

Verkefnaskýrsla til
RANNÍS
20- 01



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

ÁGÚST 2001

Léttsöltun, stöðugleiki og
nýting frosinna afurða

Fortilraunir.
Áhrif þækilstyrks, þæklunartíma
og hlutfall fisks á móti þækli

Kristín Anna Þórarinsdóttir
Sigurjón Arason
Guðjón Þorkelsson



Titill / Title Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða – Fortilraunir. Áhrif pækilstyrks, pæklunartíma og hlutfalls fisks á móti pækli			
Höfundar / Authors	Kristín Anna Þórarinsdóttir, Sigurjón Arason, Guðjón Þorkelsson		
Skýrsla Rf/IFL report	20 - 01	Útgáfudagur / Date:	Ágúst 2001
Verknr. / project no.	1483		
Styrktaraðilar / funding:	Rannís		
Ágrip á íslensku:			
Skýrslan er samantekt úr fyrsta tilraunahluta verkefnisins „ Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða“. Markmið verkefnis er að skila skilgreindri framleiðsluaðferð við léttpæklun á fiski fyrir frystingu. Þetta er aðferð sem íslensk fyrirtæki eru byrjuð að færa sér í nyt til að auka stöðugleika frystra af urða. Hins vegar vantar vel skilgreindar lýsingar fyrir ferlið og skilning á því hvernig stýra megi mismunandi breytum við pækilstyrk til að ná hámarksárangri. Með því er átt við bæði nýtingu og gæði en góð nýting hráefnis er ein af forsendum hagkvæms reksturs. Markmið þessa verkhluta var að kanna áhrif pækilstyrks, pæklunartíma og hlutfalls fisks á móti pækli. Nýting, efnainnihald og vatnsheldni voru meðal þeirra þátta sem skoðaðir voru.			
Lykilorð á íslensku: Þorskur, léttsöltun, pæklun, frysting, nýting			
Summary in English:			
This report is a part of the project “Light salting, stability and yield of frozen cod fillets” which is funded by the Icelandic Research Council. It describes how the preliminary experiments in this project were performed and the main results. The aim of this part was to test the effects of salt concentration, time and ratio of fish to brine in brine salting of cod fillets. Changes in yield, chemical composition and water holding capacity were among the factors observed.			
English keywords: Cod, light salting, brine salting, freezing, yield,			

Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða

Fortilraunir

Áhrif þækilstyrks, þæklunartíma
og hlutfalls fisks á móti þækli

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	PÆKLUN OG FRYSTING	2
2.3	ÞÍÐING EFTIR UM 4 VIKNA GEYMSLU Í FROSTI	5
2.4	NÝTING	5
2.5	SUÐUNÝTING	5
2.6	DRIP	7
2.7	SÝNATAKA	7
2.8	ÁKVÖRÐUN Á PH OG MAGNI SALTS OG VATNS	8
2.9	VATNSHELDNI (WATER HOLDING CAPACITY = WHC)	8
2.10	MASSABÓKAHALD	9
2.11	TÖLFRÆÐILEG ÚRVINNSLA	10
3	NIÐURSTÖÐUR	11
3.1	ÁHRIF AF PÆKILSTYRK, PÆKLUNARTÍMA OG HLUTFÖLLUM (2 ³ -TILRAUN)	11
3.1.1	Nýting eftir pæklun	11
3.1.2	Nýting eftir um 4 vikna geymslu í frosti og þíðingu	12
3.2	NÝTING EFTIR GUFUSUÐU Á ÞÍDDUM FISKI	13
3.3	DRIP	14
3.1.1		17
3.4	EFNAINNIHALD	17
3.5	MASSABÓKAHALD	19
3.6	ÁHRIF AF PÆKLUNARTÍMA	20
3.6.1	Nýting eftir pæklun	20
3.6.2	Nýting eftir 4 vikna geymslu í frosti og þíðingu	22
3.6.3		22
3.6.4	Nýting eftir gufusuðu á þíddum fiski	23
3.6.5	Drip	23
3.6.6	Efnainnihald	26
3.6.7	Massabókahald	27
3.7	VATNSHELDNI - ÁHRIF AF PÆKILSTYRK, PÆKLUNARTÍMA OG HLUTFÖLLUM EFTIR PÆKLUN	28
3.7.1	Áhrif af pækilstyrk, pæklunartíma og hlutföllum eftir frystingu	29
3.7.2	Samanburður á gamla og nýja mælibúnaði eftir pæklun	30
3.7.3	Áhrif pæklunartíma á vatnsheldni eftir pæklun	32
3.7.4	Samanburður á gamla og nýja mælibúnaði eftir pæklun	34
3.7.5	Vatnsheldni og massabókahald	35
4	UMRÆÐA	38

4.1	ÁHRIF AF PÆKILSTYRK, PÆKLUNARTÍMA OG HLUTFÖLLUM (2 ³ -TILRAUN).....	38
4.1.1	Nýting	38
4.1.2	Drip.....	38
4.1.3	Efnainnihald	39
4.1.4	Massabókhald.....	39
4.2	ÁHRIF AF PÆKLUNARTÍMA.....	40
4.2.1	Nýting	40
4.2.2	Drip.....	41
4.2.3	Efnainnihald og massabókhald.....	41
4.2.4	Vatnsheldni	41
4.3	SAMANBURÐUR Á BÚNAÐI TIL VATNSHELDNIMÆLINGA.....	42
5	SAMANTEKT.....	43
6	HEIMILDASKRÁ	44

TÖFLUR

Tafla 2.1. Efnasamsetning þess salts (NaCl) sem notað var í tilrauninni 2

Tafla 2.2. Pæklunaraðferðir fyrir hópar 1-4, þar sem þorskflök voru léttþækluð fyrir frystingu 3

Tafla 2.3. Pæklunaraðferðir fyrir hópar 9-16, þar sem þorskflök voru léttþækluð fyrir frystingu 5

Tafla 3.1. Meðalnýting þorskflaka (n=15) eftir pæklun, tveir styrkleikar af þremur þáttum (þækilstyrk, pæklunartíma og hlutfalli fisks á móti þækli) voru prófaðir við pæklun. 11

Tafla 3.2. Meðalnýting þorskflaka (n=6) eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C. Flökin voru þækluð fyrir frystingu og geymd í um 4 vikur við -24°C. 13

Tafla 3.3. Meðalnýting frystra þorskflaka (n=3) eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C og gufusuðu í 10mín. Flökin voru þækluð fyrir frystingu og geymd í um 4 vikur við -24°C. 13

Tafla 3.4. Meðalnýting þorskflaka (n=3) eftir dripmælingu (þíðing við 0-5°C) sem var framkvæmd eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C). Flökin voru þækluð fyrir frystingu fyrir utan einn hóp sem var notaður til viðmiðunar. 16

- Tafla 3.5. Niðurstöður úr salt- vatns- og pH-mælingum á þorskflökum (n=3) eftir þæklun, tveir styrkleikar af þremur þáttum (þækilstyrk, þæklunartíma og hlutfalli fisks á móti þækli) voru prófaðir við þæklun. 17
- Tafla 3.6. Niðurstöður úr salt- vatns- og pH-mælingum á þorskflökum (n=3) eftir um 4 vikna geymslu í frosti. Fyrir frystingu voru flökin þækluð á mismunandi hátt m.t.t. þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fisks á móti þækli. 18
- Tafla 3.7. Meðalnýting þorskflaka (n=15) eftir þæklun í 5% þækli, hlutfall fisks á móti þækli var 1:1 en þæklunartími var mislangur 21
- Tafla 3.8. Meðalnýting þorskflaka eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C (n=6 nema við 8 klst: n=7; og 32 klst: n=10) . Flökin höfðu verið geymd í um 4 vikur við -24°C en fyrir frystingu voru þau þækluð í 5% þækli, hlutfall fisks á móti þækli var 1:1 en þæklunartími var breytilegur. Viðmiðunarhópur var frystur án þæklunar. 22
- Tafla 3.9. Meðalnýting frystra þorskflaka (n=3) eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C og gufusuðu í 10mín. Flökin voru þækluð fyrir frystingu og geymd í um 4 vikur við -24°C. 23
- Tafla 3.10. Meðalnýting þorskflaka (n=3) eftir dripmælingu (þíðing við 0-5°C) sem var framkvæmd eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C). Flökin voru þækluð fyrir frystingu í 5% þækli (hlutfall f:p, 1:1) í mislangan tíma, fyrir utan einn hópur sem var notaður til viðmiðunar. 25
- Tafla 3.11. Niðurstöður úr efnamælingum á þorskflökum (n=3) eftir mislangan þæklunartíma, þækilstyrkur var 5% og hlutfall fisks á móti þækli 1:1. 26
- Tafla 3.12. Niðurstöður úr efnamælingum á þorskflökum (n=3) eftir 4 vikna geymslu í frosti. Fyrir frystingu voru flökin þækluuð í mislangan tíma en þækilstyrkur var 5% og hlutfall fisks á móti þækli 1:1. 27
- Tafla 3.13. Vatnsheldni þorskflaka (n=3) eftir þæklun sem framkvæmd var á mismunandi hátt (allir hópar nema 7). Notaðar var tvenns konar mælíbúnaður og var hópum raða eftir stærða gilda. 31
- Tafla 3.14. Vatnsheldni þorskflaka (n=3) eftir mislangan þæklunartíma. Mælingar voru gerðar sem sitthvorum búnaðinum og var hópum raða eftir stærð gilda. 34
- Tafla 3.15. Heimtur vatns í sýnum eftir mælingar á vatnsheldni. Mælingar framkvæmdar eftir 4 vikna geymslu á fiski við -24°C. 36
- Tafla 3.16. Heimtur vatns í sýnum eftir mælingar á vatnsheldni. Mælingar framkvæmdar eftir 4 vikna geymslu á fiski við -24°C. 37

MYNDIR

Mynd 2.1. Vinnsluferill fortítraunar - Sýnatökur, mælingar á þyngd og dripi og fjöldi flaka per hóp 3

Mynd 2.2. Sýnataka af ferskum þorskflökum og eftir þæklun og 1 mánuð í frostgeymslu. 7

Mynd 2.3. Gamli búnaður (GSA-rótor) sem notaður var til vatnsheldnimælinga 8

Mynd 2.4. Plexiglerglös – nýr búnaður til vatnsheldnimælinga (SS-34-rótor). 9

Mynd 3.1. Nýting þorskflaka (n=15) eftir þæklun í 5% þækli, þæklunartími og hlutföll (fiskur:þækli) voru breytileg. 12

Mynd 3.2. Nýting þorskflaka (n=15) eftir þæklun í 15% þækli, þæklunartími og hlutföll (fiskur:þækli) voru breytileg. 12

Mynd 3.3. Drip þorskflaka (n=3) eftir 38 klst þíðingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu við 0-5°C. Þækilstyrkur og þæklunartími voru mismunandi en hlutfall fisks á móti þækli 1:1 fyrir alla hópa nema viðmiðunarhópin sem var frystur án þæklunar. 14

Mynd 3.4. Drip þorskflaka (n=3) eftir 38 klst þíðingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu við 0-5°C. Þækilstyrkur og þæklunartími voru mismunandi en hlutfall fisks á móti þækli 1:2 fyrir alla hópa nema viðmiðunarhópin sem var frystur án þæklunar. 15

Mynd 3.5. Drip þorskflaka (n=3) eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C, sem framkvæmd var strax eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C). Fyrir frystingu höfðu flökin verið þækluð á mismunandi hátt, m.t.t. þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fisks á móti þækli. Einn hópur var frystur án þæklunar til viðmiðunar. 16

Mynd 3.6. og 3.7. Heimtur vatns og saltfrís þurrefnis í þorskflökum (n=3) eftir þæklun, þar sem tveir styrkleikar af þremur þáttum (saltstyrk, þæklunartíma og hlutfalli fisks á móti þækli) voru prófaðir. 19

Mynd 3.8. og 3.9. Heimtur vatns og saltfrís þurrefnis í þorskflökum (n=3) eftir 4 vikur í frostgeymslu. Fyrir frystingu voru flökin þækluð á mismunandi hátt, þar sem tveir styrkleikar af þremur þáttum (saltstyrk, þæklunartíma og hlutfalli fisks á móti þækli) voru prófaðir. 20

Mynd 3.10. Nýting þorskflaka (n=15) eftir þæklun í 5% þækli, hlutfallið fiskur:þækill var 1:1, þæklunartími 5 mín -48 klst. (Þæklunartími er sýndur sem klst, 5 mín=0,1 klst, 20 mín=0,3 klst og 40 mín=0,7klst). 21

Mynd 3.11. Línulegt samband á milli nýtingar frystra þorskflaka 5-6 klst þíðingu við um 20°C (n=6 nema við 8 klst: n=7; og 32 klst: n=10) og þæklunartíma fyrir frystingu. Flökin voru þækluð í 5% þækli, hlutfall fisks á mót þækli var 1:1. Til samanburðar var einn hópur frystur án þæklunar. Geymslutími í frosti (-24°C) var um 4 vikur. 22

Mynd 3.12. Drip við þíðingu (38 klst við 0-5°C) þorskflaka (n=3) sem framkvæmd var strax eftir frystingu. Flök voru þækluð fyrir frystingu í 5% þækli, hlutfall fisks á móti þækli var 1:1 en þæklunartími frá 5 mín upp í 48 klst. 24

Mynd 3.13. Nýting þorskflaka (n=3) eftir dripmælingu, þ.e. eftir þíðingu sem framkvæmd var strax eftir þíðingu í 38 klst við 0-5°C. Flökin voru þækluð fyrir frystingu í 5% þækli, hlutfall fisks á móti þækli var 1:1 en þæklunartími frá 5 mín upp í 48 klst. 24

Mynd 3.14. Drip við þíðingu (eftir 39,5 og 43,5 klst við 0-5°C) þorskflaka (n=3) sem framkvæmd var eftir um 4 vikna geymslu í frosti. Flök voru þækluð fyrir frystingu í 5% þækli, hlutfall fisks á móti þækli var 1:1 en þæklunartími frá 5 mín upp í 48 klst. 25

Mynd 3.15. Heimtur vatns og saltfrís þurrefnis í þorskflökum eftir mislangan þæklunartíma í 5% þækli, hlutfall fisks á móti þækli var 1:1. 27

Mynd 3.16. Heimtur vatns og saltfrís þurrefnis í þorskflökum eftir 4 vikna geymslu við -24°C. Fyrir frystingu voru flökin þækluð í mislangan tíma í 5% þækli, hlutfall fisks á móti þækli var 1:1. 28

Mynd 3.17. Vatnsheldni (%) í þorskflökum (n=3) eftir þæklun sem framkvæmd var á mismunandi hátt, m.t.t. þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fisks á móti þækli. 29

Mynd 3.18. Vatnsheldni (%) í þorskflökum (n=3) eftir geymslu í frosti (4 vikur) og uppþíðingu í 5-6 klst við 20°C. Flökin voru þækluð fyrir frystingu á mismunandi hátt, m.t.t. þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fisks á móti þækli. 30

Mynd 3.19. Fylgni á milli vatnsheldnigilda þorskflaka (n=3) sem fengust með gamla (GSA) og nýja (SS-34) mælibúnaðinum. Flökin höfðu verið þækluð á mismunandi hátt, m.t.t. þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fisks á móti þækli.

Mynd 3.20. og 3.21. Línulegt samband á milli vatnsheldni (eftir þæklun en fyrir frystingu) og drips við þíðingu þorskflaka ($n=3$) sem framkvæmd var strax eftir frystingu. Vatnsheldnimælingar voru framkvæmdar með tvenns konar búnaði „gamla“ (GSA) og „nýja“ (SS-34.). 32

Mynd 3.22. Breytingar í vatnsheldni og nýtingu þorskflaka með þæklunartíma, (þækilstyrkur 5%, hlutfallið fiskur:þækli var 1:1). Mælingar voru framkvæmdar eftir þæklun. 33

Mynd 3.23. Vatnsheldni og nýting þorskflaka eftir 4 vikna geymslu við -24°C . Flökin höfðu verið þæklud fyrir frystingu í mislangan tíma, (þækilstyrkur 5%, hlutfallið fiskur:þækli var 1:1). 34

Mynd 3.24. og 3.25. Línulegt samband á milli drips við þíðingu þorskflaka ($n=3$) sem framkvæmd var strax eftir frystingu og vatnsheldni sem mæld var fyrir frystingu en eftir þæklun flakanna. Vatnsheldnimælingar voru framkvæmdar með tvenns konar búnaði (gamli búnaður = GSA og nýi búnaður = SS-34.). 35

1 INNGANGUR

Skýrslan fjallar um niðurstöður fortíðarinnar í verkefninu „Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða“. Hverjum verkhluta verða gerð skil á þennan hátt. Fræðilegt yfirlit verkefnisins er að finna í sér samantekt sem nýtast mun í gegnum allt verkefnið.

Markmið verkefnisins er að afla þekkingar um áhrif léttþæklunar (lageringar) á gæði þorsklaka fyrir frystingu og einnig að geta skilað aðferð sem iðnaðurinn mun geta nýtt sér við vinnslu þorsks. Tilgangur léttþæklunar er að auka stöðugleika, vatnsheldni og nýtingu við flakavinnslu fyrir frystingu. Þetta er aðferð sem menn eru byrjaðir að nota til þess að auka verðmæti frosinna fiskafurða. Um er að ræða aðferð sem hefur verið nýtt í rækjuvinnslu og kjötiðnaði og er óðum að ryðja sér til rúms í fiskvinnslu hérlandis. Notkun aðferðarinnar á nýju sviði kallar á meiri þekkingu til laga megi ferlinn að breyttum aðstæðum. Ráðleggingar og vel skilgreindar verklýsingar til iðnaðarins er m.a. það sem verkefninu er ætlað að skila.

Í þessum hluta var kannað hvort og hvaða áhrif þækilstyrkur, þæklunartími og hlutfall fisks á móti þækli hafa á þætti eins og nýtingu og efnainnihald.

2 AÐFERÐIR OG EFNI

2.1 Hráefni

Fiskurinn sem notaður var í tilrauninni var þorskur, sem fyrirtækið Fiskkaup hf sá um að útvega og flaka. Þorskurinn var veiddur fyrir vestan þann 27.7. 2000, á trillu frá Patreksfirði, líklega á handfæri. Hann var flakaður á 2. degi eftir veiði. Flökin voru að meðaltali um $457,7 \pm 45,5$ g, það þyngsta 556,0 g og það léttasta 260,9 g.

Salt (MV Sava Lane Almeria) til pæklunar var keypt hjá Saltkaupum (Tafla 2.1.). Styrkur pækils var stilltur af með því að vigta út salt á móti vatni. Pækillinn var síðan geymdur á kæli ($0-5^{\circ}\text{C}$), þar til að pæklun kom.

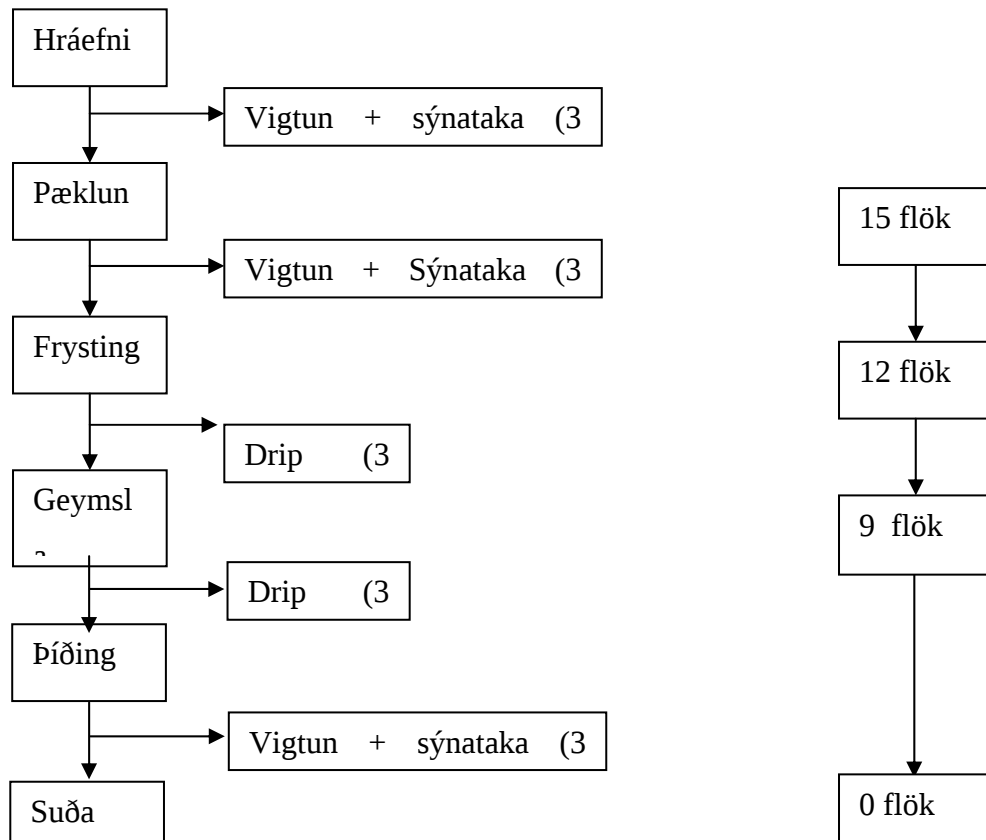
Tafla 2.1. Efnasamsetning þess salts (NaCl) sem notað var í tilrauninni

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

2.2 Pæklun og frysting

Hvert flak var merkt með númeruðum fjármerkjum til að hægt væri að fylgjast með vigt hvers og eins í gegnum ferlið. Fjöldi flaka í hverjum hóp var að lágmarki 15 (Mynd 2.1). Sextán hópar voru pæklaðir fyrir frystingu en hlutfall fisks á móti pækli, pækilstyrkur og pæklunartími voru mismunandi (Tafla 2.2. og 1.3.). Einn hópur var frystur án pæklunar til

viðmiðunar. Eftir þæklun var látið leka af flökunum í 5-10 mín. áður en þau voru vigtuð. Síðan voru þau fryst í plötufrysti í 1 klst og 20 mín en mælt er með að lengja frystitíma í 2 klst. Þar sem þæklunartími var frá 5 mín upp í 48 klst, dreifist frysting á flökunum yfir 2 sólarhringa.



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

Eftir frystingu voru tekin frá 3 flök fyrir dripmælingu en öðrum flökum pakkað í frostoplana plastpoka og sett í frostgeymslu (-24°C).

Tafla 2.2. Þæklunaraðferðir fyrir hópar 1-4, þar sem þorsflök voru léttþækluð fyrir frystingu

Hópur	Þækilstyrkur (%)	Þæklunartími (mín)	Hlutföll (f:p)
1	5	5	f 1 : p 1
2	5	5	f 1 : p 2

3	15	5	f 1 : p 1
4	15	5	f 1 : p 2
5	5	20	f 1 : p 1
6	5	20	f 1 : p 2
7	15	20	f 1 : p 1
8	15	20	f 1 : p 2

Tafla 2.3. Pæklunaraðferðir fyrir hópar 9-16, þar sem þorsklök voru léttþækluð fyrir frystingu

Hópur	Pækilstyrkur (%)	Pæklunartími mín/klst)	(Hlutföll (f:p)
9	5	40 mín	f 1 : p 1
10	5	1 klst	f 1 : p 1
11	5	2 klst	f 1 : p 1
12	5	4 klst	f 1 : p 1
13	5	8 klst	f 1 : p 1
14	5	18 klst	f 1 : p 1
15	5	32 klst	f 1 : p 1
16	5	48 klst	f 1 : p 1

2.3 Þíðing eftir um 4 vikna geymslu í frosti

Flökin voru tekin úr frostgeymslu eftir rúmar 4 vikur (31 dag) og þídd við stofuhita (20°C) í 5-6 klst . Flökin voru sett á grindur til að allur vökvi rynni greiðlega í burtu og plast breitt yfir þau til að varna uppgufun og þornun yfirborðs.

2.4 Nýting

Til að fylgjast með þyngdarbreytingum í gegnum vinnsluferilinn voru flök vigtuð fersk, þækluð, þídd og gufusoðin. Við útreikninga á nýtingu var vigt flaka fyrir þæklun (fersk) notuð til viðmiðunar.

2.5 Suðunýting

Flökin voru gufusoðin á grind í 10-11 mín og síðan látin kólna í 7-8 mín áður en þau voru vigtuð. Suðunýting var metin út frá þyngdartapi við suðu, þ.e. með því að vigta flökin fyrir og eftir suðu.

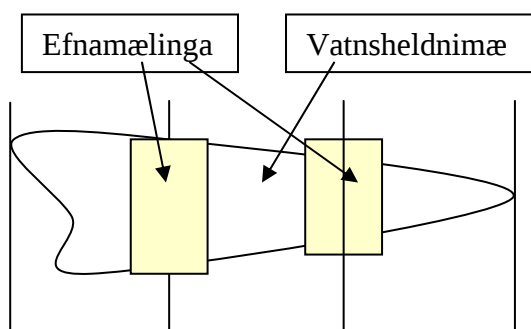
2.6 Drip

Drip var mælt strax eftir frystingu og aftur eftir mánuð í geymslu. Við mælingar á dripi voru tekin 3 flök úr hverjum hóp og þídd í kæli (2-3°). Plast var breitt yfir flökin. Drip var metið sem þyngdartap við þíðinguna, þ.e. þyngd flaka eftir þíðingu var borin saman við þyngd flakanna úr frosti. Í mælingunni sem gerð var strax eftir frystingu voru flökin vigtuð eftir 20, 28 og 38 klst í kæli. Eftir mánaðar geymslu í frosti voru flök vigtuð eftir 39,5 klst og 43,5 klst.

2.7 Sýnataka

Tekin voru sýni (n=3) af hráefni og úr hverjum hóp eftir þæklun og 1 mánaðar geymslu í frosti. Teknikir voru um 4 cm breiðir bitar á tveimur stöðum úr hverju flaki (Mynd 2.2.). Búið var til eitt sýni fyrir hvern hóp með því að blanda bitum úr sama hópi saman. Miðstykki voru notuð í vatnsheldnimælingar en í hópum 13-16 var hvert stykki mælt fyrir sig.

Vatnsheldnimælingar voru framkvæmdar eins fljótt og auðið var eftir sýnatöku en sýni fyrir efnamælingar voru fryst og geymd við -24°C þar til að mælingum kom. Sýni voru hökkuð/rifin niður fyrir mælingarnar með Braun matvinnsluvél (type 4262; Braun, Kronberg, Germany). Fyrir vatnsheldnimælingar voru sýni hökkuð í 10-20 sec, á hraða 4. Hökkun var stöðvuð ef sýni fór að „hnoðast“.



Mynd 2.2. Sýnataka af ferskum þorskflökum og eftir þæklun og 1 mánuð í frostgeymslu.

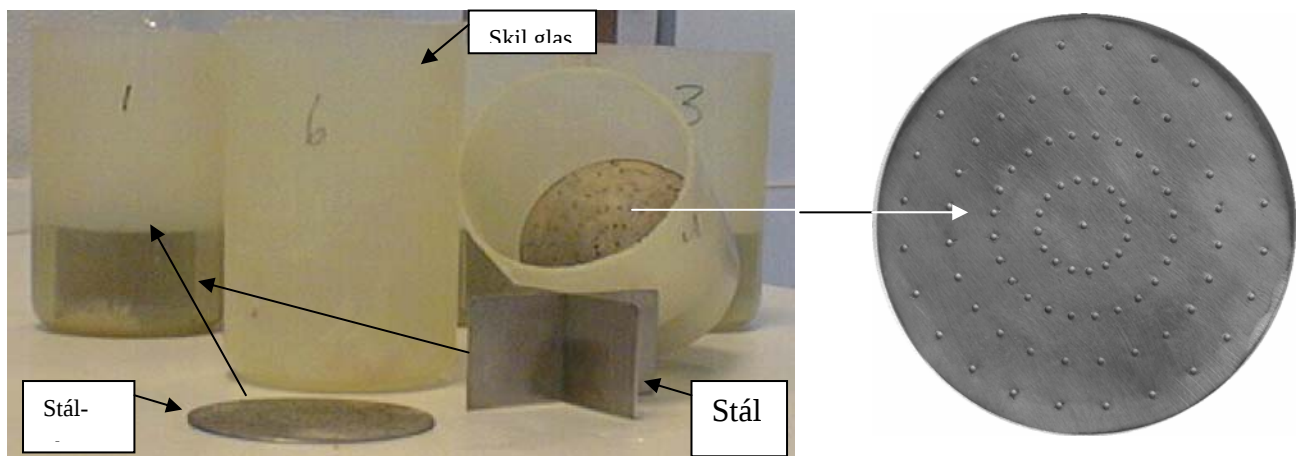
2.8 Ákvörðun á pH og magni salts og vatns

Sýrustig var ákvarðað með því að blanda saman 20 g af hökkuðu sýni og 80 ml af eimuðu vatni með segulhræru í 3 mín. Elektroðu ('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).

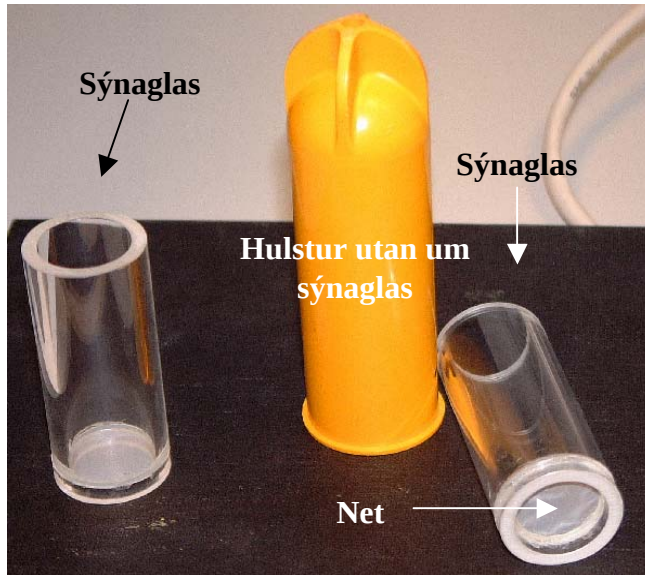
2.9 Vatnsheldni (water holding capacity = WHC)

Bæði gamli mælibúnaðurinn fyrir GSA rótor og sá nýi, þ.e. plexiglerglös frá Noregi (fyrir SS-34 rótorinn) voru notuð. Skilvinduglös gamla búnaðarins (Mynd 2.3.) voru um 10 cm djúp and 6 cm í þvermál, sem var stöðluð stærð fyrir GSA-rótorinn og skilvinduna (Sorvall type RC-5B, Dupoint company, USA). Stálkross var notaður sem undirstaða undir stálplötu (3 cm frá botni/55 cm í þvermál) sem sýni voru sett á. Síupappír (Whatman, no. 1) var lagður undir sýni. Stálplötur voru allar gataðar á sama hátt en göt voru um 1 mm að þvermáli.



Mynd 2.3. Gamli búnaður (GSA-rótor) sem notaður var til vatnsheldnimælinga

Plexiglerglösin voru um 2,5 cm í þvermál. Fíngert net kom í stað stálplötu í gamla búnaðinum (Mynd 2.4.). Glösin voru sett í hulstur fyrir SS-34 rótorinn en undir þau voru settar litlar plastkúlur sem að studdu undir netið.



Mynd 2.4. Plexiglerglös – nýr búnaður til vatnsheldnimælingar (SS-34-rótor).

Vigtuð voru út 10g sýni fyrir gamla búnaðinn en 2g sýni fyrir þann nýja. Notaður var sami hraði í báðum tilfellum, sem þýðir að heldur meiri krafti var beitt í stóra rótorinum. Miðað var við að SS-34 ætti að snúast á um 1350 rpm (stillt skv. mæli). Á sömu hraðastillingu (stillt með hraðastilli) sýndi mælir um 1500 rpm fyrir GSA rótor, 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. Vatnsheldni (water holding capacity = WHC) var fundin á eftirfarandi hátt:

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

2.10 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.

2.11 Tölfræðileg úrvinnsla

Þáttuð tilraunahögun var notuð til þess að finna áhrif hvers þáttar og víxlverkarnir. Tölfræðilegur samanburður var gerður á sýnum með ANOVA, t-prófi og Duncans prófi. Miðað var við 95% öryggismörk.

3 NIÐURSTÖÐUR

3.1 Áhrif af þækilstyrk, þæklunartíma og hlutföllum (2^3 -tilraun)

3.1.1 Nýting eftir þæklun

Eftir þæklun var nýting flaka á bilinu 101,4% til 103,6% (Tafla 3.1). Af þeim þremur þáttum sem prófaðir voru hafði þæklunartími marktæk áhrif ($p \leq 0,05$) þ.e. lengri þæklun skilaði hærri nýtingu. Víxlverkunaráhrif á milli saltstyrks og hlutfalls fisks á móti þækli voru einnig marktæk. Í 5% þækli þyngdust þau flök meira sem þækluð voru í hlutfallinu 1:1 heldur en 1:2 (Mynd 3.1.) sem var öfugt við það sem búist var við. Annað kom í ljós með hópana sem þæklaðir voru í 15% þækli en þyngdaraukning var meiri hjá þeim flökum sem þækluð voru í hlutfallinu 1:2 (Mynd 3.2). Munur var þó ekki marktækur eftir 20 mín þæklun ($p \leq 0,05$).

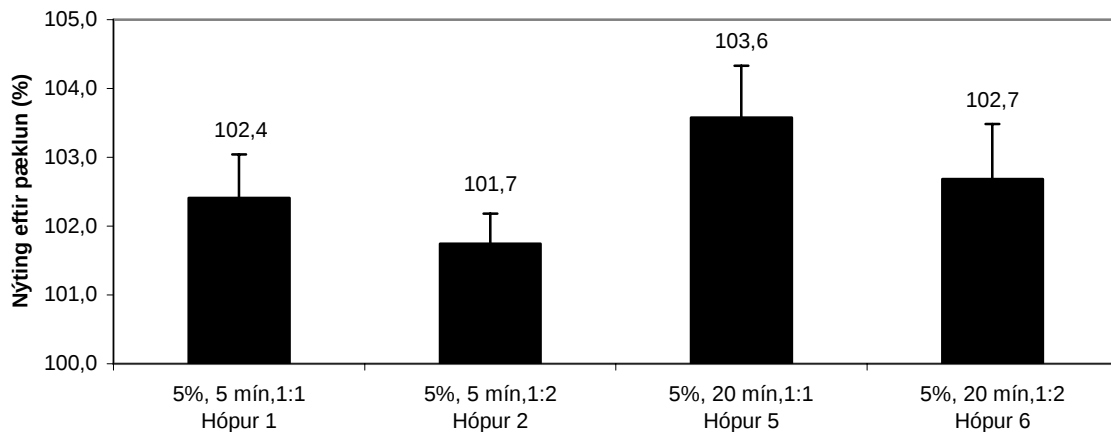
Tafla 3.1. Meðalnýting þorskflaka (n=15) eftir þæklun, tveir styrkleikar af þremur þáttum (þækilstyrk, þæklunartíma og hlutfalli fisks á móti þækli) voru prófaðir við þæklun.

	Hópur 1	Hópur 2	Hópur 3	Hópur 4	Hópur 5	Hópur 6	Hópur 7	Hópur 8
Þæklunaraðferð								
:	5%,	5%,	15%,	15%,	5%,	5%,	15%,	15%,
Þækilstyrkur	5 mín,	5 mín,	5 mín,	5 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,
Þæklunartími	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2
Fiskur:þækli								
Nýting flaka (%)	102,4 ^a	101,7 ^b	101,4 ^b	102,3 ^a	103,6 ^c	102,7 ^{a,d}	102,8 ^{a,d}	103,2 ^{c,d}
Staðalfrávik	0,6	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	0,7

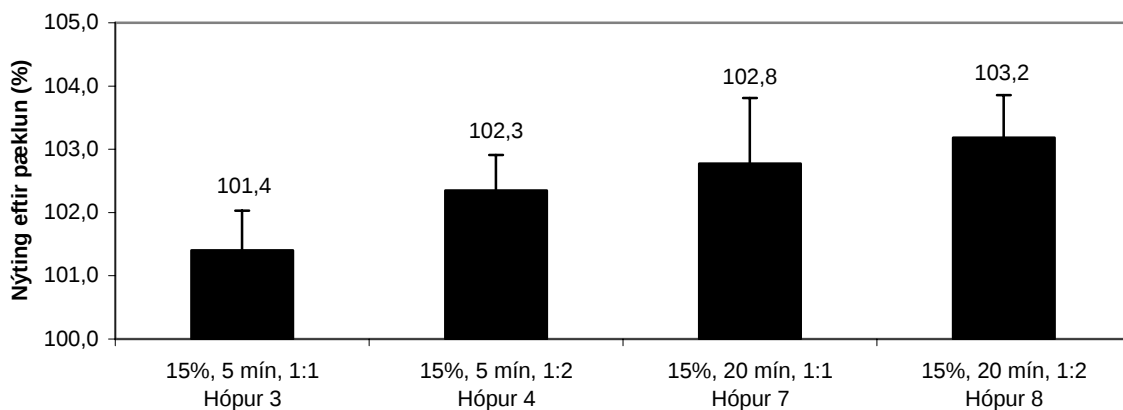
^{a-g} Munur á milli meðaltala sem bera sama bókstaf er ekki marktækur ($p \leq 0,05$), samkv. anova og t-prófi..

Tölfræðilegur samanburður á þeim flökum sem þækluð voru í 5% þækli (Mynd 3.1) sýndi að marktækur munur ($p \leq 0,05$) var á nýtingu allra hópa nema á milli hóps 1 og hóps 6. Hópur 1 var þæklaður í hlutfallinu 1:1 í 5 mín og hópur 6 í hlutfallinu 1:2 í 20 mín. Þetta var ekki í samræmi við það sem vænta mátti, þar sem lengri þæklunartími og hærra hlutfall þækils hefðu átt að skila hærri nýtingu.

Munur á nýtingu flaka sem pækluð voru í 15% pækil (Mynd 3.2) var marktækur ($p \leq 0,05$) milli allra hópa nema á milli hóps 4 (5 mín, 1:2) og hóps 7 (20 mín, 1:1) og á milli hóps 7 (20 mín, 1:1) og hóps 8 (20 mín, 1:2).



Mynd 3.1. Nýting þorskflaka ($n=15$) eftir pæklun í 5% pækli, pæklunartími og hlutföll (fiskur:pækli) voru breytileg.



Mynd 3.2. Nýting þorskflaka ($n=15$) eftir pæklun í 15% pækli, pæklunartími og hlutföll (fiskur:pækli) voru breytileg.

3.1.2 Nýting eftir um 4 vikna geymslu í frosti og þíðingu

Eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C) og þíðingu, var nýting flaka sem ekki voru pækluð fyrir frystingu $98,46 \pm 0,59$ %. Pæklun fyrir frystingu bætti meðalnýtingu ($p \leq 0,05$) en ekki

var marktækur munur á milli hópa 1-8 (Tafla 3.x.). Þæklunartími hafði mest áhrif á nýtingu ($p=0,07$), aðrir þættir og víxlverkunaráhrif höfðu mun minni áhrif.

Tafla 3.2. Meðalnýting þorskflaka (n=6) eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C. Flökin voru þækluð fyrir frystingu og geymd í um 4 vikur við -24°C.

	Hópur 1	Hópur 2	Hópur 3	Hópur 4	Hópur 5	Hópur 6	Hópur 7	Hópur 8
Þæklunaraðferð								
:	5%,	5%,	15%,	15%,	5%,	5%,	15%,	15%,
Þækilstyrkur	5 mín,	5 mín,	5 mín,	5 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,
Þæklunartími	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2
Fiskur:þækli								
Nýting flaka (%)	101,35	100,46	101,04	101,69	102,20	101,76	101,96	101,56
Staðalfrávik	1,00	1,11	0,60	1,56	0,91	0,73	0,74	2,82

Ekki var marktækur ($p \leq 0,05$) munur á milli meðaltala, samkv. anova.

3.2 Nýting eftir gufusuðu á þíddum fiski

Ekki kom fram marktækur munur á nýtingu þíddra flaka eftir gufusuðu í 10 mín en hún lá á bilinu 76,9% til 87,5%. Nýting viðmiðunarsýnis eftir sömu meðhöndlun var $76,2 \pm 0,4$ %.

Tafla 3.3. Meðalnýting frystra þorskflaka (n=3) eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C og gufusuðu í 10 mín. Flökin voru þækluð fyrir frystingu og geymd í um 4 vikur við -24°C.

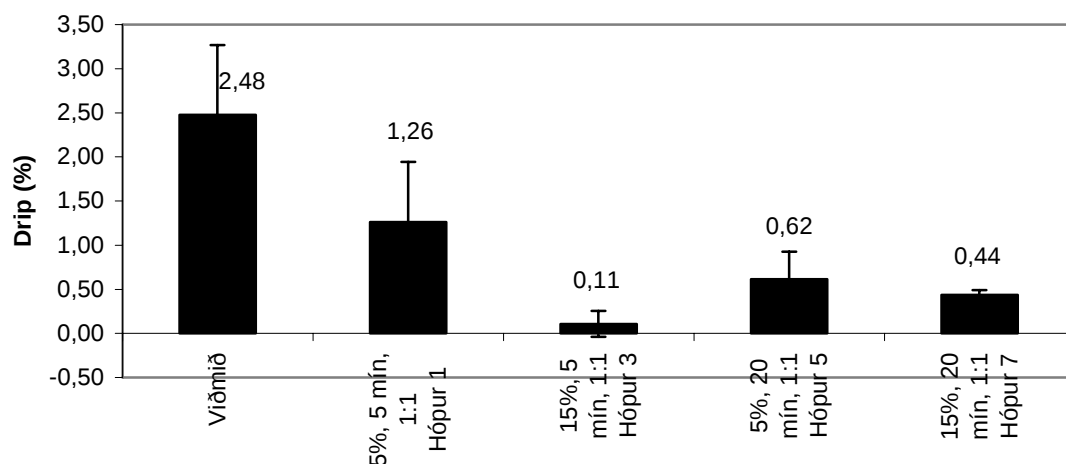
	Hópur 1	Hópur 2	Hópur 3	Hópur 4	Hópur 5	Hópur 6	Hópur 7	Hópur 8
Þæklunaraðferð								
:	5%,	5%,	15%,	15%,	5%,	5%,	15%,	15%,
Þækilstyrkur	5 mín,	5 mín,	5 mín,	5 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,
Þæklunartími	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2

Fiskur:pækli									
Nýting flaka (%)	79,4	79,0	87,5	76,9	80,3	78,7	82,8	80,3	
Staðalfrávik	3,8	1,1	10,7	6,8	0,8	1,5	1,4	5,1	

Ekki var marktækur ($p \leq 0,05$) munur á milli meðaltala, samkv. anova.

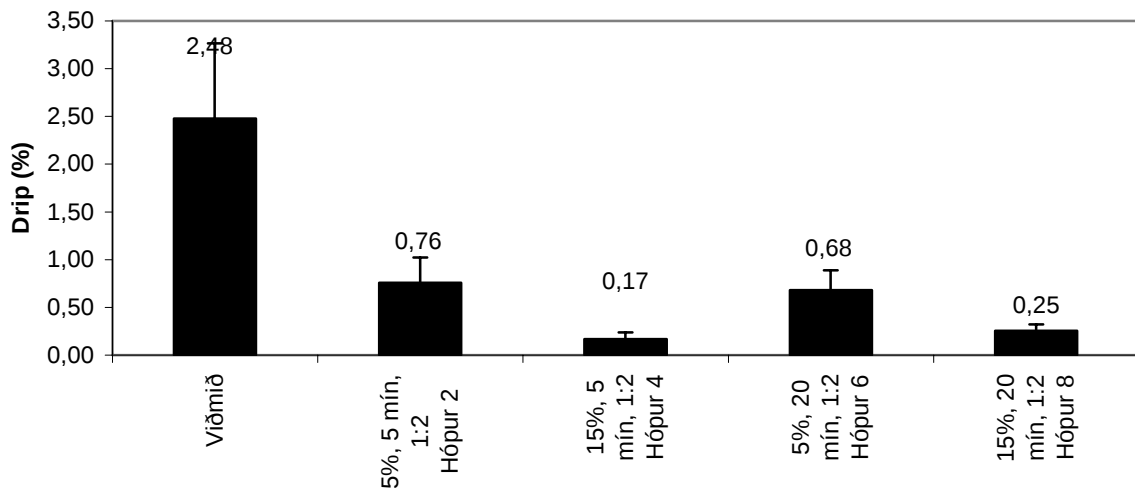
3.3 Drip

Samkvæmt dripmælingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu reyndist þyngdartap viðmiðunarhóps vera 2,5%. Pæklun fyrir frystingu dró greinilega úr dripi (hópur 1-8), samanborið við viðmiðunarhópinn (Mynd 3.3 og 3.4). Af þeim þremur þáttum sem prófaðir voru, hafði saltstyrkur mest áhrif á drip. Víxlverkunaráhrif á milli styrks og pæklunartíma reyndust einnig marktæk (95% öryggismörk). Drip flaka sem pækluð voru í hlutfallinu 1:1 var minna úr flökum sem pækluð voru í 15% pækli heldur en 5% pækli. Þetta gildi bæði fyrir 5 og 20 mín pæklunartíma. Munurinn var þó aðeins tölfræðilega marktækur fyrir flök sem pækluð voru í 5 mínútnur ($p < 0,05$). Sama mynstur sást þegar flök voru pækluð í hlutfallinu 1:2 við samsvarandi pækilstyrki og pæklunartíma. Minna drip var úr flökum sem pækluð voru í 15% pækli heldur en 5% pækli og var munur á milli hópa marktækur bæði fyrir 5 mínútna og 20 mínútna pæklunartímann ($p < 0,05$).



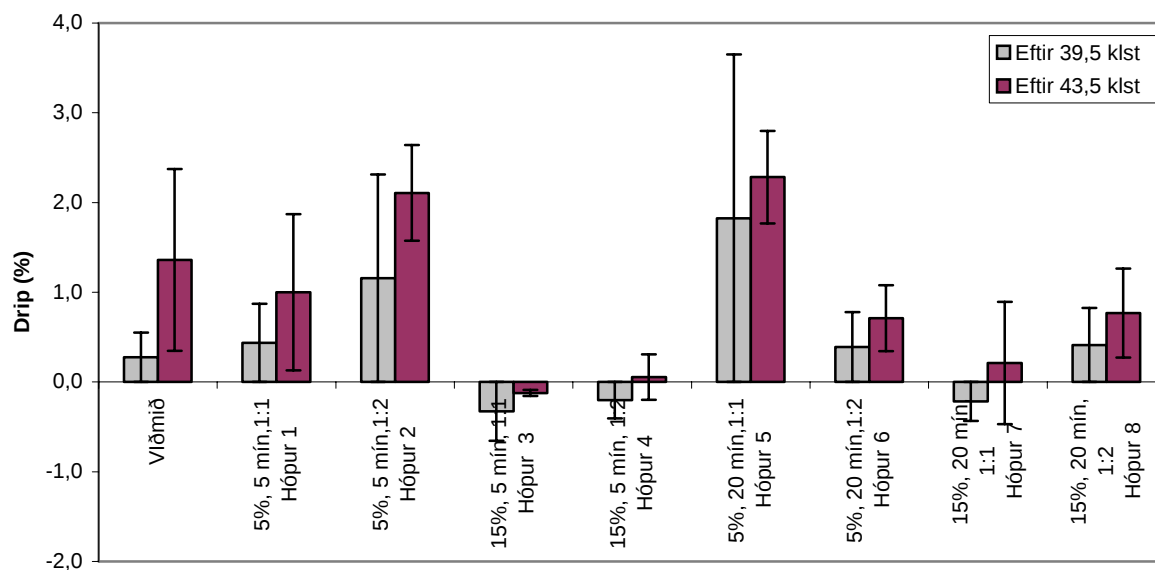
Mynd 3.3. Drip þorsklaka ($n=3$) eftir 38 klst þíðingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu við 0-5°C. Pækilstyrkur og pæklunartími voru mismunandi en hlutfall fíks á móti pækli 1:1 fyrir alla hópa nema viðmiðunarhópinn sem var frystur án pæklunar.

Einnig var skoðað hver áhrif pæklunaraðferða væru á nýtingu flakanna eftir dripmælingu, þ.e. hvert hlutfall þyngdar eftir þíðingu af þyngd flakanna fyrir pæklun væri. Í ljós kom að pæklunartími og víxlverkunaráhrif á milli pæklunartíma og hlutfalls fisks á móti pæklun höfðu mest áhrif á nýtingu eftir þíðinguna. Þetta var í samræmi við þær niðurstöður sem fengust fyrir nýtingu eftir pæklun.



Mynd 3.4. Drip þorskflaka ($n=3$) eftir 38 klst þíðingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu við $0-5^{\circ}\text{C}$. Pækilstyrkur og pæklunartími voru mismunandi en hlutfall fisks á móti pækli 1:2 fyrir alla hópa nema viðmiðunaráhrifinn sem var frystur án pæklunar.

Dripmæling sem framkvæmd var á flökunum eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C) sýndi að saltstyrkur pækils var sá þáttur sem skipti mestu máli m.t.t. drips (Mynd 3.5.). Drip var að jafnaði minna úr flökum sem pækluð höfðu verið í sterkari pækli. Þessar niðurstöður voru í samræmi við fyrri dripmælingu.



Mynd 3.5. Drip þorskflaka (n=3) eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C, sem framkvæmd var strax eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C). Fyrir frystingu höfðu flökin verið þækluð á mismunandi hátt, m.t.t. þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fiskis á móti þækli. Einn hópur var frystur án þæklunar til viðmiðunar.

Tafla 3.4. Meðalnýting þorskflaka (n=3) eftir dripmælingu (þíðing við 0-5°C) sem var framkvæmd eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C). Flökin voru þækluð fyrir frystingu fyrir utan einn hópur sem var notaður til viðmiðunar.

	Viðmið	Hópur 1	Hópur 2	Hópur 3	Hópur 4	Hópur 5	Hópur 6	Hópur 7	Hópur 8
Pæklunaraðferð		5%,	5%,	15%,	15%,	5%,	5%,	15%,	15%,
Þækilstyrkur		5 mín,	5 mín,	5 mín,	5 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,
Þæklunartími		1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2
Fiskur:þækli									
Nýting eftir 39,5 klst þíðingu (%)	98,8 ^a	101,2 ^{b,c}	100,4 ^{a,b}	100,7 ^b	101,7 ^{b,c}	101,4 ^{b,c}	102,0 ^{b,c}	103,4 ^d	102,7 ^{c,d}
Staðalfrávik	1,0	0,3	0,5	0,5	0,1	0,9	1,7	1,9	0,9
Nýting eftir 43,5 klst	97,7 ^a	100,6 ^{b,c}	99,4 ^{a,b}	100,5 ^{b,c}	101,4 ^{b,c}	101,0 ^{b,c}	101,6 ^{b,c}	103,0 ^d	102,4 ^{c,d}

Þíðingu (%)									
Staðalfrávik	1,3	0,5	0,5	0,6	0,1	1,0	1,6	2,0	0,9

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

3.1.1

Áhrif á nýtingu flaka voru mest af völdum þæklunartíma en áhrif af saltstyrk voru einnig marktæk ($p \leq 0,05$). Það benti því til að lengri þæklun og notkun sterkari þækils myndi skila betri nýtingu þó að munur á milli hópa í þessari tilraun hafi ekki alltaf reynst marktækur (Tafla 3.4). Samanburður við viðmiðunarhóp sýndi að nýting þæklaðra flaka eftir 43,5 klst þíðingu var um 1,7-5,3 prósentustigum hærri heldur en nýting flaka í viðmiðunarhóp.

3.4 Efnainnihald

Fyrir þæklun innihéldu flökin ($n=3$) að meðaltali um 82,4% af vatni og 0,2% af salti en pH var 6,86. Við þæklun urðu breytingar á hlutfalli vatns og salts í fiskvöðvanum en pH stóð í stað eða lækkaði lítilsháttar (Tafla 3.5.).

Tafla 3.5. Niðurstöður úr salt- vatns- og pH-mælingum á þorskflökum ($n=3$) eftir þæklun, tveir styrkleikar af þremur þáttum (þækilstyrk, þæklunartíma og hlutfalli fisks á móti þækli) voru prófaðir við þæklun.

	Hópur 1	Hópur 2	Hópur 3	Hópur 4	Hópur 5	Hópur 6	Hópur 7	Hópur 8
Þæklunaraðferð								
:	5%,	5%,	15%,	15%,	5%,	5%,	15%,	15%,
Þækilstyrkur	5 mín,	5 mín,	5 mín,	5 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,
Þæklunartími	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2
Fiskur:þækli								
Vatn (%)	82,9	82,7	81,6	82,3	82,5	82,6	81,5	82,2
Salt (%)	0,6	0,5	1,0	1,3	0,7	0,6	1,3	1,5
pH	6,9	6,9	6,7	6,8	6,8	6,7	6,6	6,7

Saltstyrkur pækils hafði mest áhrif á hlutfall vatns ($p=0,06$) og salts ($p=0,02$) í vöðvanum eftir þæklun. Næstmest áhrif á % vatns höfðu víxlverkunaráhrif af völdum saltstyrks og hlutfalls fisks:pækils ($p=0,13$). Sama var að segja um áhrif á % salts ($p=0,09$) í vöðvanum, þæklunartími hafði einnig mikið að segja þó að áhrif teldust ekki heldur marktæk ($p=0,09$). Áhrif á pH voru mest af völdum saltstyrks og þæklunartíma ($p=0,15$).

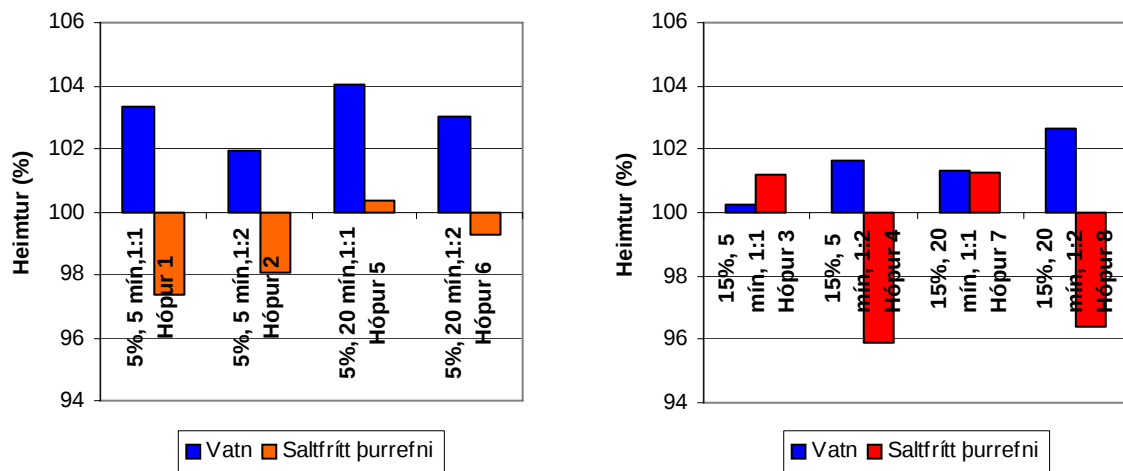
Eftir geymslu í 4 vikur í frosti innihéldu viðmiðunarflök 82,6% vatn og 0,2% salt, sýrustig var 6,89. Í hópum 1-8 var vatnsinnihald á bilinu 82,0-82,5%, saltinnihald 0,5-1,5% og sýrustig 6,73-6,86 (Tafla 3.6). Áhrif hvers þáttar, þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls f:p á % vatns í flökum voru ekki marktæk ($p \geq 0,50$) enda var hlutfall vatns mjög svipað í öllum hópunum. Þyngst vógu víxlverkunaráhrif þækilstyrks og þæklunartíma ($p=0,32$). Bæði þækilstyrkur og þæklunartími höfðu marktæk áhrif á % salts í flökum. Þæklunartími vóg þyngra, hærri saltinnihald mældist í flökum sem þækluð voru í lengri tíma. Áhrif á sýrustig voru ekki marktæk.

Tafla 3.6. Niðurstöður úr salt- vatns- og pH-mælingum á þorskflökum ($n=3$) eftir um 4 vikna geymslu í frosti. Fyrir frystingu voru flökin þækluð á mismunandi hátt m.t.t. þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fisks á móti þækli.

	Hópur 1	Hópur 2	Hópur 3	Hópur 4	Hópur 5	Hópur 6	Hópur 7	Hópur 8
Þæklunaraðferð								
:	5%,	5%,	15%,	15%,	5%,	5%,	15%,	15%,
Þækilstyrkur	5 mín,	5 mín,	5 mín,	5 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,	20 mín,
Þæklunartími	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2
Fiskur:þækli								
Vatn (%)	82,3	82,0	82,3	82,2	82,2	82,5	82,0	82,0
Salt (%)	0,5	0,5	0,5	1,1	1,1	0,6	1,5	1,5
pH	6,82	6,81	6,86	6,75	6,81	6,77	6,75	6,73

3.5 Massabókhald

Saltstyrkur pækils og pæklunartími höfðu mest áhrif á heimtur á vatni, ásamt víxlverkun á milli pækilstyrks og hlutfalls fisks á móti pækli ($p \leq 0,05$). Heimtur vatns voru lægri eftir pæklun í sterkari pæklinum (15%). Við mat á áhrifum pæklunartíma kom í ljós svipað mynstur og sást fyrir nýtingu hópanna eftir pæklun. Lengri pæklun (20 mín vs. 5 mín) í 5% pækli skilaði lægri heimtum af vatni en þetta reyndist öfugt í 15% pækli (Mynd 3.6. og 3.7.). Áhrif voru marktæk miðað við 95% öryggismörk.

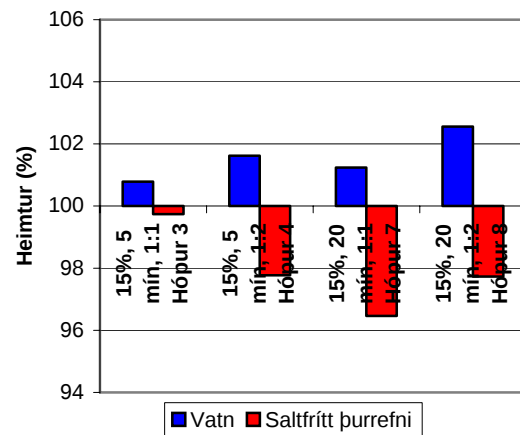
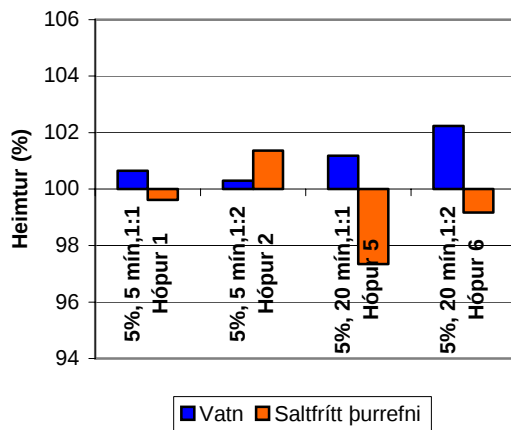


Mynd 3.6. og 3.7. Heimtur vatns og saltfrís þurrefnis í þorsflökum ($n=3$) eftir pæklun, þar sem tveir styrkleikar af þremur þáttum (saltstyrk, pæklunartíma og hlutfalli fisks á móti pækli) voru prófaðir.

Áhrif á heimtur af saltfríu þurrefni eftir pæklun reyndust ekki marktæk en þar hafði hlutfall á milli fisks og pækils mest að segja, víxlverkunaráhrif milli saltstyrks og hlutfalls komu þar næst. Saltstyrkur pækils hafði mjög lítil áhrif ($p=0,94$). Hlutfall fisks á móti pækli hafði greinilegri áhrif á heimtur saltfrís þurrefnis þegar pæklað var í 15% pækli heldur en í 5% pækli. Bæði eftir 5 mín og 20 mín pæklunartíma, reyndust heimtur vera heldur lægri þegar hlutfallið var 1:2. Munur á milli hópa sem pæklaðir voru í 5% pækli var minni og auk þess skáru flök sig úr sem pækluð voru í 5 mín, þar sem hlutfallið 1:1 skilaði heldur lægri heimtum fyrir saltfrítt þurrefni.

Eftir 4 vikur í frostgeymslu voru heimtur vatns í viðmiðunarhópi 98,7% og heimtur af saltfríu þurrefni 97,3%. Pæklunartími hafði mest áhrif ($p=0,15$) á heimtur vatns og saltfrís þurrefnis

($p=0,25$) í hópum 1-8 (Mynd 3.8. og 3.9.), þó var ekki um tölfræðilega marktækni að ræða. Hlutfall fiskis:pækils hafði næstmest áhrif á heimtur vatns en saltstyrkur pækils næstmest áhrif á heimtur saltfrís þurrefnis.



Mynd 3.8. og 3.9. Heimtur vatns og saltfrís þurrefnis í þorsflökum ($n=3$) eftir 4 vikur í frostgeymslu. Fyrir frystingu voru flökin þekluð á mismunandi hátt, þar sem tveir styrkleikar af þremur þáttum (saltstyrk, þeklunartíma og hlutfalli fiskis á móti þekli) voru prófaðir.

Heimtur vatns eftir frystingu voru heldur hærri í þeim flökum sem þekluð voru í lengri tíma og í hlutfallinu fiskur:þekill 1:2 fyrir utan eitt tilvik, þ.e. þegar flök voru þekluð í 5% þekli í 5 mín (hópur 1). Lengri þeklunartími skilaði aftur á móti lægri heimtum af saltfríu þurrefni og sama var að segja um þeklung í sterkari þekli (15% vs. 5%). Munur á milli hópa er þó ekki mikill og eins og áður hefur komið fram er ekki hægt að tala um tölfræðilega marktæk áhrif.

3.6 Áhrif af þeklunartíma

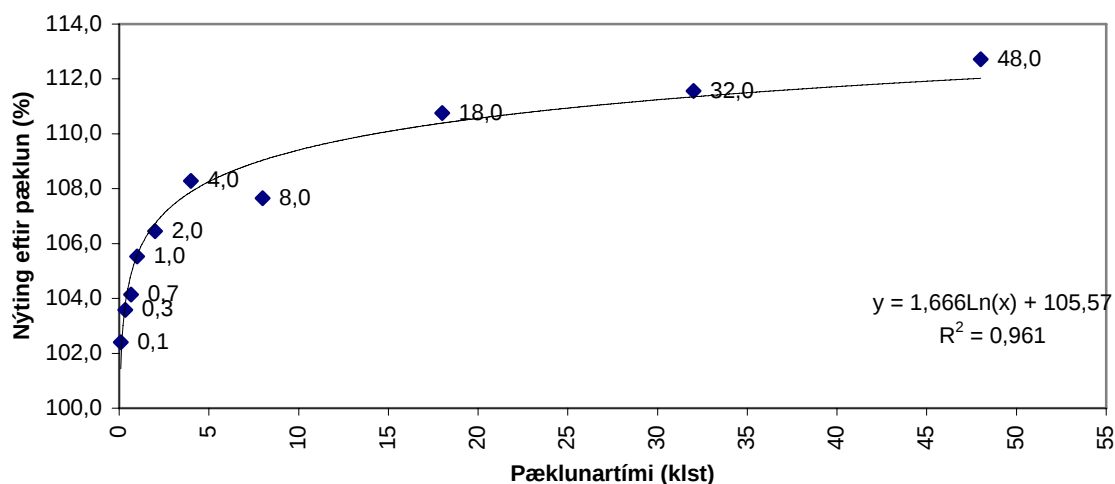
3.6.1 Nýting eftir þeklung

Niðurstöður úr þessum hluta tilraunarinnar staðfestu það sem kom fram í þáttuðu tilrauninni (2^3), þ.e. að þeklunartími hefði mikil áhrif á nýtingu (Tafla 3.10.). Þeklunartími var frá 5 mín upp í 48 klst og fór nýting logarithmískt vaxandi með þeklunartíma (Mynd 3.7). Notaðar voru niðurstöður frá hópi 1 og 5 í þáttuðu tilrauninni en þeir voru þeklaðir við sama þekilstyrk og í sama hlutfalli og hópar 9-16.

Tafla 3.7. Meðalnýting þorskflaka (n=15) eftir þæklun í 5% þækli, hlutfall fisks á móti þækli var 1:1 en þæklunartími var mislangur

Hópur	1	5	9	10	11	12	13	14	15	16
Þæklunartími	5 mín	20	40	1 klst	2 klst	4 klst	8 klst	18 klst	32 klst	48 klst
		mín	mín							
Nýting flaka (%)	102,4	103,6	104,1	105,5 ^a	106,5 ^a	108,3 ^c	107,7 ^b	110,8 ^d	111,6 ^d	112,7 ^d
Staðalfrávik	0,6	0,8	0,8	1,3	1,9	1,6	1,7	2,2	3,3	3,6

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



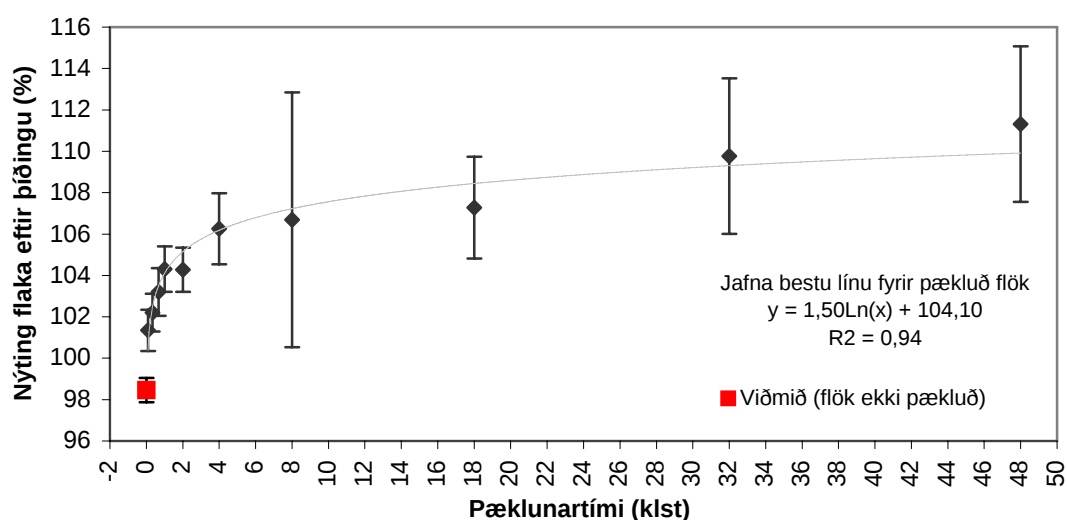
Mynd 3.10. Nýting þorskflaka (n=15) eftir þæklun í 5% þækli, hlutfallið fiskur:þækill var 1:1, þæklunartími 5 mín -48 klst. (Þæklunartími er sýndur sem klst, 5 mín=0,1 klst, 20 mín=0,3 klst og 40 mín=0,7klst).

Breytingar í nýtingu eftir þæklun voru mestar á bilinu 5 mín (0,1 klst) til 4 klst. Eftir það hægði á aukningu í nýtingu með vaxandi þæklunartíma. Ekki reyndist vera marktækur munur á milli hópa sem þæklaðir voru í 18, 32 eða 48 klst ($p \leq 0,05$). Munur var ekki marktækur á milli hópa sem þæklaðir voru í 20 og 40 mín né á milli hópa sem þæklaðir voru í 1 og 2 klst. Nýting eftir 8 klst þæklun (Hópur 13) var ekki marktækt frábrugðin nýtingu eftir 2 og 4 klst þæklun. Það sem dregur úr gildi niðurstaðna fyrir hóp 13 er að nýting hans hefði átt að vera hærri miðað við það línulega samband sem kom í ljós á milli þæklunartíma og nýtingar.

3.6.2 Nýting eftir 4 vikna geymslu í frosti og þíðingu

3.6.3

Eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C) voru flökin þídd og var nýting viðmiðunarhóps $98,46 \pm 0,59$ %. Nýting flaka sem pækluð fyrir frystingu var á bilinu 101-111% og jókst hún eftir því sem pæklunartími var lengri (Mynd 3.11). Nýting flaka sem pækluð höfðu verið var marktækt betri heldur en flaka í viðmiðunarhópi (Tafla 3.8.). Ekki var marktækur munur á hópum sem pæklaðir voru í 4, 8 eða 18 klst.



Mynd 3.11. Línulegt samband á milli nýtingar frystra þorskflaka 5-6 klst þíðingu við um 20°C (n=6 nema við 8 klst: n=7; og 32 klst: n=10) og pæklunartíma fyrir frystingu. Flökin voru pækluð í 5% pækli, hlutfall fisks á mót pækli var 1:1. Til samanburðar var einn hópur frystur án pæklunar. Geymslutími í frosti (-24°C) var um 4 vikur.

Tafla 3.8. Meðalnýting þorskflaka eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C (n=6 nema við 8 klst: n=7; og 32 klst: n=10) . Flökin höfðu verið geymd í um 4 vikur við -24°C en fyrir frystingu voru þau pækluð í 5% pækli, hlutfall fisks á mót pækli var 1:1 en pæklunartími var breytilegur. Viðmiðunarhópur var frystur án pæklunar.

Hópur	Viðmið	1	5	9	10	11	12	13	14	15	16
Pæklunartími		5 mín	20 mín	40 mín	1 klst	2 klst	4 klst	8 klst	18 klst	32 klst	48 klst
Nýting	98,5 ^a	101,3 ^a	102,2 ^b	103,2 ^b	104,3 ^{b,c}	104,3 ^c	106,3 ^{c,d}	106,7 ^{c,d}	107,3 ^d	109,8 ^e	111,

(%)		,b		,c	d	,d	e	e	,e	,f	3 ^f
Staðalfrávik	0,6	1,0	0,9	1,2	1,1	1,1	1,7	6,2	2,5	3,8	3,8

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

Mælt er með því að nota Duncans próf, frekar heldur en að bera alla möguleika saman með t-prófi. Samkvæmt t-prófi var munur marktækur á milli eftirfarandi hópa: viðmið vs. 1, 1 vs. 9, 1 vs. 10 og 5 vs. 10.

3.6.4 Nýting eftir gufusuðu á þíddum fiski

Ekki kom fram marktækur munur á nýtingu þíddra flaka eftir gufusuðu í 10 mín, eftir því hve pæklunartími hafði verið langur.

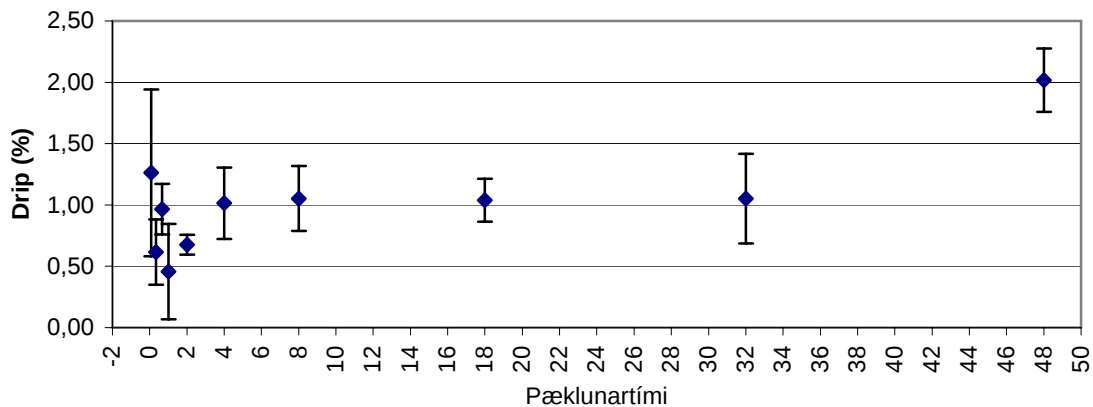
Tafla 3.9. Meðalnýting frystra þorskflaka (n=3) eftir 5-6 klst þíðingu við um 20°C og gufusuðu í 10 mín. Flökin voru pækluð fyrir frystingu og geymd í um 4 vikur við -24°C.

Hópur	Viðmið	1	5	9	10	11	12	13	14	15	16
Pæklunartími		5 mín	20 mín	40 mín	1 klst	2 klst	4 klst	8 klst	18 klst	32 klst	48 klst
Nýting (%)	76,2	79,4	80,3	81,7	79,2	78,6	82,7	81,5	79,4	80,2	81,1
Staðalfrávik	0,4	3,8	0,8	1,3	2,3	2,5	3,6	2,2	7,0	3,4	4,0

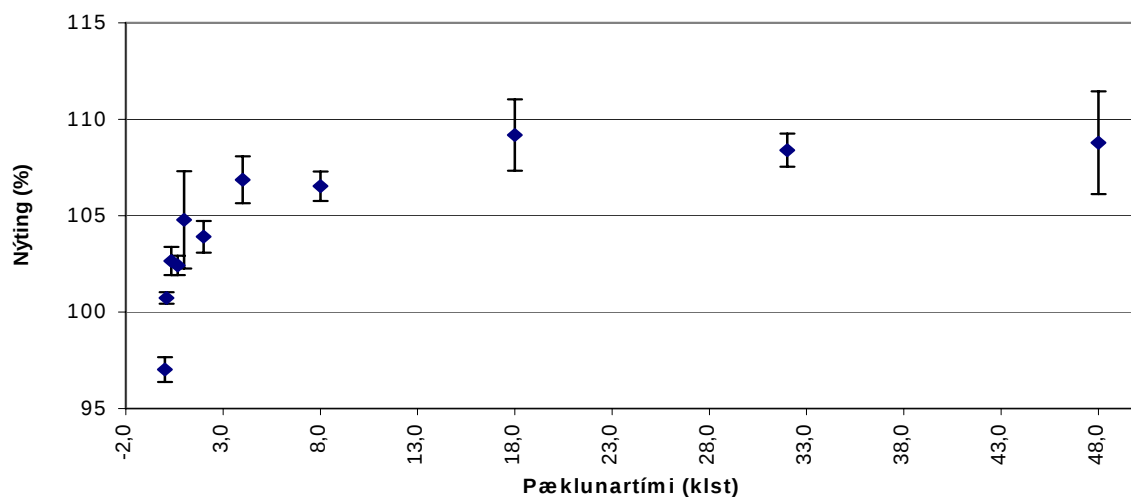
Munur á milli meðaltala var ekki marktækur ($p \leq 0,05$), samkv. anova.

3.6.5 Drip

Fyrri dripmæling var framkvæmd strax eftir frystingu en flökin voru þídd í 38 klst við 0-5°C. Ekki var hægt að sjá línulega fylgni á milli drips og pæklunartíma flaka sem pækluð voru í 5% og hlutfallinu 1:1 (Mynd 3.12). Þetta gaf þó ekki rétta mynd af nýtingu flakanna, þ.e. þyngd þeirra samanborið við þyngd fyrir pæklun. Hóparnir þyngdust mismikið við pæklunina og dripmæling gaf aðeins mynd af hlutfallslegu þyngdartapi við þíðinguna. Ef þyngd flakanna eftir dripmælinguna var borin saman við þyngd þeirra fyrir pæklun kom í ljós að flök sem voru pækluð lengur, voru með betri nýtingu. Munur á hópunum var þó lítill eftir pæklunartíma umfram 18 klst.



Mynd 3.12. Drip við þíðingu (38 klst við 0-5°C) þorsklaka ($n=3$) sem framkvæmd var strax eftir frystingu. Flök voru pækluð fyrir frystingu í 5% pækli, hlutfall fisks á móti pækli var 1:1 en pæklunartími frá 5 mín upp í 48 klst.

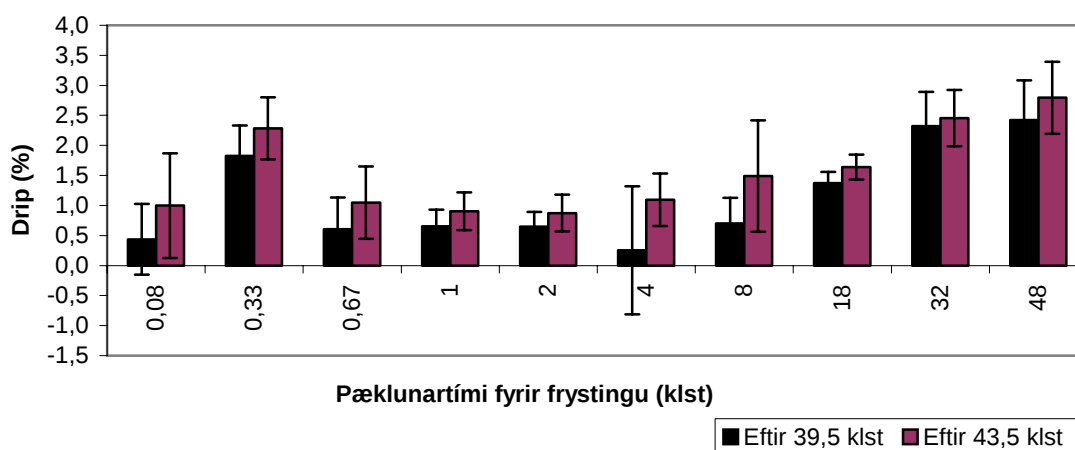


Mynd 3.13. Nýting þorsklaka ($n=3$) eftir dripmælingu, þ.e. eftir þíðingu sem framkvæmd var strax eftir þíðingu í 38 klst við 0-5°C. Flökin voru pækluð fyrir frystingu í 5% pækli, hlutfall fisks á móti pækli var 1:1 en pæklunartími frá 5 mín upp í 48 klst.

Mælingar á dripi eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C), sýndu að þyngdartap eftir 39,5 klst þíðingu var frá 0,3 upp í 2,4% (Mynd 3.14). Ekki var marktækur munur á milli hópa sem pæklaðir voru í 20 mín (0,33 klst), 18, 32 og 48 klst ($p \leq 0,05$ anova og Duncans próf). Drip í hópum sem pæklaðir voru í 5 mín (0,08), 40 mín (0,67), 1, 2, 4, 8 klst ásamt viðmiðunarhópi (0,28% drip) var svipað. Sama var að segja um hópa sem pæklaðir voru í 5 mín (0,08), 40

mín (0,67), 1, 2, 8, 18 klst og viðmiðunaráhópur, þ.e. munur á milli þessara hópa var ekki tölfræðilega marktækur.

Eftir 43,5 klst þíðingu var ekki marktækur munur á milli hópa sem þæklaðir voru í 20 mín (0,33 klst), 32 og 48 klst né á milli viðmiðunaráhóps, 20 mín (0,33 klst), 8, 18, og 32 klst. Eins var munur ekki marktækur á milli hópa sem þæklaðir höfðu verið í 5 mín (0,08), 40 mín (0,67), 1, 2, 4, 8, 18 klst og viðmiðunaráhóps.



Mynd 3.14. Drip við þíðingu (eftir 39,5 og 43,5 klst við 0-5°C) þorsklaka (n=3) sem framkvæmd var eftir um 4 vikna geymslu í frosti. Flök voru þækluð fyrir frystingu í 5% þækli, hlutfall fíks á móti þækli var 1:1 en pæklunartími frá 5 mín upp í 48 klst.

Þegar áhrif af pæklunartíma voru metin með því að skoða nýtingu flaka eftir dripmælingu sást að hún fór vaxandi með pæklunartíma (Tafla 3.10). Mest er nýting í flökum sem þækluð voru í 18 klst og 32 klst, milli þessara hópa reyndist munur ekki marktækur ($p \leq 0,05$ anova og Duncans próf).

Tafla 3.10. Meðalnýting þorsklaka (n=3) eftir dripmælingu (þíðing við 0-5°C) sem var framkvæmd eftir um 4 vikna geymslu í frosti (-24°C). Flökin voru þækluð fyrir frystingu í 5% þækli (hlutfall f:p, 1:1) í mislangan tíma, fyrir utan einn hópur sem var notaður til viðmiðunar.

Hópur	Viðmið	1	5	9	10	11	12	13	14	15	16
	ð										
Pæklunartími		5 mín	20 mín	40 mín	1 klst	2 klst	4 klst	8 klst	18 klst	32 klst	48 klst
Nýting eftir 39,5 klst	98,8	101,2 ^a	101,4 ^a	103,0 ^a	104,2 ^b	106,2 ^c	107,4 ^d	105,9 ^c	110,7 ^f	109,0 ^e	107,2 ^d
				,b	,c	,d	,e	,d		,f	,e

Þíðingu (%)												
Staðalfrávik	1,0	0,3	0,9	1,3	1,1	1,0	1,6	2,3	0,4	2,2	0,7	
Nýting eftir 43,5 klst	97,7	100,6 ^a	101,0 ^a	102,5 ^a	103,9 ^b	106,0 ^c	106,5 ^d	105,1 ^c	110,4 ^f	108,8 ^e	106,8 ^d	
Þíðingu (%)				,b	,c	,d	,e	,d		,f	,e	
Staðalfrávik	1,3	0,5	1,0	1,4	1,1	1,1	1,7	2,2	0,3	2,3	0,7	

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

3.6.6 Efnainnihald

Eins og áður hefur komið fram innihélt fiskvöðvinn 82,4% af vatni, 0,2% af salti og pH var 6,86 fyrir þæklun. Við þæklun í mislangan tíma urðu fyrst og fremst breytingar á saltmagni í flökunum (Tafla 3.11.). Hlutfall salts í vöðvanum u.þ.b. þrefaldaðist við þæklun í 0,08 klst (5 mín), 0,33 (20mín) og 0,67 klst (40mín). Ekki virtist skipta miklu máli hvort um 2, 4 eða 8 klst þæklun væri að ræða, saltmagn var 1-1,1% eftir þann tíma. Eftir 32 og 48 klst var saltmagn komið í 1,6%. Ekki var hægt að sjá neina ákveðna tilhneigingu til aukningar í % vatns eða lækkunar í pH með lengri þæklunartíma. Niðurstöður úr massabókhaldi gáfu þó betri mynd af breytingum í magni salts og vatns í vöðvanum (bls 18). Einnig fengust vísbendingar um breytingar í próteinmagni út frá útreikningum á saltfríu þurrefni.

Tafla 3.11. Niðurstöður úr efnamælingum á þorsklökum (n=3) eftir mislangan þæklunartíma, þækilstyrkur var 5% og hlutfall fisks á móti þækli 1:1.

Hópur:	1	5	9	10	11	12	13	14	15	16
Þæklunartími (klst):	0,08	0,33	0,67	1	2	4	8	18	32	48
Vatn (%)	82,9	82,5	82,6	82,4	83,3	83,5	82,2	83,2	84,1	83,0
Salt (%)	0,6	0,7	0,6	0,8	1,0	1,1	1,0	1,4	1,6	1,6
Sýrustig pH	6,87	6,76	6,76	6,72	6,67	6,91	6,74	6,76	6,75	6,67

Eftir 4 vikna geymslu í frosti var efnainnihald viðmiðunarflaka 82,6% vatn og 0,2% salt, sýrustig var 6,89. Efnainnihald flaka sem þækluð höfðu verið í mislangan tími (5 mín-48klst)

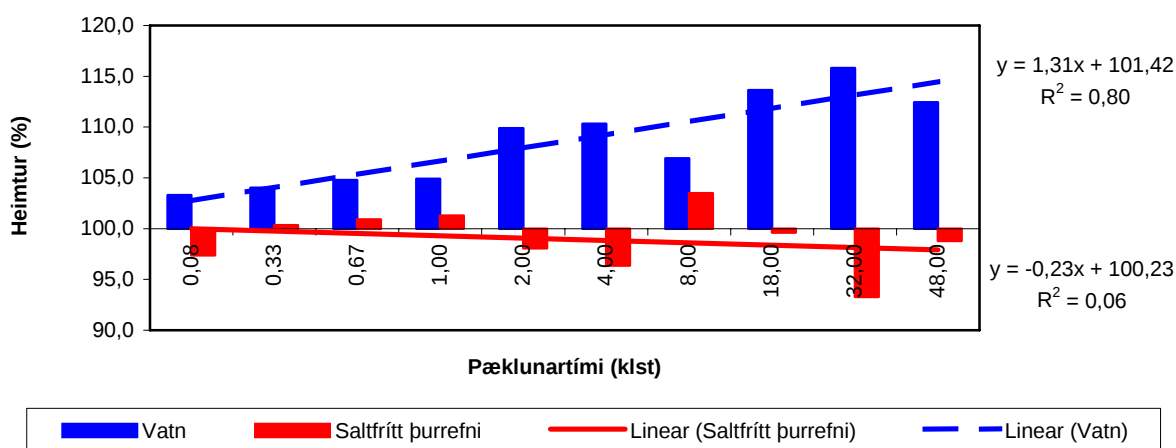
fyrir frystingu var á bilinu 82,1-83,4% vatn, 0,5-1,8% salt en pH var 6,69-6,89 (Tafla 3.12). Áhrif þæklunartíma voru mest á saltmagn í flökunum sem jókst með lengri þæklunartíma.

Tafla 3.12. Niðurstöður úr efnamælingum á þorskflökum (n=3) eftir 4 vikna geymslu í frosti. Fyrir frystingu voru flökin þækluuð í mislangan tíma en þækilstyrkur var 5% og hlutfall fisks á móti þækli 1:1.

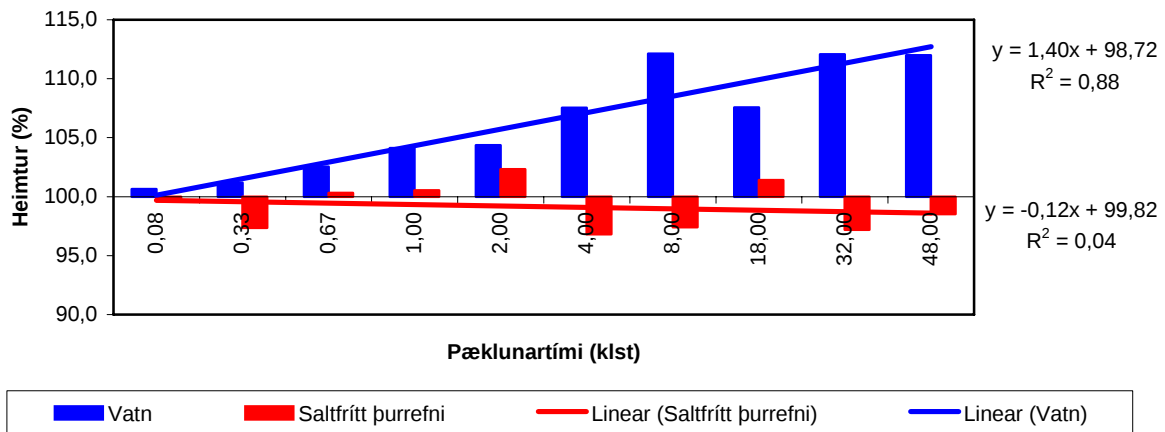
Hópur:	1	5	9	10	11	12	13	14	15	16
Þæklunartími (klst):	0,08	0,33	0,67	1	2	4	8	18	32	48
Vatn (%)	82,3	82,2	82,3	82,4	82,1	83,1	83,4	82,4	83,0	82,9
Salt (%)	0,5	1,1	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,2	1,8	1,7
Sýrustig pH	6,82	6,81	6,71	6,74	6,89	6,78	6,75	6,69	6,72	6,75

3.6.7 Massabókhald

Sveiflur í heimtum vatns (Mynd 3.15) fylgdu nokkuð vel (fylgnistuðull = 0,99) sveiflum í nýtingu eftir tímalengd þæklunar. Heimtur vatns jukust með lengri þæklunartíma (fylgnistuðull = 0,75) og að sama skapi jókst nýting (fylgnistuðull = 0,78). Erfiðara var að meta áhrif á magn saltfrís þurrefnis. Fylgni við þæklunartíma var lítil (fylgnistuðull = -0,35, R^2 fyrir jöfnu bestu línu -0,08) en neikvæð, þ.e.a.s. heimtur lækkuðu lítillega með lengri þæklunartíma. Heimtur sveiflust milli þess að vera meiri eða minni en 100%. Þæklunartími var því talinn hafa lítil áhrif á heimtur saltfrís þurrefnis og þar með breytingar í próteinmagni.



Mynd 3.15. Heimtur vatns og saltfrís þurrefnis í þorskflökum eftir mislangan þæklunartíma í 5% þækli, hlutfall fisks á móti þækli var 1:1.

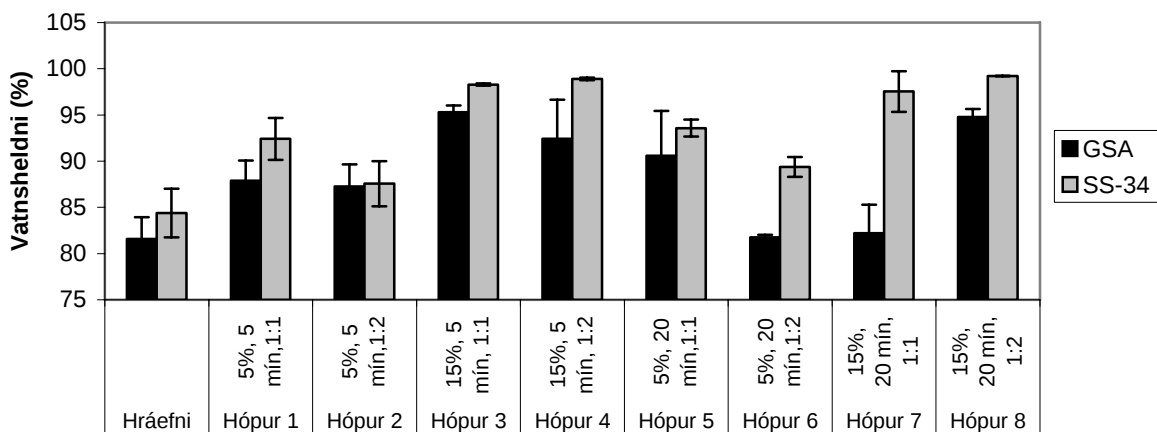


Mynd 3.16. Heimtur vatns og saltfrís þurrefnis í þorsklökum eftir 4 vikna geymslu við -24°C. Fyrir frystingu voru flökin pækluð í mislangan tíma í 5% pækli, hlutfall fisks á móti pækli var 1:1.

Eftir um 4 vikna geymslu í frosti voru niðurstöður mjög svipaðar m.t.t. fylgni á milli pæklunartíma og heimta af vatni og saltfríu þurrefni (Mynd 3.16). Nýting jókst með lengri pæklunartíma (fylgnistuðull = 0,79) og sama var að segja um heimtur vatns (fylgnistuðull = 0,76). Fylgni á milli nýtingar og heimta vatns var mjög mikil (fylgnistuðull = 0,997) enda var vatn yfir 80% af vöðvanum. Áhrif pæklunartíma á heimtur af saltfríu þurrefni voru lítil (fylgnistuðull = -0,23) en líkt og eftir pæklun sást ákveðin tilhneiging í átt að meira tapi með lengri pæklunartíma.

3.7 Vatnsheldni - Áhrif af pækilstyrk, pæklunartíma og hlutföllum eftir pæklun

Pækilstyrkur og víxlverkunaráhrif á milli pækilstyrks og hlutfalls fisks á móti pækli, höfðu mest áhrif á vatnsheldni eftir pæklun í hópum 1-8. Vatnsheldni flaka (n=3) sem pækluð voru á sama hátt nema í misháum saltstyrk (5% vs. 15%) var hærri eftir pæklun í 15% pækli nema í einu tilfalli. Það var eftir pæklun í 20 mín í hlutfallinu 1:1 og þegar vatnsheldni var mæld með gamla búnaðinum (Mynd 3.17.).

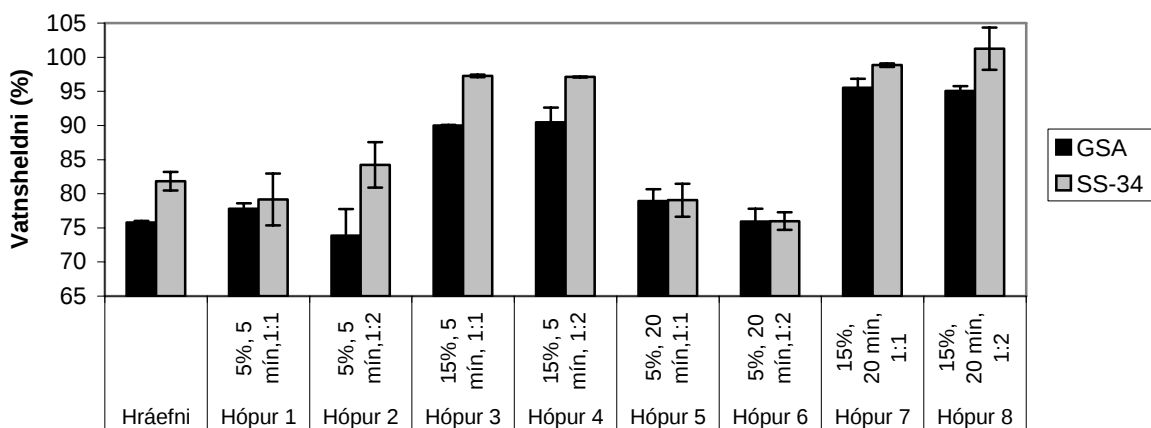


Mynd 3.17. Vatnsheldni (%) í þorskflökum ($n=3$) eftir þæklun sem framkvæmd var á mismunandi hátt, m.t.t. þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fisks á móti þækli.

3.7.1 Áhrif af þækilstyrk, þæklunartíma og hlutföllum eftir frystingu

Vatnsheldni viðmiðunarflaka eftir um 4 vikna geymslu í frysti mældist 75,81% með gamla mælibúnaðinum (GSA) og 81,84% með nýja búnaðinum (SS-34). Í hópum 1-8 lá hún á bilinu 73,87-95,53%, mælt með GSA og 79,05-101,25%, mælt með SS-34 (Mynd 3.18).

Út frá þeim gildum sem fengust með GSA, hafði saltstyrkur mest áhrif á vatnsheldni ($p=0,02$), þæklunartími kom næst á eftir ($p=0,09$). Hlutfall fisks á móti þækli skipti minna máli og sama var að segja um víxlverkunaráhrif á milli þátta ($p \geq 0,17$). Mælingar með SS-34 sýndu ekki alveg sömu niðurstöður. Að vísu hafði saltstyrkur mest áhrif ($p=0,09$) en næst því komu víxlverkunaráhrif saltstyrks og þæklunartíma ($p=0,41$). Þæklunartími og hlutfall fisks á móti þækli virtist hafa mjög lítið að segja í þessu tilfelli og sama var að segja um önnur víxlverkunaráhrif.



Mynd 3.18. Vatnsheldni (%) í þorskflökum (n=3) eftir geymslu í frosti (4 vikur) og upphíðingu í 5-6 klst við 20°C. Flökin voru þækluð fyrir frystingu á mismunandi hátt, m.t.t. þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fisks á móti þækli.

3.7.2 Samanburður á gamla og nýja mælibúnaði eftir þæklun

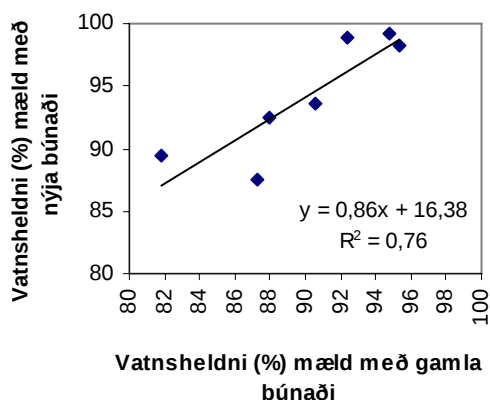
Gerðar voru athuganir á vatnsheldni í fiskinum með tvenns konar mælibúnaði. Sitthvorn rótorinn þurfti til mælinganna, vegna mismunandi stærðar á mæliglösum. Sama hraðastilling var notuð fyrir báða rótor (SS-34 og GSA) en mælirinn sýndi þó aðeins meiri hraða fyrir stærri rótorinn (GSA). Sá þrýstingur eða kraftur sem sýnin urðu fyrir í skilvindunni var meiri í GSA-rótornum vegna stærri radíusar og meiri hraða. Þetta hafði þau áhrif að gildi fyrir vatnsheldni voru lægri heldur en við mælingar í SS-34 (nýja búnaðinum). Auk þess var meiri hætt á að „vöðvatægjur“ gætu tapast í gamla búnaðinum.

Hlutfall staðalfráviks af vatnsheldnigildi eftir þæklun var að meðaltali lægra þegar mælt var með nýja búnaðinum (1,45%) heldur en með þeim gamla (2,64%). Einnig var athugað hvaða áhrif mælibúnaður hefði á röðun hópa eftir vatnsheldni. Ekki fékkst sama röðun á hópum þegar raðað var eftir stærð vatnsheldnigilda (Tafla 3.13.).

Tafla 3.13. Vatnsheldni þorskflaka (n=3) eftir þæklun sem framkvæmd var á mismunandi hátt (allir hópar nema 7). Notaðar var tvenns konar mælíbúnaður og var hópum raða eftir stærða gilda.

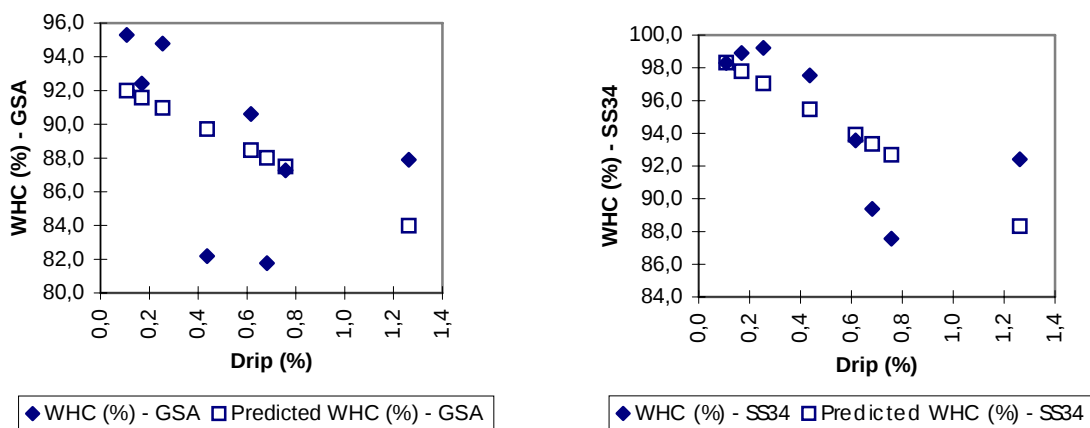
Gamli búnaður :		Nýji búnaður :	
Röðun	WHC (%)	Röðun	WHC (%)
Hráefni	81,59	Hráefni	84,38
Hópur 6	81,77	Hópur 2	87,56
Hópur 2	87,27	Hópur 6	89,38
Hópur 1	87,90	Hópur 1	92,41
Hópur 5	90,60	Hópur 5	93,57
Hópur 4	92,42	Hópur 3	98,30
Hópur 8	94,79	Hópur 4	98,91
Hópur 3	95,30	Hópur 8	99,22

Línuleg fylgni á milli þeirra gilda sem fengust fyrir hópa 1-8, með sitthvorum búnaðinum var takmörkuð, þ.e. fylgnistuðull (correlation coefficient) var 0,57 ($R^2 = 0,33$, fyrir jöfnu bestu línu). Hópur 7 er þar stærsta orsökina en ef honum er sleppt úr hækka fylgnistuðullinn í 0,87 (Mynd 3.19.)



Mynd 3.19. Fylgni á milli vatnsheldnigilda þorskflaka ($n=3$) sem fengust með gamla (GSA) og nýja (SS-34) mælíbúnaðinum. Flökin höfðu verið þæklud á mismunandi hátt, m.t.t þækilstyrks, þæklunartíma og hlutfalls fíks á móti þækli.

Ekki var hægt að sjá beina fylgni á milli vatnsheldni eftir þæklun og nýtingar. Tengsl á milli vatnsheldni eftir þæklun og drips sem mælt var strax eftir frystingu, voru einnig skoðuð. Mun meiri fylgni var á milli gilda sem fengust með nýja búnaðinum og drips (fylgnistuðull = 0,72) heldur en gilda sem fengust með gamla búnaðinum (fylgnistuðull = 0,51). Samkvæmt þessum gildum væri frekar hægt að spá um drip út frá vatnsheldnimælingum eftir þæklun með nýja búnaðinum (Mynd 3.20. og 3.21.).



Mynd 3.20. og 3.21. Línulegt samband á milli vatnsheldni (eftir þæklun en fyrir frystingu) og drips við þíðingu þorskflaka ($n=3$) sem framkvæmd var strax eftir frystingu. Vatnsheldnimælingar voru framkvæmdar með tvenns konar búnaði „gamla“ (GSA) og „nýja“ (SS-34.).

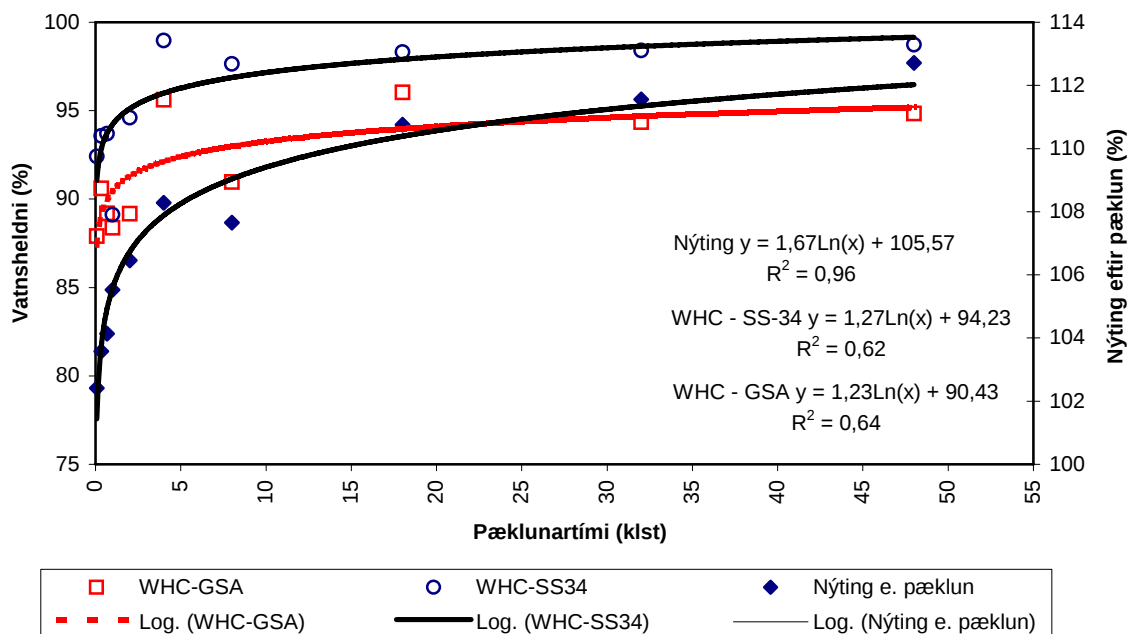
Eftir frystingu var hlutfall staðalfráviks af meðaltali eftir þæklun lægra þegar mælt var með gamla búnaðinum (1,75%) heldur en með þeim nýja (2,08%). Fylgni á milli vatnsheldni eftir frystingu og nýtingar var lítil. Tengsl á milli vatnsheldni eftir þæklun og drips voru einnig skoðuð. Meiri fylgni var á milli gilda sem fengust með gamla búnaðinum og drips (fylgnistuðull = 0,70) heldur en gilda sem fengust með nýja búnaðinum (fylgnistuðull = 0,63).

3.7.3 Áhrif þæklunartíma á vatnsheldni eftir þæklun

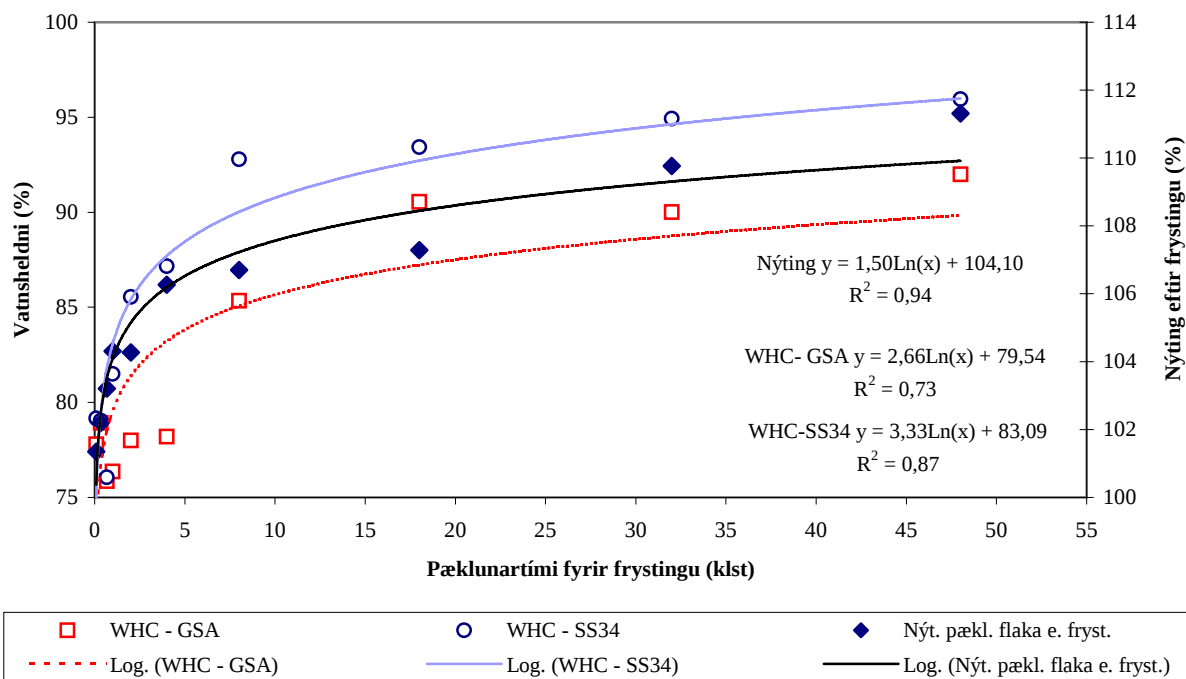
Eftir þæklun voru áhrif þæklunartíma á vatnsheldni annars vegar og nýtingu hins vegar borin saman (Mynd 3.22.). Nokkuð gott samræmi var á milli aukningar í nýtingu og aukningar í

vatnsheldni með lengri þæklunartíma en nýting jókst þó heldur hraðar með tíma. Eftir 48 klst var nýting komin í 112,7%. Vatnsheldni mældist 94,8% með gamla mælibúnaðinum (GSA) en 98,3% með nýja búnaðinum (SS-34).

Þegar fylgni á milli nýtingar og vatnsheldni var skoðuð kom í ljós að fylgni var meiri þegar mælt var með GSA (fylgnistuðull = 0,85) en SS34 (fylgnistuðull = 0,79). Eftir 4 vikna geymslu í frosti var þessu öfugt farið. Fylgnistuðull var 0,86 þegar mælt var með GSA var en 0,92 þegar mælt var með nýja búnaðinum. Nýting frystra flaka sem þæklud höfðu verið í 48 klst var 111,3% en vatnsheldni mæld með GSA 92,00%, mæld með SS34 95,96% (Mynd 3.23).



Mynd 3.22. Breytingar í vatnsheldni og nýtingu þorskflaka með þæklunartíma, (þækilstyrkur 5%, hlutfallið fiskur:þækli var 1:1). Mælingar voru framkvæmdar eftir þæklun.



Mynd 3.23. Vatnsheldni og nýting þorsklaka eftir 4 vikna geymslu við -24°C. Flökin höfðu verið pækluð fyrir frýstingu í mislangan tíma, (pækilstyrkur 5%, hlutfallið fiskur:pækli var 1:1).

3.7.4 Samanburður á gamla og nýja mælibúnaði eftir pæklun

Áhrif mælibúnaðar á niðurstöður vatnsheldnimælinga eftir mislangan pæklunartíma voru einnig metin. Hópum var raðað eftir stærð gilda en röðun var mismunandi eftir því um hvorn búnaðinn var að ræða. Það var í samræmi við það sem kom ljós við mælingar á hópum 1-8. Fylgnistuðull á milli mæligilda sem fengust með sitthvorum búnaðinum var 0,87 ($R^2 = 0,76$).

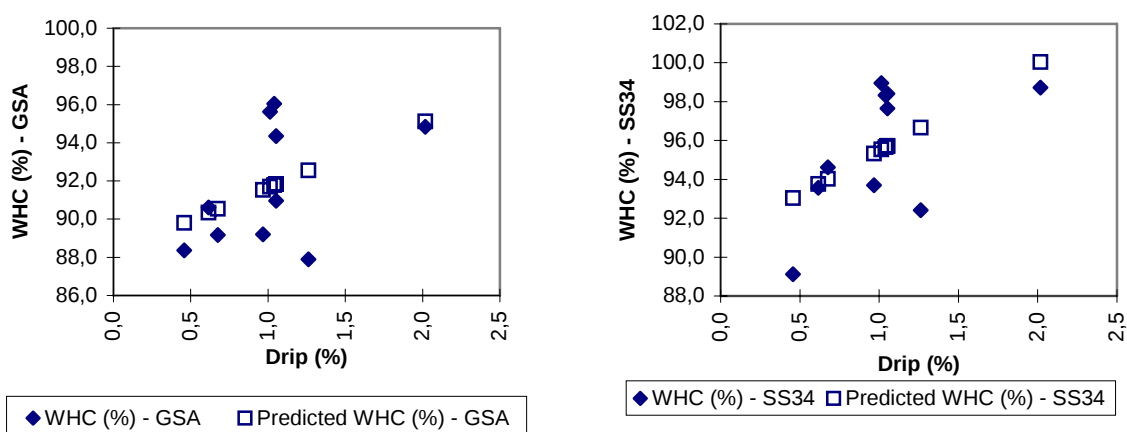
Tafla 3.14. Vatnsheldni þorsklaka (n=3) eftir mislangan pæklunartíma. Mælingar voru gerðar sem sitthvorum búnaðinum og var hópum raða eftir stærð gilda.

Gamli búnaður (GSA) :		Röðun eftir nýtingu	Nýi búnaður (SS-34) :	
Röðun	WHC (%)		Röðun	WHC (%)
Hópur 1	87,90	1	Hópur 10	89,12
Hópur 10	88,37	5	Hópur 1	92,41
Hópur 11	89,17	9	Hópur 5	93,57
Hópur 9	89,20	10	Hópur 9	93,70
Hópur 5	90,60	11	Hópur 11	94,61

Hópur 13	90,97	13	Hópur 13	97,65
Hópur 15	94,36	12	Hópur 14	98,32
Hópur 16	94,84	14	Hópur 15	98,41
Hópur 12	95,62	15	Hópur 16	98,73
Hópur 14	96,04	16	Hópur 12	98,96

Fylgni á milli vatnsheldni eftir þæklun og drips við þíðingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu, var meiri þegar nýja búnaðurinn var notaður (fylgnistuðull = 0,57) heldur en sá gamli (fylgnistuðull = 0,46) (Mynd 3.24. og 3.25.). Fylgnin var mun lakari en fyrir gildi sem fylgni sem fékkst fyrir hópa 1-8.

Eftir 4 vikna geymslu í frysti voru aftur gerðar vatnsheldnimælingar á fiskinum og þá var fylgnistuðull á milli gilda sem fengust með gamla og nýja búnaðinum 0,91. Fylgni á milli drips og vatnsheldni gilda sem mæld voru með GSA var meiri (fylgnistuðull = 0,76) heldur en þegar mælingar voru gerðar með SS-34 (fylgnistuðull = 0,57).



Mynd 3.24. og 3.25. Línulegt samband á milli drips við þíðingu þorskflaka ($n=3$) sem framkvæmd var strax eftir frystingu og vatnsheldni sem mæld var fyrir frystingu en eftir þæklun flakanna. Vatnsheldnimælingar voru framkvæmdar með tvenns konar búnaði (gamli búnaður = GSA og nýi búnaður = SS-34.).

3.7.5 Vatnsheldni og massabókhald

Gildi fyrir vatnsheldni í þessari tilraun sögðu til um hlutfall vatns sem tapaðist undir þrýstingi við keyrslu í skilvindu. Ákveðið var að skoða til samanburðar heimtur vatns eftir vatnsheldnimælinguna, þ.e. hversu mikið væri eftir af vatni í sýninu miðað við áætlað magn

vatns í vöðvanum fyrir þæklun út frá efnamælingum. Borin voru saman gildi fyrir hópa 1-8 annars vegar og 1, 5, og 9-16 hins vegar. Í ljós kom að samræmi á milli þessarra tveggja þátta var mjög gott (fylgnistuðull $\geq 0,94$) hvort sem mælingar voru framkvæmdar með nýja (SS-34) eða gamla mælibúnaðinum (GSA).

Fylgni á milli fyrrgreindra þátta eftir 4 vikna geymslu flakanna við -24°C var mjög há, þ.e. fylgnistuðull var á bilinu 0,97-1, hvort sem mælt var með SS34 eða GSA. Heimtur vatns í sýnum eftir vatnsheldnimælingu voru heldur hærri í þeim flökum sem þækluð voru í 15% þækli þegar miðað var við 5 og 20 mín þæklun (Tafla 3.15). Í þeim hópum sem þæklaðir voru í 5% þækli í hlutfallinu 1:1 í 5 mín til 48 klst, jukust heimtur með vaxandi þæklunartíma (Tafla 3.16).

Tafla 3.15. Heimtur vatns í sýnum eftir mælingar á vatnsheldni. Mælingar framkvæmdar eftir 4 vikna geymslu á fiski við -24°C .

Hópur	Þæklun fyrir frystingu	Heimtur eftir (GSA)	skilvindu Heimtur eftir skilvindu (SS- 34)
1	Hópur 5%, 5 mín, 1:1	78,3	79,7
2	Hópur 5%, 5 mín, 1:2	74,1	84,5
3	Hópur 15%, 5 mín, 1:1	90,7	98,0
4	Hópur 15%, 5 mín, 1:2	91,9	98,7
5	Hópur 5%, 20 mín, 1:1	79,8	80,0
6	Hópur 5%, 20 mín, 1:2	77,6	77,7
7	Hópur 15%, 20 mín, 1:1	96,7	100,1
8	Hópur 15%, 20 mín, 1:2	97,5	103,8

Tafla 3.16. Heimtur vatns í sýnum eftir mælingar á vatnsheldni. Mælingar framkvæmdar eftir 4 vikna geymslu á fiski við -24°C.

Hópur	Pæklunartími frystingu (klst)	fyrir Heimtur skilvindu (GSA)	eftir Heimtur eftir skilvindu (SS- 34)
Hópur 1	0,1	78,3	79,7
Hópur 5	0,3	79,8	80,0
Hópur 9	0,7	77,8	78,0
Hópur 10	1	79,5	84,9
Hópur 11	2	81,4	89,3
Hópur 12	4	84,1	93,7
Hópur 13	8	95,7	104,1
Hópur 14	18	97,4	100,5
Hópur 15	32	100,9	106,4
Hópur 16	48	103,0	107,5

4 UMRÆÐA

4.1 Áhrif af pækilstyrk, pæklunartíma og hlutföllum (2^3 -tilraun)

4.1.1 Nýting

Flök sem voru pækluð fyrir frystingu voru með betri nýtingu heldur en flök sem voru fryst án pæklunar. Nýting pæklaðra flaka eftir 4 vikna geymslu við -24°C og þíðingu lá á bilinu 100,5%-102,2% en viðmiðunarflökin höfðu lést, nýting eftir þíðingu var 98,5%. Af þeim þáttum sem prófaðir voru, skipti pæklunartími mestu máli. Þau flök sem voru pækluð í lengri tíma voru með betri nýtingu ($p \leq 0,05$) en áhrif voru ekki marktæk eftir þíðingu ($p=0,07$).

Áhrif á nýtingu flaka eftir dripmælingu (þyngd eftir dripmælingu vs. þyngd fyrir pæklun) voru einnig metin. Þau flök sem rætt er um hér að framan voru þídd við 20°C í 5-6 klst en við dripmælingu voru flökin þídd við $0-5^{\circ}\text{C}$ í 1,5-2 sólarhringa. Pæklunartími hafði mest áhrif en saltstyrkur reyndist einnig hafa marktæk áhrif á nýtingu eftir 4 vikna geymslu við -24°C . Hærri saltstyrkur (15%) skilaði í 3/4 tilfella betri nýtingu.

Niðurstöður voru í samræmi við aðrar rannsóknir á nýtingu eftir pæklun fiskvöðva, þar sem sýnt hefur verið fram á að lengri pæklun við ákveðinn styrk (10% 30, 60, 120 sek ; 10% í 1-11 daga) skilar hærri nýtingu (Ravesi og Krzynowek, 1991, Tarr, 1942). Einnig hefur komið í ljós að við stutta pæklun (1mín) skilar hærri saltstyrkur (12-15%) betri nýtingu en þegar pæklað er við lægri styrk (4-10%) (Boyd og Southcott, 1965).

4.1.2 Drip

Pæklun dró úr dripi samanborið við viðmiðunarhópinn, þ.e. þyngdartap við þíðingu var minna. Saltstyrkur pækils skipti mestu máli m.t.t. drips og var það minna eftir pæklun flaka í 15% pækli heldur en 5% pækli. Boyd og Smith (1965) sýndu fram á neikvætt línulegt samband á milli drips og pækilstyrks (4-15%) í rannsóknum sínum á Kyrrahafsporski, þ.e. drip var minna í flökum sem pækluð voru við meiri styrk (Boyd og Southcott, 1965). Hærri saltstyrkur ætti að hafa skilað meiri afmyndun á próteinum í yfirborði flakanna. Við það gæti hafa myndast eins konar lag sem dró úr flæði vatns (dripi) úr flökunum við þíðingu (Himemath og Sreenivasan, 1979). Tarr

(1941) taldi þetta þó ekki vera skýringuna á minna dripi í léttþækluðum flökum. Meginástæðan væri sú að aukið saltmagn (um 1% NaCl) í flökum gerði það að verkum að vöðvinn héldi betur í vatn og aukið rými myndaðist vegna breytinga á próteinum í vöðvanum (Tarr, 1942). Þækilstyrkur og þæklunartími skipta miklu máli með tilliti til saltstyrks í vöðvanum og þar með fyrir afmyndun próteina. Þegar saltstyrkur í vöðvanum er kominn í 8-10%, er mjög krítísku stigi náð, afmyndun próteina verður mun meiri og vatnsbindieiginleikar vöðvans minnka (Duerr og Dyer, 1952).

4.1.3 Efnainnihald

Saltstyrkur hafði mest áhrif á hlutfall salts og vatns í flökum eftir þæklun. Eftir geymslu í 4 vikur í frosti var % vatns mjög svipað í viðmiðunarflökum og í þækluðum flökum eða á bilinu 82,0-82,6%. Aftur á móti höfðu bæði þækilstyrkur og þæklunartími marktæk áhrif á % salts í flökum. Þæklunartími vó þyngra, herra saltinnihald mældist í flökum sem þækluð voru í lengri tíma. Salt mældist herra í þeim flökum sem þækluð voru í 15% þækilstyrk fyrir utan eitt tilvik, þæklun í 5 mín í hlutfallinu 1:1. Þá mældist salt % sú sama í flökum sem þækluð voru í 15% þækli og 5% þækli. Ravesi og Krzysznowek (1991) komust einnig að þeirri niðurstöðu að þækilstyrkur og þæklunartími væru þeir þættir sem skiptu mestu máli m.t.t. saltinnihalds. Þykkt flaka var einnig þáttur sem var mikilvægur og gat verið vandamál þegar saltinnihald í misþykkum flökum þurfti að vera svipað. Lausn á því vandamáli væri að flokka flök eftir stærð. Hins vegar var saltinnihald einnig misjafnt í mismunandi hlutum fisksins, sporði, miðstykki og hnakkastykki (Ravesi og Krzysznowek, 1991). Með lengri þæklunartíma væru meiri líkur á því að saltstyrkur væri svipaður í minni og stærri flökum og mismunandi hlutum flakanna.

4.1.4 Massabókahald

Massabókahaldi var beitt til að skoða heimtur vatns og saltfrís þurrefnis eftir þæklun og frystingu. Með því fékkst vísbending um það hversu mikið var af efnunum í fiskinum miðað við magn í hráefni, þ.e. fyrir þæklun. Saltstyrkur þækils og þæklunartími höfðu mest áhrif á heimtur vatns eftir þæklun. Heimtur vatns voru lægri eftir þæklun í sterkari þæklinum (15% vs. 5%). Lengri þæklun í 5% þækli skilaði

lægri heimtum af vatni en þessu var öfugt farið eftir þæklun í 15% þækli. Þetta var í samræmi við þau gildi sem fengust fyrir nýtingu enda stærstur hluti vöðvans vatn.

Eftir 4 vikna geymslu í frosti var þæklunartími sá þáttur sem skipti mestu máli þó að áhrif væru ekki marktæk ($p=0,15$). Lengri þæklunartími skilaði heldur hærri gildum fyrir heimtur vatns í 3/4 tilfella en ekki þegar flök voru þækluð í 5% þækli í 5 mín. Heimtur vatns í viðmiðunarflökum voru 98,7% en yfir 100% í þeim hópum sem voru þæklaðir fyrir frystingu.

Breytingar í magni vatns í vöðvanum voru fyrst og fremst af völdum tveggja þátta, upptöku við þæklun og tapi við þjóðingu sem aftur stjórnast af vatnsbindieiginleikum vöðvans og ástandi próteina. Saltstyrkur í vöðva var mjög mikilvægur þáttur m.t.t. fyrrgreindra þátta, þar sem vatnsbinding og rými fyrir vatn í vöðvanum er mest við um 1-6% saltstyrk (Offer og Knight, 1988).

Eftir þæklun voru áhrif á heimtur af saltfríu þurrefni ekki marktæk en hlutfall fisks á móti þækli hafði mest að segja ($p=0,14$). Þegar magn þækils á móti fiski var hlutfallslega hærri tapaðist heldur meira af saltfríu þurrefni sem var að stærstum hluta prótein. Þetta átti þó ekki við þá hóp sem þæklaðir voru í 5 mín í 5% þækli, þar skilaði hlutfallið 1:1 heldur lægri heimtum en 1:2. Eftir frystingu hafði þæklunartími mest að segja ($p=0,25$) en saltstyrkur þækils næstmest áhrif ($p=0,32$). Lengri þæklunartími skilaði heldur lægri heimtum af saltfríu þurrefni og sama var að segja um þæklun í sterkari þækli (15% vs. 5%). Munur á milli hópum er þó ekki mikill og ekki er hægt að tala um tölfræðilega marktæk áhrif.

4.2 Áhrif af þæklunartíma

4.2.1 Nýting

Áhrif þæklunartíma á nýtingu eftir þæklun í 5% þæklun í hlutfalli f:p; 1:1, voru þau að nýting jókst með þæklunartíma. Þetta var í samræmi við það sem áður hefur komið fram í rannsóknum (Tarr, 1942) miðað við að saltstyrkur sé tiltölulega lágur. Ef saltstyrkur þækils og þæklunartími hefði verið nægur til ná um 8-10% salti í vöðva hefði mátt búast við aukinni afmyndun próteina (Duerr og Dyer, 1952). Afleiðingin hefði orðið minni vatnsbindieiginleikar og lakari nýting. Eftir geymslu í frosti komu

fram sömu tengsl þæklunartíma og nýtingar þ.e. nýting var meiri eftir því sem að flök höfðu verið þækluð í lengri tíma fyrir frystingu.

4.2.2 Drip

Drip sem mælt var strax eftir frystingu, var svipað hjá öllum hópunum. Eftir geymslu í frysti töpuðu þau flök sem þækluð voru í lengstan tíma (32 og 48 klst) töpuðu hlutfallslega mestri þyngd. Þó var ekki hægt að tala um ákveðna fylgni á milli þæklunartíma og drips. Nýting flaka eftir dripmælinguna fór vaxandi með þæklunartíma en var þó hæst hjá flökum sem þækluð voru í 18 klst. Hins vegar var munur ekki marktækur á milli 18 klst og 32 klst.

4.2.3 Efnainnihald og massabókhalld

Áhrif þæklunartíma á %vatns og pH voru óveruleg en saltmagn í flökum var herra í flökum sem þækluð voru í lengri tíma. Þetta gildi bæði eftir þæklun og frystingu og var í samræmi við það sem búist var við.

Massabókhalld sýndi að heimtur vatns jukust með þæklunartíma. Áhrif þæklunartíma á heimtur af saltfríu þurrefni var erfiðara að meta. Breytingar voru litlar og gildi sveifluðust í kringum 100% heimtur. Það mátti þó greina ákveðna vísbendingu um að meira gæti tapast við lengri þæklunartíma.

4.2.4 Vatnsheldni

Þegar hópar 1-8 voru skoðaðir kom í ljós að saltstyrkur hafði mest áhrif á vatnsheldni sem var hærri hjá flökum sem þækluð voru í 15%. Vatnsheldni jókst eftir því sem þæklunartími í 5% þækli fyrir frystingu var lengri (5mín-48klst). Línuleg fylgni milli nýtingar og vatnsheldni var mjög góð. Þetta átti við bæði eftir þæklun og 4 vikna geymslu við -24°C (Dyer, 1951).

Saltstyrkur í vöðvanum var heldur hærri í flökum sem þækluð voru í 15% þækli, þar sem hærri saltstyrkur þækils leiddi til hraðari upptöku á salti. Lengri þæklunartími (1-48klst) í 5% þækli leiddi einnig til herra saltmagns í vöðvanum. Eftir því sem saltstyrkur var meiri voru áhrif á prótein því meiri og vatnsbinding jókst. Ef

saltstyrkur í vöðvanum hefði orðið mun hærri (>6%), hefðu áhrif aukins saltstyrks leitt til minnkandi vatnsheldni (Offer og Knight, 1988).

Þegar þæklað var í 5 mín og 20 mín gætu áhrif af hærri þækilstyrk einnig hafa legið í því að prótein í yfirborði flakanna hefðu orðið fyrir mun meiri afmyndun. Afleiðingin hefði verið samdráttur í yfirborði sem hefði dregið úr flæði vatns og þar með úr tapi við þíðingu (Himemath og Sreenivasan, 1979).

4.3 Samanburður á búnaði til vatnsheldnimælinga

Þegar nýi búnaðurinn (SS-34) var notaður var magn sýnis um 2 g en um 10 g þegar gamli búnaðurinn (GSA) var notaður. Ókosturinn við gamla búnaðinn er sá að meiri skekkja getur orðið við vigtun, hins vegar eru hvert sýni hlutfallslega stærra sem er ákveðinn kostur. Gallinn við nýja búnaðinn var að langur tími fór í að þrífa glösin á milli mælinga og því þarf að eiga mun fleiri glös til að geta annað nógu mörgum sýnum í einu.

Eftir þæklun var meira samræmi á milli mælinga sem gerðar voru með SS-34, þ.e. staðalfrávik mælinga var lægra. Einnig fékkst hærri fylgni á milli vatnsheldnigilda SS-34 og drips við þíðingu sem framkvæmd var strax eftir frystingu. Eftir geymslu í frosti var þessu öfugt farið þar sem fylgni vatnsheldni við drip var hærri þegar GSA var notaður.

Sama hraðastilling var notuð bæði fyrir GSA og SS-34, sem þýðir að þeim krafti sem beitt var á sýnið í GSA, þar sem rótorinn er stærri og radíus sýna frá öxli var meiri. Því mælist vatnsheldni hærri þegar mælt er með SS-34. Aðalgallinn við þá skilvindu sem er notuð er að ekki er hægt að stilla hraða nákvæmlega og dregur úr samanburði á mælingum sem ekki eru gerðar á sama tíma. Eins gæti tímastillir verið nákvæmari.

Ekki var hægt að gera upp á milli búnaða út frá þessum niðurstöðum. SS-34 er búnaður sem er „viðurkenndur“, þ.e. birtar hafa verið greinar þar sem notkun hans og gerð er útskýrð. Vigtun er nákvæmari og hann hentar trúlega betur fyrir sýni eins og kavíar. Fyrir vöðvabita eða hakk þar sem lítil hætta er á að tægjur tapist og sýni loðir vel saman getur GSA verið allt að eins góður búnaður. Fyrir GSA ætti að duga að eiga tvöfaldan gang af glösum og þeim búnaði sem þarf (6 stk/keysru) en ef mæla þarf eitthvert magn af sýnum með SS-34 þarf mun fleiri glös (8 stk/keysru) þar sem þau þurfa að liggja í a.m.k. 2 klst í 1 M NaOH lausn og síðan að þorna áður en hægt er

að nota þau aftur. Í dag eru til 16 glös af SS-34 og 6 af GSA. Ef kostnaður/glas er skoðaður er GSA dýrari búnaður (g.r.f. að $2-3 \times \text{SS-34} = 1 \times \text{GSA}$). Ástæðan er sú að sérsníða þurfti stálkrossinn og skífuna sem tilheyrir GSA og eins að kaupa sér skilvinduglas. Lokaniðurstaða - kaupa fleiri SS-34- glös.

5 SAMANTEKT

Þæklunartími var sá þáttur sem skiptir mestu máli m.t.t. nýtingar eftir frystingu. Ef rými er nægilegt myndi því borga sig að þækla í langan tíma (32-48 klst). Þá er æskilegt saltmagn í afurð takmarkandi þáttur fyrir þækilstyrk. Í þessari tilraun var saltstyrkur eftir frystra flaka sem þækluð voru í 32 klst í 5% þækli 1,8% en 1,7% eftir 48 klst þæklun.

Ef þækla ætti í mjög stuttan tíma (innan við 1/2 klst) væri æskilegt að þækilstyrkur væri hærri. Í þessari tilraun var 15% styrkur notaður en aðrir rannsóknir hafa sýnt að 12-15% saltstyrkur í þækli væri heppilegur. Hærri saltstyrkur skilar hraðari saltupptöku í vöðvanum og þar með verða áhrif á prótein og vatnsbindieiginleika meiri. Eins hefur því verið haldið fram að afmyndun próteina í yfirborði fiskholdsins leiði til þess að yfirborðið verði „lokaðra“ og þannig megi draga úr flæði vatns úr vöðvanum við þíðingu.

6 HEIMILDASKRÁ

Boyd, J.W. og B.A. Southcott. 1965. Effect of polyphosphates and other salts on drip loss and oxidative rancidity of frozen fish. J. Fish. Res. Bd. Can., 22, 53.

Duerr, J.D. og W.J. Dyer. 1952. Proteins in fish muscle. IV. Denaturation by salt. J. Fish. Res. Bd. Can., 8, 325-331.

Dyer, W.J. 1951. Protein denaturation in frozen and stored fish. Food Res., 16, 522-527.

Himemath, G.G. og N. Sreenivasan. 1979. Studies on prevention of quality loss in frozen seer fillets during storage by use of additives. Mysore Journal of Agricultural Sciences, 13, 88-92.

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.

Offer, G. og P. Knight. 1988. The structural basis of water-holding in meat. Í: R. Lawrie (ritstjórn). Developments in meat science 4. Elsevier, London, 63-243.

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.

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.