraunar benda til þess að sprautun fyrir vinnslu auki heildarnýtingu aflans en hafi neikvæð áhrif á gæðamat flakana. Það þarf því að skoða betur sprautuáðferðina með því markmiði að valda minni skemmdum á holdi við sprautun. Vísbending er um að lenging biðtíma úr 2 klukkustundum í 24 klukkustundir frá forvinnslu til vinnslu auki heildarnýtingu, en framkvæma þarf fleiri tilraunir til að fá það staðfest. Ekki mældist munur á milli hópa m.t.t. samsetningar þækils en notkun vatns og íss við kælingu á geymslutíma gaf betri raun en kæling með ís eingöngu eða 14°B þækli. Áhrif forverkunar á þurrkuðu hliðarafurðirnar hausa og hryggi voru ekki merkjanleg, þ.e. ekki var hægt að greina merki þess að hold yrði minna heldur tengdist nýting frekar áætluðum salt-og fosfatstyrk. .

5. ÞAKKARORÐ

Höfundar þessarar skýrslu þakka AVS-sjóði og Tækniþróunarsjóði fyrir veittan styrk til verkefnisins „Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks“. Starfsfólki Þorbjörns-Fiskanes er þökkuð vinna við framkvæmd verkefnisins og þjónustusviði Rf fyrir efnamælingar.

6. HEIMILDIR

AOAC (1995). 976.18. Sodium chloride in Seafood., *Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, Virginia.

Eide O, Borresen T, Strom T. 1982. Minced fish production from capelin (*Mallotus villosus*). *Journal of food science*, 47, 347-54.

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 (1983). 6496. Determination of moisture and other volatile matter content. Genf, Switzerland: *The Int'l Organization for Standardization*. 7 p.

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.

Love, R.M., Robertson, O., Smith, G.L., & Wittle, K.J. (1974). The texture of cod muscle. *Journal of Texture studies*, **5**, 201–212.

7. VIÐAUKI

V1. Efnamælingar

Tafla V1. Efnamælingar á sýnum af hráefni, pækluðum flökum (e.pæklun), þurrsöltuðum flökum (e.þurrsöltun) og útvötnuðum flökum (e.útvötnun).

Sýni	Hráefni	e.pæklun	e.þurrsöltun	e.útvötnun
Prótein				
staðall-2klst-enginn	17,8	13,0	17,1	11,8
3°B-2%-2klst-enginn	17,8	12,6	15,6	11,1
14°B-2%-2klst-enginn	17,8	12,1	15,8	11,7
3°B-4%-2klst-enginn	17,8	12,3	15,7	11,7
3°B-2%-24klst-ís	17,8	12,3	15,2	11,5
3°B-2%-24klst-vatn+ís	17,8	12,3	15,7	11,3
3°B-2%-24klst-14°B	17,8	12,3	16,1	11,6
Salt				
staðall-2klst-enginn	0,4	6,3	22,2	2,7
3°B-2%-2klst-enginn	0,4	6,1	23,5	3,1
14°B-2%-2klst-enginn	0,4	6,6	23,2	2,6
3°B-4%-2klst-enginn	0,4	6,6	23,4	2,6
3°B-2%-24klst-ís	0,4	6,6	23,1	3,2
3°B-2%-24klst-vatn+ís	0,4	7,1	23,5	3,1
3°B-2%-24klst-14°B	0,4	6,7	23,2	2,9
pH				
staðall-2klst-enginn	6,75	6,53	6,13	6,51
3°B-2%-2klst-enginn	6,75	6,42	6,01	6,48
14°B-2%-2klst-enginn	6,75	6,48	6,03	6,52
3°B-4%-2klst-enginn	6,75	6,52	6,06	6,53
3°B-2%-24klst-ís	6,75	6,54	6,06	6,49
3°B-2%-24klst-vatn+ís	6,75	6,49	6,00	6,41
3°B-2%-24klst-14°B	6,75	6,48	6,17	6,59
TCA-leysanlegt prótein				
staðall-2klst-enginn	0,11	0,06	0,05	0,02
3°B-2%-2klst-enginn	0,11	0,06	0,05	0,02
14°B-2%-2klst-enginn	0,11	0,05	0,05	0,01
3°B-4%-2klst-enginn	0,11	0,05	0,06	0,02
3°B-2%-24klst-ís	0,11	0,05	0,05	0,02
3°B-2%-24klst-vatn+ís	0,11	0,05	0,05	0,01
3°B-2%-24klst-14°B	0,11	0,05	0,05	0,01
Vatn				
staðall-2klst-enginn	81,5	79,7	59,1	85,1
3°B-2%-2klst-enginn	81,5	80,3	60,0	85,3
14°B-2%-2klst-enginn	81,5	80,4	59,4	85,2
3°B-4%-2klst-enginn	81,5	80,0	60,7	85,1
3°B-2%-24klst-ís	81,5	80,1	60,4	85,0
3°B-2%-24klst-vatn+ís	81,5	79,7	59,6	84,7
3°B-2%-24klst-14°B	81,5	79,9	60,1	85,0

Vatnsheldni				
staðall-2klst-enginn	88,3	98,5	69,0	98,0
3°B-2%-2klst-enginn	88,3	98,2	59,7	98,3
14°B-2%-2klst-enginn	88,3	98,6	58,0	97,8
3°B-4%-2klst-enginn	88,3	98,2	57,6	95,8
3°B-2%-24klst-ís	88,3	98,1	60,6	97,9
3°B-2%-24klst-vatn+ís	88,3	98,5	59,7	98,5
3°B-2%-24klst-14°B	88,3	96,0	56,3	98,3
Fosfat				
staðall-2klst-enginn	4,4		6,6	2,9
3°B-2%-2klst-enginn	4,4		6,9	3,5
14°B-2%-2klst-enginn	4,4		7,3	2,8
3°B-4%-2klst-enginn	4,4		7,6	3,3
3°B-2%-24klst-ís	4,4		7,0	3,2
3°B-2%-24klst-vatn+ís	4,4		6,9	3,3
3°B-2%-24klst-14°B	4,4		6,1	2,7