

Verkefnaskýrsla til
RANNÍS
21- 01



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

ÁGÚST 2001

Léttsöltun, stöðugleiki og
nýting frosinna afurða

Tilraun I -
Samanburður á áhrifum
sprautusöltunar og þæklunar

Kristín Anna Þórarinsdóttir
Sigurjón Arason
Guðjón Þorkelsson



Titill / Title <i>Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða - Tilraun I. Samanburður á áhrifum sprautusöltunar og pæklunar</i>			
Höfundar / Authors	<i>Kristín Anna Þórarinsdóttir, Sigurjón Arason, Guðjón Þorkelsson</i>		
Skýrsla Rf /IFL report	21 - 01	Útgáfudagur / Date:	Ágúst 2001
Verknr. / project no.	1483		
Styrktaraðilar / funding:	<i>Rannís</i>		
<i>Ágrip á íslensku:</i> Skýrslan lýsir framkvæmd og helstu niðurstöðum í tilraun I í verkefninu; „Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða“. Í framhaldi af fortíðraunum var gerður samanburður á áhrifum sprautusöltunar. Flakabitar voru sprautaðir og síðan pæklaðir í 20 mín eða 38 klst. Til samanburðar voru flakabitar eingöngu pæklaðir. Lengri pæklun og/eða sprautun jók nýtingu. Munur var á eiginleikum og efnainnihaldi mismunandi bita, þ.e. sporðstykkja, miðstykkja og hnakkastykkja.			
<i>Lykilorð á íslensku: Þorskur, léttsöltun, pæklun, frýsting, nýting</i>			
<i>Summary in English:</i> This report is a part of the in the project “Light salting, stability and yield of frozen cod fillets” which is funded by the Icelandic Research Council. It describes how a particular experiment (I) in this project was performed and the main results in the experiment. Fillets were cut into the three pieces and the effects of brine salting (20 min, 38 hours) and brine injection tested. Longer brining time and/or brine injection increased yield. Differences were observed in the properties and chemical composition between fillet pieces.			
<i>English keywords: Cod, light salting, brine salting, freezing, yield,</i>			

Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

**Léttsöltun, stöðugleiki og nýting
frosinna afurða**

**Tilraun I - Samanburður á áhrifum
sprautusöltunar og pæklunar**

Kristín Anna Þórarinsdóttir

Sigurjón Arason

Guðjón Þorkelsson

Júlí 2001

Hluti framvinduskýrslu til Rannís

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR.....	1
2	AÐFERÐIR OG EFNI	2
2.1	HRÁEFNI.....	2
2.2	VIGTUN, LENGÐARMÆLING OG FLÖKUN	2
2.3	SPRAUTUN, PÆKLUN OG FRYSTING	2
2.4	GEYMSLUTÍMI Í FROSTI OG ÞÍÐING.....	4
2.5	HOLDAFARSSTUÐULL	4
2.6	NÝTING	5
2.7	SUÐUNÝTING.....	5
2.8	DRIP	5
2.9	SÝNATAKA	5
2.10	ÁKVÖRÐUN Á pH, MAGNI SALTS, VATNS OG PRÓTEINA	6
2.11	TMA OG TVN.....	7
2.12	P-HLUTFALL	7
2.13	MASSABÓKAHALD	7
2.14	VATNSHELDNI (WATER HOLDING CAPACITY = WHC)	8
2.15	ÁFERÐ	9
2.16	DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY (DSC).....	10
2.17	TÖLFRÆÐILEG ÚRVINNSLA	10
3	NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA.....	11
3.1	NÝTING	11
3.1.1	Heildarnýting flaka	11
3.1.2	Nýting mismunandi bita	12
3.2	DRIP	13
3.2.1	Nýting flaka eftir dripmælingu	14
3.2.2	Nýting mismunandi bita eftir dripmælingu.....	15
3.3	NÝTING EFTIR SUÐU	16
3.3.1	Suðunýting.....	16
3.3.2	Heildarnýting flaka og bita eftir suðu	17
3.4	EFNAINNIHALD.....	19
3.4.1	Vatnsinnihald hvers hóps	19
3.4.2	Vatnsinnihald mismunandi bita.....	19
3.4.3	Próteininnihald hvers hóps	21
3.4.4	Próteininnihald mismunandi bita.....	21
3.4.5	Saltinnihald hvers hóps	23
3.4.6	Saltinnihald mismunandi flakabita.....	23
3.4.7	Sýrustig (pH) hvers hóps.....	24

3.4.8	Sýrustig (pH) mismunandi flakabita.....	25
3.4.9	TVN í hverjum hóp.....	26
3.4.10	TVN í mismunandi flakabitum	26
3.4.11	TMA í hverjum hóp	27
3.4.12	TMA í mismunandi flakabitum.....	28
3.4.13	P-hlutfall (TMA-N/TVN-N * 100) hvers hóps	29
3.5	MASSABÓKHALD	30
3.5.1	Meðaltalsheimtur efna í flökum.....	30
3.5.2	Heimtur efna í flakabitum	31
3.6	VATNSHELDNI	32
3.6.1	Vatnsheldni mismunandi flakabita	32
3.7	DSC-MÆLINGAR	35
3.7.1	Frystanlegt vatn sem hlutfall af heildarvatni (%)	35
3.7.2	Hitastig þar sem toppur náði hámarki (T_{max})	36
3.7.3	Hitastig sem vatn byrjar að frjósa við (T_o).....	37
3.8	ÁFERÐ	31
3.8.1	Samanburður á áferðarbreytingum hópanna	31
3.8.2	Áferð m.t.t. mismunandi staðsetningar á flakinu.....	32
3.9	HÖFUÐÁSAGREINING (PCA).....	34
4	UMRÆÐUR OG ÁLYKTANIR	39
4.1	NÝTING	39
4.2	DRIP	39
4.3	SUÐUNÝTING	40
4.4	EFNAINNIHALD OG MASSABÓKHALD	40
4.5	VATNSHELDNI OG FRYSTANLEGT VATN.....	41
4.6	ÁFERÐAREIGINLEIKAR	41
4.7	HÖFUÐÁSAGREINING (PCA).....	42
5	HEIMILDIR.....	43

Töflur

Tafla 2.1.	Efnasamsetning þess salts (NaCl) sem notað var í tilrauninni	2
Tafla 2.2.	Meðhöndlun flaka fyrir frystingu.....	4
Tafla 3.1.	Meðalnýting þorskflaka (%) eftir þæklun, tveir styrkleikar af þremur þáttum (þækilstyrk, þæklunartíma og hlutfalli fisks á móti þækli) voru prófaðir við þæklun (n=15).....	11
Tafla 3.2.	Vatnsinnihald (%) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði	19
Tafla 3.3.	Próteininnihald (%) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði	21

Tafla 3.4. Saltinnihald (%) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.....	23
Tafla 3.5. Saltinnihald þorskflaka – mælingar framkvæmdar á hráefni og hópum eftir þæklun	23
Tafla 3.6. Saltinnihald þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 mánuð	24
Tafla 3.7. Saltinnihald þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 3 mánuði.....	24
Tafla 3.8. Sýrustig þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.....	24
Tafla 3.9. Sýrustig (pH) þorskflaka – mælingar framkvæmdar á hráefni og hópum eftir þæklun	25
Tafla 3.10. Sýrustig (pH) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 mánuð.....	25
Tafla 3.11. Sýrustig (pH) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 3 mánuði.....	25
Tafla 3.12. TVN-innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.....	26
Tafla 3.13. TVN- innihald (mg N /100g) þorskflaka – mælingar framkvæmdar á hráefni og hópum eftir þæklun	27
Tafla 3.14. TVN- innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 mánuð.....	27
Tafla 3.15. TVN- innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 3 mánuði.....	27
Tafla 3.16. TMA-innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.....	28
Tafla 3.17. TMA-innihald (mg N /100g) þorskflaka – mælingar framkvæmdar á hráefni og hópum eftir þæklun	28
Tafla 3.18. TMA-innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 mánuð.....	28
Tafla 3.19. TMA-innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 3 mánuði.....	28
Tafla 3.20. P-hlutfall þorskflaka þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.....	29
Tafla 3.21. Vatnsheldni (%) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.....	32

Myndir

Mynd 2.1. Vinnsluferill fortítraunar - Sýnatökur, mælingar á þyngd og dripi og fjöldi flaka per hóp ..	3
Mynd 2.2. Flakabitar við léttisöltun þorsks fyrir frystingu. Hringir sýna staðsetningu áferðarmælinga en ferningar hvar sýni fyrir DSC-mælingar voru tekin.	6
Mynd 2.3. Plexiglerglös – nýr búnaður til vatnsheldnimælingai (SS-34-rótor).	8
Mynd 2.4. Generalised TPA curve from a Instron Testing Machine (Bourne, 1978).	9
Mynd 3.1. Nýting (%) flakabita í viðmiðunarhóp, hóp 1 og hóp 3, eftir þæklun, 1 mánuð í frosti og 3 mánuði í frosti.	12
Mynd 3.2. Drip (%) flakabita sem þíddir voru strax frystingu, mælt eftir 44 klst þíðingu við 0-2°C..	13
Mynd 3.3. Drip (%) flakabita sem þíddir voru eftir 1 mánuð í frosti, mælt eftir 64 klst þíðingu við 0-2°C.....	13
Mynd 3.4. Drip (%) flakabita sem þíddir voru 3 mánuðum eftir frystingu, drip mælt eftir 44 klst þíðingu við 0-2°C.	14
Mynd 3.5. Heildarnýting (%) flaka eftir dripmælingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu, eftir 1 mán og 3 mán. í frosti. Bitarnir voru þíddir í 44 og 64 klst klst við 0-2°C.	15
Mynd 3.6. Nýting (%) flakabita eftir dripmælingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu. Bitarnir voru þíddir í 44 klst við 0-2°C.....	15
Mynd 3.7. Nýting (%) flakabita eftir dripmælingu sem framkvæmd var eftir 1 mánuð í frosti. Bitarnir voru þíddir í 64 klst við 0-2°C.....	16
Mynd 3.8. Nýting (%) flakabita eftir dripmælingu sem framkvæmd var eftir 3 mánuði í frosti. Bitarnir voru þíddir í 64 klst við 0-2°C.	16
Mynd 3.9. Suðunýting (%) ósaltaðra og léttisaltaðra flakabita eftir 1 mánuð í frosti.	17
Mynd 3.10. Suðunýting (%) ósaltaðra og léttisaltaðra flakabita eftir 3 mánuði í frosti.	17
Mynd 3.11. Heildarnýting (%) ósaltaðra og léttisaltaðra flaka eftir geymslu í frosti, miðað var við ferskvigt (hráefnisþyngd).	18
Mynd 3.12. Heildarnýting (%) ósaltaðra og léttisaltaðra flakabita í hópum 1 og 3, ásamt viðmið, eftir geymslu í frosti. Miðað var við ferskvigt (hráefnisþyngd).....	18
Mynd 3.13. Vatnsinnihald (%) í flakabítum (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) hráefnis og hópum 1-4 eftir þæklun.	20
Mynd 3.14. Vatnsinnihald (%) í flakabítum (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) viðmiðunarhóps og hópum 1-4 eftir 1 mánuð í frosti.....	20
Mynd 3.15. Vatnsinnihald (%) í flakabítum (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) viðmiðunarhóps og hópum 1-4 eftir 3 mánuði í frosti.	21
Mynd 3.16. Próteininnihald (%) í flakabítum (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) hráefnis og hópum 1-4 eftir þæklun.	22
Mynd 3.17. Próteininnihald (%) í flakabítum (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) viðmiðunarhóps og hópum 1-4 eftir 1 mánuð í frosti.....	22

Mynd 3.18. Próteininnihald (%) í flakabítum (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) viðmiðunarhóps og hópum 1-4 eftir 3 mánuði í frosti.	23
Mynd 3.19. Meðaltalsheimtur vatns (%) í flökum á mismunandi tímapunktum í ferlinum. Ekki var marktækur munur á milli tímabila (súla) sem bera sama bókstaf ($p>0,05$).	30
Mynd 3.20. Meðaltalsheimtur af saltfríu þurrefni (%) í flökum á mismunandi tímapunktum í ferlinum. Ekki var marktækur munur innan hvers hóps á milli tímapunkta í ferlinum (súla) sem bera sama bókstaf ($p>0,05$).	30
Mynd 3.21. Heimtur vatns (%) í flakabítum á mismunandi tímapunktum í ferlinum. Ekki var marktækur munur á milli bita innan hvers hóps sem bera sama bókstaf ($p>0,05$).	31
Mynd 3.22. Heimtur af saltfríu þurrefni (%) í flakabítum á mismunandi tímapunktum í ferlinum.	31
Mynd 3.23. Vatnsheldni (%) flakabita eftir þæklun en hópar 2 og 4 voru sprautaðir fyrir þæklun.	33
Mynd 3.24. Vatnsheldni (%) flakabita eftir 1 mánuð í frosti. Viðmiðunarhópur var frystur án þæklun, hópar 1 og 3 voru þæklaðir en hópar 2 og 4 voru sprautaðir og þæklaðir	33
Mynd 3.25. Vatnsheldni (%) flakabita eftir 3 mánuði í frosti. Viðmiðunarhópur var frystur án þæklun, hópar 1 og 3 voru þæklaðir en hópar 2 og 4 voru sprautaðir og þæklaðir	34
Mynd 3.26. Hlutfall frystanlegs vatns af heildarvatni (%) í ósöltuðum og söltuðum flakabítum þorsks fyrir og eftir geymslu í frosti.	35
Mynd 3.27. Hlutfall frystanlegs vatns af heildarvatni (%) í ósöltuðum flakabítum þorsks (Viðmið), fyrir og eftir geymslu í frosti.	35
Mynd 3.28. T_{max} í ósöltuðum og söltuðum flakabítum þorsks fyrir og eftir geymslu í frosti.	36
Mynd 3.29. T_{max} í ósöltuðum flakabítum þorsks (Viðmið), fyrir og eftir geymslu í frosti.	36
Mynd 3.31. T_o í ósöltuðum flakabítum þorsks (Viðmið), fyrir og eftir geymslu í frosti.	37
Mynd 3.32. Harka þorskflaka sem hráefni, eftir þæklun, 1 og 3 mánaða geymslu við -24°C . Y-ás sker í því gildi (722g) sem fékkst fyrir hörku hráefnis. Staðalfrávik hráefnis er feitletrað.	31
Mynd 3.33. Samloðun (cohesiveness) þorskflaka sem hráefni, eftir þæklun, 1 og 3 mánaða geymslu við -24°C . Y-ás sker í því gildi (0,41) sem fékkst fyrir hráefni. Staðalfrávik hráefnis er feitletrað.	32
Mynd 3.34. Harka eftir mismunandi staðsetningu á flakabítunum, mælt frá sporði að hnakka. Mælingar fóru fram á hráefni, og viðmiðunarhóp eftir 1 og 3 mánuði í frosti.	33
Mynd 3.35. Samloðun (cohesiveness) eftir mismunandi staðsetningu á flakabítunum, mælt frá sporði að hnakka. Mælingar fóru fram á hráefni, og viðmiðunarhóp eftir 1 og 3 mánuði í frosti.	33
Mynd 3.36. Niðurstöður úr höfuðásagreining (PCA) sem gerðar voru á helstu mælipáttum þorskflaka. Mælingar voru gerðar á hráefni, eftir léttisöltun og eftir 1 og 3 mánuði í frosti	34
Mynd 3.37. Röðun sýna af þorskflökum eftir því hvenær í ferlinum þau voru tekin (O=hráefni, P=eftir þæklun, 1=eftir 1 mánuð í frosti, 3=eftir 3 mánuði í frosti).	35

Mynd 3.38. Röðun þorskflaka eftir hópum án tillits til á hvaða tímapuntki þau voru tekin. (V=viðmiðunarhópur, 1=hópur 1 (pæklun í 20 mín), 2=hópur 2 (sprautun og pæklun í 20 mín), 3=hópur 3 (pæklun í 38 klst), 4=hópur 4 (sprautun og pæklun í 38 klst)).....	35
Mynd 3.39. Niðurstöður úr höfuðásagreining (PCA) sem gerðar voru á helstu mælipáttum þorskflaka (Mynd a) nema á DSC og nýtingu. Mælingar voru gerðar á hráefni, eftir léttisöltun og eftir 1 og 3 mánuði í frosti	36
Mynd 3.40. Röðun flakabita úr öllum hópum án tillits til á hvaða tímapuntki sýni voru tekin. (S=sporður, M=miðstykki, H=hnakkastykki).	37
Mynd 3.41. Niðurstöður úr höfuðásagreiningu á flakabitum í hópum 1 og 3, ásamt viðmiði, án tillits til á hvaða tímapuntki sýni voru tekin. (S=sporður, M=miðstykki, H=hnakkastykki).....	37
Mynd 3.42. Röðun flakabita í hópum 1 og 3, ásamt viðmiði, án tillits til á hvaða tímapuntki sýni voru tekin. (S=sporður, M=miðstykki, H=hnakkastykki).....	38

1 INNGANGUR

Skýrslan fjallar um niðurstöður tilraunar I í verkefninu „Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða“, sem var næsti verkhúti á eftir fortítraunum. Fræðilegt yfirlit verkefnisins er að finna í sér samantekt sem nýtast mun í gegnum allt verkefnið.

Í fortítraunum var kannað hvort og hvaða áhrif þækilstyrkur, þæklunartími og hlutfall fíks á móti þækli hafa á þætti eins og nýtingu og efnainnihald. Í þessum hluta voru áhrif sprautusöltunar ásamt þæklun, skoðuð í samanburði við að nota aðeins þæklun. Áhrif þæklunartíma voru einnig tekin inn í.

2 AÐFERÐIR OG EFNI

2.1 Hráefni

Þorskur frá fyrirtækinu Fiskkaup hf var notaður í tilraunina. Fiskurinn var veiddur fyrir vestan (við Víkurál) þann 25.9. 2000 en landað í Reykjavík þann 27.9. Hann var geymdur slægður og ísaður þar til að vinnslu kom, þann 27.9. Salt (MV Sava Lane Almeria) til þæklunar var keypt hjá Saltkaupum (Tafla 2.1.).

Tafla 2.1. Efnasamsetning þess salts (NaCl) sem notað var í tilrauninni

Lýsing mælingar	Mælieining	Mæligildi
Járn, fyrir salt	ug/g	9,3 ± 0,1
Kopar, fyrir salt	ug/g	0,013 ± 0,00
Kalsíum, fyrir salt	%	0,158 ± 0,00
Magnesium, fyrir salt	%	0,125 ± 0,00
Súlfat, fyrir salt	%	0,58
Óleysanlegt í vatni	%	<0,01
Raki og bundið vatn	%	3,57
Kalsíumsúlfat (umreiknað)	%	0,54
Magnesiumsúlfat (umreiknað)	%	0,24
Magnesiumklóríð (umreiknað)	%	0,3

2.2 Vigtun, lengdarmæling og flökun

Byrjað var á því að merkja hvern fisk, vigta (slægður) og lengdarmæla til þess að geta reiknað út holdafarsstuðul. Eftir það var fiskurinn hauseður, flakaður og flokkaður í kassa úr frauðplastu um leið og hann kom úr flökunarvélinni. Flökin (viðmið og hópar 1-4) voru að meðaltali um $0,498 \pm 0,115$ kg.

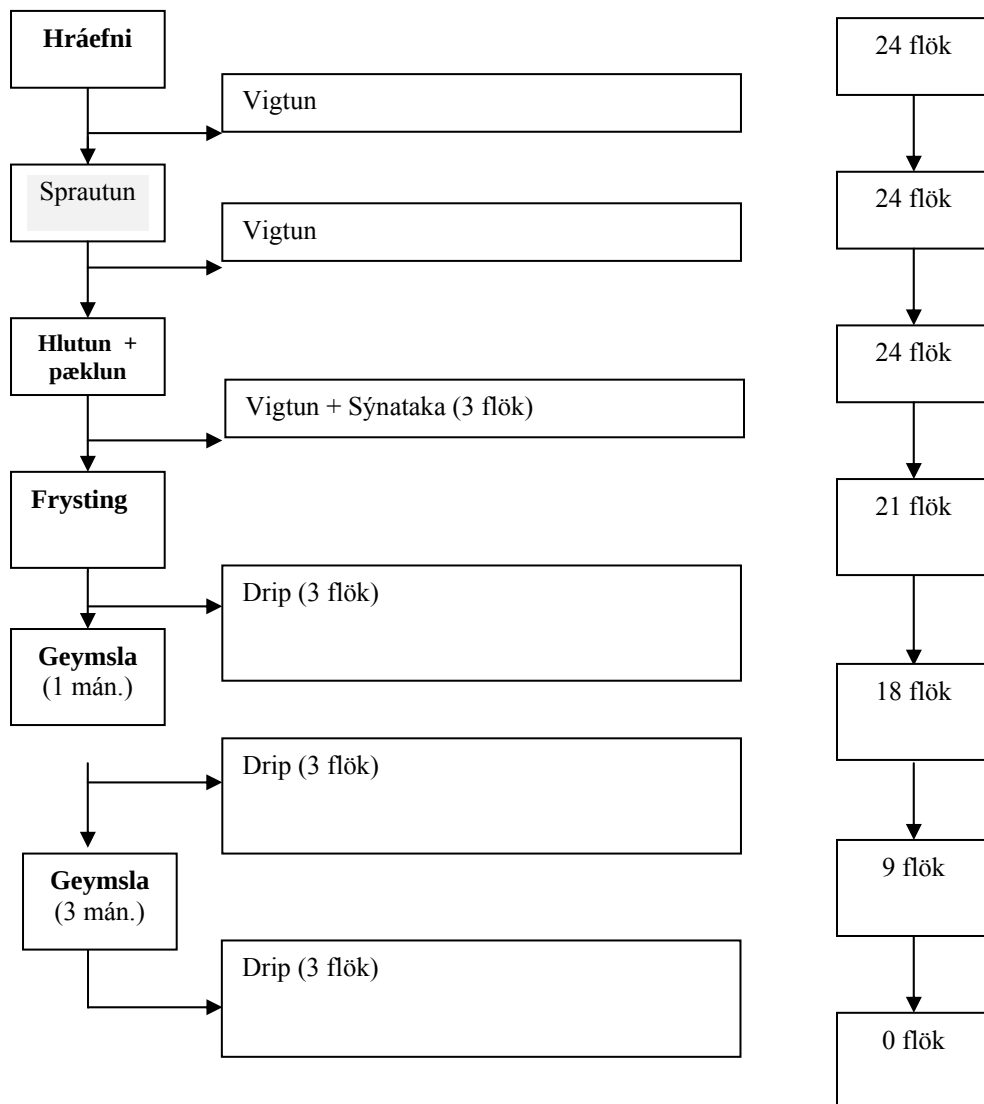
2.3 Sprautun, þæklun og frysting

Til sprautunar og þæklunar var notaður 5% (% NaCl) þækili. Styrkur þækils var stilltur af með því að vigta út salt á móti vatni. Þækilinn var síðan geymdur í kæli (0-5°C) yfir nótt þar til að þæklun kom.

Flökunum var skipt í 5 hópa en fjöldi flaka í hverjum hópi varð að lágmarki að vera 24 vegna mælinga og sýnatöku (Mynd 2.1).

Tveir hópar (2 og 4) voru sprautusaltaðir og síðan pæklaðir (Tafla 2.2.). Sprautun fór fram í húsnæði Menntaskólans í Kópavogi en pæklun á Rf. Við sprautun var þrýstingur stilltur á 1 bar og hraði bands á 1 (hægari hraðinn), vélín sem var notuð var Dorit inject-o-mat, (PSM-42F-30I, Auburn NSW, Australia). Að auki voru nokkur flök sprautuð við hærri þrýsting 1,5 bars þrýsting („Prufa“).

Þau flök sem voru sprautuð, voru sprautuð í heilu lagi en fyrir pæklun var öllum flökum skipt í þrennt, sporð, miðstykki og hnakkastykki. Við pæklun var hlutfall fisks á móti pækli var 1:1 og pæklunartími var 20 mín fyrir hópa 1 og 2 en 38 klst fyrir hópa 3 og 4 (Tafla 2.2.).



Mynd 2.1. Vinnsluferill fortíðraunar - Sýnatökur, mælingar á þyngd og dripi og fjöldi flaka per hóp

Tilraunin var að hluta til pöruð, þ.e. flök í hópum 1 og 2 voru samstæð og flök í hópum 3 og 4 voru samstæð. Þetta var gert til að lágmarka mun á milli hópanna vegna náttúrulegs breytileika. Í viðmiðunarhóp voru notaðar 12 fiskar þannig að flök voru samstæð innan hópsins.

Tafla 2.2. Meðhöndlun flaka fyrir frystingu.

Par	Hópur	Ferli:
Ekki parað	Viðmið	-
Ekki parað	Prufa	Sprautun Þrýstingur 1,5 bar og hraði 1 Pæklun í 38 klst
Par 1	Hópur 1	- Pæklun í 20 mín
	Hópur 2	Sprautun Þrýstingur 1 bar og hraði 1 Pæklun í 20 mín
Par 2	Hópur 3	- Pæklun í 38 klst
	Hópur 4	Sprautun Þrýstingur 1 bar og hraði 1 Pæklun í 38 klst

Eftir pæklun var látið leka af flökunum í 2-5 mínútur áður en þau voru vigtuð. Eftir vigtun var flökunum raðað á pönnu og fryst í plötufrysti í 2 klst. Eftir frystingu voru tekin frá 3 flök fyrir dripmælingu en öðrum flökum pakkað í plastpoka og síðan sett í frostgeymslu (-24°C).

2.4 Geymslutími í frosti og þíðing

Fiskurinn var geymdur í frosti við -24°C. Helmingur hans var þíddur eftir 4 vikur en afgangurinn eftir 12 vikur, til að fá mat á áhrifum geymslutíma. Flakabitarnir voru þíddir við stofuhita í 7-8 klst. Bitarnir voru settir á grindur þannig að þau lágu ekki í vökva sem rann úr þeim við þíðingu. Plast var breitt yfir þau til að varna uppgufun og því að yfirborð þornaði.

2.5 Holdafarsstuðull

Lengd og þyngd hvers fisks var notuð til að finna holdafarsstuðull. Viðtekin venja á Rf hefur verið að margfalda hlutfall þyngdar af lengd í 3. veldi með 100.

$$\text{Holdafarsstuðull} = \text{Þyngd (g)} / \text{Lengd}^3 \text{ (cm)} * 100$$

2.6 Nýting

Til að fylgjast með þyngdarbreytingum í gegnum vinnsluferilinn voru flök vigtuð heil og hlutuð, fersk, sprautuð, pækluð og þídd. Við útreikninga á nýtingu var vigt flaka/bita fyrir pæklun (fersk) notuð til viðmiðunar.

2.7 Suðunýting

Flökin voru gufusoðin í ofni í 12 mín og síðan látin kólna í a.m.k. 15 mín áður en þau voru vigtuð. Suðunýting var metin sem hlutfall þyngdar eftir suðu af þyngd flaka fyrir suðu. Einnig var skoðað hver nýting var miðað við þyngd flaka fyrir pæklun.

2.8 Drip

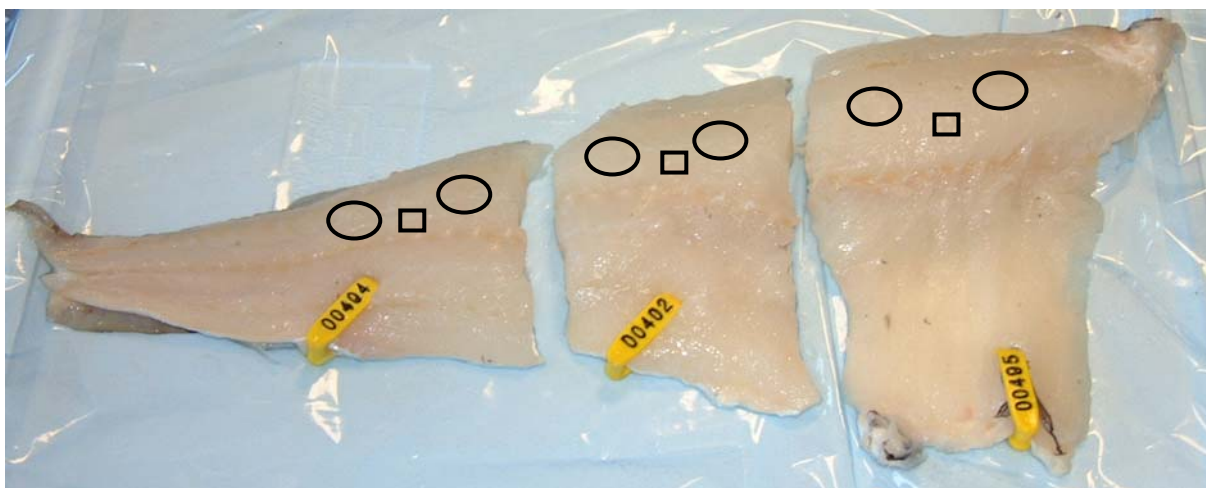
Drip var mælt strax eftir frystingu, eftir 4 vikur í frosti og eftir 12 vikur í frosti. Við mælingar á dripi voru tekin 3 flök úr hverjum hópi og þídd í kæli (ca.2-3°) Plast var breitt yfir flökin til að varna því að yfirborð myndi þorna (uppgufun). Drip var metið sem þyngdartap við þíðinguna, þ.e. þyngd flaka eftir þíðingu var borin saman við þyngd frosinna flaka. Drip var mælt strax eftir frystingu og aftur eftir 1 og 3 mánuði í geymslu.

Þeir bitar sem voru teknir í dripmælingu strax eftir frystingu voru hafðir í kæli í 44 klst. Eftir 1 mánuð í frosti voru hópar 1, 2 og viðmið ekki vigtaðir fyrr en eftir 64 klst. en hópar 3 og 4 eftir 44 klst og 66 klst. Við mælingu á dripi eftir 3 mánuði í frosti voru allir hópar vigtaðir eftir 44 og 64 klst.

2.9 Sýnataka

Sýni voru tekin af hráefni, eftir pæklun og eftir 1 og 3 mánaða geymslu í frosti. Tekin voru þrjú flök (n=3), eða 9 bitar þ.e. 3 sporðestykki, 3 miðstykki og 3 hnakkastykki. Hver biti var mældur fyrir sig og meðaltal og staðalfrávik reiknað. Ekki voru tekin sýni af prufuhópi, aðeins drip og nýting voru metin.

Mælingar á frystanlegu vatni (DSC), áferð og vatnsheldni voru framkvæmdar á fiskinum strax eftir sýnatöku. Áferð var mæld á tveimur stöðum á hverjum bita. Sýni fyrir DSC voru tekin rétt fyrir ofan „miðlínu“ í fiskinum, í miðjum bitunum (Mynd 2.2.). Vatnsheldnimælingar voru framkvæmdar á hökkuðum sýnum. Hver biti var tekinn heill og hakkaður/rifinn með Braun blandara, (type 4262; Braun, Kronberg, Þýskaland). Hökkuð sýnin voru síðan fryst og geymd við -24°C þar til að efnamælingum kom.



Mynd 2.2. Flakabitar við léttisöltun þorsks fyrir frysting. Hringir sýna staðsetningu áferðarmælinga en ferningar hvar sýni fyrir DSC-mælingar voru tekin.

2.10 Ákvörðun á pH, magni salts, vatns og próteina

Sýrustig var ákvarðað með því að blanda saman 20 g af hökkuðu sýni og 80 ml af eimuðu vatni með segulhræru í 3 mín. Elektróðu ('Red rod', C2401-7, Radiometer Copenhagen) var stungið ofan í blönduna eftir þann tíma og hræran lätin vera áfram á. Lesið var af mæli eftir 30 sek. eða þegar mælir hafði náð stöðugleika í aflestri.

Vatnsinnihald (g/100g) var metið út frá massatapi við þurrkun sýnis í 4 klst við 105°C (ISO, 1983). Innihald salts í sýnum var mælt með aðferð Volhard (JAOAC, 1937, JAOAC, 1940). Próteinmagn var ákvarðað með aðferð Kjeldahls (ISO, 1979).

2.11 TMA og TVN

Aðferðir til greiningar á TMA og TVN byggðu á svokallaðri Flow Injection Analysis (FIA) (Hunter og Uglow, 1993, Sadok o.fl., 1996) með nokkrum breytingum á aðferð og tæki (Ruiz-Capillas og W.F.A., 1999)

2.12 P-hlutfall

P-hlutfall var reiknað út frá þeim gildum sem fengust fyrir TMA og TVN (Sigmar V. Hjartarson o.fl., 1998).

$$\text{P-hlutfall} = \text{mg TMA-N}/100\text{g} \ / \ \text{mg TVN}/100\text{g} \ * \ 100$$

Leitt hefur verið að því líkum að það geti gefið betri mynd af ferskleika, þ.e. áhrifum geymslu á fiskinn heldur en TVN eða TMA hvort um sig (Horner o.fl., 1994).

2.13 Massabókahald

Til að skoða heimtur vatns og saltfrís þurrefnis eftir þæklun, voru notaðar niðurstöður úr efnamælingum og nýting þeirra þriggja flaka sem tekin voru sem sýni. Dæmi um slíka útreikninga:

$$\begin{aligned} \text{Hráefni :} \quad & \text{Nýting} = 100 \% \\ & \text{Prótein} = 17,5\% \end{aligned}$$

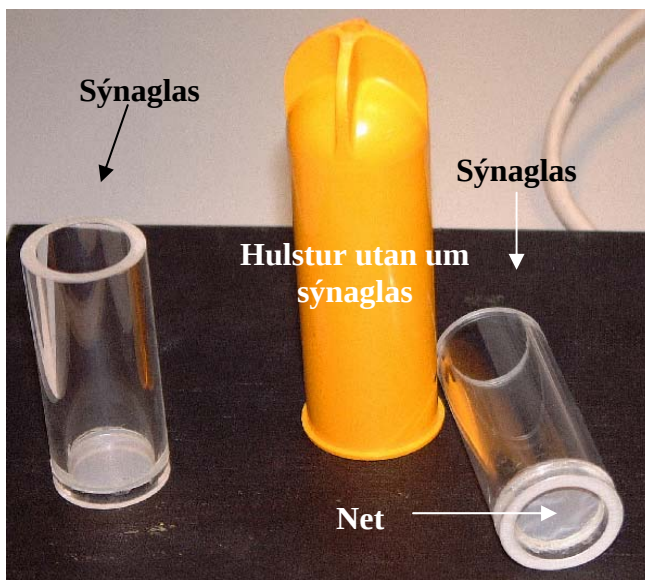
$$\begin{aligned} \text{Hópur x eftir þæklun:} \quad & \text{Nýting} = 105,6 \% \\ & \text{Prótein} = 16,5 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Þyngdarbreytingar:} \quad & \text{Hópur x eftir þæklun (kg)} = \text{Hráefni (kg)} * \text{Nýting}/100 \\ & \text{Hópur x eftir þæklun (kg)} = 100 * 105,6/100 = 105,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Heimtur próteina:} \quad & \text{prótein í hópur x} = \% \text{ prót. í hráefni} * \text{kg hráefni} / 100 = 17,5 * 100 / 100 = 17,5 \text{ kg} \\ & \text{kg prótein í hópur x} = \% \text{ prótein í hópur x} * \text{kg í hópur x} / 100 = 16,5 * 105,6 / 100 = 17,4 \text{ kg} \\ \text{Heimtur próteina} &= \text{kg prótein í hópur x} / \text{kg prótein í hópur x} * 100 = 17,4/17,5 * 100 = 99,4 \% \end{aligned}$$

2.14 Vatnsheldni (water holding capacity = WHC)

Hver biti, sporður, miðstykki og hnakkastykki, var mældur. Sýni voru hökkuð/rifin með Braun mixer (type 4262; Braun, Kronberg, Germany), í 10-20 sec, á hraða 5. Hökkun var stöðvuð ef sýni fór að „hnoðast“. Magn sýna var um 2g en vatnsheldni var mældi í plexiglerglösunum í SS-34 rötornum. Plexiglerglösin voru um 2,5 cm í þvermál. Glösin voru í tveimur hlutum sem límdir voru saman en á milli þeirra var sett fingert net sem sýnin lágu á. Glösin voru sett í hulstur fyrir SS-34 rötörinn en í botninum voru litlar plastkúlur sem að studdu undir netið (Mynd 2.3.).



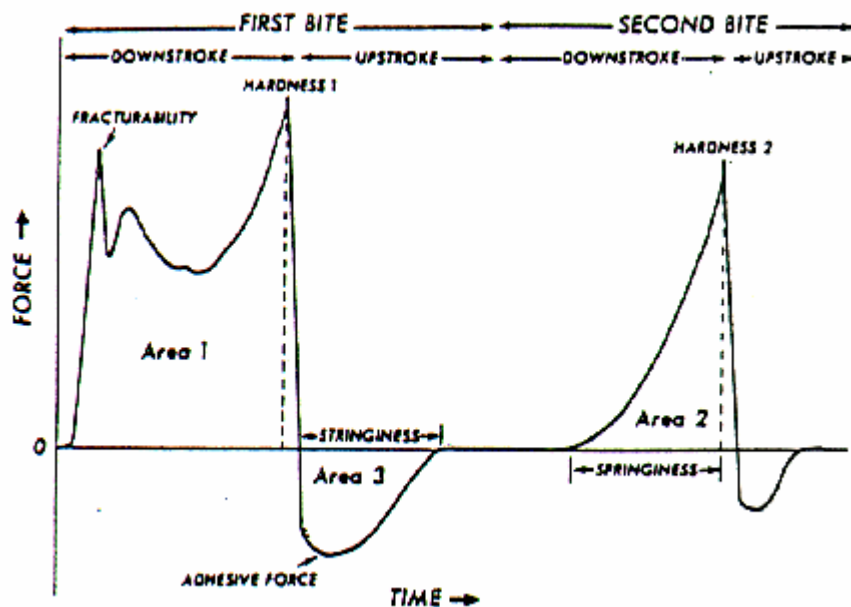
Mynd 2.3. Plexiglerglös – nýr búnaður til vatnsheldnimælingai (SS-34-rótor).

Hraðastilling var 1350 rpm (stillt skv. mæli), sem ætti að samsvara nálægt 210*g (1500 rpm). Hiti var stilltur á 3-7°C til að halda hitastigi við eða rétt fyrir ofan 0°C. Ef hiti er stilltur of lágt er hætta á að frjósi í glösum við mælingu. Þyngdartap við mælingar var metið og vatnsheldni (water holding capacity = WHC) reiknuð sem hlutfall taps af magni vatns sem mælt var í sýni, þ.e. gert var ráð fyrir að aðeins vatn væri að tapast úr sýninu.

$$\text{WHC (\%)} = \frac{\text{mælt vatn í sýni (g)} - \text{vatnstap (þyngdartap við mælingu) (g)} * 100}{\text{mælt vatn í sýni (g)}}$$

2.15 Áferð

Mæling áferðar var samkvæmt lýsingu Bourne, (1978) á áferðargreiningu „Texture profile analysis“ (TPA) til þess að greina breytingar í fiskinum vegna frystingar og söltunar. Með þessari aðferð var sýnið pressað tvisvar og mælt var hversu mikinn kraft þurfti til að pressa sýnið niður um ákveðið hlutfall af hæð þess (Mynd 2.4.). Hæð fyrra toppsins gaf þannig til kynna „hörku“ sýnisins en „samloðun“ var skilgreind sem hlutfall af flatarmáli toppanna (A_2/A_1).



Mynd 2.4. Generalised TPA curve from a Instron Testing Machine (Bourne, 1978).

Notuð var kúla (P0.75S 3/4" GLASS BALL) til að líkja eftir þrýstingi fingurs þegar þrýst væri á sýni. Sýni voru pressuð um 45% hæð þeirra fyrir mælingu, hraði fyrir pressun 2mm/s, hraði við pressun 0,8 mm/s og hraði eftir pressun 10mm/s (TA-XT2, texture analyser, Stable Microsystems, UK). Mælingar voru framkvæmdar á hverjum bita fyrir sig án nokkurrar formeðhöndlunar.

2.16 Differential scanning calorimetry (DSC)

Mælingarnar voru framkvæmdar með Perkin-Elmer DSC –7 (Perkin Elmer, Norwalk, USA). Tækið var staðlað með vatni og indium. „Enthalpy“ (ΔH) var staðlað með indium. Tómir sýnahaldarar (kapsúlur) voru notaðar til viðmiðunar. Þunnar sneiðar voru skornar úr vöðvanum og þess gætt að þær væru lausar við kollagen (bindivef). Sýnin sem vógu 20-25 mg (nákvæmi $\pm 0,01$ mg) voru sett í kapsúlur fyrir mælingar. Mælingar voru gerðar með því að keyra hitastig niður ($10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$) úr -5°C í -60°C . Hitastigi var haldið í -60°C í a.m.k. 1 mín en síðan hitað upp í $+15^{\circ}\text{C}$.

DSC-mælingar voru notaðar til að greina áhrif léttisöltunar á magn frystanlegs vatns í fiskinum. Gildi fyrir ΔH samsvaraði flatarmáli þess topps sem fékkst við keyrsluna. Frystanlegt vatn (g/100g vatn í sýni) var reiknað sem hlutfall $\Delta H / 333,5\text{ J/g}$, þar sem $333,5\text{ J/g}$ var sú orka sem þurfti til að bræða 1g af ís. Ófrystanlegt vatn var metið sem mismunur á heildarmagni vatns sem mælt var við þurrkun sýnisins og þess magns sem mældist frystanlegt með DSC. Einnig var stuðst við niðurstöður fyrir það hitastigsgildi þar sem vatn byrjaði að frjósa (T_0) og það hitastig þar sem toppur náði hámarki (T_{max}).

2.17 Tölfræðileg úrvinnsla

Þáttuð tilraunahögun var notuð til þess að finna virkni hvers þáttar og víxlverkarnir. Tölfræðilegur samanburður var gerður á sýnum með ANOVA, t-prófi og Duncans prófi. Miðað var við 95% öryggismörk. Hugbúnaður við úrvinnslu var Microsoft Excel 9.00 (Microsoft Inc, Redmond, USA) og NCSS 2000 (NCSS, Utah, USA). Fjölpáttagreining (Multivariate analysis) var framkvæmd með Unscrambler, (CAMO ASA, Oslo, Norway)

3 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

3.1 Nýting

3.1.1 Heildarnýting flaka

Þrýstingur við sprautun hafði greinilega áhrif á hversu mikið flökin þyngdust við sprautunina (Tafla 3.1.). Marktækur munur var á þyngdaraukningu prufuhóps samanborið við hóp 4 ($p=0,005$) en munur var minni á milli prufuhóps og hóps 2 ($p=0,067$). Við geymslu frá sprautun þar til að pæklun kom (1-2 klst), töpuðu flökin aftur þyngd vegna þess að pækill lak úr þeim. Því minnkaði munur á milli flaka sem sprautuð voru við 1 bars og 1,5 bars þrýsting ($p>0,05$).

Tafla 3.1. Meðalnýting þorsklaka (%) eftir pæklun, tveir styrkleikar af þremur þáttum (pækilstyrk, pæklunartíma og hlutfalli fisks á móti pækli) voru prófaðir við pæklun ($n=15$).

Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: pæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað (1 bar) pæklað 20 mín	Hópur 3: pæklað 38 klst	Hópur 4: sprautað (1 bar) pæklað 38 klst	Prufa: sprautað (1,5 bar) pæklað 38 klst
Eftir sprautun			106,8 ^{a,b} ± 2,1		106,6 ^a ± 1,5	108,1 ^b ± 1,3
Fyrir pæklun (1 klst e. sprautun)			105,5 ^a ± 2,1		104,8 ^a ± 1,2	105,9 ^a ± 1,5
Eftir pæklun		104,7 ± 0,8	109,8 ± 2,2	115,3 ± 2,4	121,1 ± 2,5	125,4 ± 1,0
Eftir 1 mán. í frosti	98,8 ± 0,4	103,4 ± 0,9	107,7 ± 1,4	113,1 ± 1,8	117,8 ± 1,5	121,3 ± 1,5
Eftir 3 mán. í frosti	98,5 ± 0,7	103,0 ± 0,7	107,8 ± 1,3	111,5 ± 0,7	116,6 ± 1,7	119,4 ± 1,0

^{a-g} Munur á milli meðaltala í sömu röð, sem bera sama bókstaf var ekki marktækur ($p>0,05$), samkv. anova og t-prófi.

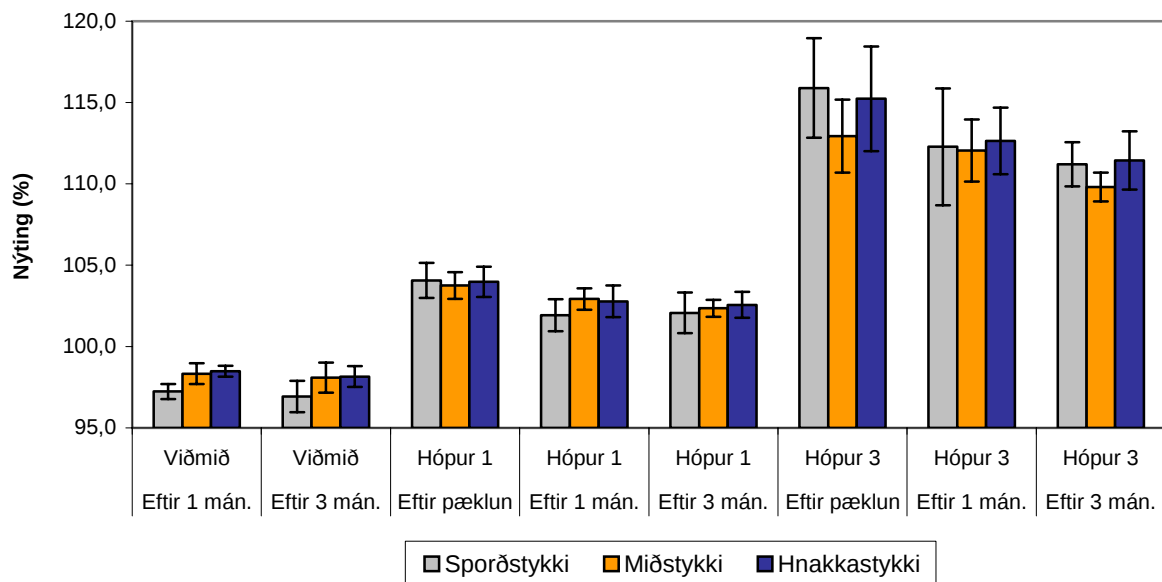
Nýting eftir pæklun sýndi að sprautun bætti nýtingu, lengri pæklun bætti nýtingu hvort sem flök voru sprautuð fyrir pæklun eða ekki. Hærri þrýstingur við pæklun (Prufa) leiddi einnig til hærri nýtingar. Þess ber þó að geta að þrýstingur mátti ekki vera of mikill til þess að fiskhold skaðaðist ekki.

Þegar nýting eftir 1 og 3 mánaðar geymslu í frosti var skoðuð voru niðurstöður á sömu lund og eftir pæklun. Ákveðin þyngdarrýrnun varð þó við frýstingu og þíðingu flakanna. Viðmiðunarflökin voru með nýtingu undir 100% en allir aðrir hópar með nýtingu yfir 100%. Samanburður var gerður á nýtingu flaka eftir 1 mánuð í frosti annars vegar og 3 mánuði hins vegar. Í ljós kom að lítill munur var á nýtingu þeirra hópa sem minnst höfðu bætt við sig í

þyngd við sprautun og/eða þæklun. Sama var að segja um viðmiðunarhópinn. Hins vegar var nýting hópa 3, 4 og prufu nokkuð minni eftir 3 mánuði sem bendir til að nýtingarábatinn gæti rýrnað við lengri geymslu í frosti.

3.1.2 Nýting mismunandi bita

Til að meta nýtingu mismunandi flakabita, þ.e. sporðs, miðstykkis og hnakkastykkis voru niðurstöður fyrir viðmiðunarhóp, hóp 1 og hóp 3 skoðaðar (Mynd 3.1.). Í ljós kom að nýting sporðstykkja í viðmiðunarhópi var marktækt lakari heldur en bæði nýting miðstykkis og hnakkastykkis. Þetta gildi bæði eftir 1 mánaðar og 3 mánaða geymslu. Hins vegar var lítill munur á nýtingu miðstykkis og hnakkastykkis.

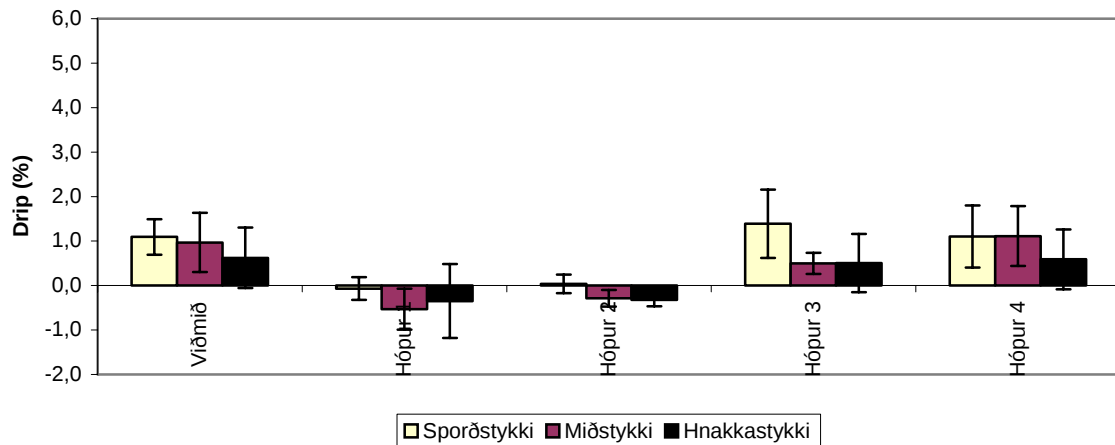


Mynd 3.1. Nýting (%) flakabita í viðmiðunarhóp, hóp 1 og hóp 3, eftir þæklun, 1 mánuð í frosti og 3 mánuði í frosti.

Í þeim hópum sem voru þæklaðir fyrir frýstingu var munur á milli bita ekki marktækur nema eftir þæklun í hópi 3 þar sem nýting miðstykkis var marktækt ($p < 0,05$) lægri heldur en nýting hnakka- og sporðstykkja. Eftir geymslu í frosti voru miðstykkinn einnig með heldur lægri nýtingu, þó munur væri ekki marktækur. Í hópi 1 þar sem þæklunartími var aðeins 20 mín á móti 38 klst í hópi 3 var munur á milli mismunandi bita tiltölulega lítill. Taka skal fram að þunnildi fylgdu hnakkastykkjum.

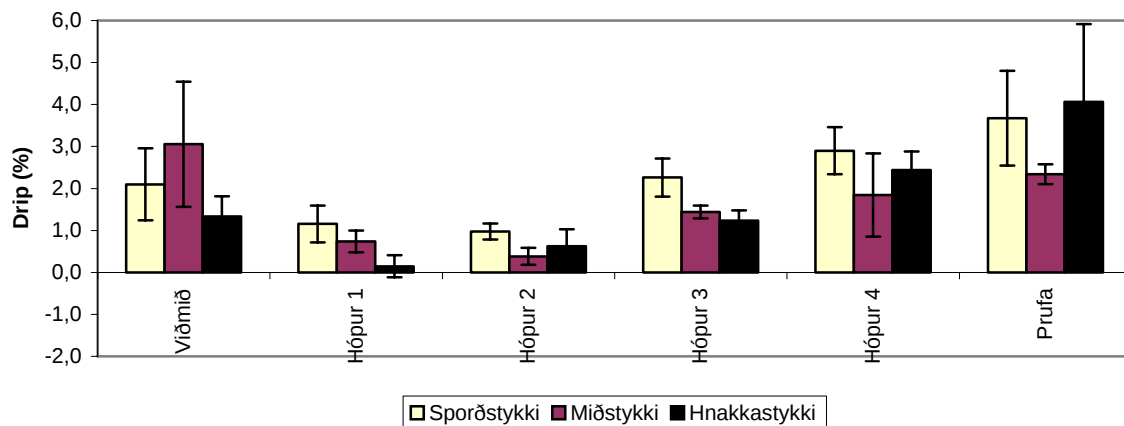
3.2 Drip

Samanburður á dripi flakabita sýndi að þeir bitar sem voru sprautaðir og/eða þæklaðir í 20 mín (H1 og H2) töpuðu minnst þyngd við þíðingu. Þetta átti við alla þá tímapunkta sem drip var mælt, þ.e. strax eftir frystingu, eftir 1 og 3 mánuði í frosti (Mynd 3.2., 4.3., og 4.4.).



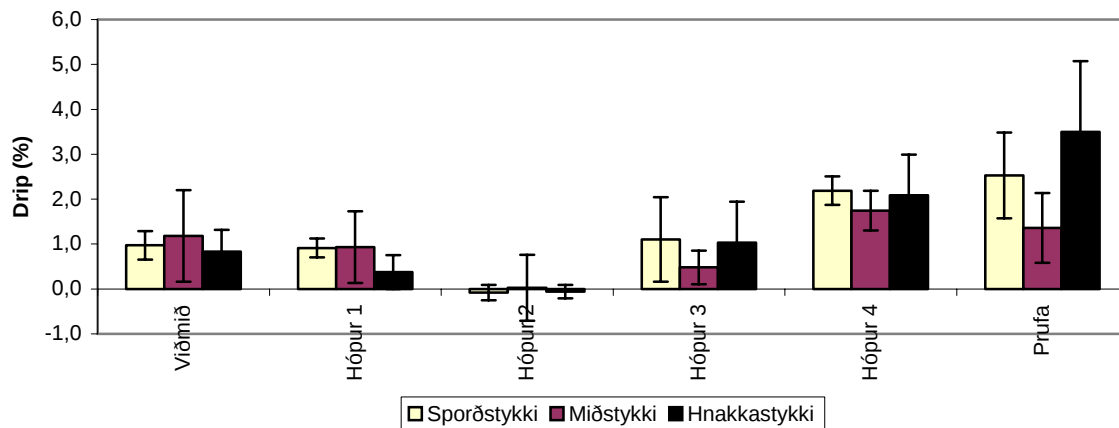
Mynd 3.2. Drip (%) flakabita sem þíddir voru strax frystingu, mælt eftir 44 klst þíðingu við 0-2°C.

Í ljós kom að miðstykkið léttist í flestum tilfellum minnst við þíðinguna fyrir utan viðmiðunarhópinn. Þessar niðurstöður voru þó aðeins taldar gefa ákveðnar vísbendingar þar sem að staðalfrávik innan hvers hóps voru frekar há. Við þíðingu eftir 1 mánaðar geymslu í frosti kom í ljós sama mynstur fyrir drip hvort sem bitar voru þíddir í 44 eða 64 klst. Hins vegar var drip heldur hærri eftir 64 klst.



Mynd 3.3. Drip (%) flakabita sem þíddir voru eftir 1 mánuð í frosti, mælt eftir 64 klst þíðingu við 0-2°C.

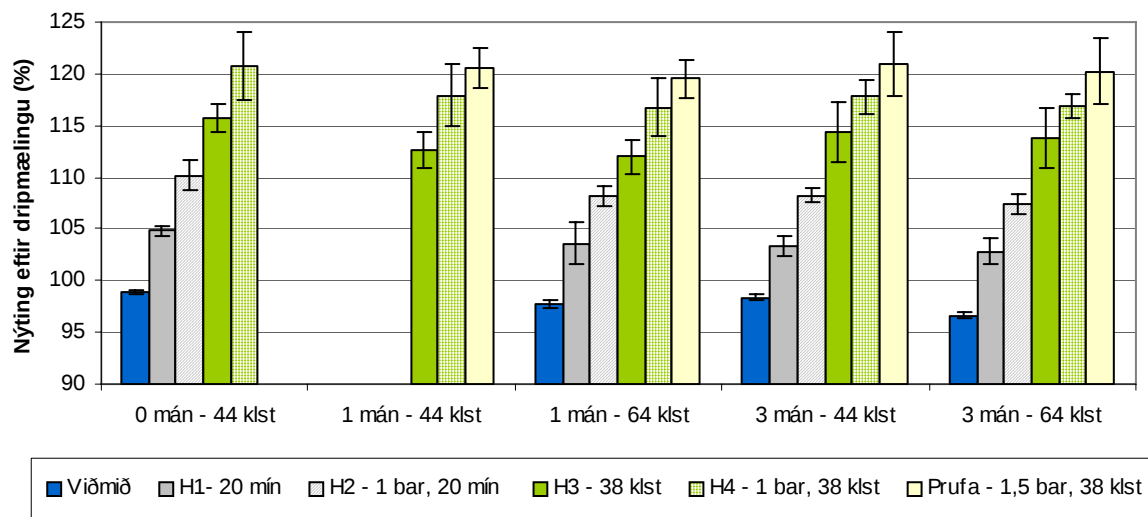
Eftir geymslu í 3 mánuði kom í ljós að drip var minnst í hópi 2 þar sem flök höfðu verið sprautuð og síðan pækluð í 20 mín (Mynd 3.4). Mest var dripið í þeim hópum sem voru sprautaðir og pæklaðir í 38 klst. Drip var minnst úr miðstykki. Munur á milli bita í viðmiðunarhópi var minni heldur en þegar um pækluð flök var að ræða.



Mynd 3.4. Drip (%) flakabita sem þíddir voru 3 mánuðum eftir frystingu, drip mælt eftir 44 klst þíðingu við 0-2°C.

3.2.1 Nýting flaka eftir dripmælingu

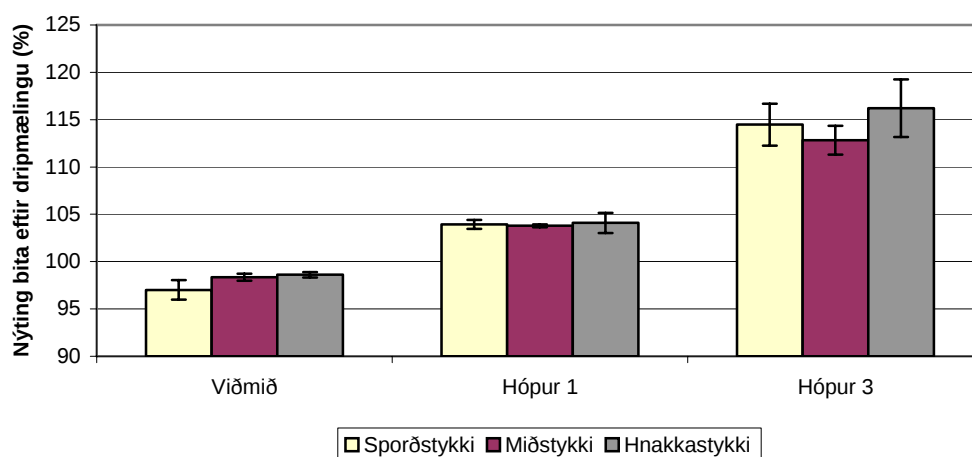
Heildarnýting flaka eftir dripmælingu var metin (Mynd 3.5.). Flök í viðmiðunarhópi voru með nýtingu undir 100% á öllum tímapunktum en hámarksnýtingu var náð með sprautun við 1,5 bar og pæklun í 38 klst (prufa). Pæklun eingöngu bætti nýtingu en lengri pæklunartími (38 klst vs. 20 mín) skilaði mun meiri ábata. Sprautun ásamt pæklun skilaði betri nýtingu heldur en pæklun eingöngu, hvort sem pæklað var í 20 mín eða 38 klst eftir sprautun. Við dripmælingu þíðnuðu flök upp við lægra hitastig heldur en þegar þíðing var framkvæmd til að meta nýtingu eingöngu (sjá 4.1.1. Heildarnýting flaka, bls 3). Gott samræmi var á milli þessarra tveggja aðferða m.t.t. þess hvaða aðferð (sprautun/pæklun) gæfi besta nýtingu.



Mynd 3.5. Heildarnýting (%) flaka eftir dripmælingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu, eftir 1 mán og 3 mán. í frosti. Bitarnir voru þíddir í 44 og 64 klst við 0-2°C.

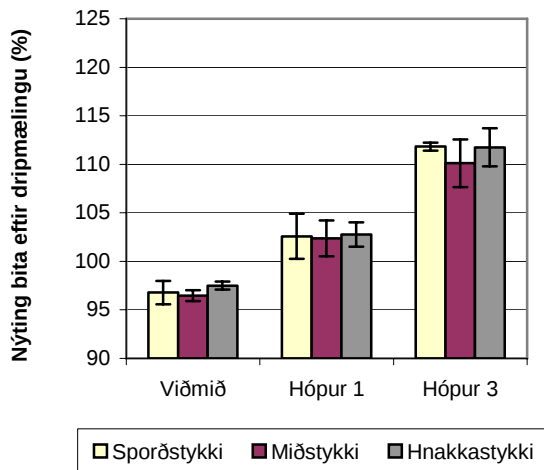
3.2.2 Nýting mismunandi bita eftir dripmælingu

Nýting bita eftir dripmælingu var einnig skoðuð. Gildi fyrir flök sem þídd höfðu verið strax eftir frystingu sýndu að munur á milli bita í viðmiðunarhópi var lítill. Sama var að segja um hóp 1. Nýting miðstykkis í hópi 3 var heldur lægri heldur en nýting hnakkastykkis og sporðastykkis (Mynd 3.6.), ekki var þó um tölfræðilega marktækni að ræða ($p < 0,05$).

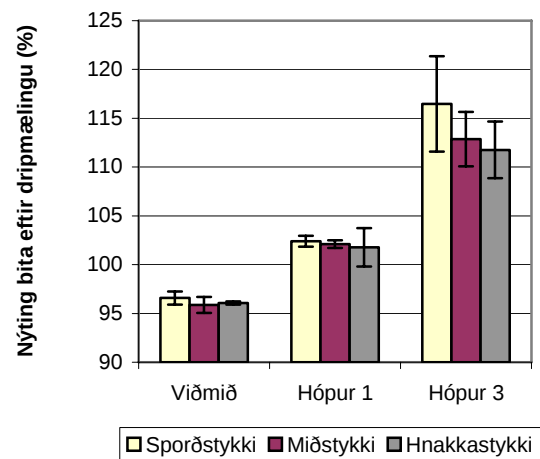


Mynd 3.6. Nýting (%) flakabita eftir dripmælingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu. Bitarnir voru þíddir í 44 klst við 0-2°C.

Svipað mynstur fékkst eftir 1 mánuð (Mynd 3.7.) en eftir 3 mánuði var nýting mismunandi bita nokkuð frábrugðin því sem áður hafði verið (Mynd 3.8.) . Munur á milli bita var þó ekki tölfræðilega marktækur. Nýting var best í hópi 3 sem telja má að hafi verið vegna lengri þæklunar fyrir frystingu.



Mynd 3.7. Nýting (%) flakabita eftir dripmælingu sem framkvæmd var eftir 1 mánuð í frosti. Bitarnir voru þíðdir í 64 klst við 0-2°C.

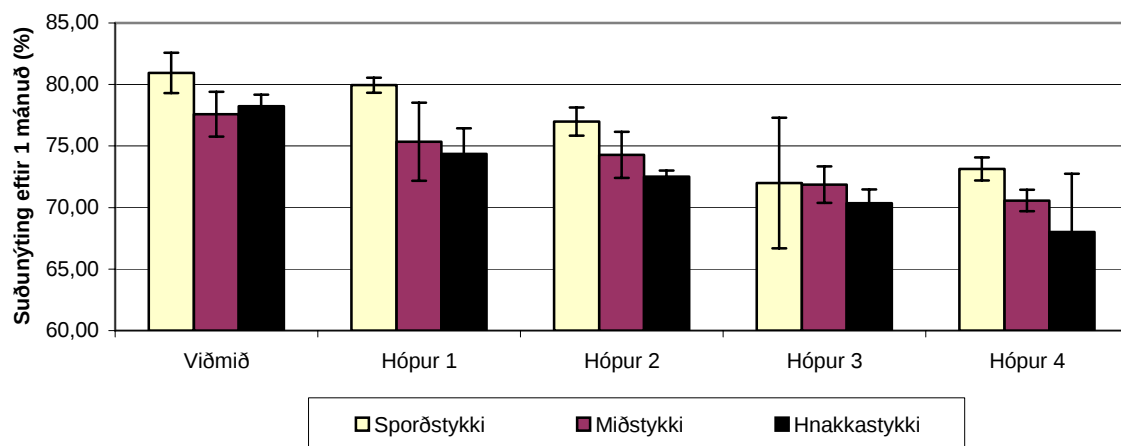


Mynd 3.8. Nýting (%) flakabita eftir dripmælingu sem framkvæmd var eftir 3 mánuði í frosti. Bitarnir voru þíðdir í 64 klst við 0-2°C.

3.3 Nýting eftir suðu

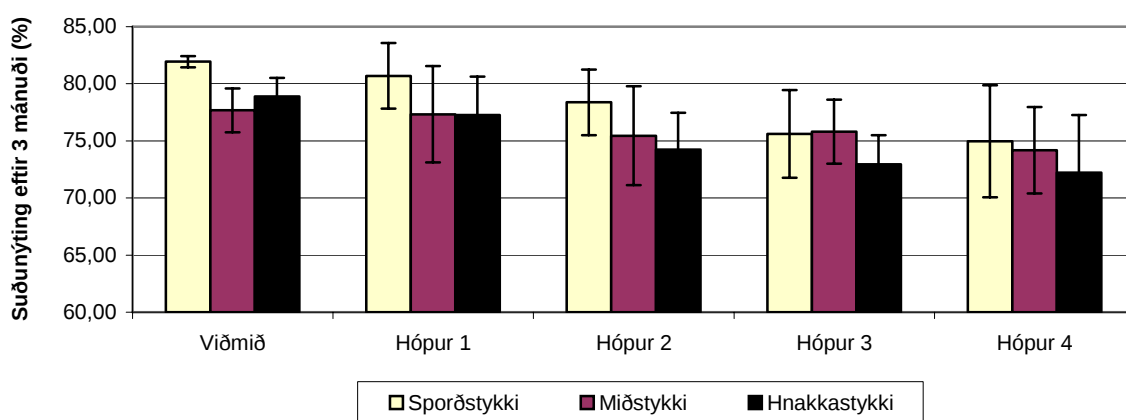
3.3.1 Suðunýting

Með suðunýtingu var átt við hversu vel bitarnir héldu þyngd sinni við suðu, þ.e. miðað var við þyngd bitanna eftir þíðingu. Bæði eftir 1 og 3 mánuði í frosti virtust þeir bitar sem þæklaðir voru í lengri tíma tapa meiri þyngd við suðuna en sömu bitar höfðu tekið upp mest af þækli. Einnig var gerður samanburður á suðunýtingu sporð-, mið- og hnakkastykkja innan hvers hóps. Eftir 1 mánuð í frosti var suðunýting sporðstykkja marktækt hærri heldur en suðunýting hnakkastykkja, í hópum 1, 2 og 4 (Mynd 3.9). Að öðru leyti var munur ekki marktækur nema í hópi 1 á milli miðstykkis og sporðstykkis.



Mynd 3.9. Suðunýting (%) ósaltaðra og léttisaltaðra flakabita eftir 1 mánuð í frosti.

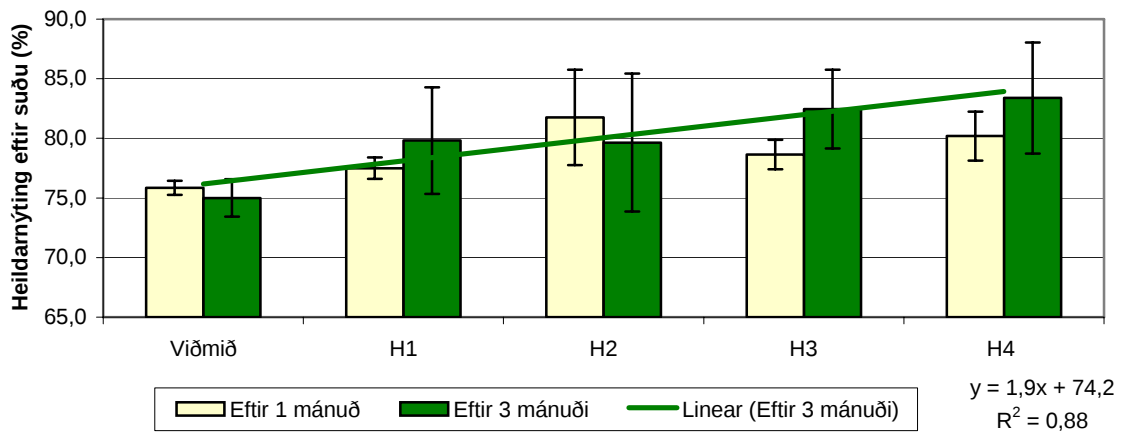
Eftir 3 mánuði í frosti (Mynd 3.10) var munur á milli hausstykkis og sporðstykkis mestur innan viðmiðunarhóps ($p=0,05$, t-próf). Annars var munur á milli bita innan hvers hóps ekki marktækur. Það mátti þó alls staðar sjá sömu tilhneigingu, þ.e. að suðunýting færi vaxandi frá haus að sporði.



Mynd 3.10. Suðunýting (%) ósaltaðra og léttisaltaðra flakabita eftir 3 mánuði í frosti.

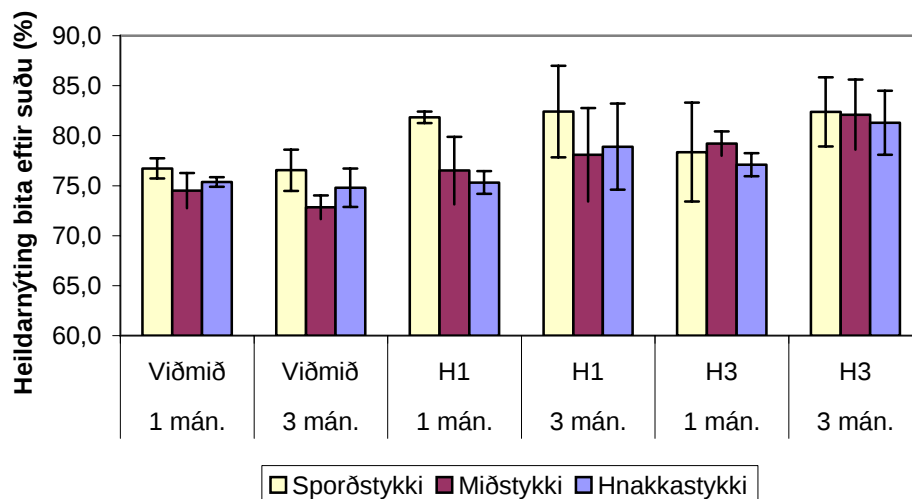
3.3.2 Heildarnýting flaka og bita eftir suðu

Ekki var um marktækan mun að ræða á nýtingu flaka eftir suðu, hvorki eftir 1 né 3 mánaða geymslu í frosti. Eins var ekki munur á milli þessara tímapunkta. Hins vegar sást ákveðin tilhneiging til hækkandi nýtingar eftir því sem söltun fisksins og þyngdaraukning við þæklun hafði verið meiri. Því gæti léttþæklun fyrir frystingu stuðlað að bættri nýtingu við matreiðslu og gert afurðir safaríkari.



Mynd 3.11. Heildarnýting (%) ósaltaðra og léttisaltaðra flaka eftir geymslu í frosti, miðað var við ferskvigt (hráefnisþyngd).

Til að meta áhrif léttisöltunar á suðunýtingu einstakra bita voru niðurstöður úr hópum 1 og 2, ásamt viðmiði, skoðaðar. Munur á milli bita innan hvers hóps var ekki marktækur nema í hópnum 1 eftir 1 mánuð í frosti, þar sem nýting sporðestykkja var hærri heldur en nýting hnakkastykkja ($p < 0,05$).



Mynd 3.12. Heildarnýting (%) ósaltaðra og léttisaltaðra flakabita í hópum 1 og 3, ásamt viðmið, eftir geymslu í frosti. Miðað var við ferskvigt (hráefnisþyngd).

3.4 Efnainnihald

Efnainnihald flakanna var skoðað m.t.t. mismunandi flakabita og eins var reiknað meðaltal fyrir hvert flak. Það gildi sem fékkst fyrir hvert flak nýttist til að finna meðaltalsgildi fyrir hvern hóp.

3.4.1 Vatnsinnihald hvers hóps

Vatnsinnihald var að meðaltali hærra ($p < 0,05$) í hópum 3 og 4 eftir þæklun heldur en í hráefni ($82,8 \pm 0,6\%$). Eftir 1 mánuð í frosti var munur á milli hópa 1, 2 og 3 ekki marktækur en flök í hópi 4 innihéldu mest af vatni (Tafla 3.2.). Eftir 3 mánuði í frosti mældist vatnsinnihald svipað og eftir 1 mánaðar geymslutíma í frosti. Mestur var munurinn á milli þessara tímapunkta í hópi 2, þó ekki marktækur. Vatnsinnihald var heldur hærra eftir 3 mánuði sem helst mátti skýra með breytileika í hráefni.

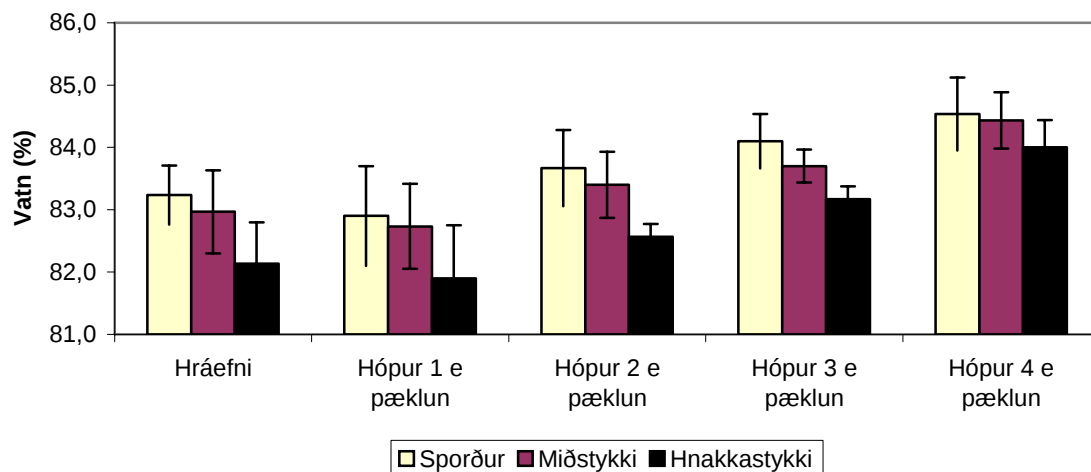
Tafla 3.2. Vatnsinnihald (%) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.

Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: þæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað (1 bar) þæklað 20 mín	Hópur 3: þæklað 38 klst	Hópur 4: sprautað (1 bar) þæklað 38 klst
Eftir þæklun		$82,5^a \pm 0,8$	$83,2^{a,b} \pm 0,4$	$83,7^{b,c} \pm 0,3$	$84,3^c \pm 0,4$
Eftir 1 mán.	$82,3^d \pm 0,1$	$82,6^{d,e} \pm 0,4$	$83,1^e \pm 0,1$	$83,3^e \pm 1,0$	$84,3 \pm 0,6$
Eftir 3 mán.	$82,1^f \pm 0,8$	$82,8^{f,g} \pm 0,4$	$83,5^{g,h} \pm 0,3$	$83,1^g \pm 0,4$	$84,1^h \pm 0,3$

^{a-e} Munur á milli meðaltala í sömu röð, sem bera sama bókstaf var ekki marktækur ($p > 0,05$), samkv. anova og t-prófi..

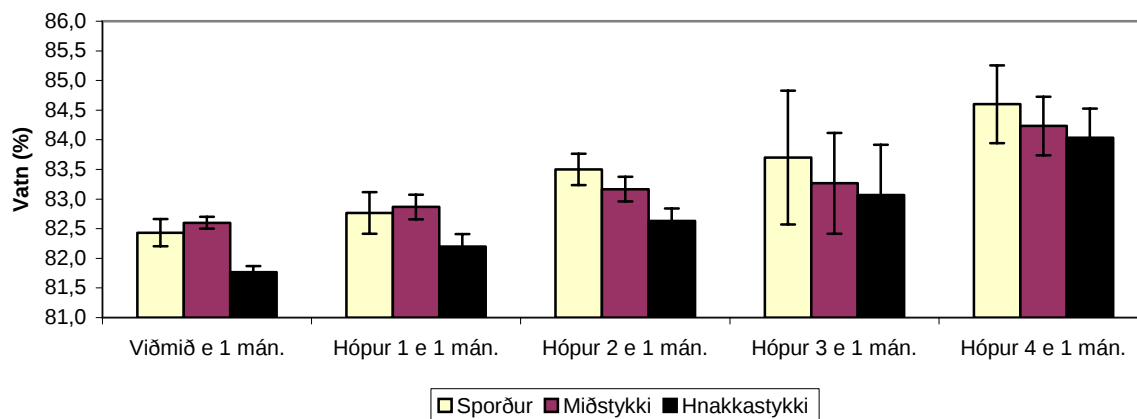
3.4.2 Vatnsinnihald mismunandi bita

Hlutfall vatns í flakabitum hráefnis og eftir þæklun, fór almennt minnkandi frá sporði að haus (Mynd 3.13). Í tveimur tilfellum, í bitum hráefnis og hóps 2 eftir þæklun var vatnsinnihald marktækt hærra í sporði en í hnakkastykki ($p < 0,05$). Að öðru leyti var munur ómarktækur.



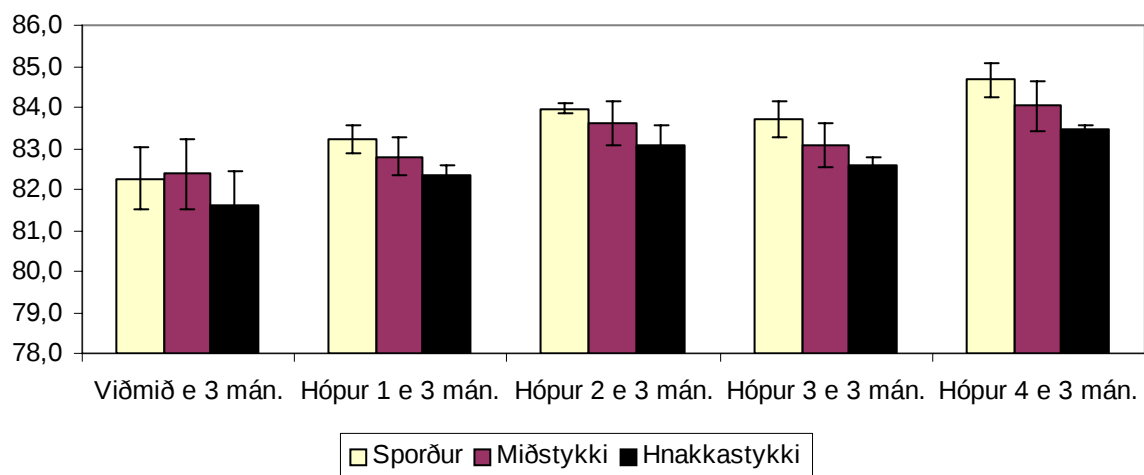
Mynd 3.13. Vatnsinnihald (%) í flakabítum (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) hráefnis og hópum 1-4 eftir pæklun.

Eftir 1 mánuð í frosti var hlutfall vatns enn heldur lægra í hnakkastykkjum en öðrum stykkjum (Mynd 3.14). Þetta átti við um alla hópana en munur á milli bita innan hvers hóps var samt ekki marktækur ($p > 0,05$). Í viðmiðunarhópi og í hópi 1 var gildið lítillega hærra fyrir miðstykki heldur en sporðstykki.



Mynd 3.14. Vatnsinnihald (%) í flakabítum (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) viðmiðunarhóps og hópum 1-4 eftir 1 mánuð í frosti.

Eftir 3 mánaði í frosti fór vatn minnkandi frá sporði að haus í öllum hópum nema í viðmiðunarhópi þar sem vatnsinnihald var lítillega hærra í miðstykkjum heldur en hnakkastykkjum (Mynd 3.15). Í hópi 3 og 4 var marktækur munur á vatnsinnihaldi í sporðstykkjum og hnakkastykkjum ($p < 0,05$).



Mynd 3.15. Vatnsinnihald (%) í flakabítum (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) viðmiðunarhóps og hópum 1-4 eftir 3 mánuði í frosti.

3.4.3 Próteininnihald hvers hóps

Próteininnihald í flökum hráefnis mældist að meðaltali $16,9 \pm 0,4$ %. Eftir pæklun var marktækur munur á próteinmagni á milli allra hópa (Tafla 3.3.). Það var einnig lægra í pækluðum flökum heldur en í hráefni. Munur var þó ekki marktækur á milli hóps 1 og hráefnis ($p > 0,05$).

Tafla 3.3. Próteininnihald (%) þorsklaka sem voru fryst án/eftir pæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.

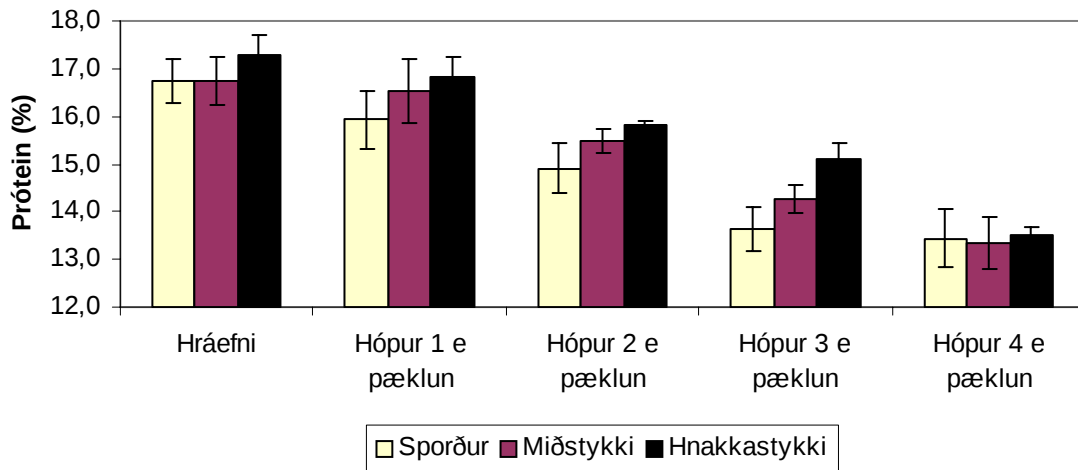
Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: pæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað (1 bar) pæklað 20 mín	Hópur 3: pæklað 38 klst	Hópur 4: sprautað (1 bar) pæklað 38 klst
Eftir pæklun		$16,4 \pm 0,5$	$15,4 \pm 0,2$	$14,3 \pm 0,2$	$13,4 \pm 0,4$
Eftir 1 mán.	$17,4 \pm 0,1$	$16,4^a \pm 0,4$	$15,7^a \pm 0,4$	$14,3^b \pm 1,0$	$13,4^b \pm 0,4$
Eftir 3 mán.	$17,5 \pm 0,6$	$16,2 \pm 0,3$	$15,0^c \pm 0,1$	$15,0^c \pm 0,4$	$13,8 \pm 0,4$

^{a-g} Munur á milli meðaltala í sömu röð, sem bera sama bókstaf var ekki marktækur ($p > 0,05$), samkv. anova og t-prófi.

3.4.4 Próteininnihald mismunandi bita

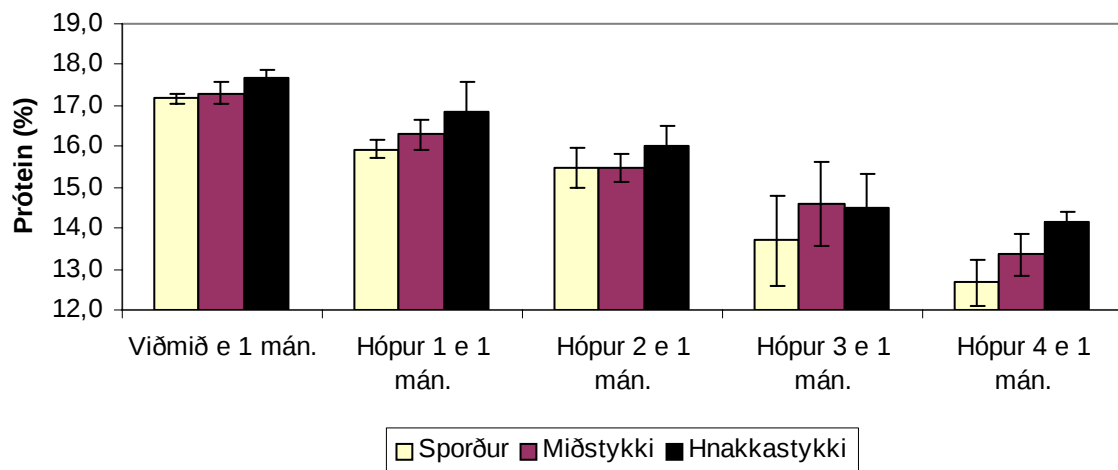
Magn próteina í flakabítum var í öfugu hlutfalli við magn vatns, þ.e. fór vaxandi frá sporði að haus. Þetta átti við bæði eftir pæklun (Mynd 3.16) og frystingu (Mynd 3.17). Eftir pæklun komu fram undantekningar í hópi 4 þar sem hlutfall próteina var að meðaltali minna í miðstykki heldur en bæði í sporð- og hnakkastykki. Einnig í hráefni þar sem sama

meðaltalsgildi fékkst fyrir prótein í sporði og hnakkastykki eða að meðaltali 16,7%. Munur á hnakkastykki og sporðstykki reyndist marktækur í hópi 1, 2, og 3. Einnig var munur á hnakkastykki og miðstykki í hópi 3 marktækur.



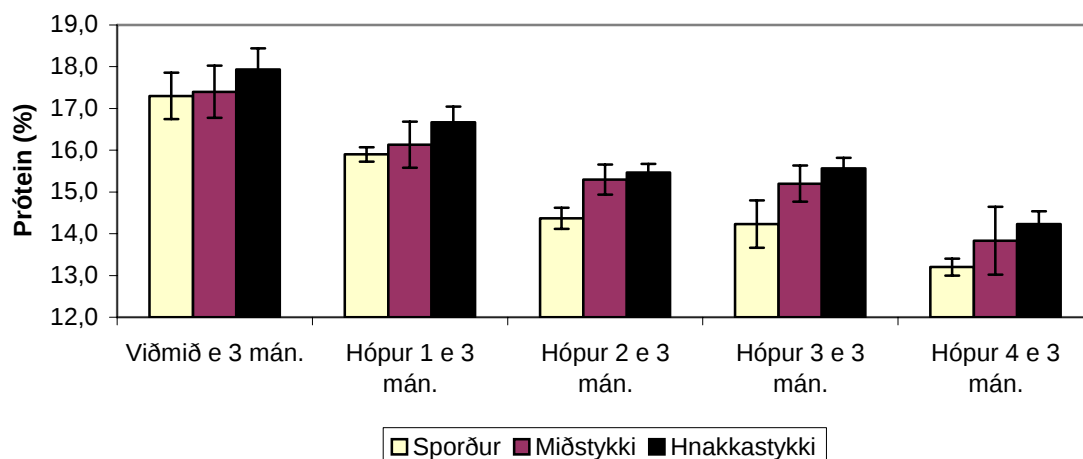
Mynd 3.16. Próteininnihald (%) í flakabitus (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) hráefnis og hópum 1-4 eftir pæklun.

Eftir 1 mánaðar geymslu í frosti var tilhneigingin sú sama, þ.e. próteinmagn var í öllum tilfellum hærra í hnakkastykki en í sporðstykki (Mynd 3.17). Munurinn var hins vegar aðeins marktækur í hópi 4 ($p < 0,05$).



Mynd 3.17. Próteininnihald (%) í flakabitus (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) viðmiðunarhóps og hópum 1-4 eftir 1 mánuð í frosti.

Eftir 3ja mánaða geymslu í frosti fór próteininnihald almennt hækkandi frá sporði að haus (Mynd 3.18). Munur á milli sporðstykkja og hnakkastykkja var marktækur ($p < 0,05$) í hópi 2, 3 og 4. Sama var að segja um mun á milli í miðstykkja og sporðstykkja í hópi 2 og 3.



Mynd 3.18. Próteininnihald (%) í flakabita (sporðstykki, miðstykki og hnakkastykki) viðmiðunarhóps og hópum 1-4 eftir 3 mánuði í frosti.

3.4.5 Saltinnihald hvers hóps

Saltinnihald í flökum hráefnis mældist að meðaltali $0,3 \pm 0,0$ %. Sprautun fyrir pæklun leiddi til þess að saltinnihald varð hærra en í þeim flökum sem aðeins voru pækluð miðað við að pæklunartími væri sá sami. Þau flök sem pækluð voru í lengri tíma innihéldu meira salt (Tafla 3.4.).

Tafla 3.4. Saltinnihald (%) þorskflaka sem voru fryst án/eftir pæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.

Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: pæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað (1 bar) pæklað 20 mín	Hópur 3: pæklað 38 klst	Hópur 4: sprautað (1 bar) pæklað 38 klst
Eftir pæklun		$0,7 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,0$	$1,9 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,1$
Eftir 1 mán.	$0,2 \pm 0,0$	$0,8 \pm 0,0$	$1,0 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,1$
Eftir 3 mán.	$0,1 \pm 0,01$	$0,8 \pm 0,06$	$1,1 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$

Munur á milli meðaltala í sömu röð var alls staðar marktækur ($p \leq 0,05$), samkv. anova og t-prófi.

3.4.6 Saltinnihald mismunandi flakabita

Munur á saltinnihaldi mismunandi flakabita var venjulega ekki marktækur innan hvers hóps (Tafla 3.5.-4.7.). Sprautunin leiddi til þess að saltinnihald í bitunum var einsleitara, sérstaklega þegar um lengri pæklun var að ræða.

Tafla 3.5. Saltinnihald þorskflaka – mælingar framkvæmdar á hráefni og hópum eftir pæklun

	Hráefni	H1 e pæklun	H2 e pæklun	H3 e pæklun	H4 e pæklun
Sporður	0,3 ^a ± 0,0	0,8 ± 0,1	1,1 ^c ± 0,0	2,1 ^a ± 0,1	2,0 ^e ± 0,3
Miðstykki	0,3 ^a ± 0,0	0,6 ^b ± 0,1	1,1 ^c ± 0,1	1,8 ^d ± 0,1	2,1 ^e ± 0,1
Hnakkastykki	0,3 ^a ± 0,0	0,7 ^b ± 0,1	1,1 ^c ± 0,1	1,8 ^d ± 0,2	2,2 ^e ± 0,1

^{a-e} Flakabitar - Munur á milli meðaltala sem bera sama bókstaf var ekki marktækur ($p > 0,05$), samkv. anova og t-prófi.

Tafla 3.6. Saltinnihald þorskflaka sem voru fryst án/eftir pæklun og síðan geymd við -24°C í 1 mánuð

	Viðmið e 1 mán.	H1 e 1 mán.	H2 e 1 mán.	H3 e 1 mán.	H4 e 1 mán.
Sporður	0,2 ^a ± 0,1	0,9 ^{b,c} ± 0,0	1,2 ^d ± 0,1	2,1 ^{g,h} ± 0,3	2,2 ^h ± 0,2
Miðstykki	0,2 ^a ± 0,0	0,8 ^b ± 0,0	1,0 ^{c,d} ± 0,1	1,7 ^e ± 0,2	2,1 ^{h,i} ± 0,2
Hnakkastykki	0,2 ^a ± 0,1	0,8 ^b ± 0,0	1,0 ^{c,d} ± 0,1	1,9 ^{e,f} ± 0,2	2,0 ^{f,g,i} ± 0,2

^{a-i} Flakabitar - Munur á milli meðaltala sem bera sama bókstaf var ekki marktækur ($p > 0,05$), samkv. anova og t-prófi.

Tafla 3.7. Saltinnihald þorskflaka sem voru fryst án/eftir pæklun og síðan geymd við -24°C í 3 mánuði

	Viðmið e 3 mán.	H1 e 3 mán.	H2 e 3 mán.	H3 e 3 mán.	H4 e 3 mán.
Sporður	0,2 ^a ± 0,1	0,8 ± 0,1	1,2 ^c ± 0,1	1,9 ^e ± 0,3	2,1 ^e ± 0,2
Miðstykki	0,1 ^a ± 0,1	0,7 ^b ± 0,1	1,1 ^c ± 0,1	1,5 ^d ± 0,1	1,9 ^e ± 0,3
Hnakkastykki	0,1 ^a ± 0,1	0,7 ^b ± 0,1	1,1 ^c ± 0,1	1,6 ^d ± 0,1	1,9 ^e ± 0,1

^{a-h} Flakabitar - Munur á milli meðaltala sem bera sama bókstaf var ekki marktækur ($p > 0,05$), samkv. anova og t-prófi.

3.4.7 Sýrustig (pH) hvers hóps

Sýrustig mældist $7,03 \pm 0,06$ í hráefni. Eftir pæklun var sýrustig mjög svipað í öllum hópum ($p > 0,05$). Eftir mánaðar geymslu í frosti var sýrustig í viðmiðunarflökum að meðaltali hærri heldur en í þeim flökum sem höfðu verið pæklud ($p < 0,05$). Eftir 3 mánaða geymslu í frosti var munur á milli hópa ekki marktækur (Tafla 3.8).

Tafla 3.8. Sýrustig þorskflaka sem voru fryst án/eftir pæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.

Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: pæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað	Hópur 3: pæklað 38 klst	Hópur 4:
-------------	--------	---------------------------	----------------------	----------------------------	----------

		(1 bar) pæklað 20 mín			sprautað (1 bar) pæklað 38 klst
Eftir pæklun		6,93 ± 0,16	6,91 ± 0,14	6,86 ± 0,06	6,85 ± 0,04
Eftir 1 mán.	7,05 ± 0,07	6,89 ± 0,04	6,91 ± 0,03	6,88 ± 0,05	6,88 ± 0,05
Eftir 3 mán.	6,96 ± 0,06	6,87 ± 0,09	6,83 ± 0,10	6,82 ± 0,06	6,82 ± 0,05

3.4.8 Sýrustig (pH) mismunandi flakabita

Þegar sýrustig í mismunandi flakabitum var skoðað mátti sjá ákveðna tilhneigingu til þess að sýrustig færi hækkandi frá sporði að haus, hvort sem um hráefni, pæklaðan eða frystan fisk var að ræða (Tafla 3.9.-4.11). Einnig mátti leiða að því líkum að sýrustig færi lækkandi með hækkandi saltstyrk í fiskholdinu. Munur á milli bita innan hvers hóps var þó ekki marktækur ($p > 0,05$).

Tafla 3.9. Sýrustig (pH) þorskflaka – mælingar framkvæmdar á hráefni og hópum eftir pæklun

	Hráefni	H1 e pæklun	H2 e pæklun	H3 e pæklun	H4 e pæklun
Sporður	7,00 ± 0,05	6,91 ± 0,15	6,89 ± 0,14	6,82 ± 0,06	6,82 ± 0,04
Miðstykki	7,01 ± 0,07	6,92 ± 0,17	6,89 ± 0,15	6,84 ± 0,06	6,83 ± 0,05
Hnakkastykki	7,07 ± 0,09	6,97 ± 0,16	6,94 ± 0,15	6,90 ± 0,07	6,88 ± 0,04

Tafla 3.10. Sýrustig (pH) þorskflaka sem voru fryst án/eftir pæklun og síðan geymd við -24°C í 1 mánuð.

	Viðmið e 1 mán.	H1 e 1 mán.	H2 e 1 mán.	H3 e 1 mán.	H4 e 1 mán.
Sporður	7,01 ± 0,09	6,86 ± 0,05	6,85 ± 0,04	6,85 ± 0,04	6,85 ± 0,06
Miðstykki	7,03 ± 0,07	6,87 ± 0,06	6,87 ± 0,06	6,88 ± 0,07	6,88 ± 0,06
Hnakkastykki	7,10 ± 0,06	6,95 ± 0,04	6,94 ± 0,04	6,91 ± 0,04	6,91 ± 0,06

Tafla 3.11. Sýrustig (pH) þorskflaka sem voru fryst án/eftir pæklun og síðan geymd við -24°C í 3 mánuði.

	Viðmið e 3 mán.	H1 e 3 mán.	H2 e 3 mán.	H3 e 3 mán.	H4 e 3 mán.
Sporður	6,93 ± 0,06	6,81 ± 0,08	6,79 ± 0,08	6,79 ± 0,06	6,79 ± 0,05

Miðstykki	6,95 ± 0,09	6,86 ± 0,10	6,83 ± 0,11	6,81 ± 0,06	6,80 ± 0,05
Hnakkastykki	7,01 ± 0,06	6,93 ± 0,10	6,88 ± 0,11	6,87 ± 0,08	6,86 ± 0,06

3.4.9 TVN í hverjum hóp

TVN mældist að meðaltali $7,63 \pm 0,43$ mg N/100g í hráefni. Samanburður við pækluð flök sýndi að flök í hópum 1 og 2 voru með marktækt hærri gildi heldur en viðmiðunarhópur (Tafla 3.12) en munurinn var minni á milli viðmiðunarhóps og hóps 3 og 4 ($p > 0,05$). Þegar áhrif tíma í frosti á magn TVN í hverjum hóp fyrir sig voru skoðuð var erfitt að sjá neitt ákveðið mynstur í þeim breytingum. Í ósöltuðum flökum var ekki hægt að greina marktæka breytingu ($p > 0,05$) frá hráefni né á milli tímamarkna í frostgeymslu, þó nokkur hækkun ætti sér stað við frystinguna. Sama var að segja um hóp 3. Í hóp 1, fékkst lægra gildi fyrir TVN eftir 3 mánuði heldur en eftir 1.

Þar sem TVN hefur verið notað sem mælikvarði á niðurbrot eða geymsluþol var búist við að það magn ykist með frekari meðhöndlun og tíma. Trúlega hefur einstaklingsmunur átt nokkuð stóran þátt í niðurstöðum. Ef bornar voru saman niðurstöður fyrir paraða hópá sást að TVN var heldur lægra eftir frystingu í þeim hópum sem innihéldu meira salt (2 vs. 1 og 4 vs. 3).

Tafla 3.12. TVN-innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftr pæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.

Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: pæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað (1 bar) pæklað 20 mín	Hópur 3: pæklað 38 klst	Hópur 4: sprautað (1 bar) pæklað 38 klst
Eftir pæklun		$10,18^a \pm 1,00$	$11,04^{a,T} \pm 1,77$	$7,07^{b,T} \pm 0,94$	$5,99^b \pm 0,10$
Eftir 1 mán.	$9,16^{a,b} \pm 0,46$	$11,60^{b,T} \pm 1,10$	$9,35^{a,b} \pm 0,56$	$11,26^{b,T} \pm 4,37$	$5,93^a \pm 0,04$
Eftir 3 mán.	$9,29^a \pm 1,18$	$7,49^{b,c,T} \pm 0,50$	$7,06^{b,T} \pm 0,14$	$8,47^{a,c} \pm 0,63$	$6,54^b \pm 0,35$

^{a-c} Munur á milli meðaltala í sömu röð sem bera sama bókstaf var ekki marktækur ($p > 0,05$), samkv. anova og t-prófi.

^T Munur á milli meðaltala í sama dálki sem bera sama bókstaf var marktækur ($p \leq 0,05$), samkv. anova og t-prófi.

3.4.10 TVN í mismunandi flakabita

Lítill munur var á milli mismunandi flakabita sama á hvaða tímamarkna niðurstöður voru skoðaðar (Tafla 3.13.-4.15.). Eftir pæklun var marktækur munur á milli sporðstykkis og hnakkastykkis í hóp 2 annars vegar og sporðstykkis og hnakkastykkis í hráefni hins vegar. Eftir 1 mánuð í frosti var ekki marktækur munur á milli bita innan hvers hóps nema á milli miðjustykkis og hnakkastykkis í hóp 3.

Tafla 3.13. TVN- innihald (mg N /100g) þorskflaka – mælingar framkvæmdar á hráefni og hópum eftir pæklun

Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: pæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað (1 bar) pæklað 20 mín	Hópur 3: pæklað 38 klst	Hópur 4: sprautað (1 bar) pæklað 38 klst
Sporður	7,34 ± 0,41	9,54 ± 0,38	11,52 ± 2,03	6,67 ± 0,61	6,06 ± 0,20
Miðstykki	7,59 ± 0,41	9,98 ± 0,48	10,78 ± 1,99	7,19 ± 1,25	5,99 ± 0,27
Hnakkastykki	7,95 ± 0,99	11,03 ± 2,63	10,81 ± 1,86	7,35 ± 1,32	5,91 ± 0,14

Tafla 3.14. TVN- innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir pæklun og síðan geymd við - 24°C í 1 mánuð.

	Viðmið e 1 mán.	H1 e 1 mán.	H2 e 1 mán.	H3 e 1 mán.	H4 e 1 mán.
Sporður	8,89 ± 0,68	11,23 ± 1,38	9,15 ± 0,08	11,02 ± 5,15	5,76 ± 0,46
Miðstykki	9,10 ± 0,54	11,20 ± 1,39	9,24 ± 0,84	14,09 ± 5,02	5,76 ± 0,46
Hnakkastykki	9,49 ± 0,32	12,37 ± 0,60	9,66 ± 0,85	8,67 ± 4,36	6,27 ± 0,13

Tafla 3.15. TVN- innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir pæklun og síðan geymd við - 24°C í 3 mánuði.

	Viðmið e 3 mán.	H1 e 3 mán.	H2 e 3 mán.	H3 e 3 mán.	H4 e 3 mán.
Sporður	9,31 ± 1,27	7,25 ± 0,36	7,13 ± 0,14	8,28 ± 1,65	6,18 ± 0,39
Miðstykki	9,27 ± 1,17	7,63 ± 0,57	7,00 ± 0,14	8,36 ± 0,53	6,33 ± 0,27
Hnakkastykki	9,27 ± 1,16	7,59 ± 0,67	7,04 ± 0,27	8,76 ± 0,68	7,12 ± 0,69

3.4.11 TMA í hverjum hóp

Innihald TMA í hráefni mældist $0,30 \pm 0,06$ mg N/100g. Ekki reyndist vera marktækur munur á milli hópa eftir pæklun ($p > 0,05$), þó að gildi væru heldur lægri í þeim hóp sem pæklaður var í styttri tíma. Ekki kom í ljós marktækur munur á milli tímapuntna við sýnatöku innan hvers hóps, þ.e. frýsting og geymsla í frosti virtist ekki hafa umtalsverð áhrif á innihald TMA.

Tafla 3.16. TMA-innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við - 24°C í 1 og 3 mánuði.

Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: þæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað (1 bar) þæklað 20 mín	Hópur 3: þæklað 38 klst	Hópur 4: sprautað (1 bar) þæklað 38 klst
Eftir þæklun		0,11 ± 0,07	0,10 ± 0,05	0,34 ± 0,22	0,30 ± 0,12
Eftir 1 mán.	0,16 ^{a,b} ± 0,03	0,06 ^a ± 0,03	0,15 ^a ± 0,15	0,24 ^{b,c} ± 0,05	0,31 ^c ± 0,03
Eftir 3 mán.	0,17 ^a ± 0,04	0,06 ^b ± 0,02	0,06 ^b ± 0,01	0,19 ^a ± 0,07	0,31 ± 0,04

^{a-c} Munur á milli meðaltala í sömu röð sem bera sama bókstaf var ekki marktækur ($p > 0,05$), samkv. anova og t-prófi.

3.4.12 TMA í mismunandi flakabitum

Samanburður á mismunandi flakabitum innan hvers hóps sýndi að munur á milli þeirra var ekki marktækur (Tafla 3.17.-4.19.).

Tafla 3.17. TMA-innihald (mg N /100g) þorskflaka – mælingar framkvæmdar á hráefni og hópum eftir þæklun

	Hráefni	H1 e þæklun	H2 e þæklun	H3 e þæklun	H4 e þæklun
Sporður	0,31 ± 0,12	0,11 ± 0,07	0,10 ± 0,04	0,33 ± 0,16	0,31 ± 0,16
Miðstykki	0,31 ± 0,06	0,11 ± 0,06	0,09 ± 0,06	0,34 ± 0,22	0,34 ± 0,26
Hnakkastykki	0,28 ± 0,07	0,11 ± 0,07	0,10 ± 0,09	0,33 ± 0,30	0,26 ± 0,22

Tafla 3.18. TMA-innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við - 24°C í 1 mánuði.

	Viðmið e 1 mán.	H1 e 1 mán.	H2 e 1 mán.	H3 e 1 mán.	H4 e 1 mán.
Sporður	0,18 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,11 ± 0,08	0,21 ± 0,04	0,29 ± 0,06
Miðstykki	0,14 ± 0,03	0,05 ± 0,04	0,23 ± 0,30	0,23 ± 0,08	0,36 ± 0,08
Hnakkastykki	0,16 ± 0,07	0,05 ± 0,04	0,11 ± 0,07	0,28 ± 0,12	0,27 ± 0,06

Tafla 3.19. TMA-innihald (mg N /100g) þorskflaka sem voru fryst án/eftir þæklun og síðan geymd við - 24°C í 3 mánuði.

	Viðmið e 3 mán.	H1 e 3 mán.	H2 e 3 mán.	H3 e 3 mán.	H4 e 3 mán.
Sporður	0,19 ± 0,03	0,09 ± 0,06	0,08 ± 0,02	0,19 ± 0,05	0,31 ± 0,03
Miðstykki	0,14 ± 0,07	0,05 ± 0,02	0,04 ± 0,00	0,23 ± 0,16	0,35 ± 0,13
Hnakkastykki	0,17 ± 0,04	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,26 ± 0,05

3.4.13 P-hlutfall (TMA-N/TVN-N * 100) hvers hóps

P-hlutfall hráefnis reyndist vera að meðaltali 1,12 ± 0,18. Samanburður á milli tímapunkta innan hvers hóps leiddi í ljós að P-hlutfall í hópi 3 var mun hærra en þau gildi sem fengust eftir 1 og 3 mánuði í frosti ($p < 0,05$). Innan annarra hópa var munur ekki marktækur (Tafla 3.20.). Erfitt var að greina ákveðna fylgni við geymslutíma eða þæklunaraðferðir út frá þessum niðurstöðum. Það hefur þó verið talið að P-hlutfall geti gefið betri mynd af ferskleika, þ.e. áhrifum geymslu á fiskinn heldur en TVN eða TMA hvort um sig (Sigmar V. Hjartarson o.fl 1998, Horner o.fl. 1994).

Tafla 3.20. P-hlutfall þorskflaka þorskflaka sem voru fryst án/eftr þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.

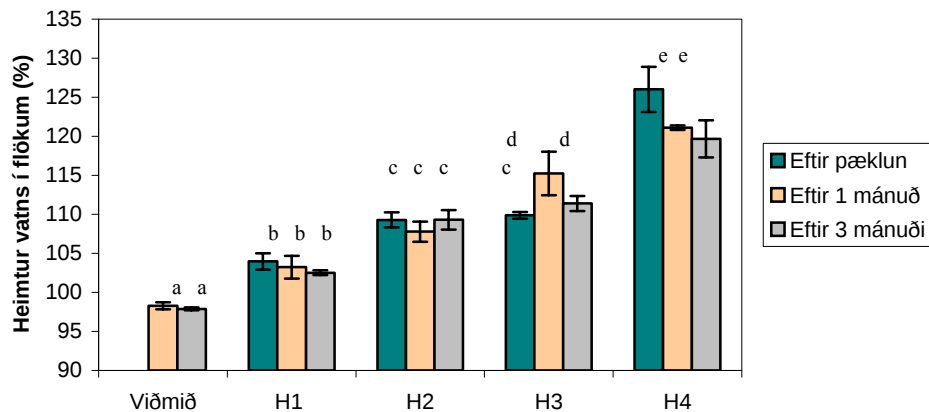
Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: þæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað (1 bar) þæklað 20 mín	Hópur 3: þæklað 38 klst	Hópur 4: Sprautað (1 bar) þæklað 38 klst
Eftir þæklun		0,31 ^{a,b} ± 0,20	0,27 ^{c,d} ± 0,18	1,31 ^{a,c} ± 0,72	1,45 ^{b,d} ± 0,56
Eftir 1 mán.	0,51 ± 0,10 ^a	0,15 ^b ± 0,07	0,44 ^c ± 0,41	0,69 ^d ± 0,30	1,48 ^{a,b,c,d} ± 0,13
Eftir 3 mán.	0,53 ± 0,15 ^a	0,23 ^b ± 0,10	0,24 ^c ± 0,04	0,64 ± 0,27	1,35 ^{a,b,c} ± 0,17

^{a-d} Munur á milli meðaltala í sömu röð sem bera sama bókstaf var marktækur ($p \leq 0,05$), samkv. anova og Duncans-prófi.

3.5 Massabókhald

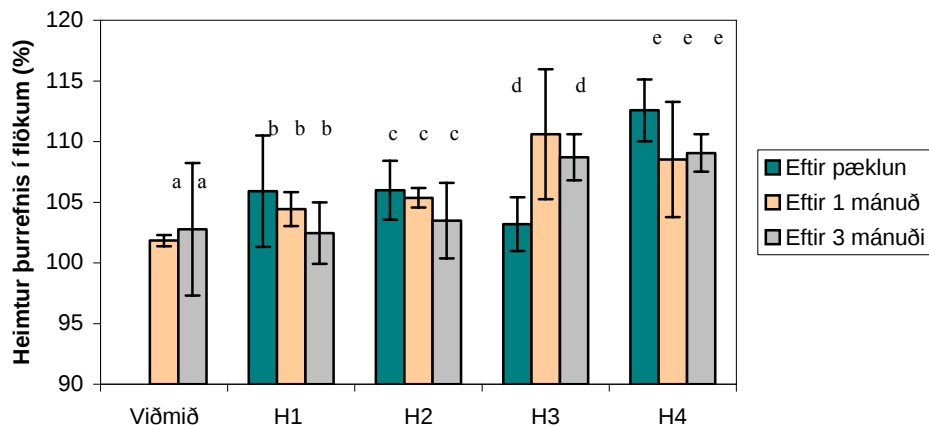
3.5.1 Meðaltalsheimtur efna í flökum

Heimtur vatns fóru almennt hækkandi eftir því sem söltun flakanna fyrir frystingu hafði verið meiri (Mynd 3.19). Breytingar vegna geymslutíma í frosti voru í heildina óverulegar.



Mynd 3.19. Meðaltalsheimtur vatns (%) í flökum á mismunandi tímapunktum í ferlinum. Ekki var marktækur munur á milli tímabila (súla) sem bera sama bókstaf ($p > 0,05$).

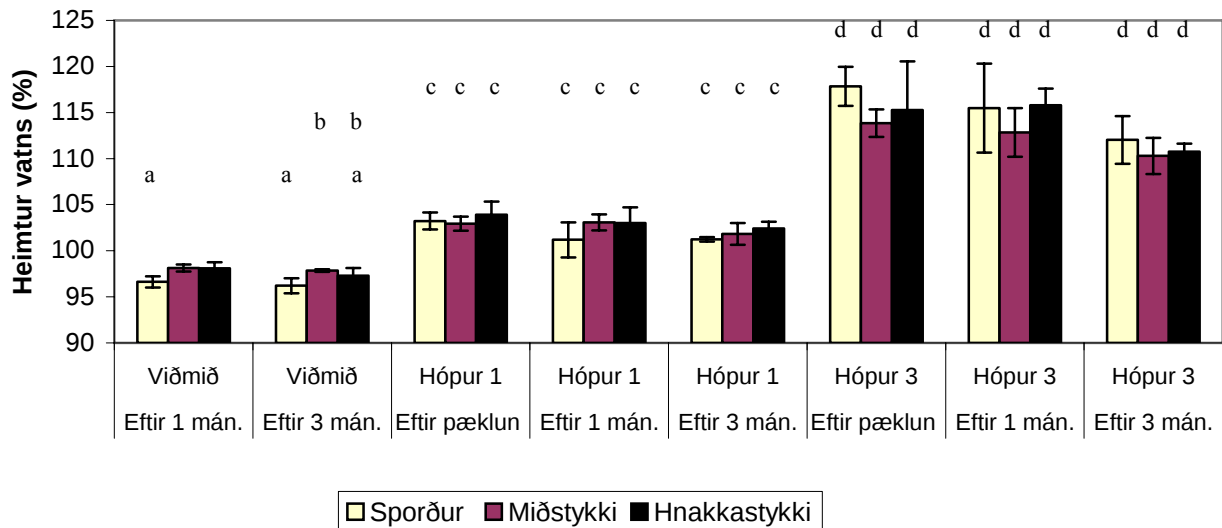
Eftir þæklun voru heimtur af saltfríu þurrefni nokkuð hærri í hópi 4 heldur en í hópi 2 og 3 ($p < 0,05$). Eftir 1 mánuð og 3 mánuði í frosti reyndist munur á milli hópa ekki marktækur (Mynd 3.20.). Þegar heimtur af saltfríu þurrefni voru skoðaðar innan hvers hóps var ekki marktækur munur á milli tímapunkta í ferlinum, nema í hópi 3 á milli þess gildis sem fékkst eftir þæklun og eftir 1 mánuð í frosti.



Mynd 3.20. Meðaltalsheimtur af saltfríu þurrefni (%) í flökum á mismunandi tímapunktum í ferlinum. Ekki var marktækur munur innan hvers hóps á milli tímapunkta í ferlinum (súla) sem bera sama bókstaf ($p > 0,05$).

3.5.2 Heimtur efna í flakabitum

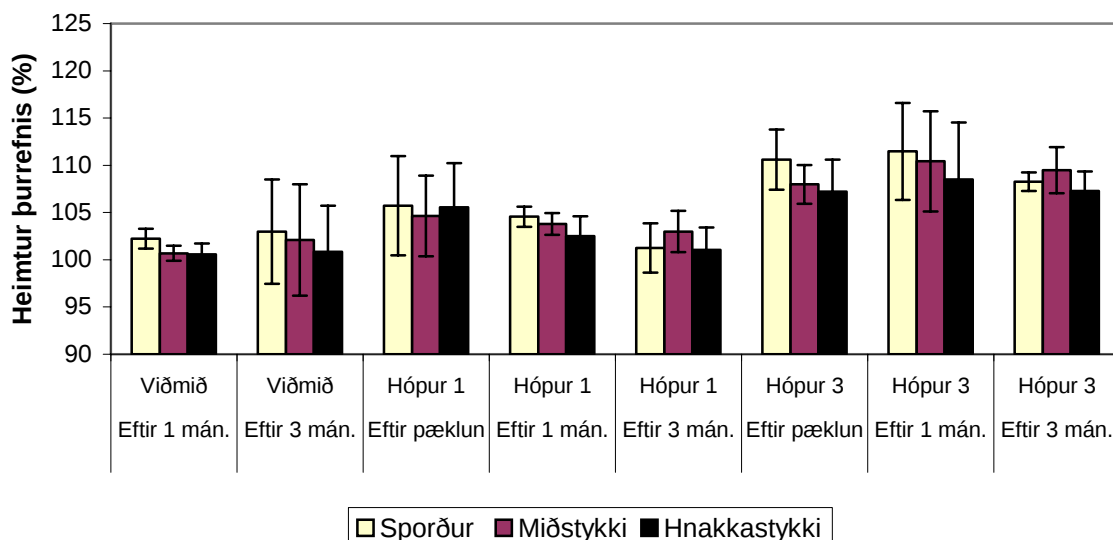
Samanburður á heimtum vatns innan hvers hóps leiddi í ljós að ekki var marktækur munur nema í viðmiðunarhópi (Mynd 3.21). Þar kom fram ákveðin vísbending um að heimtur væru lakari í sporðestykkjum heldur en öðrum stykkjum.



Mynd 3.21. Heimtur vatns (%) í flakabitum á mismunandi tímapunktum í ferlinum. Ekki var marktækur munur á milli bita innan hvers hóps sem bera sama bókstaf ($p > 0,05$).

Heimtur á saltfríu þurrefni m.t.t. mismunandi bita voru svipaðar innan hvers hóps ($p > 0,05$).

Sama var að segja um samanburð innan hópa með tilliti til mismunandi tímapunkta í ferlinum.



Mynd 3.22. Heimtur af saltfríu þurrefni (%) í flakabitum á mismunandi tímapunktum í ferlinum.

3.6 Vatnsheldni

Vatnsheldni þorskflaka fyrir þæklun og frystingu var að meðaltali $87,4 \pm 0,7$ %. Þæklun bætti vatnsheldni samanborið við hráefni ($p < 0,05$). Samanburður á þeim hópum sem þæklaðir voru sýndi að vatnsheldni var hærri í hópum 2, 3 og 4 heldur en í hópi 1 ($p < 0,05$). Léttsöltun bætti vatnsheldni eftir frystingu samanborið við viðmiðunarflök. Lengri þæklunartími (38 klst) virtist geta leitt til hærri vatnsheldni en marktækur munur kom aðeins í ljós eftir 3 mánuði í frosti (Tafla 3.21). Þegar flökin voru þækluð í stuttan tíma (20 mín) fékkst vísbending um að sprautun gæti bætt vatnsheldni. Hins vegar var hvergi marktækur munur á milli þeirra hópa, þ.e. 1 og 2. Sprautun vó minna þegar flökin voru þækluð í 38 klst. Lítill munur var á milli hópa 3 og 4 á öllum stigum ferilsins. Ákveðin tilhneiging virtist vera til þess að vatnsheldni færi hækkandi eftir því sem að saltstyrkur í flökum var hærri.

Tafla 3.21. Vatnsheldni (%) þorskflaka sem voru fryst án/efir þæklun og síðan geymd við -24°C í 1 og 3 mánuði.

Vinnsluþrep	Viðmið	Hópur 1: þæklað 20 mín	Hópur 2: sprautað (1 bar) þæklað 20 mín	Hópur 3: þæklað 38 klst	Hópur 4: sprautað (1 bar) þæklað 38 klst
Eftir þæklun		$94,5 \pm 3,0$	$98,1^a \pm 0,6$	$98,7^a \pm 0,2$	$98,7^a \pm 0,1$
Eftir 1 mán.	$82,8^b \pm 0,3$	$85,0^b \pm 2,1$	$87,5^b \pm 1,8$	$92,4^b \pm 7,8$	$92,9^b \pm 5,9$
Eftir 3 mán.	$79,9^c \pm 1,9$	$82,4^{c,d} \pm 0,7$	$84,5^{d,e} \pm 1,4$	$90,5^f \pm 2,8$	$88,4^{e,f} \pm 3,1$

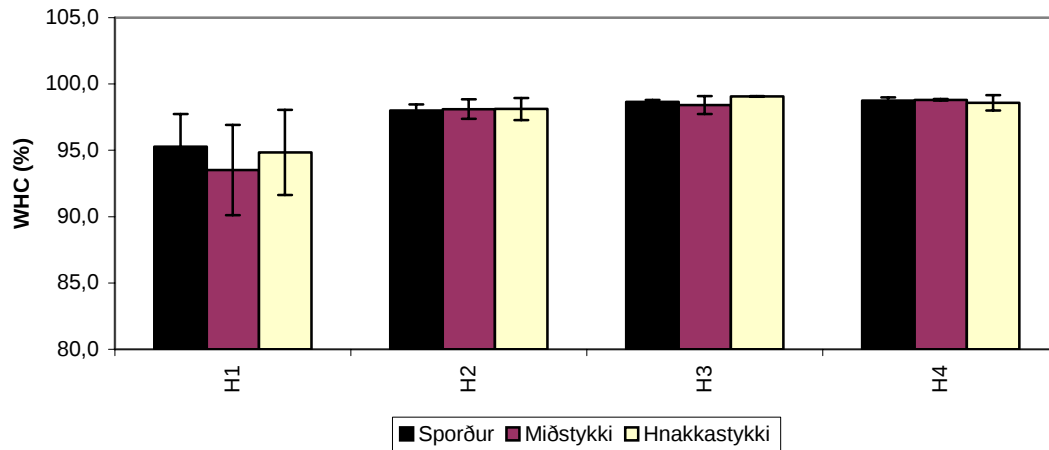
^{a-g} Munur á milli meðaltala í sömu röð, sem bera sama bókstaf er ekki marktækur ($p \leq 0,05$), samkv. anova og t-prófi.

Áhrif tíma í frosti á vatnsheldni voru metin innan hvers hóps. Minnsti munur var á milli vatnsheldni gilda eftir 1 og 3 mánuði í hópi 3 ($p=0,71$) og 4 ($p=0,30$) en mestur á í viðmiðunarhópi ($p=0,06$).

3.6.1 Vatnsheldni mismunandi flakabita

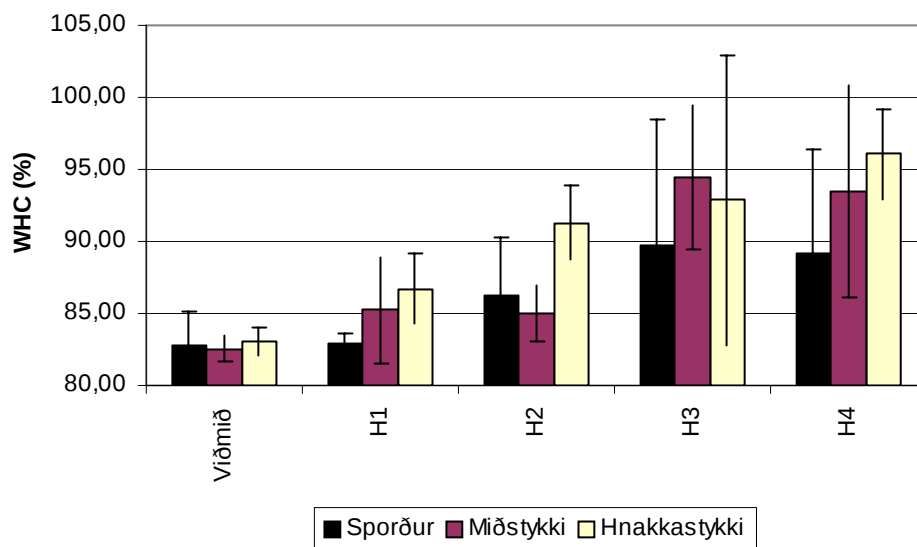
Ekki var marktækur munur á vatnsheldni mismunandi bita hráefnis, þ.e. sporðstykkja ($87,4 \pm 1,4$), miðstykkja ($86,9 \pm 1,4$) og hnakkastykkja ($88,0 \pm 0,8$). Sama var að segja um hópa 1-4 eftir þæklun (Mynd 3.23.). Ákveðnar vísbendingar fengust um mismun á vatnsheldni þæklaðra flakabita eftir 1 mánuð í frosti. Tilhneigingin virtist vera sú að vatnsheldni ykist frá sporði að haus, þ.e. sporður mældist í 3/4 tilfella með minnsta vatnsheldni og hnakkastykki í 3/4 tilfella með mesta vatnsheldni, þó munur væri ekki marktækur (Mynd 3.24). Lítill

munur ($p>0,05$) reyndist vera á gildum viðmiðunarhóps, þ.e. sporðstykkja ($82,8 \pm 2,4$), miðstykkja ($82,6 \pm 0,9$) og hnakkastykkja ($83,1 \pm 0,9$).

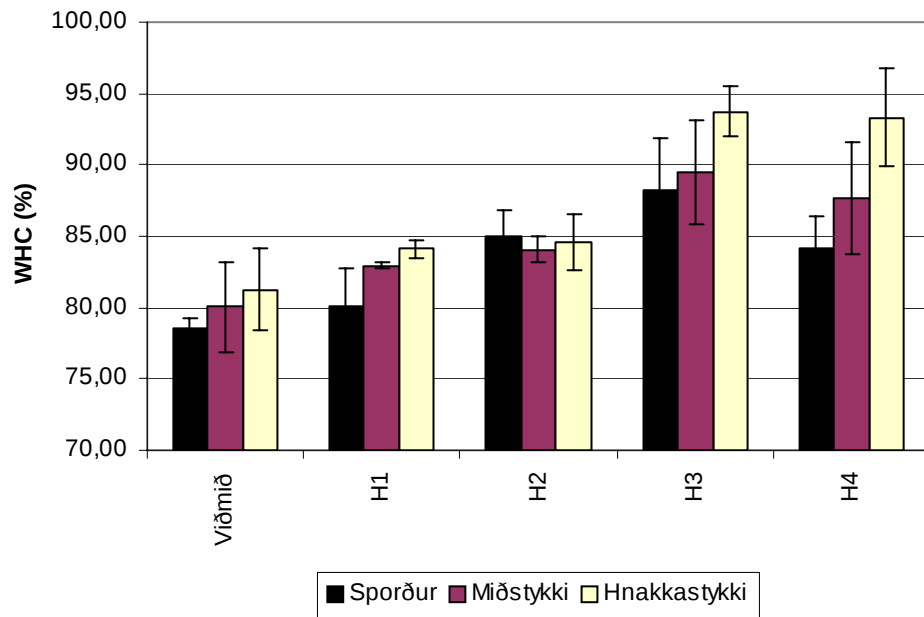


Mynd 3.23. Vatnsheldni (%) flakabita eftir þeklun en hópar 2 og 4 voru sprautaðir fyrir þeklun.

Þessi tilhneiging var enn sterkari eftir 3 mánaða geymslutíma í frosti, þar fór vatnsheldni stigvaxandi frá sporði að haus í öllum hópum nema í hópi 2 (Mynd 3.25.). Þó var munur ekki marktækur nema í hópi 3, þar sem WHC var nokkuð hærri í hnakkastykkjum heldur en í mið- og sporðstykkjum ($p<0,05$).



Mynd 3.24. Vatnsheldni (%) flakabita eftir 1 mánuð í frosti. Viðmiðunarhópur var frystur án þeklun, hópar 1 og 3 voru þæklaðir en hópar 2 og 4 voru sprautaðir og þæklaðir.

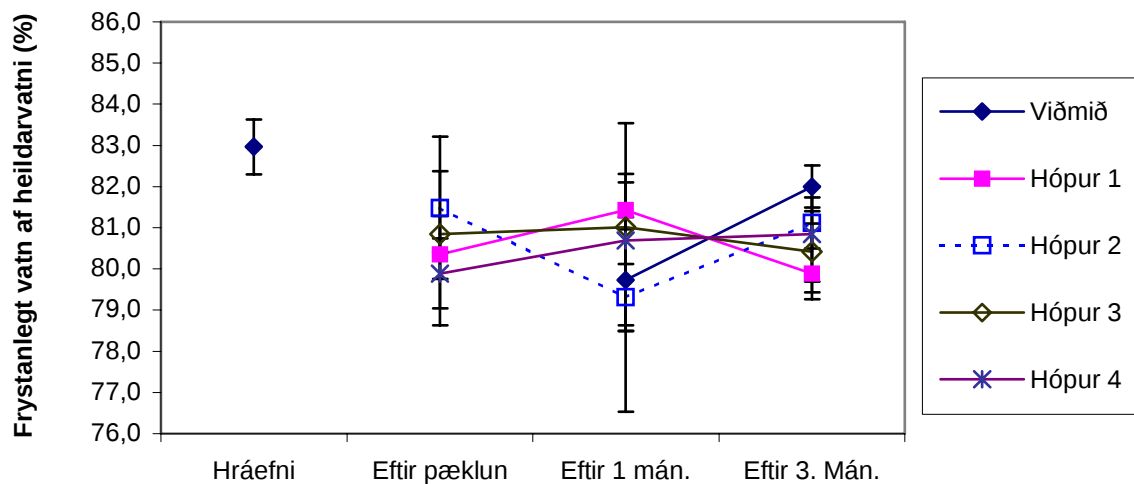


Mynd 3.25. Vatnsheldni (%) flakabita eftir 3 mánuði í frosti. Viðmiðunarhópur var frystur án þæklun, hópar 1 og 3 voru þæklaðir en hópar 2 og 4 voru sprautaðir og þæklaðir .

3.7 DSC-mælingar

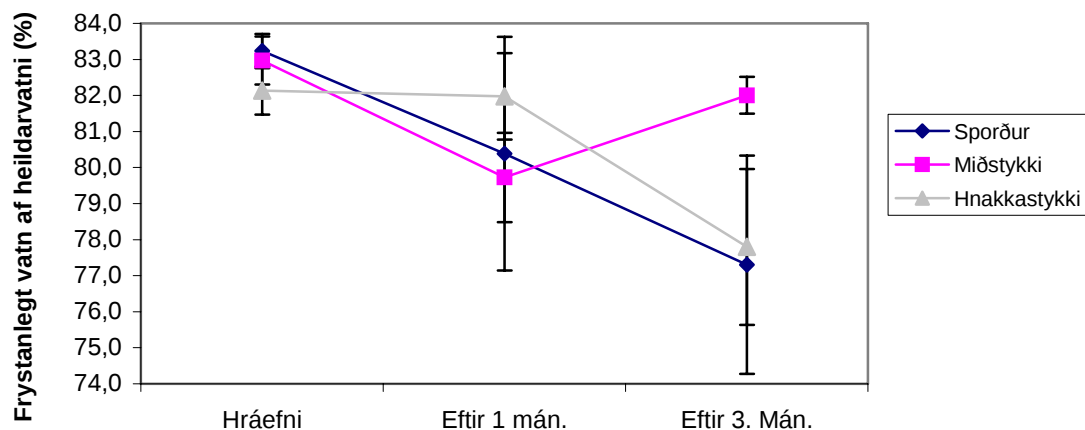
3.7.1 Frystanlegt vatn sem hlutfall af heildarvatni (%)

Hlutfall frystanlegs vatns af heildarvatni mældist heldur lægra eftir þæklun og frystingu heldur en í hráefni, þó að munur reyndist ekki marktækur ($p>0,05$). Ekki var hægt að sjá neina ákveðna svörun við mismunandi þæklunaraðferðir (Mynd 3.26.)



Mynd 3.26. Hlutfall frystanlegs vatns af heildarvatni (%) í ósöltuðum og söltuðum flakabítum þorsks fyrir og eftir geymslu í frosti.

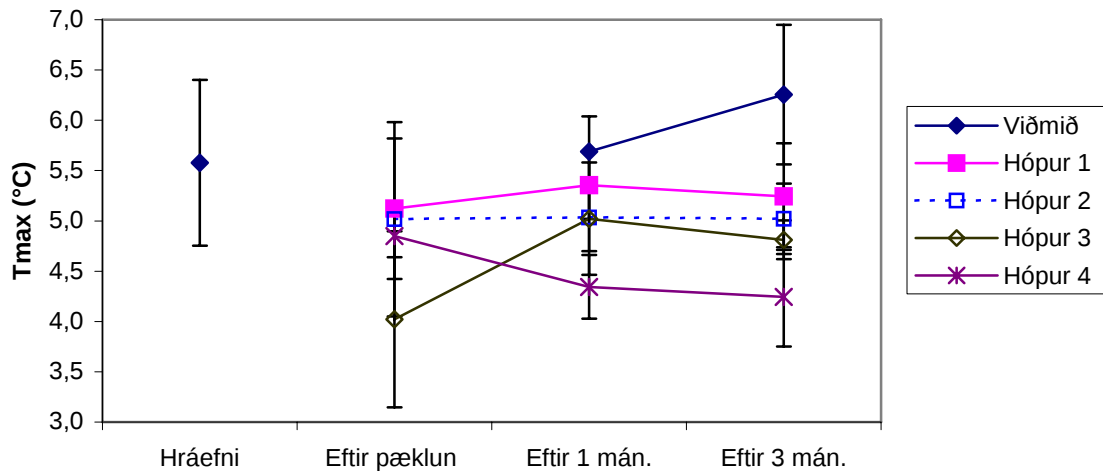
Í viðmiðunarhópi voru allir flakabítar mældir, í öðrum hópum aðeins miðstykkir. Munur á milli mismunandi flakabita var heldur meiri eftir frystingu, þó ekki marktækur ($p>0,05$) en breytileiki milli einstaklinga var þó nokkuð mikill (Mynd 3.27).



Mynd 3.27. Hlutfall frystanlegs vatns af heildarvatni (%) í ósöltuðum flakabítum þorsks (Viðmið), fyrir og eftir geymslu í frosti.

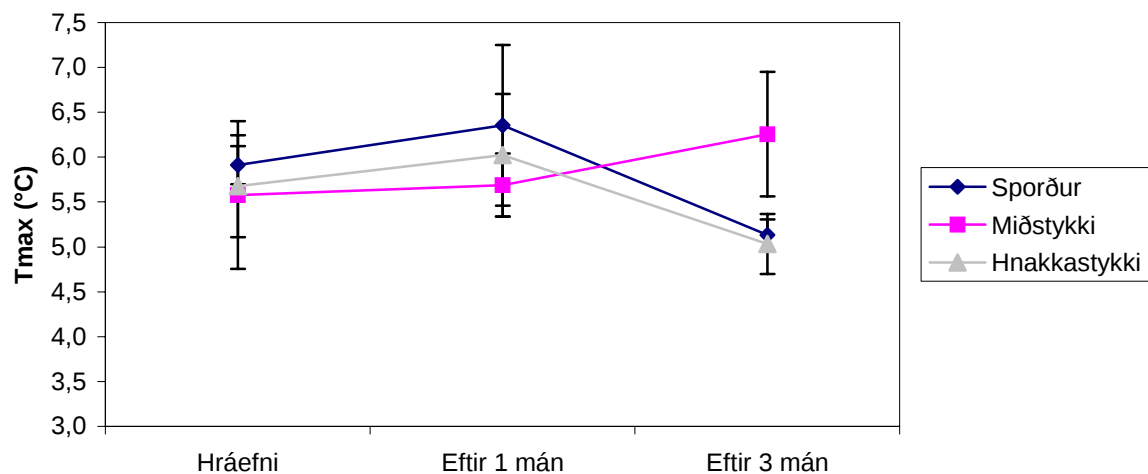
3.7.2 Hitastig þar sem toppur náði hámarki (T_{max})

Það hitastig þar sem toppur náði hámarki var skilgreint sem T_{max} . Það mældist hæst í viðmiðunarhópi. Munur var marktækur samanborið við hóp 1 eftir 1 mánuð og samanborið við hóp 3 og 4 eftir 3 mánuði í frosti.



Mynd 3.28. T_{max} í ósöltuðum og söltuðum flakabítum þorsks fyrir og eftir geymslu í frosti.

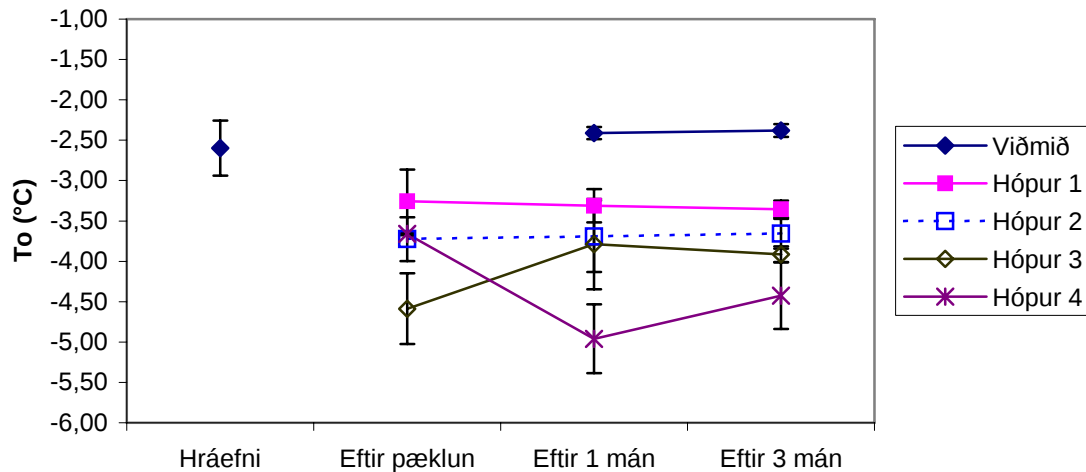
T_{max} reyndist nokkuð svipað hvort sem um var að ræða flakabita og því ekki að sjá neina ákveðna fylgni við mismunandi flakabita.



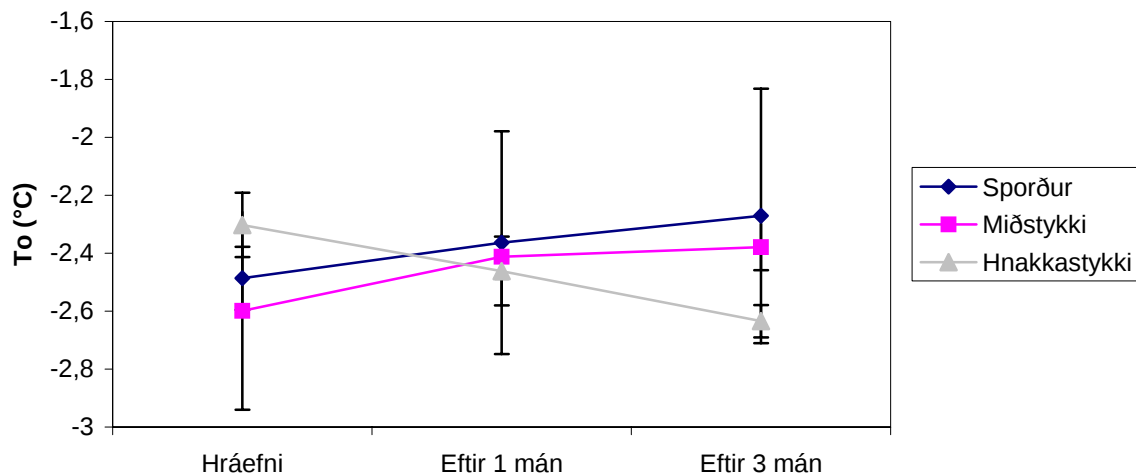
Mynd 3.29. T_{max} í ósöltuðum flakabítum þorsks (Viðmið), fyrir og eftir geymslu í frosti.

3.7.3 Hitastig sem vatn byrjar að frjósa við (T_0)

Það hitastig sem vatns byrjaði að frjósa við í DSC-greiningu var skilgreint sem T_0 . Það var nokkuð í samræmi við saltstyrk í hópunum, hæst í viðmiðunarhópi en lægra eftir því sem fiskurinn hafði verið saltaður meira (Mynd 3.30.). Eftir 1 mánaðar geymslu í frosti var marktækur munur á milli hóps 4 annars vegar og viðmiðs og hóps 1 hins vegar. Eftir 3 mánuði var marktækur munur á milli viðmiðs og hóps 4 ($p < 0,05$).



Mynd 3.30. T_0 í ósöltuðum og söltuðum flakabítum þorsks fyrir og eftir geymslu í frosti.



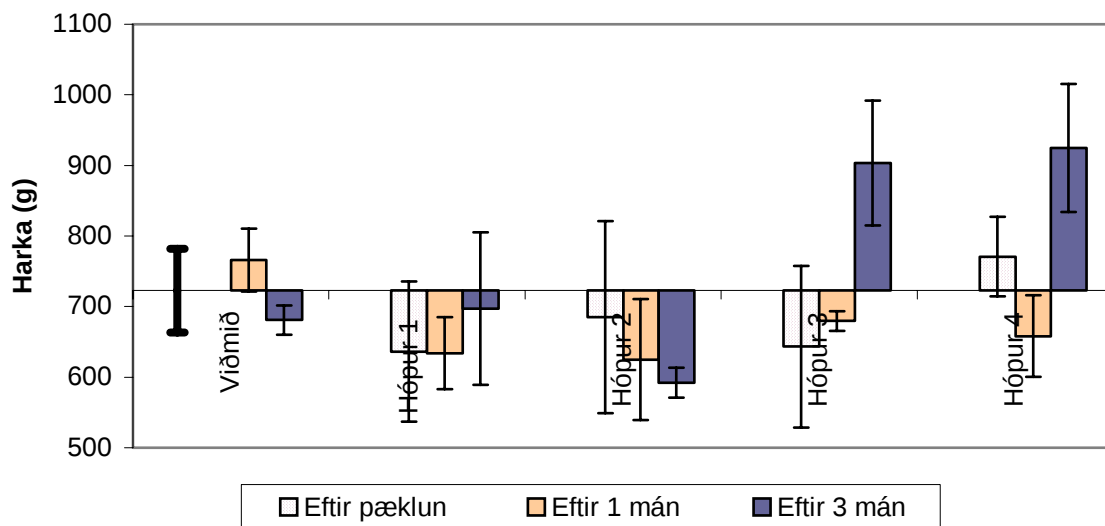
Mynd 3.31. T_0 í ósöltuðum flakabítum þorsks (Viðmið), fyrir og eftir geymslu í frosti.

Munur á milli bita innan viðmiðunarhóps var ekki marktækur, hvort sem gildi voru borin saman á ákveðnum tímapunkti eins og eftir pæklun né á milli tímapunkta í ferlinum ($p > 0,05$). Lítilsháttar hækkun varð á gildum fyrir miðju og sporð við frystingu en þessu var öfugt farið með hnakkastykki.

3.8 Áferð

3.8.1 Samanburður á áferðarbreytingum hópanna

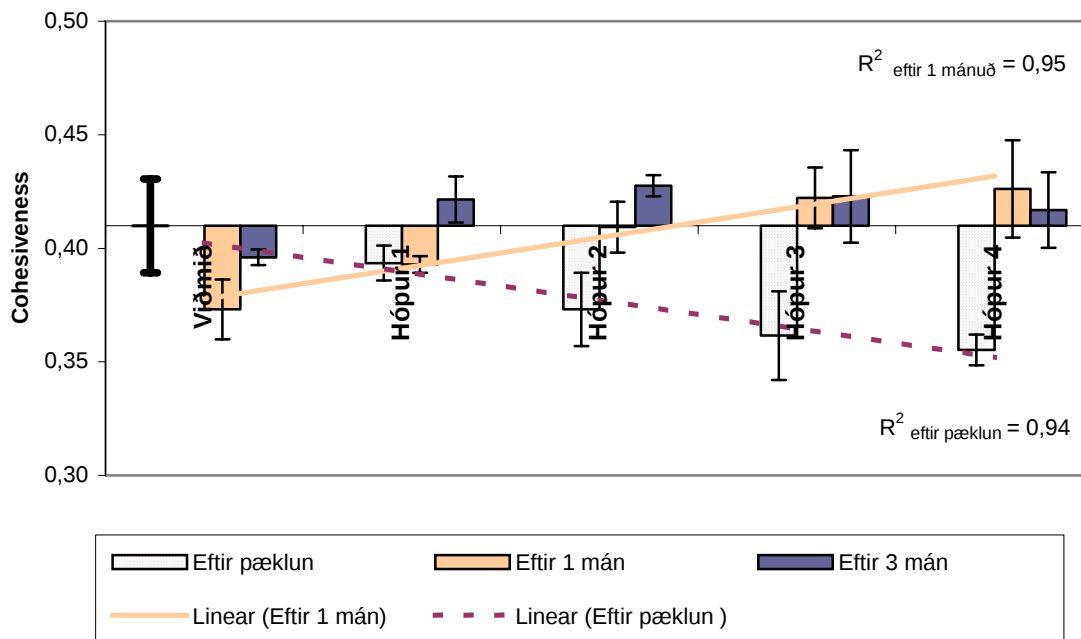
Harka hráefnis mældist að meðaltali 722 ± 59 g, sem jafngilti þeim krafti sem þurfti til að pressa sýnið saman um 45% af hæð þess. Eftir þæklun og 1 mánuð í frystingu var ekki marktækur munur á milli hópa né hafði orðið marktæk breyting frá því gildi sem fékkst fyrir hráefni ($p > 0,05$). Eftir 3 mánuði í frosti var harka flaka í hóp 3 og 4 meiri heldur en í öðrum hópum og einnig meiri en mældist í hráefni. Munur á milli þessara hópa (3 og 4) var óverulegur ($p > 0,05$). Sama var að segja um mun á milli annarra hópa bæði innbyrðis (H1, H2, viðmið) og samanborið við hráefni (Mynd 3.32.). Léttisöltun gæti leitt til aukinnar hörku eftir geymslu í frosti. Einstaklingsmunur getur einnig haft einhver áhrif en hópar 3 og 4 voru paraðir og eins hópar 1 og 2.



Mynd 3.32. Harka þorskflaka sem hráefni, eftir þæklun, 1 og 3 mánaða geymslu við -24°C . Y-ás sker í því gildi (722g) sem fékkst fyrir hörku hráefnis. Staðalfrávik hráefnis er feitletrað.

Samloðun hráefnis mældist að meðaltali $0,41 \pm 0,02$ (Mynd 3.33). Eftir þæklun voru allir hópar með minni ($p < 0,05$) samloðun en hráefni nema hópur 1. Samloðun var meiri eftir því sem þæklunartími var lengri, þ.e. meiri í hópum 3 og 4 heldur en 1 og 2 ($p < 0,05$). Þeir hópar sem voru sprautaðir og þæklaðir (2 og 4) voru með heldur hærri gildi heldur en hópar sem voru þæklaðir í samsvarandi langan tíma (2 vs. 1 og 4 vs. 3). Munurinn var þó ekki marktækur ($p > 0,05$).

Eftir 1 mánaðar geymslu í frosti var samloðun viðmiðunarhóps nokkuð minni heldur en samloðun hráefnis ($p < 0,05$). Marktækur munur var á milli viðmiðunarhóps og hóps 2 sem mældist með sambærilegt gildi (0,409/0,410) og hráefni. Hópur 3 og 4 voru með hærri samloðun heldur en viðmið og H1. Eftir geymslu í 3 mánuði var hvorki marktækur munur á milli hópa né samanborið við það gildi sem fékkst fyrir hráefni.

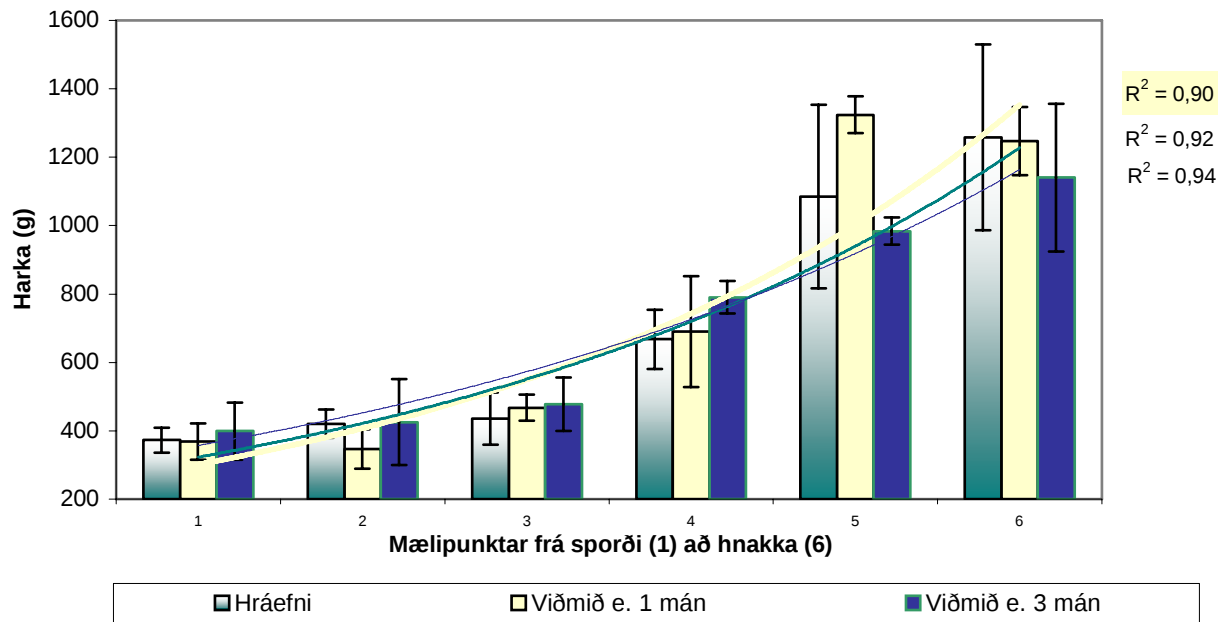


Mynd 3.33. Samloðun (cohesiveness) þorskflaka sem hráefni, eftir pæklun, 1 og 3 mánaða geymslu við -24°C . Y-ás sker í því gildi (0,41) sem fékkst fyrir hráefni. Staðalfrávik hráefnis er feitletrað.

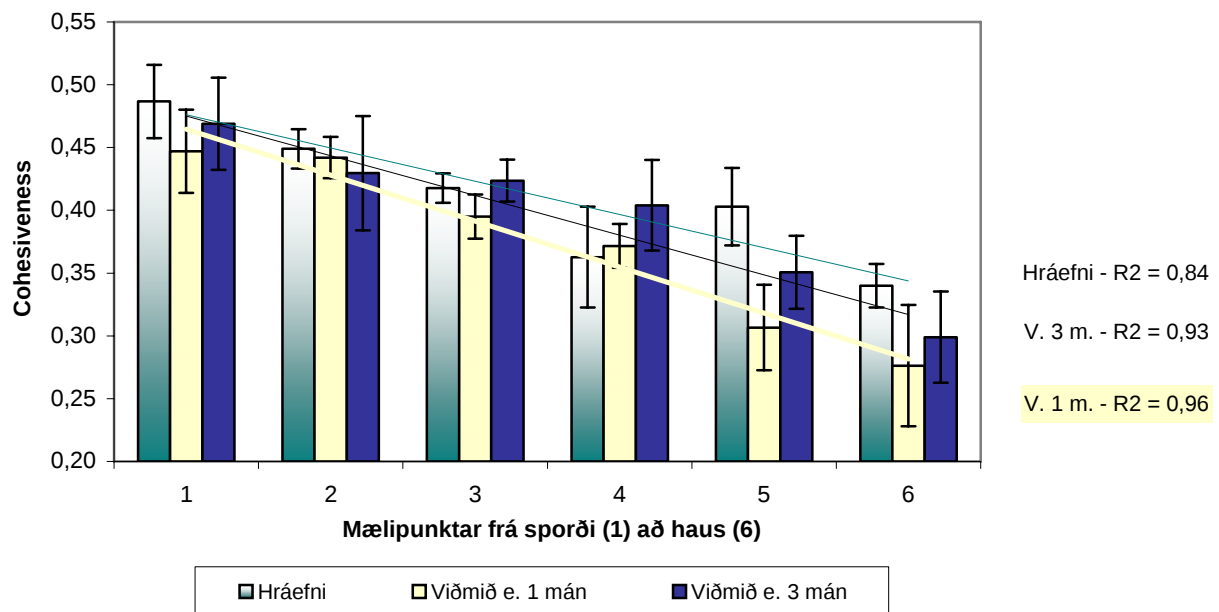
3.8.2 Áferð m.t.t. mismunandi staðsetningar á flakinu.

Harka mældist minnst næst sporði en jókst veldisvísislega (exponential) síðan eftir því sem nær dró hnakka. Þessi tilhneiging sást í öllum hópunum og til að sýna hana myndrænt voru niðurstöður hráefnis og viðmiðunarhóps notaðar. Frysting virtist ekki hafa mikið að segja þar sem bestu línur fyrir gildi hópanna féllu nokkuð vel saman (Mynd 3.34.).

Gildi fyrir samloðun voru skoðuð á sama hátt og í ljós kom að samloðun fór minnkandi frá sporði að hnakka. Fylgni við beina línu var nokkuð góð (Mynd 3.35).



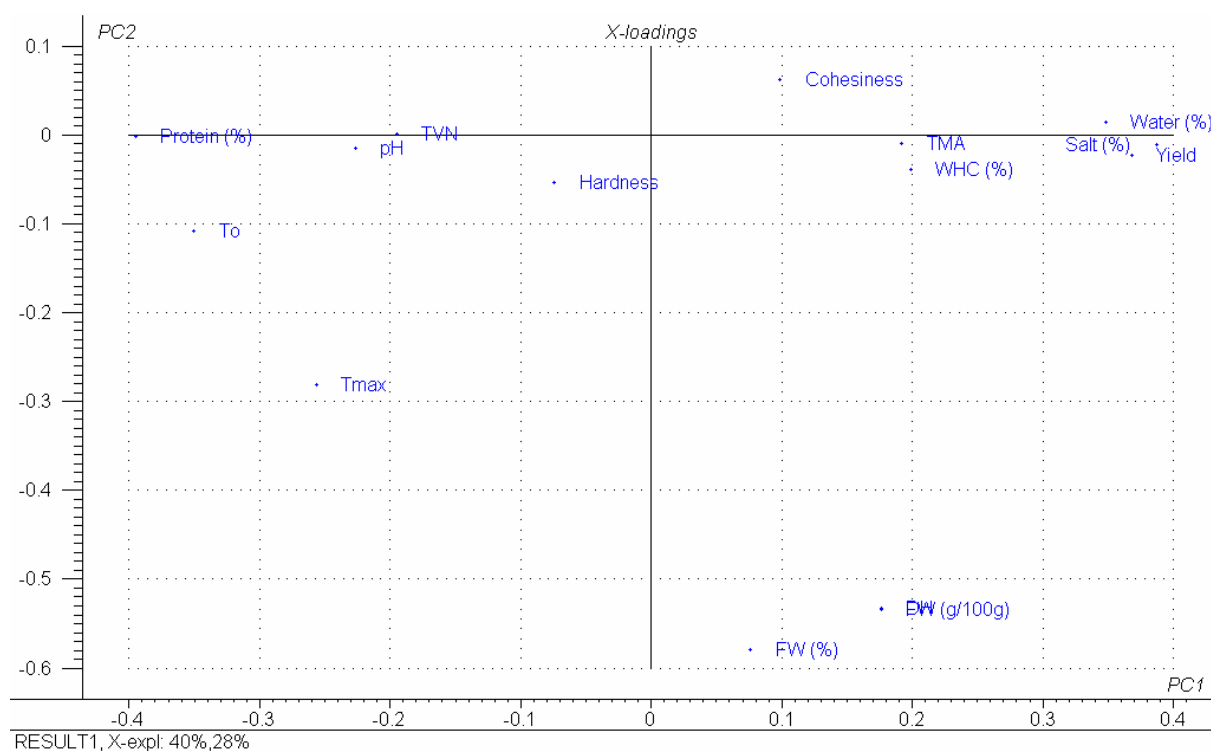
Mynd 3.34. Harka eftir mismunandi staðsetningu á flakabitunum, mælt frá sporði að hnakka. Mælingar fóru fram á hráefni, og viðmiðunarhóp eftir 1 og 3 mánuði í frosti.



Mynd 3.35. Samloðun (cohesiveness) eftir mismunandi staðsetningu á flakabitunum, mælt frá sporði að hnakka. Mælingar fóru fram á hráefni, og viðmiðunarhóp eftir 1 og 3 mánuði í frosti.

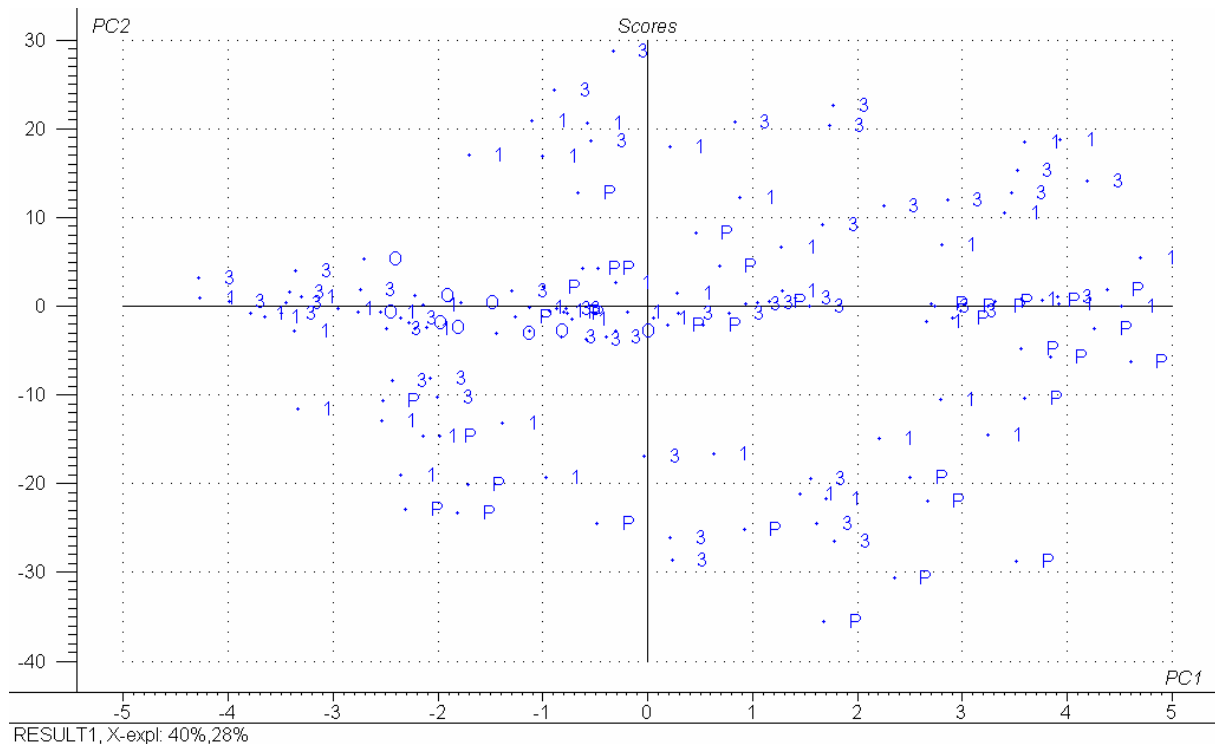
3.9 Höfuðásagreining (PCA)

Til að skoða hvað mælipættir yllu mestum mismun á milli hópa og flakabita var notuð höfuðásagreining (PCA). Þeir þættir sem vógu þyngst m.t.t. breytileika á milli hópa voru prótein-, vatns- og saltinnihald ásamt nýtingu og To sem er það hitastig sem vatn byrjaði að frjóska við í DSC-mælingum (Mynd 3.36.). Greinileg fylgni var í breytingum á magni salts, vatns, TMA og á nýtingu og vatnsheldni. Nýting og vatnsheldni jukust með meiri söltun, sem fólst í lengri pæklunartíma og/eða sprautusöltun. Breytingar í magni próteina voru aftur á móti í öfugu hlutfalli við breytingar á fyrrnefndum þáttum. Meginástæðan var sú að þegar vatnsinnihald jókst í fiskinum við upptöku pækils, lækkaði magn próteina hlutfallslega af heildinni (sjá 3.5. Massabókhald bls. 39).

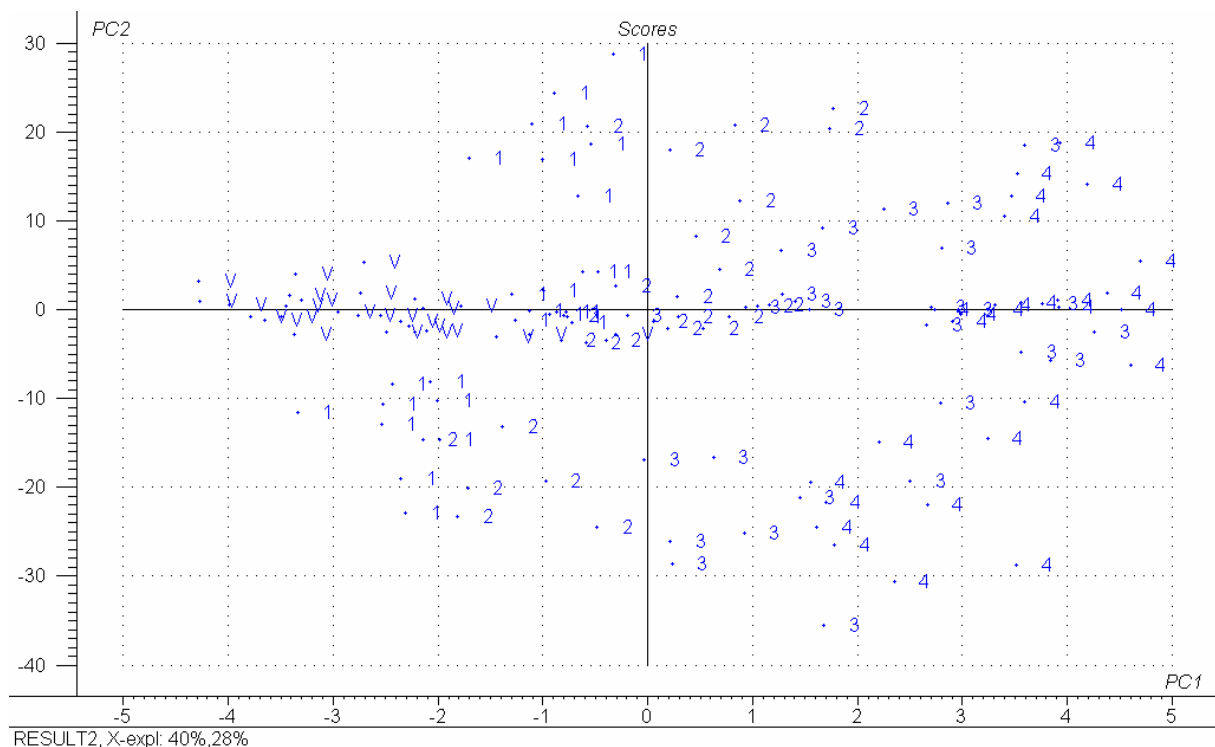


Mynd 3.36. Niðurstöður úr höfuðásagreining (PCA) sem gerðar voru á helstu mælipáttum þorsklaka. Mælingar voru gerðar á hráefni, eftir léttisöltun og eftir 1 og 3 mánuði í frosti

Niðurstöður voru einnig metnar m.t.t. þess hvenær í ferlinum sýni voru tekin, þ.e. af hráefni, eftir pæklun eða eftir geymslu í frosti (1 og 3 mán.). Ekki kom í ljós neinn greinilegur munur m.t.t. tímapunkts sýnatöku (Mynd 3.36. og 4.37.). Hins vegar kom fram greinilegt mynstur eftir hópum, þ.e. hversu mikil söltun var. Hlutfall próteina var hæst í viðmiðunarhópi en hann var með lakasta nýtingu (Mynd 3.36. og 4.38).

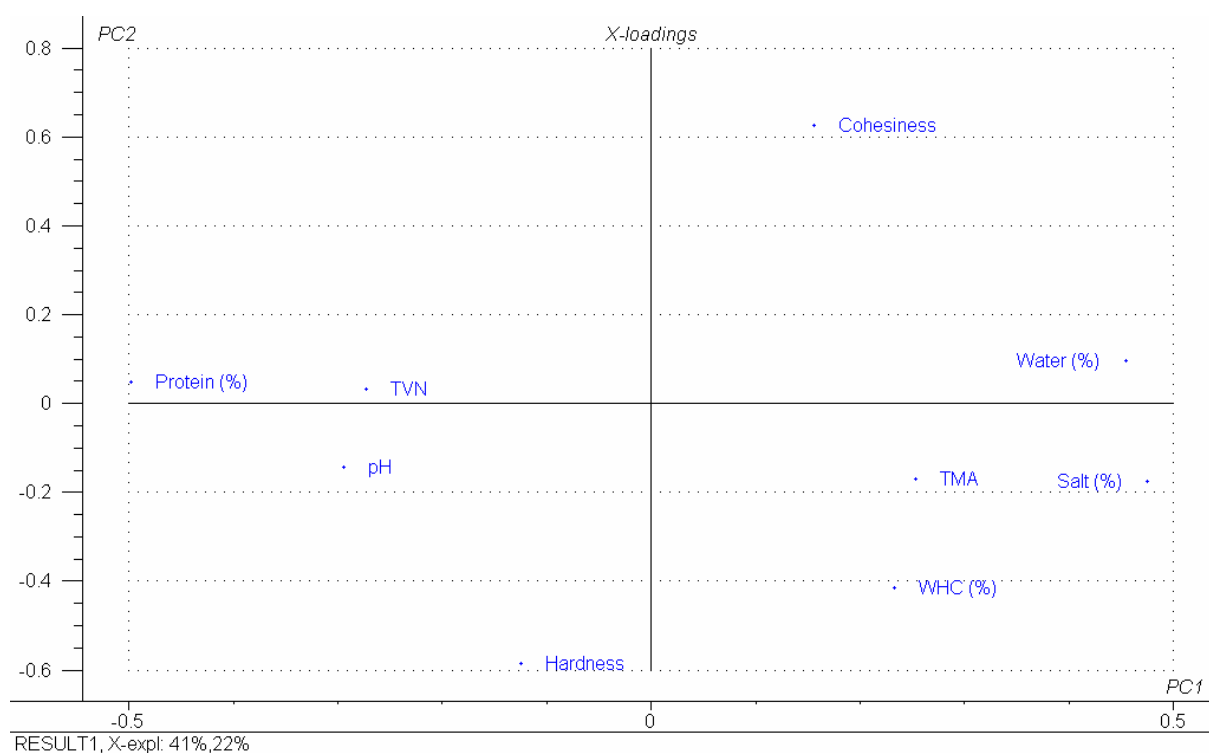


Mynd 3.37. Röðun sýna af þroskflökum eftir því hvenær í ferlinum þau voru tekin (O=hráefni, P=eftir þæklun, 1=eftir 1 mánuð í frosti, 3=eftir 3mánuði ífrosti).



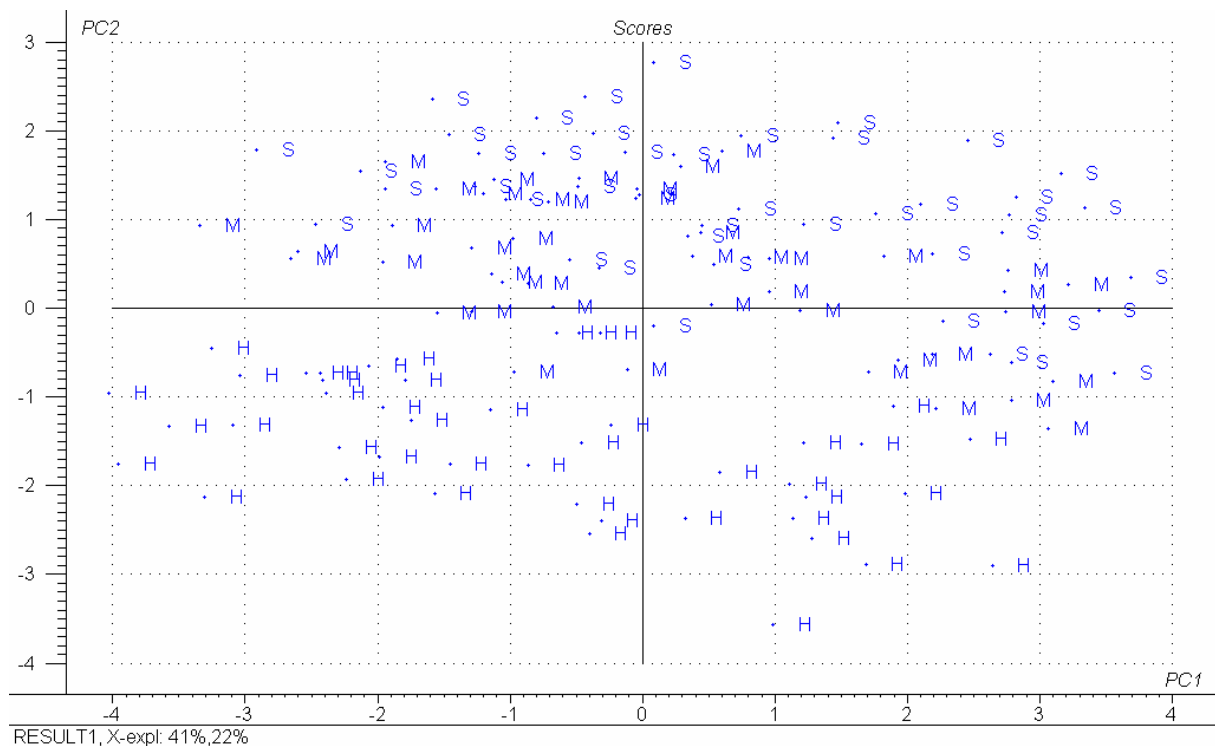
Mynd 3.38. Röðun þorsklaka eftir hópum án tillits til á hvaða tímapunkti þau voru tekin. (V=viðmiðunarhópur, 1=hópur 1 (þæklun í 20 mín), 2=hópur 2 (sprautun og þæklun í 20 mín), 3=hópur 3 (þæklun í 38 klst), 4=hópur 4 (sprautun og þæklun í 38 klst)).

Til að meta mismun á milli flakabita voru aðeins teknar þær mælingar sem gerðar höfðu verið á öllum bitum, þ.e. DSC-niðurstöðum og nýtingartölum var sleppt. Eins og áður hefur komið fram voru ekki teknar nýtingartölur fyrir sprautaða bita, heldur var nýting aðeins reiknuð fyrir flökin í heild sinni. Munur var mestur á milli sporðstykkja og hnakkastykkja, sem stafaði af stærstum hluta af mun í áferðareiginleikum (Mynd 3.39. og 4.40). Eins og áður hefur komið fram (3.7. Áferð bls. 32) fór harka minnkandi frá sporði að haus en þessu var öfugt farið með samloðun (cohesiness). Efnainnihald gæti einnig haft eitthvað að segja en ákveðin tilhneiging sást til minnkandi vatnsinnihalds frá sporði að haus en breytingar í próteinhlutfalli reyndust í öfugu hlutfalli við vatn (3.4. Efnainnihald bls. 28).

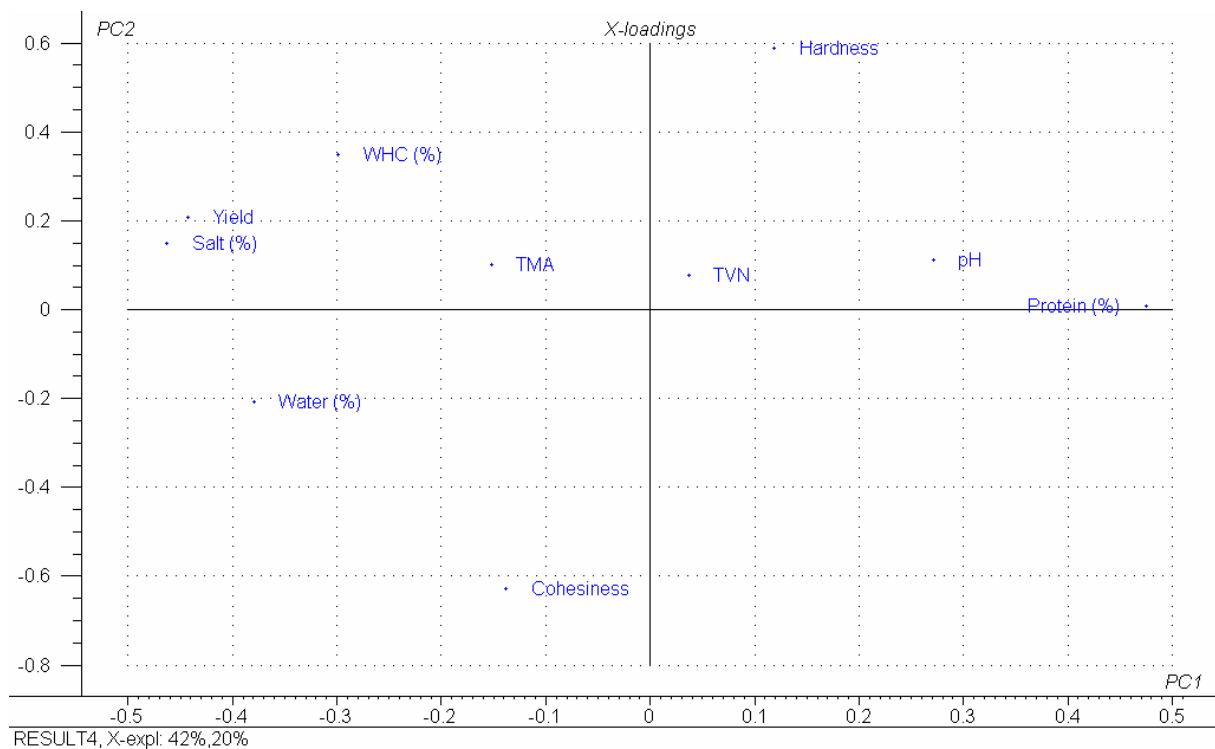


Mynd 3.39. Niðurstöður úr höfuðásagreining (PCA) sem gerðar voru á helstu mælipáttum þorskflaka (Mynd a) nema á DSC og nýtingu. Mælingar voru gerðar á hráefni, eftir léttisöltun og eftir 1 og 3 mánuði í frosti

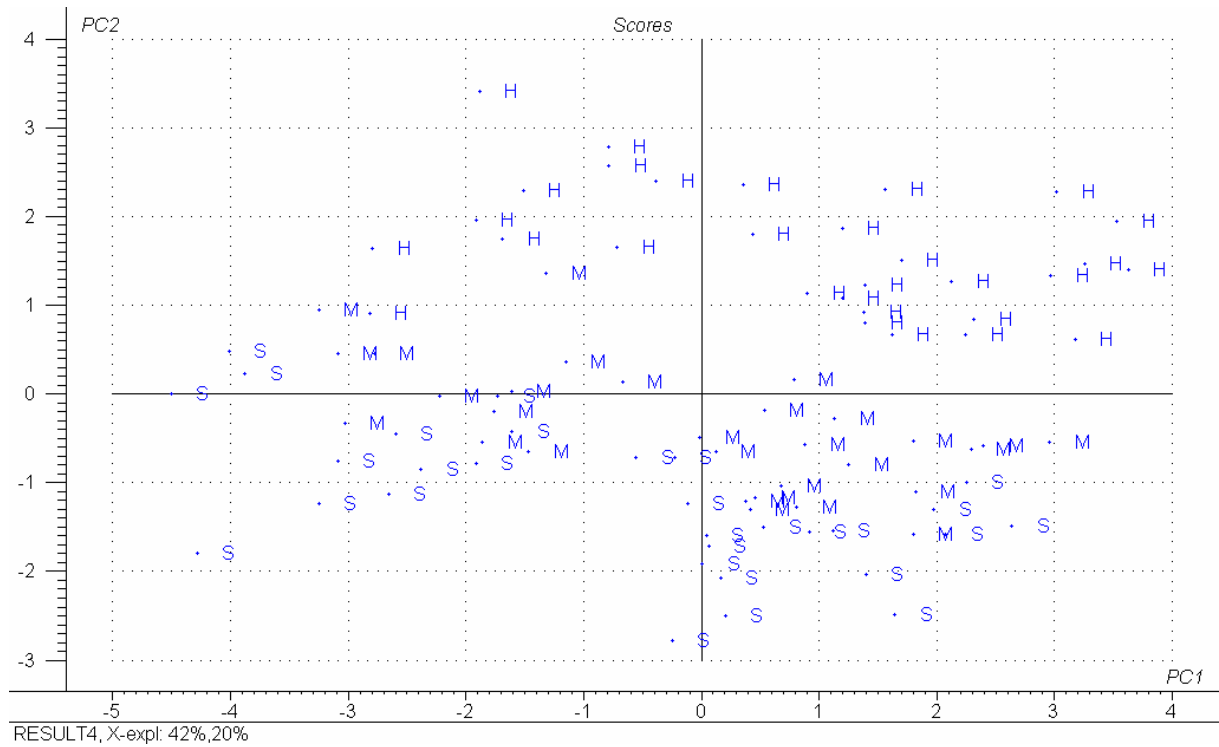
Með því að skoða aðeins viðmiðunarhóp og þá hópa sem ekki voru sprautaðir (1 og 3) var hægt að taka nýtingu fyrir flakabita inn í greininguna. Eins og áður virtust áferðareiginleikar valda meginmuninum á milli bitanna (Mynd 3.41. og 4.42).



Mynd 3.40. Röðun flakabita úr öllum hópum án tillits til á hvaða tímapunkti sýni voru tekin. (S=sporður, M=miðstykki, H=hnakkastykki).



Mynd 3.41. Niðurstöður úr höfuðásagreiningu á flakabitum í hópum 1 og 3, ásamt viðmiði, án tillits til á hvaða tímapunkti sýni voru tekin. (S=sporður, M=miðstykki, H=hnakkastykki).



Mynd 3.42. Röðun flakabita í hópum 1 og 3, ásamt viðmiði, án tillits til á hvaða tímapuntki sýni voru tekin. (S=sporður, M=miðstykki, H=hnakkastykki).

4 UMRÆÐUR OG ÁLYKTANIR

4.1 Nýting

Eftir því sem að söltun var meiri var nýting betri. Aukinni söltun var náð með því að sprauta flökin fyrir þæklun og/eða lengja þæklunartíma. Þessar niðurstöður voru í samræmi við fortíltraunir verkefnisins. Tarr (1942) og Ravesi og Krzysznowke (1991) sýndu fram á að lengri þæklunartími skili betri nýtingu, þækilstyrkur var 10% og þæklunartími 30-60 sek og 1-11 dagar (Ravesi og Krzysznowek, 1991, Tarr, 1942).

Þegar nýting mismunandi flakabita var skoðuð, kom í ljós að sporðstykkir í viðmiðunarhópi virtust tapa mestri þyngd í gegnum ferlið. Hnakkastykkir og miðstykkir virtust hafa líkari eiginleika m.t.t. nýtingar. Léttisöltun dró úr mun á milli bita og virtist þannig geta bætt nýtingu sporðstykka.

Taka skal fram að aukin nýting næst aðeins að vissu marki með auknum saltstyrk. Í tilrauninni fór saltstyrkur í flakabitum í rúm 2% en talið er að hámarks vatnsheldni náist við 1M saltstyrk (NaCl) sem samsvarar tæpum 6% samkvæmt samantekt (Akse o.fl., 1993). Duerr og Dyer (1952) töldu að vatnsbindieiginleikar fiskvöðva minnkuðu til muna þegar um 8-10% saltstyrk í vöðva væri náð, vegna aukinnar afmyndunar próteina (Duerr og Dyer, 1952).

4.2 Drip

Drip eða þyngdartap við þíðingu var minnst í þeim hópum sem þæklaðir voru í 20 mín, annar hópurinn var sprautaður fyrir þæklun. Viðmiðunarhópur og hópar sem þæklaðir voru í 38 klst og höfðu þar af leiðandi bætt meira við sig í þyngd við þæklun, léttust meira við þíðingu. Þess ber að geta að staðalfrávik, þ.e. munur á milli einstaklinga var nokkuð hár. Í fortíltraun verkefnisins kom í ljós að saltstyrkur þækils skipti mestu máli m.t.t drips við þíðingu en þæklunartími skipti minna máli.

Við dripmælingu voru flakabitarnir þíðdir í kæli en þíðing á bitum sem notaðir voru til mælinga og til að meta nýtingu var framkvæmd við stofuhita (20°C) og tók þar af leiðandi mun styttri tíma (7-8 klst vs. 44 klst). Því var nýting einnig reiknuð eftir dripmælingu til að sjá hvort sömu áhrif af þæklunaraðferðum kæmu í ljós og það reyndist vera. Aukin söltun skilaði betri nýtingu.

4.3 Suðunýting

Ákveðin tilhneiging virtist vera til þess að þeir hópar sem bættu meira við sig í þyngd við þæklun, léttust meira við suðu. Þyngdartap jókst frá sporði að haus. Nýting, þ.e. samanborið við hráefnisþyngd var einnig fundin. Munur á nýtingu hópanna var ekki marktæk en þeir hópar sem voru meira saltaðir voru með heldur betri nýtingu. Léttþæklun gæti þannig leitt til þess að afurðir yrðu safaríkari eftir matreiðslu en frekari rannsóknir þarf til að staðfesta það.

4.4 Efnainnihald og massabókhald

Léttþæklun virtist hafa marktæk áhrif á hlutfall vatns í flakabitunum og var það allt að 2% hærra í hópi 4 (sprautun og þæklun í 38 klst) heldur en í viðmiðunarhópi. Þar réð þæklunaraðferð nokkru, því ekki var marktækur munur á milli viðmiðunarhóps og hóps 1 (20 mín) eftir geymslu í frosti. Greinilegur munur kom í ljós á heimtum vatns þar sem þeir hópar sem voru meira saltaðir voru með hærri heimtum. Léttisöltuð flök innihéldu því meira magn af vatni miðað við magn vatns í hráefni. Samanburður á vatnsinnihaldi í mismunandi flakabitum sýndi að hlutfall vatns fór almennt lækkandi frá sporði að haus þó að munur væri oftast ekki marktækur. Í viðmiðunarhópi voru heimtur vatns lægri í sporðestykkjum heldur en öðrum stykkjum. Ákveðin vísbending fékkst um að söltunin gæti bætt heimtum vatns í sporðestykkjum sem er í samræmi við niðurstöður fyrir nýtingu.

Breytingar í próteininnihaldi voru í öfugu hlutfalli við breytingar á við vatnsinnihaldi. Hlutfall þeirra var lægra í þeim hópum sem þæklaðir voru í lengri tíma og fór almennt hækkandi frá sporði að haus. Ekki voru reiknaðar heimtur fyrir prótein, heldur voru heimtur fyrir saltfrítt þurrefni notaðar en prótein er meginuppstaðan í þeim þætti. Þær bentu ekki til þess að magn próteina miðað við magn í hráefni væri að minnka. Í flestum tilfellum var lítill munur á heimtum af saltfríu þurrefni, hvort sem um var að ræða samanburð á milli hópa, mismunandi flakabita eða á milli tímamarka í ferlinum.

Saltinnihald var um tvöfalt hærra í þeim flökum sem þækluð voru í 38 klst samanborið við þau flök sem aðeins voru sprautuð og/eða þækluð í 20 mín. Það fór hæst í 2,2% en æskilegt saltinnihald ræðst af þeim kröfum sem kaupandi gerir. Sprautun fyrir þæklun leiddi til hærra saltinnihalds, um 0,2-0,4 prósentustig var að ræða. Í hráefni var saltinnihald það sama hvort sem um sporðestykki, miðstykki eða hnakkastykki var að ræða en í léttisöltuðum flökum jókst

munur á milli stykkjanna sem var þó í fæstum tilfellum marktækur. Sporður sem var þynnri heldur en aðrir bitar innihélt þá mesta saltmagnið.

Sýrustig í léttisöltuðum flakabitum var heldur lægra en í viðmiðunarflökum og ákveðin tilhneiging var til lækkandi sýrustigs eftir því sem að saltstyrkur í fiskholdinu var hærri. Við geymslu lækkaði sýrustig lítillega í öllum hópum. Sýrustig fór heldur hækkandi frá sporði að haus, hvort sem um hráefni, pæklaðan eða frystan fisk var að ræða. Munur á milli bita innan hvers hóps var þó ekki marktækur ($p > 0,05$).

Magn TVN og TMA reyndist ekki góður mælikvarði til að meta áhrif af mismunandi pæklunaraðferðum. Fundið var svokallað P-hlutfall sem er hlutfallið $TMA-N/TVN-N \cdot 100$. Talið hefur verið að P-hlutfall geti gefið betri mynd áhrifum geymslu á fisk heldur en TVN eða TMA eitt og sér (Horner o.fl., 1994, Sigmar V. Hjartarson o.fl., 1998). Það nýttist þó ekki heldur í þessu tilfelli.

4.5 Vatnsheldni og frystanlegt vatn

Niðurstöður fyrir vatnsheldni voru í samræmi við niðurstöður fyrir nýtingu, vatnsheldni fór hækkandi eftir því sem að söltun var meiri. Munurinn var þó ekki eins afgerandi og fyrir nýtingu, ástæðan var að hluta til hátt staðalfrávik innan hvers hóps. Vatnsheldni mismunandi flakabita reyndist svipuð í hráefni og eftir pæklun. Eftir frystingu kom hins vegar í ljós ákveðin vísbending um að vatnsheldni færi hækkandi frá sporði að haus, hvort sem um viðmiðunar eða léttisaltaða flakabita var að ræða.

Mælingar með DSC nýttust ekki til að greina mun af mismunandi pæklunaraðferðum eða á milli bita. Hlutfall frystanlegs vatns lækkaði við pæklun og við frystingu bæði í viðmiðunarflökum og í léttisöltuðum flökum. Vatn byrjaði fyrr að frjósa í sýnum viðmiðunarflökum og eins var T_{max} hærri í þeim flökum.

4.6 Áferðareiginleikar

Harka virtist ekki breytast mikið við söltun eða geymslu í frosti nema í hópum 3 og 4. Harka var hærri í þessum hópum eftir 3 mánaða geymslu heldur en í öðrum hópum og eins samanborið við hráefni. Hér gæti þó munur vegna breytileika í hráefni haft einhver áhrif en

hópar 3 og 4 voru paraðir. Þegar litið var til mismunandi flakabita, sást að harka fór vaxandi frá sporði að haus.

Samloðun (cohesiveness) eftir þæklun fór lækkandi eftir því sem söltun var meiri en eftir 1 mánaðar geymslu í frosti var þessu öfugt farið. Eftir 3 mánuði í geymslu voru áhrif af þæklun minni. Allir hópar voru með heldur hærri samloðun en viðmið en munur var hvergi marktækur. Breytingar í samloðun m.t.t. mismunandi flakabita voru í öfugu hlutfalli við hörku, þ.e. samloðun fór minnkandi frá sporði að haus. Breytingar í hörku og samloðun m.t.t. mismunandi staðsetningar á flökunum voru í samræmi við það sem áður hefur fengist í mælingum í saltfisktilraunum.

4.7 Höfuðásagreining (PCA)

Fylgni var á milli breytinga í hlutfalli salts og vatns í vöðvanum, TMA, vatnsheldni og nýtingar. Breytingar í próteinum, T_o , T_{max} , pH og TVN voru í öfugu hlutfalli við fyrrnefnda þætti. Hópar röðuðu sér greinilega eftir því hve mikil söltun var, þ.e. viðmiðunarhópur með lakasta nýtingu eins og áður hefur komið fram og hópar 3 og 4 hinu megin á skalanum. Sá þáttur sem virtist fyrst og fremst skýra breytileika á milli mismunandi flakabita var áferð.

5 HEIMILDIR

- Akse, L., B. Gundersen, K. Lauritzen, R. Ofstad og T. Solberg. 1993. Saltfisk: saltmodning, utproving av analysemetoder, misfarget saltfisk. Fiskeriforskning, Tromsø. 61.
- Bourne, M.C. 1978. Texture profile analysis. Food Technology, 32, 62-66.
- Duerr, J.D. og W.J. Dyer. 1952. Proteins in fish muscle. IV. Denaturation by salt. J. Fish. Res. Bd. Can., 8, 325-331.
- Horner, W.F.A., V.M. Brodin, S. Sadok og R.F. Uglow. 1994. P-ratio: Its applicability in revealing freshness fraud in frozen and chilled fish products. Í: . A study on the health quality of fish products. EEC-report 94/c 179/09 XIV/D1/1/QUALPOISS, 12.
- Hunter, D.A. og R.F. Uglow. 1993. A technique for the measurement of total ammonia in small volumes of seawater and haemolymph. Ophelia, 37, 31-40.
- ISO. 1979. 5983 - Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content - Kjeldahl method. The International Organization for Standardization. Genf, Switzerland, 9.
- ISO. 1983. 6496 - Determination of moisture and other volatile matter content. The International Organization for Standardization. Genf, Switzerland, 7.
- JAOAC. 1937. Journal of AOAC INTERNATIONAL, 20, 410.
- JAOAC. 1940. Journal of AOAC INTERNATIONAL, 23, 589.
- Ravesi, E.M. og J. Krzynowek. 1991. Variability of salt absorption by brine dipped fillets of cod (*Gadus morhua*), blackback flounder (*Pseudopleuronectes americanus*), and ocean perch (*Sebastes marinus*). Journal of Food Science, 56, 648-652.
- Ruiz-Capillas, C. og H. W.F.A. 1999. Determination of trimethylamine nitrogen and total volatile basic nitrogen in fresh fish by flow injection analysis. Journal of the Sci. of Food and Agriculture, 79, 1982-1986.
- Sadok, S., R. Uglow og S.J. Haswell. 1996. Determination of trimethylamine in fish by flow injection analysis. Analytical Chimica Acta., 321, 69-74.
- Sigmar V. Hjartarson, Hjörleifur Einarsson, Hannes Magnússon og S.V. Árnason. 1998. Bulk storage of cod. Comparison of ice, CSW and CO₂-saturated CSW storage. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík. 7-98, 18.
- Tarr, H.L.A. 1942. Effect of pH and NaCl on swelling and drip in fish muscle. J. Fish. Res. Bd. Can., 5, 411-427.