



Titill / Title	Sjóunnin flök sem hráefni fyrir landvinnslu: Temprun og gæðamat flaka		
Höfundar / Authors	Helga R. Eyjólfsdóttir, Soffía V. Tryggvadóttir, Kári P. Ólafsson og Rúnar Birgisson		
Skýrsla Rf / IFL report	7-99	Útgáfudagur / Date:	Júní 1999
Verknr. / project no.	1378		
Styrktaraðilar / funding:	Rannsóknarráð Íslands, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Útgerðaféla Akureyringa, Grandi h/f og Marel		
Ágrip á íslensku:	<p>Markmiðið með verkefninu var að finna raunhæfa og hagkvæma lausn á því að nýta sjóunnin flök sem hráefni fyrir landvinnslu. Í verkefninu voru framkvæmdar þrjár tilraunir, þar sem athuguð voru áhrif dauðastirðnunar og temprunar á gæði fisks. Fundin var hentug temprunaraðferð, hentugt hitastig við vinnslu frosinna flaka í landvinnslu og hvernig nota megi skurðarvél frá Marel í þessa vinnslu. Temprun frosinna flaka hefur ekki marktæk áhrif á skammtíma geymsluþol fisks. Lögum flaka gerir það að verkum að vatn yfir 0°C er ekki heppilegur miðill fyrir temprun og vatn undir 0°C þar sem notast var við saltpækil gaf flökunum aukabragð. Það eykur möguleika landvinnslunnar á temprun ef möguleiki er á skera sporð frá út á sjó. Enginn marktækur munur reyndist vera á gæði flaka tempruðum með blæstri eða vatni. Hefðbundin áhöld í landvinnslu henta ekki til snyrtingar á frosnum flökum í landi. Hægt er að snyrta yfirborð frosinna flaka við ca -3°C en hins vegar er ekki unnt að skera beingarð úr fyrr en við -1°C til -2°C. Hnífur í skurðarvél frá Marel ræður við að skera flök við -7 til -10°C en þróa þarf betri haldbúnað til þess að flökin skauti ekki á bandinu</p>		
Lykilorð á íslensku:	lausfrysting, þorskur, gæði, temprun, dauðastirðnun		
Summary in English:	<p>The purpose of the project was to find a realistic and feasible way to use fillets, produced at sea, as a raw material for land-based processing plants. Three experiments were carried out, where the effects of rigor mortis and tempering on the quality of fish were studied, a practical way of tempering and a suitable temperature for processing sea-frozen fillets were discovered, as well as how to use a slicing machine from Marel in this kind of processing.</p>		
English keywords:	IQF, cod, quality, tempering, rigor mortis		

Efnisyfirlit:

1.	Inngangur.....	2
2.	Bakgrunnur-fræði	2
3.	Framkvæmd	5
3.1.	Tilraun 1.....	5
3.1.1.	Sjóferð 1.....	5
3.1.2.	Temprunartilraunir og mælingar.....	6
3.2.	Tilraun 2.....	7
3.3.	Tilraun 3.....	7
3.3.1.	Sjóferð 2.....	8
3.3.2.	Temprunartilraunir og mælingar.....	8
4.	Efni og aðferðir.....	8
4.1.	Temprun.....	8
4.2.	Skynmat	9
4.3.	Lífefnamælingar	9
4.4.	Áferðarmælingar með tæki.....	10
4.5.	Saltmælingar.....	11
5.	Niðurstöður	11
5.1.	Tilraun 1.....	11
5.1.1.	Temprun á flökum með mismunandi biðtíma fyrir vinnslu.....	11
5.1.2.	Temprunartilraunir með mismunandi hitastig á vatni	12
5.1.3.	Temprunartilraunir með mismunandi blæstri	13
5.1.4.	Temprunartilraunir með örbylgjum	14
5.1.5.	Skynmat	14
5.1.6.	Saltmæling.....	16
5.1.7.	ATP og mjólkursýra	16
5.1.8.	Áferðarmælingar með tæki.....	18
5.2.	Tilraun 2. Flaka og ormaskoðun.....	20
5.3.	Tilraun 3.....	21
5.3.1.	Temprun á flökum	22
5.3.2.	Skynmat	22
5.3.3.	Áferðarmælingar með tæki	24
5.3.4.	ATP-mælingar	26
6.	Umræður og ályktanir.....	27
7.	Þakkarorð.....	29
8.	Heimildir.....	30
Viðauki A.	Tilraunaplan fyrir sjóferð 1	33
Viðauki B.	Tilraunaplan fyrir sjóferð 2	34
Viðauki C.	Aðferðir fyrir lífefnamælingar	35
Viðauki D.	Hitastigs-tíma ferlar fyrir mismunandi biðtíma.....	37
Viðauki E.	Hitastigs-tíma ferlar fyrir mismunandi hitastig á Vatni	39
Viðauki F.	Hitastigs-tíma ferlar fyrir mismunandi blásturshraða.....	42

1. INNGANGUR

Breyttar áherslur í vinnslu sjóunnina flaka á síðari árum hafa leitt hugann að því hvort ekki sé hægt að nýta sjóunnin flök sem hráefni fyrir framhaldsvinnslu í landi. Til þess að finna raunhæfa og hagkvæma lausn á því var ráðist í verkefnið " Sjóunnin lausfrost flök sem hráefni fyrir landvinnslu ". Verkefnið er samvinnuverkefni Granda h/f, Útgerðarfélag Akureyringa, Marel h/f og Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins. Verkefnið er styrkt af Rannsóknarráði Íslands.

Verkefninu má skipta niður í 4 þætti:

1. Finna hentuga aðferð til þess að tempra flökin í landi
2. Athuga aukið álag á starfsfólk við það að vinna með frosið hráefni.
3. Athuga áhrif biðtíma fyrir vinnslu og geymslutíma um borð á gæði.
4. Athuga hvernig nýta má skurðarvél frá Marel í þessa vinnslu.

Fyrstu 3 þættirnir eru teknir fyrir í þessari skýrslu en niðurstöðum skurðartilrauna er lýst í skýrslu verkfræðisöfu VSÓ "Sjóunnin lausfrost flök sem hráefni fyrir landvinnslu-vélskurður frosinna flaka.

2. BAKGRUNNUR-FRÆÐI

Hráefni í þessar tilraunir voru þorskflök. Í dag eru sjóunnin þorskflök yfirleitt frost með plötufrosti, en lausfrosting um borð hefur verið notuð fyrir aðrar tegundir eins og rækju. Á síðustu misserum hefur vaknað áhugi á því að lausfrysta bolfiskflök út á sjó. Með lausfrostingu er átt við að fiskurinn sé unninn á hefðbundinn hátt fyrir frostingu, þ.e.a.s. hausður, flakaður og snyrtur og síðan lagður á færiband sem fer með ákveðnum hraða í gegnum blástur. Um er að ræða röð af beinum færiböndum á nokkrum hæðum, þar sem flökin fara inn að ofan og flytjast síðan eftir netböndum ákveðna vegalengd. Þannig fer alltaf kaldur loftblástur í gegnum bandið og umleikur flökin allan tímann þar til þau eru tekin úr frystinum. Hversu hratt flökin frjósa er m.a. háð lengdinni / hraðanum á færibandinu, lofthita frystisins og þeim tíma sem flökin eru í lausfrystinum. Mikilvægt er að flökin frjósi það hratt að ekki myndist stórir ískristallar. Hér er um að ræða hraðfrostingu og er frystihraðinn einhver staðar á

bilinu 1-10 cm/klst. Frystingin er hröð á hitastigbilinu -1°C til -5°C , en það er einmitt þar sem mest ískristallamyndun á sér stað. Athuganir á áhrifum frystihraða á gæði og næringargildi vöru hafa leitt í ljós að í fæstum tilvikum verða neikvæðar breytingar á vörunni ef frystihraðinn er meiri en 0,3 cm /klst. Við uppþíðingu gilda í raun sömu lögmál, þ.e.a.s. varmaflutningur á sér stað milli hitagjafa og matvæla. Með þiðnun er annars vegar átt við að varan sé alveg þiðin og ekkert vatn eftir sem er frosið og hins vegar er átt við hálfþiðnun (temprun) þar sem hluti af vatninu er ennþá frosið. Hér verður fjallað nánar um mismunandi aðferðir við hálfþiðnun þar sem markmiðið með verkefninu var að vinna hráefnið frosið í landi. Hægt er að flokka hálfþiðnunar aðferðir eftir því hvernig varmaflutningur á milli varmagjafa og matvælis á sér stað, sjá töflu 1.

Tafla 1. Yfirlit yfir flokkun hálfþiðnunar aðferða eftir varmaflutningsaðferðum

Tegund varmaflutnings	Aðferð	Skýring
<i>Leiðni</i>	Kyrrt loft (logn)	Náttúruleg þiðnun
	Blástur	Rakt loft , hámark 20°C
	Vatnsbað /vatnsúðun	Vatn, hámark 20°C
	Plötur	Blokk milli platna með hitamiðli
	Gufuhitun	Hitun við undirþrýsting Mettuð gufa
<i>Geislun</i>	IR-geislar	
<i>Torleiðni</i>	Hátíðni	
	Örbylgjur	
<i>Viðnám</i>	Rafstraumur 50Hz, stillanleg spenna	

Hálfþiðnun með leiðni tekur lengri tíma þar sem gæta þarf vel að umhverfishitastiginu vegna hættu á fjölgun örvera. Hálfþiðnun með geislun, torleiðni og viðnámi eru fljótvirkari aðferðir, en aftur á móti miklu orkufrekari og dýrari. Upp undir 90% af öllum uppþíðingaraðferðum sem notaðar eru í iðnaðinum í dag eru vatn og loft.

Ýmsar ritaðar heimildir eru til um notkun allra þessara varmagjafa. Kissam, A.D. ásamt fleirum sýndu fram á það árið 1981 að stytta mætti uppþíðingartímann um 71 % með því að nota lágtíðnihljóðbylgjur í stað hefðbundinnar uppþíðingar í vatni.

Fiskblokkir voru þar þíddar í 18°C heitu vatni og notaður var 1500 Hz straumur. Danmarks fiskeriforsking í Lyngby hefur svo árið 1996 rannsakað áhrif temprunar á gæði heils fisks og flaka. Þar kom ekki fram neinn marktækur munur á gæðum fisks eftir uppþíðingu með vatni eða lofti. Uppþíðing með vatni hefur hins vegar í för með sér að farga þarf vatninu eða endurnýta það og sá hluti vinnsluferilsins getur verið mjög kostnaðarsamur. Forsendur við val á búnaði væru því frekar fjárhagsleg hagkvæmni. Margir hafa velt því fyrir sér hvernig best verði staðið að endurnýtingu vatns í vinnslu til þess að tryggja ávallt hámarksgæði vörunnar en samtímis stuðla að sparnaði í rekstri. Rekstrarsparnaður felst bæði í því að nýta hold sem tapast með frárennsli í mjöl og að miða stærð hreinsibúnaðar við það magn sem á að hreinsa. MacCallum, W.A rannsakaði 1969 hvaða áhrif hringrásun á vatni við uppþíðingu hefði á gæði fisks bæði með því að úða yfir hann 9-18°C heitu vatni og einnig með því að dýfa fisknum í 13-18°C heitt vatn.

Þíðing með vatni hefur í för með sér að blóð skolast úr fiskholdinu. Þannig getur fiskholdið orðið ljósara en aftur á móti auðveldar það gerlum að dreifast um fiskinn.

Þíðing með blæstri hefur í för með sér að yfirborðið hitnar á meðan kjarninn er ennþá frosinn og getur þannig leitt til þess að fiskurinn ofþorni á yfirborðinu. Tilraunir voru gerðar til þess að athuga aflögun flaka eftir uppþíðingu af Mc Donald, I og Jones, N. R. árið 1976. Þar var smáþorskur þíddur með því að blása 18°C heitu lofti og 100% RH yfir fiskinn eftir geymslu við mismunandi hitastig í frysti.

Ýmis konar búnaður hefur verið hannaður til þess að þíða upp fisk. Gerð var úttekt á nokkrum aðilum sem framleiða slíkan búnað. Þar á meðal voru Cabinplant í Danmörku og Jackstone food system í Englandi. En þeir hafa hannað búnað fyrir vatnsúðun, vatnsdýfingu og blástur. MMC Fodema AS í Noregi hefur á síðari árum, í samvinnu við SINTEF, þróað nýja aðferð þar sem notað er saltvatn og þíðingin á sér stað í áföngum. Að lokum má nefna að Raythoen Tempering hefur hannað búnað sem notaður hefur verið til þess að þíða fisk með örbylgjum.

Ástæður dauðastirðnunar eru þær að þegar blóðrás hættir og súrefni í vöðvum er uppuríð verður orkuþurrð sem veldur því að vöðvinn stirðnar. Gengið er á fljótfengna orku (kreatínfosfat) og síðan á orkusameindina adenosíntrífosfat (ATP). Samhliða hefjast loftfirrð efnaskipti þar sem myndefni glýkólýsu verður mjólkursýra í stað pyruvats og gengið er á glýkogenforðann og fæst þannig lítið eitt af orku í formi ATP. Vegna myndunar mjólkursýru lækkar sýrustig vöðvans. Sú litla orka, í formi ATP, sem fæst við loftfirrðu efnaskiptin klárast fljótt. Þegar orkuþurrð verður læsast

vöðvaþræðirnir (aktín og mýosín) í kröftugum samdrætti og fiskurinn stirðnar. Með því að fylgjast með magni ATP, mjólkursýru, kreatínfosfats og sýrustigsbreytingum má fá yfirsýn yfir framgang dauðastirðnunar.

3. FRAMKVÆMD

Í verkefninu voru framkvæmdar 3 tilraunir. Í apríl '98 var framkvæmd tilraun á Sléttbaki þar sem þorskflök voru flökuð, snyrt og lausfryst eftir mismunandi langan biðtíma frá hausun og slæginu. Markmiðið með þeirri tilraun var að athuga áhrif dauðstirðnunar og temprunar á gæði fisks auk þess sem mismunandi temprunaraðferðir voru prófaðar. Einnig voru send flök til USA til þess að kanna möguleika á að nota örbylgjur við temprun.

Í október '98 var framkvæmd tilraun hjá Granda h/f þar sem skoðað var snyrting, ormaskoðun og vinnuálag við snyrtingu og beinskurð á frosnum flökum. Einnig var ákvarðað hvenær hægt væri með góðu móti að skera beingarð úr frosnum flökum við hefðbundna landvinnslu

Í desember '98 var svo framkvæmd önnur sambærileg tilraun á Sléttbaki eins og í apríl nema að nú voru biðtímar og geymslutímar aðrir. Einnig var í þeirri ferð tekið sýni fyrir lífefnamælingar á nýveiddum fiski.

3.1. Tilraun 1

Tilraun 1 hófst eftir að Sléttbakur hóf veiðar í apríl 1998. Útbúin voru sýni samkvæmt tilraunplani (viðauki A).

3.1.1. Sjóferð 1

Þorskurinn var veiddur 21. apríl '98 á Sporðagrunni. Fiskurinn var hausaður beint úr móttöku á Baader 424 án þess að blóðgun hefði átt sér stað. Síðan var ískrapi látinn renna yfir fiskinn meðan hann var geymdur í körunum. Fiskurinn var síðan flakaður í Baader 189V flökunarvél og roðflettur í Baader 52 roðflettivél. Eftir það var flökunum safnað í safnkar með sjó-sírennsli þar til þau voru snyrt, beinskorin og

þunnildi skorið burt. Flökin voru síðan flokkuð í Marel flokkara í 5 stærðarflokka og lausfryst með bandafrysti í 50 mínútur. Flökin voru síðan sett óishúðuð í kassa, 30 kg í hvern og komið fyrir í frystilest við -30°C. Valinn var einn stærðarflokkur fyrir þessar tilraunir, M 8 -16 Oz, 227-454 g. Eftir löndun voru nokkrir kassar sendir til Rf í Reykjavík og geymdir þar við -24°C. Tafla 2 sýnir yfirlit yfir biðtíma fyrir hverja sýnatöku út á sjó.

Tafla 2. Yfirlit yfir sýnatöku út á sjó.

	Tími frá hali að vinnslu
<i>Hópur 1</i>	< 1 klst
<i>Hópur 2</i>	3 klst
<i>Hópur 3</i>	8 klst

3.1.2. Temprunartilraunir og mælingar

Flökin voru tempruð á mismunandi hátt með vatni og lofti og mælt var ATP, mjólkursýra og salt. Fylgst var með áferðarbreytingum og skynmati með jöfnu millibili á geymslutímanum.

Temprunartilraunir voru framkvæmdar í vinnslusal Rf eftir að flökin höfðu verið geymd 5-6 vikur í frysti. Niðurstöður úr tilraun hjá Granda h/f bentu til þess að yfirborðssnyrting væri möguleg við -3°C og var því ákveðið að styðjast við það hitastig sem viðmiðun fyrir vinnslu í landi. Þar sem ekki lágu fyrir niðurstöður frá Marel varðandi við hvaða hitastig vélskurður væri mögulegur var ákveðið að styðjast við niðurstöður áferðarmælinga sem bentu til þess að brot kæmi í kraftkúrfuna á milli -7 og -8 °C. Fylgst var með hitstigsbreytingum flakanna við temprun með því að bora hitasírta inn í þykkasta bita flaksins. Einnig var notaður handmælir sem hægt var að lesa af gildin jafnóðum til þess að stjórna temprunartímanum. Var mælinum á sama hátt stungið inn í eitt flak og þannig fylgst með hvenær æskilegu hitastigi væri náð. Flökin voru tempruð við mismunandi aðstæður á eftirfarandi hátt:

1. Flök tempruð í vökva við umhverfishitastig -3°C (saltpækill 6,6 baumgráður)
2. Flök tempruð í vökva við umhverfishitastig -7°C (saltpækill 12 baumgráður)

3. Flök tempruð í lokuðum skáp þar sem hitastig loftsins var -7 til -8°C, loftraki í kringum 50% og blástur í kringum 2,0 m/s
4. Örbylgjur sendar í gegnum flök í kassa og látið jafna sig yfir nótt

Fyrir 1-4 gildir að flökin voru fryst aftur við -24°C í nokkra sólarhringa eftir temprun áður en þau voru þídd aftur fyrir skynmat og aðrar mælingar, en flök sem tempruð voru með örbylgjum voru ekki metin frekar.

3.2. Tilraun 2

Fengin voru 14 flök hjá fisksölum og voru ormar í nokkrum þeirra. Í hnakkastykki flakanna var komið fyrir hitanema með beinum aflestri þannig að hægt var að fylgjast með hitastigi flakanna á meðan á snyrtingu og skurði stóð. Snyrtingin fór síðan fram hjá fyrirtækinu Granda h/f þann 21. maí '98 og var fenginn til þess vanur starfsmaður. Eftirfarandi þættir voru athugaðir:

- Við hvaða hitastig er gróf yfirborðssnyrting möguleg?
- Við hvaða hitastig er hægt að taka beingarð úr?
- Er líkamleg áreynsla meiri / öðruvísi við að skera og snyrta frosin flök og þá hvernig?
 - ✓ álag á axlir?
 - ✓ álag á úlnlið?
 - ✓ álag á upphandlegg?
 - ✓ annað

3.3. Tilraun 3

Tilraun 3 var sambærileg við tilraun 1 nema að þessu sinni var sendur kútur með fljótandi köfnunarefni út á sjó og tekin voru sýni af nýveiddum þorsk auk þess sem tekin voru sýni milli þrepa í vinnslunni, sjá tilraunplan viðauka B.

3.3.1. Sjóferð 2

Porskurinn var veiddur 29 nóvember '98. Vinnsla um borð og flutningur sýna til Reykjavíkur var að öðru leyti sambærileg við tilraun 1. Í þessari sjóferð voru tekin sýni af roðflettum flökum til lífefnamælinga. Tafla 3 sýnir yfirlit yfir biðtíma fyrir hverja sýnatöku út á sjó.

Tafla 3. Yfirlit yfir sýnatöku út á sjó.

	Tími frá hali að vinnslu
<i>Hópur 1</i>	45 mínútur
<i>Hópur 2</i>	3,5 klst
<i>Hópur 3</i>	8 klst

3.3.2. Temprunartilraunir og mælingar

Temprunartilraunir voru framkvæmdar í vinnslusal Rf eftir að flökin höfðu verið geymd 1-4 vikur í frysti.

Flökin voru tempruð með köldum blæstri (-1°C) 50% RH og lofthraða um 2 m/s í 4 klst. Fylgst var með flökunum í 4 vikur og í hverri viku voru flökin tempruð, mælt ATP og mjólkursýra, auk þess sem gerðar voru áferðarmælingar og flökin metin í skynmati.

4. EFNI OG AÐFERÐIR

4.1. Temprun

Flök voru tempruð með mismunandi hætti í vinnslusal Rf í Reykjavík. Vinnslutæki sem notuð voru:

1. Temprun með blæstri fór fram í þurrskáp, þar sem stjórnað var hitastigi, rakastigi og lofthraða. Mælinákvæmni var um 1°C.
2. Temprun í saltþekli fór fram í kælibaði sem stillanlegt var með 0,5 °C nákvæmni.

3. Temprun í vatnsbaði fór fram með einföldum hætti og var séð til þess að fiskurinn var allan tímann í kafi. Mælinákvæmni var upp á 1°C

4.2. Skynmat

Einum sólarhring fyrir skynmat voru flökin úr temprunartilraunum tekin úr frysti og sett í ísskáp við um 4°C. Til viðmiðunar voru einnig tekin úr frysti nokkur flök úr hefðbundinni vinnslu sem ekki höfðu verið tempruð. Flökin voru síðan skorin í bita. Sporðurinn var ekki nýttur í skynmat. Sýnin voru síðan gufusoðin í álboxum í 5 mínútur. 8-12 dómarar mátu sýnin í hvert skipti, hver dómari mat hvert sýni þrisvar sinnum og var stuðst við svokallað einkennapróf, þar sem metin var ferskleiki (Torry skali; 3-10) ásamt bragð- og áferðarþáttum á skala frá 0-100. Meðaltöl og staðalfrávik sýna voru fundin og gerð ferveikagreining ásamt Tukey prófi til að finna hvort marktækur munur væri á milli sýna.

4.3. Lífefnamælingar

Lífefnamælingar voru framkvæmdar á Rf eftir mislangan geymslutíma. Notuð voru 3 flök úr hverjum hóp í sýni.

Frosinn fiskbiti var tekinn úr hnakkastykki, settur í postulínsmortél með fljótandi köfnunarefni. Fiskbitinn var mulinn í frosnu formi í köfnunarefninu, þar til hann var orðinn að fínu dufti. Fiskduftinu var haldið í fljótandi köfnunarefni þar til það var komið í lausn, þar sem þau efni sem mæla átti voru „stöðug”. Yfirleitt voru teknir tveir útdrættir úr hverju flaki og svo tvísýni af hverjum útdrætti í mælingu. Á bak við hvern punkt í hverjum hópi fyrir sig er því meðaltal þessara fjögurra flaka.

Útdráttur var gerður í perklórsýru (0,6M) og sýnið gert einsleitt. Skilvinduglas var vigtað fyrir og eftir að 100 ml af perklórsýru var bætt í. Um 20g af frosnu muldu fiskholdinu var bætt í og glasið vigtað. Hlutfalli af fiski og perklórsýru var þannig haldið u.þ.b. 1:5 (þyngd/rúmmál).

Perklórsýra hefur verið notuð af mörgum rannsóknaraðilum s.s. Newbold and Scopes (1967), Dalrymple and Hamm (1973), Lamprecht and Trautschold (1974) og Stefánsson (1986) til þess að draga út myndefni úr vöðvavef.

Blandan með fiskdufti og perklórsýrunni var geymd í ís við 0-4°C þar til blandan var gerð einsleit í blandara (Ultra Turrax T25, Janke & Kunkel, IKA® Labortechnik) við 20.000 rpm í 90 sek. Einsleita blandan var geymd í ís við 0°C þar til skilvindun var framkvæmd við 11.500 rpm (u.þ.b. 13.500 g) við 0°C í 30 mín.

Eftir skilvindun var sýnislausn (5ml) pípettuð í tilraunaglas og methyl orange (0,1 ml) vísbendi bætt í og blandan títruð með K₂CO₃ (5M) eða þar til litskiptin urðu yfir í gult (við títrunina myndast botnfall, KClO₄ og CO₂ gas). Þessi lausn var geymd í ís þar til magn adenosíns trifosfats (ATP), kreatín fosfats (Kf) og mjólkursýru (L-laktat) var mælt í lausninni. Nánari skýringar á aðferð er að finna í viðauka C

4.4. Áferðarmælingar með tæki

Áferðarmælingar voru framkvæmdar með Stable MicroSystems áferðamæli. Þvermál pressu er yfirleitt meira en þvermál sýnis. TPA (Texture Profile Analysis) eða áferðarrofsgreining er aðferðin kölluð þegar sama sýnið er pressað tvisvar í röð og er verið að líkja eftir munnbiti. Þvermál pressu er yfirleitt meira en þvermál sýnis. Með þessari aðferð fást ýmsir mælikvarðar á áferð sýnisins (Bourne 1978, 1992), en eftirfarandi breytur gáfu bestu samsvörun hjá Rf við þróun mæliaðferða á hráum flökum:

Harka (hardness) (N)	Mesta kraftútslag í fyrri pressun
Samloðun (Cohesiveness)	Hlutfall jákvæðra kraftsvæða í seinni og fyrri pressun

Í verkefninu var notað TPA prófið eða hermipróf en þar er reynt að líkja eftir þeim aðstæðum sem matvæli lenda í (Sólveig Ingólfssdóttir og fl., 1997). Gert var samþjöppunarpróf (compression), en þá er sýni pressað saman og kraft-tíma ferli skráð. Áferðin var mæld á tempruðum flökum sem höfðu verið fryst aftur og geymd við -24°C í nokkra sólarhringa. Alltaf var ótemprað viðmiðunarsýni mælt samhliða. Fyrir áferðamælingu voru flökin þiðin upp við 5°C í 12 tíma. Fimm flök voru mæld frá hverri temprunaraðferð og átta flök frá viðmiðunarrhópnum. Sýnataka voru sex 2,5 * 2,5 cm bitar úr hverju flaki. Efstu 3 cm af flakinu eru teknir frá síðan eru skornar þrjár 2,5 cm lengjur, en úr hverri lengju eru skornir einn til tveir bitar eftir stærð flaksins. Við áferðarmælinguna var notuð P/100 pressa sem er úr áli með 100 mm

þvermáli. Hraði pressu að sýni var 2,0 mm/sek og hraði í sýni var 0,8 mm/sek. Við mælinguna var sýnið pressað niður í 20% af upphaflegri hæð.

4.5. Saltmælingar

Mælingar á flökum sem höfðu verið tempruð með saltþækli voru gerðar á efnastofu Rf í Reykjavík eftir alþjóðlega viðurkenndum aðferðum.

5. NIÐURSTÖÐUR

5.1. Tilraun 1

Rannsókn á fiski sem veiddur var á Sporðagrunni í apríl '98 og unnin um borð í Sléttbaki sama dag. Fiskurinn var tempraður í júní '98 í vinnslusal Rf í Reykjavík.

5.1.1. Temprun á flökum með mismunandi biðtíma fyrir vinnslu

Flökin voru tempruð á 3 mismunandi vegu og mældur var sá tími sem þurfti til þess að flökin næðu umhverfishitstigi. Til þess að halda hitastigi undir 0°C var búin til saltþækill sem innihélt eins lítið salt og hægt var án þess að frost myndaðist í þæklinum. Var um að ræða ídýfu, þ.e.a.s magn vatns var miklu meira en magn flaka og var flökunum /frampörtunum dýft ofan í vatnsbaðið og haldið þar kyrru þar til æskilegu hitastigi var náð.

Tafla 4. Yfirlit yfir þann tíma sem það tekur flökin að ná umhverfishitastigi* eftir geymslu í frysti við -24°C í 5-6 vikur.

	Temprun við -3°C í þækli	Temprun við -7°C í þækli	Temprun við -7°C til -8 í blæstri
Biðtími 0 klst	95 mín	49 mín	ca 158 mín
Biðtími 3 klst	103 mín	53 mín	ca 165 mín
Biðtími 8 klst	100 mín	46 mín	ca 181 mín

* Blástur hitastig -7 til -8°C; -3,3°C í þækli; -7,3°C í þækli

Hitastig í flökunum féll mjög hratt við temprun með blæstri, allt niður í $-8,5^{\circ}\text{C}$. Eftir það tók það allt upp í 6 klst að falla eina gráðu. Þessi tími sem nefndur er í töflunni miðast við að hitastigið í flökunum sé orðið mjög stöðugt og falli ekki neitt næstu tímana. Í viðauka D sést hversu hratt flökin þiðna þar til hitastig þeirra er orðið $2-3^{\circ}\text{C}$ frá umhverfishita flakanna. Til að flýta fyrir ferlinu væri því í raun betra að hafa umhverfishitastig flakanna einni gráðu lægri en það lokahitastig sem óskað er eftir í flökunum, svo fremi sem það er í lagi út frá gæðum afurðar.

Þau hitastig sem hér urðu fyrir valinu byggja á því að yfirborðssnyrting á flökum er möguleg við -3°C og hugsanlega vélskurður við -7°C , en áferðarmælingar fyrr í vor sýndu brot í kraftkúrfunni við þetta hitastig. Síðari tilraunir hjá Marel sýndu þó að vélskurður væri mögulegur við mun lægra hitastig eða allt niður í -10°C .

5.1.2. Temprunartilraunir með mismunandi hitastig á vatni

Temprun með vatni er ódýr og ákjósanleg aðferð og því þótti ástæða til þess að kanna nánar temprun við mismunandi hitastig. Það var þó ljóst að vatn yfir 0°C leiðir til þess að sporðurinn nær alltaf að þiðna. Þess vegna var ákveðið að skera flökin í tvennt og einungis tempra framparta. Mældur var sá tími sem það tók að tempra flök / framparta í vatni við mismunandi hitastig. Hráefni var lausfryst þorskflök.

Tilraunir voru gerðar með því að tempra flök /framparta í vatni við mismunandi hitastig. Í viðauka E má sjá hitastigs-tíma ferla fyrir temprun á flökum í vatni við mismunandi hitastig og í töflu 5 má sjá hversu langan tíma það tekur fyrir þykkasta bita flakanna að ná hitastigi vatnsins.

Tafla 5. Yfirlit yfir hitastigs-tíma ferla fyrir temprun á flökum við mismunandi hitastig.

Hitastig í vatnsbaði	Tími til þess að ná -3°C	Tími til þess að ná -7°C
-7°C		ca 30 mínútur
-3°C	ca 100 mínútur	ca 12 mínútur
0°C	ca 20 mínútur	ca 7 mínútur
$4-6^{\circ}\text{C}$	ca. 20 mínútur	ca. 7 mínútur

Niðurstöður þessara tilrauna sýndu að yfirborð og sporður flaka sem tempruð voru við 0°C eða 4-6°C þiðnaði mjög fljótt, eða á innan við mín. Einnig kom í ljós að flök sem tempruð voru við 0°C mynduðu strax íshúð og skipti þá ekki máli hvort flökin voru látin bíða við herbergishita (20°C) í 10 til 15 mínútur áður en þeim var dýft ofan í 0°C vatnsbaðið eða dýft beint ofan í eftir að hafa verið tekin úr frysti (-24°C). Hins vegar var íshúðin mismikil. Við temprun við 4-6°C myndaðist íshúð um leið og flökunum var dýft ofan í, en hún hvarf á innan við mínútu. Hitaferillinn fyrstu 6 mínúturnar virðist vera óháður umhverfishitastiginu. Mismunurinn kemur fram þegar hitastig fiskisins er farið að nálgast umhverfishitastig. Flök sem tempruð eru við -3°C eða -7°C (saltþækil) fá aukabragð.

5.1.3. Temprunartilraunir með mismunandi blæstri

Fljótlega kom í ljós að vatn var ekki heppilegur miðill til þess að tempru flök þar sem lögun flaka er þess eðlis að sporðurinn þiðnar hratt miðað við hnakkastykki. Einnig reyndist saltvatn ekki vel þar sem flökin fengu aukabragð. Tilraunir voru þá gerðar með mismunandi mikinn blástur en hitastigi og rakastigi var haldið -1°C og 50% RH. Hráefni var lausfryst flök. Valdir voru þrjú hraðar, 0,9m/s; 2 m/s og 3,8m/s. Einnig voru flök látin liggja á bakka í herbergi sem hefur kyrrt loft með hitastig á bilinu 0 til 1°C. Línurit í viðauka F sýnir uppþiðingarferlana. Þar sést að temprunartíminn styttest ekki þótt lofthraði aukist. Við skoðun flakanna sást að yfirborðið þornar hraðar. Það tók flökin um 3 klst að ná -3,5°C en í raun er ca -4°C náð eftir um 1,5 klst. Eftir 3 klst við 3,8 m/s var áferð flakanna orðin línkennd og mjög þurr. Eftir að hafa staðið á borði um 1 klst var engin breyting orðin á áferðinni. Flök sem tempruð voru við -1°C, 50% loftraka og 2 m/s voru metin í skynmati (sjá niðurstöður skynmats ú sjóferð 1) og var ekki marktækur munur á þeim flökum og flökum sem þídd eru beint eftir geymslu í frysti án allrar temprunar. Hins vegar er ekkert vitað um lengri tíma geymsluáhrif og þannig er nauðsynlegt að meta geymsluþol tempraðra flaka með tilliti til langtímageymslu. Niðurstaðan er því sú að ekki reyndist vera marktækur munur á því hvort flök væru tempruð með 0,9m/s, 2 m/s eða 3,8 m/s né heldur kyrru lofti hvað varðar gæði eða uppþiðingarhraða. Flökin með mesta hraðann náðu þó fyrst umhverfishitastiginu eins og sést á uppþiðingarferlunum í viðauka F.

5.1.4. Temprunartilraunir með örbylgjum

Nokkrir kassa af lausfrystum flökum voru sendir til Bandaríkjanna. Hráefni var úr hefðbundinni vinnslu á Sléttbaki. Þar ytra voru síðan sendar örbylgjur í gegnum kassana með flökunum og látið jafna sig yfir nótt. Þegar hitastigið í hnakka í miðjum kassa var -10°C voru sporðar og þunnildi á flökum yst í kassanum orðin uppþídd. Þetta þýðir að ef flökin eru látin jafna sig yfir nótt þá munu flök frjósa saman. Hins vegar þarf ekki að ná -10°C kjarnhitastigi þegar lokaniðurstaðan á að vera -10°C . Hugsanlega er hægt að tempra þannig að hitastigið innst sé -15°C og hitastigið yst -2°C og meðaltalshitastigið væri etv. eitthvað nálægt -10°C . Yfir nótt myndi slíkt jafna sig út innan kassans.

Þegar temprað var þannig að hnakkar í miðjum kassa náðu -3°C þá voru flökin yst þiðin og sporðar og þunnildi soðin.

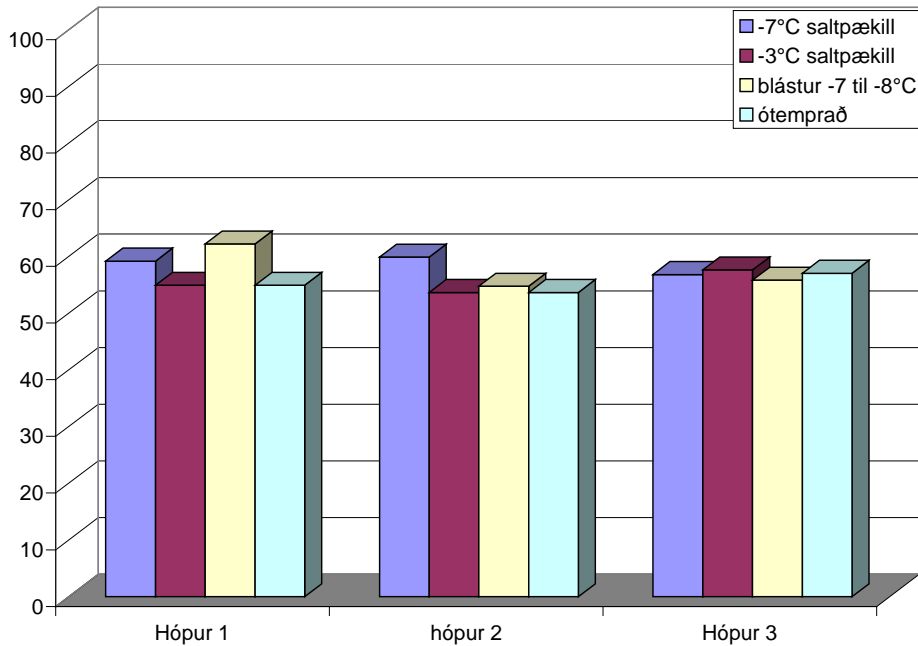
Þrátt fyrir þetta þarf ekki að útiloka notkun örbylgna á flök í kössum, ef miðað er við að jafna hitann út yfir nótt og þess gætt að tempra þannig að rétt orka sé í flökum innan hvers kassa.

Einnig má hugsa sér aðra lausn, sem er örbylgjutemprun lausra flaka á færibaldi. Flæðið myndi samanstanda af örbylgjutemprun, útjöfnunarbandi og skurðarvél. Raðað yrði inn á örbylgjufæribaldið, en ekki þyrfti að raða aftur inn á skurðarvél. Frá örbylgjutempruninni færu flökin inn í einangraðan stokk þar sem haldið yrði hitastigi nálægt lokahitastiginu og reikna þyrfti út hversu langan tíma þyrfti til að jafna út hitastigið. Því næst færu flökin beint inn á færiband.

Allar þessar lausnir varðandi örbylgjur eru dýrar. Örbylgjuofn með færibaldi kostar eitthvað á milli 30-40 milljónir íslenskra króna.

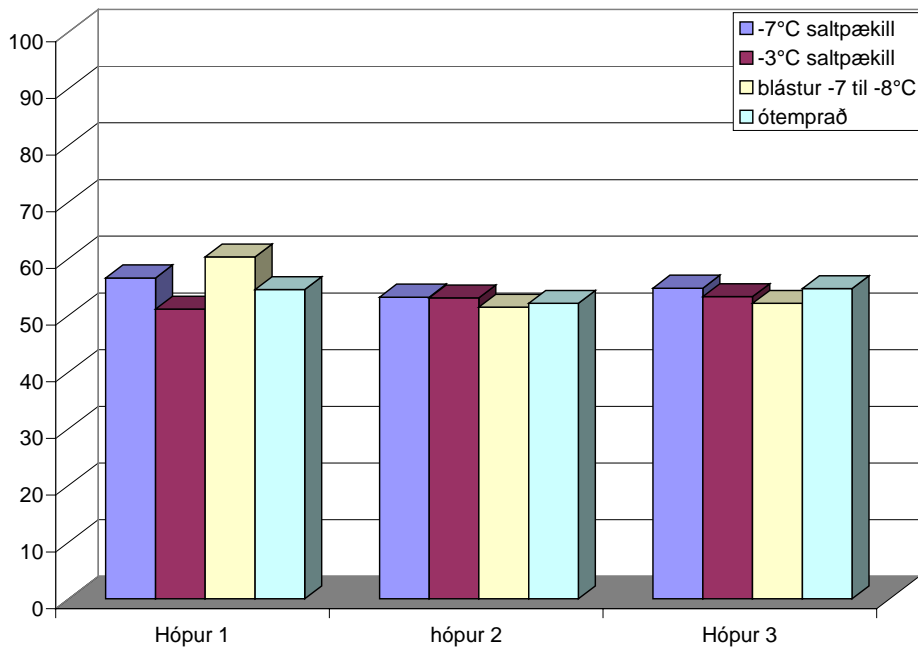
5.1.5. Skynmat

Ekki reyndist vera marktækur munur á áferð í skynmati fyrir mimunandi hópa. Einkunn fyrir áferð (þurr / safaríkur) fyrir ferskan fisk liggur venjulega á bilinu 40-60 % og á mynd 1 sést að samsvarandi tölur fengust fyrir hópa 1,2,3 hvort heldur flökin voru ótempruð eða tempruð.



Mynd 1. Áferð (þurr-safaríkur) metin með skynmati á flökum sem geymd höfðu verið mismunandi lengi fyrir vinnslu. Hópur 1 = <1 klst; Hópur 2 = 3 klst; Hópur 3 = 8 klst.

Einnig var enginn marktækur munur á því innan hvers hóps hvort flökin eru temprað með blæstri / saltþækli eða ótemprað. Samsvarandi niðurstöður voru einnig fyrir áferðareiginleikana seigur/meyr, sjá mynd 2.



Mynd 2. Áferð (seigur-meyr) metin með skynmati á flökum sem geymd höfðu verið mismunandi lengi fyrir vinnslu. Hópur 1 = <1 klst; Hópur 2 = 3 klst; Hópur 3 = 8 klst.

Þar sem nokkrar vikur liðu frá því að fiskurinn var veiddur þar til hann var tempraður og settur í skynmat, virtist sem fiskur úr öllum hópunum væri kominn úr dauðastirðnun.

Einnig var athugað í skynmati hvort saltbragð/ aukabragð kæmi fram þegar flökin voru tempruð með saltþækli. Þar kom greinilega fram marktækur munur á flökum sem voru tempruð með blæstri eða ótempruð miðað við flök tempruð með saltþækli, hvort heldur um var að ræða saltþækil við -3°C eða -7°C . Einnig kom fram að flök tempruð við -3°C voru marktækt saltari en flök sem tempruð voru við -7°C . Samhliða þessu voru flökin sett í saltmælingu, sjá niðurstöður þeirra mælinga í kafla 5.1.6.

5.1.6. Saltmæling

Mælt var saltinnihald fisksins til að athuga hversu mikið salt flökin tækju upp og var það á bilinu 0,4-0,8 %, sjá töflu 6. Hafa ber í huga að saltinnihald ferskra flaka liggur í kringum 0,1%.

Tafla 6. Niðurstaða saltmælinga í flökum tempruðum í -3°C og -7°C saltþækli.

Flakastykki	Saltinnihald (%)					
	Temprað við -3°C			Temprað við -7°C		
	Hópur 1	Hópur 2	Hópur 3	Hópur 1	Hópur 2	Hópur 3
Sporður	0,60	0,86	0,88	0,70	0,65	0,54
Miðja	0,48	0,51	0,62	0,50	0,51	0,44
Hnaki	0,53	0,62	0,60	0,50	0,45	0,53

Hópur 1 biðtími < 1 klst fyrir vinnslu, Hópur 2 biðtími 3,5 klst fyrir vinnslu, Hópur 3 biðtími 8 klst fyrir vinnslu

5.1.7. ATP og mjólkursýra

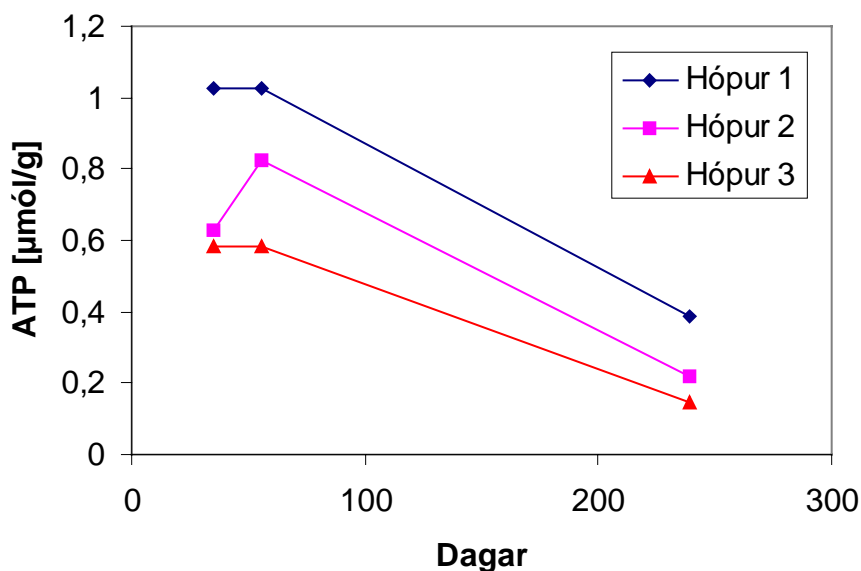
Ómögulegt er að gera sér grein fyrir því hvar í dauðastirðunarferlinu hóparnir voru er þeir voru frystir þar sem ekki voru tekin sýni um borð. Fraser o.fl. (1967) mældu upphafsmagn ATP í þorskvöðva nálægt $6 \mu\text{mól/g}$. Í tilraun þeirra var notaður fiskur sem var deyfður fyrir slátrun. Hann barðist því ekkert um og hafði þar af leiðandi ekki gengið mikið á orkuforða sinn. Dauðastirðnun tekur jafnan lengri tíma

og er kröftugri (meiri herping) ef fiskurinn hefur erfiðað minna fyrir slátrun (Amlacher, 1961).

Í tilraun þeirri sem þessi skýrsla greinir frá var notaður trollveiddur þorskur sem hefur án efa gengið töluvert á orkuforða sinn við veiðarnar. Þar af leiðandi mætti ætla að upphafsmagn ATP hefði verið lægra heldur en það sem Fraser o.fl. fengu í sinni tilraun.

Til að forðast dauðastirðnun við þíðingu er almennt talið að nóg sé að geyma fiskinn við eðlilegt frystigeymsluhitastig í meira en 2 mánuði (Fennema 1996). Eftir þennan tíma ætti ATP magn í fiskvöðvanum að vera komið undir $1 \mu\text{mól/g}$ og dauðastirðnun þá annaðhvort gengin yfir í frystigeymslunni eða forsendur fyrir henni brostnar.

Eins og sést á mynd 3 er magn ATP í hópi 1 um $1 \mu\text{mól/g}$ um það bil einum mánuði frá veiðum. Hópar 2 og 3 hafa svipað magn af ATP á þeim tíma (um $0,6 \mu\text{mól/g}$). Eftir 8 mánaða frystigeymslu hafði ATP magn lækkað í öllum hópum. Ef ofanritað er haft í huga, ætti ekki að vera hætt á því að fiskar í hópum 2 og 3 myndu ganga í gegnum dauðastirðnun við þíðingu eftir 1 mánuð. Hópur 1 gæti hins vegar sýnt einhver merki þíðingarstirðnunar eftir tveggja mánaða frystigeymslu.



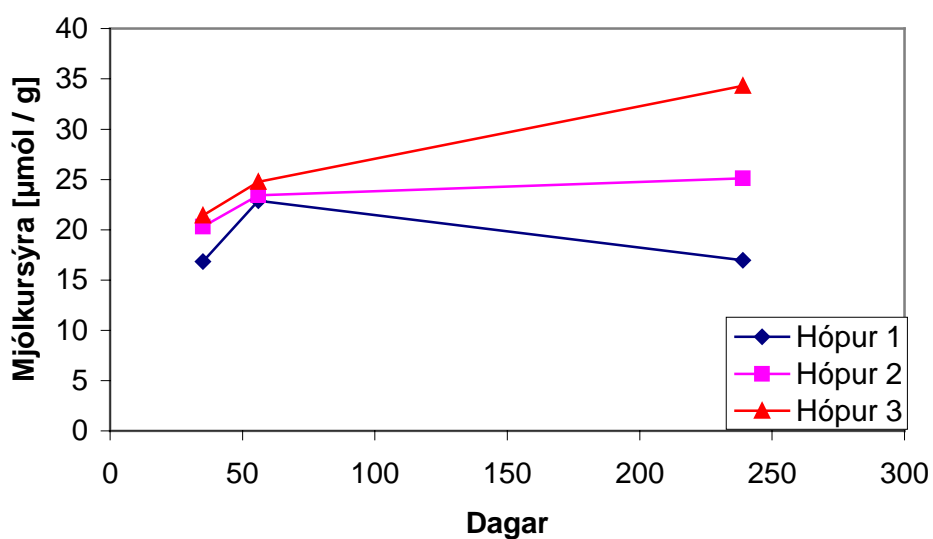
Mynd 3. ATP í frystum þorsflökum

Fennema, 1996 benti á að endanlegt sýrustig í fiski er ekki háð álagi eða átökum fiskisins í baráttunni fyrir dauða. Ástæðan er sú að mjólkursýra er fjarlægð mjög hægt úr fiskvöðva. Því ætti mjólkursýra að hlaðast upp í fiski sem hefur verið veiddur undir

álagi. Deyfður fiskur hefur minni mjólkursýru í vöðva við slátrun en lífefnahvörfin eftir dauða sjá til þess að mjólkursýran hleðst upp í nánast sama magn og í fiski sem stritaði mikið fyrir slátrun.

Iwamoto o.fl. (1988) mældu upphafsmagn mjólkursýru 10 $\mu\text{mól/g}$ í skarkola sem deyfður var fyrir slátrun.

Í þessari tilraun var notaður þorskur veiddur í troll. Ef til vill var hann búinn að keyra sig það mikið út að mjólkursýran var að mestu búin að myndast fyrir slátrun.



Mynd 4. Mjólkursýra í frystum þorskflökum

5.1.8. Áferðamælingar með tæki

Niðurstöður áferðamælinga frá sjóferð 1 eru teknar saman í töflu 6.

Tafla 7. Yfirlit yfir áferðarmælingar á hörku og samloðun á þrem hópum af frystum flökum eftir mismunandi temprunaraðferðir. Einnig er skráð hvort marktækur munur er innan og milli hópanna.

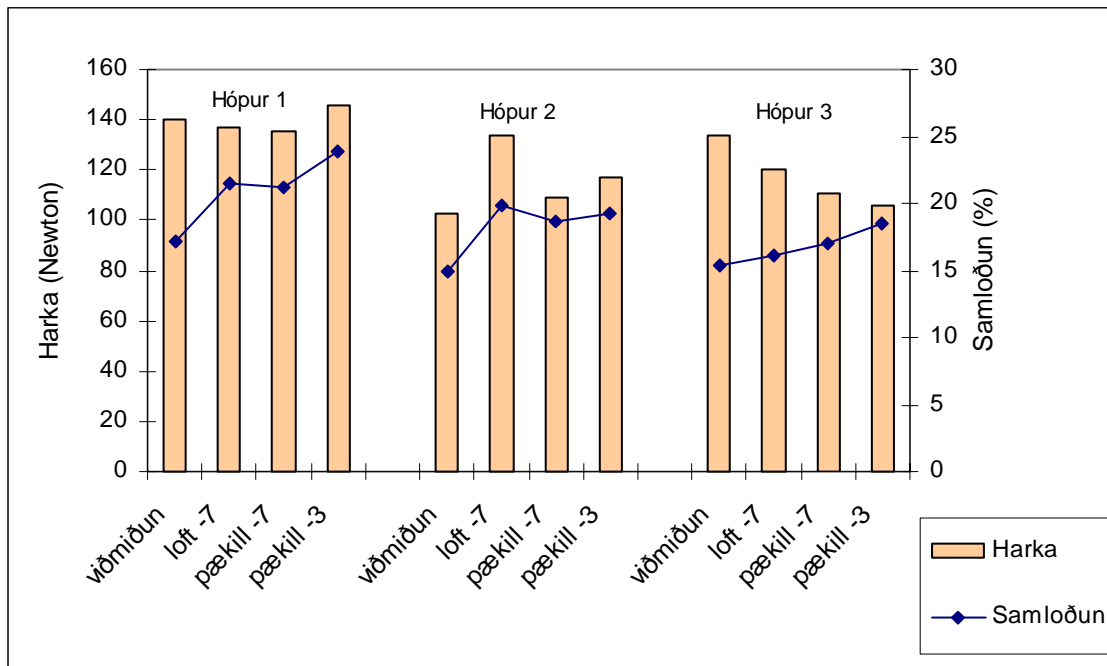
Hópar	Harka (Newton)	Samloðun (%)	Merking á sýni vegna tölfr.úttektar
Hópur 1 (45 mín frá hali að vinnslu)			
Viðmiðun (ótemprað)	140,14 ± 15,51	17,1 ± 2,3	1
Loft (blástur)-7 °C	136,65 ± 15,24	21,5 ± 2,2	2
Pækill -7 °C	135,59 ± 19,02	21,2 ± 2,4	3
Pækill -3 °C	145,87 ± 16,60	23,9 ± 2,4	4
Hópur 2 (3,5 klst. frá hali að vinnslu)			
Viðmiðun (ótemprað)	102,53 ± 17,28	14,9 ± 2,4	5
Loft (blástur) -7 °C	133,35 ± 22,87	19,8 ± 3,1	6
Pækill -7 °C	109,02 ± 18,44	18,7 ± 2,3	7
Pækill -3 °C	117,01 ± 21,23	19,2 ± 2,8	8
Hópur 3 (8 klst. frá hali að vinnslu)			
Viðmiðun (ótemprað)	133,52 ± 17,23	15,4 ± 1,9	9
Loft (blástur)-7 °C	119,92 ± 17,23	16,1 ± 3,3	10
Pækill -7 °C	110,70 ± 11,85	17,0 ± 3,3	11
Pækill -3 °C	106,16 ± 13,88	18,5 ± 3,0	12

Marktækni (P < 0,05) fyrir hörku og samloðun innan hvers hóps

	1 vs 2	1 vs 3	1 vs 4	2 vs 4	3 vs 4	5 vs 6	5 vs 7	5 vs 8	6 vs 7	6 vs 8
Harka						M			M	M
Samloðun	M	M	M	M	M	M	M	M		
	9 vs 11	9 vs 12	10 vs 12							
Harka	M	M	M							
Samloðun		M	M							

Marktækni (P < 0,05) fyrir hörku og samloðun á milli hópa

	1 vs 5	1 vs 9	5 vs 9	2 vs 10	6 vs 10	3 vs 7	3 vs 11	4 vs 8	4 vs 12
Harka	M		M	M	M	M	M	M	M
Samloðun	M	P=0,052		M	M	M	M	M	M



Mynd 5. Niðurstaða úr áferðarmælingum á hörku og samloðun á þremur hópum af tempruðum flökum ásamt ótempruðu samanburðarsýni. Viðmiðun = ótemprað, loft -7 = tempruð í lofti (blæstri) að -7 °C, pækill -7 og -3 = tempruð í pækli að -7 og -3 °C.

Af töflu 7 og mynd 5 má sjá að hópur 1 sker sig úr hvað harka og samloðun er hærra en í hinum hópunum tveimur. Mögulegt er að hópur 1, sem beið styst fyrir frystingu, sýni einkenni dauðastirðunar þ.e. að fiskurinn hafi ekki verið kominn í gegnum dauðastirðun þegar hann var mældur.

Lág samloðun bendir til meiri gæða hvað varðar áferð. Sjá má á mynd 6 að samloðun er alltaf lægst í viðmiðunarsýninu. Samloðunin innan þessa þriggja hópa er mjög lýsandi fyrir það sem álitid er að eigi að koma fram, þ.e. lægst í viðmiðunarsýninu, -7°C aðferðirnar tvær, blástur og pækill gefa svipað gildi og -3°C pækil aðferðin gefur hæsta gildið, enda eru mestu líkur á gæðatapi við þá temprun.

5.2. Tilraun 2. Flaka og ormaskoðun

Ormar sjást jafnvel í frosnu flaki og ófrosnu. Almenn má segja að gróf snyrting, svo sem himnusnyrting og minniháttar yfirborðslagfæring sé möguleg við hitastig -3°C í hnakka. Athuga þarf að þegar hitastig er -3°C í hnakka er það um -2°C í miðstykki og sporðurinn alveg þiðinn. Ekki kom fram að óþægilegt væri að vinna við frosinn fisk

vegna kulda eða áferðar (notaðir voru hanskar). Hins vegar var líkamlegt álag það miklu meira að stífni var komin í vöðva starfsmanns eftir rúman klukkutíma. Til að hnífurinn rynni ekki úr hendi þarf að halda þéttingsfast um hnífinn. Einnig var tilfinningin sú að brýna þyrfti hnífinn oftar.

Við úrvinnslu gagna kom í ljós að munur er á því hitastigi sem hægt er að skera beingarð úr eftir stærð flakanna. Ekki er um að ræða verulegan mun, eða um $0,4^{\circ}\text{C}$ á stærstu flökunum (þyngd rúm 900 g) og minnstu flökunum (þyngd um 250 g).

	Fjöldi flaka sem snyrt voru	Hitastig þar sem mögulegt er að ná beingarði úr	Hitastig þar sem yfirborðs-snyrting er möguleg	Líkamlegt álag	MAT
Stærðarflokkur 1 142 - 227 g	1	$-2,0^{\circ}\text{C}$	-3°C	úlnlið sem leiðir í upp-handlegg.	Ekki ásættanlegt í lengri tíma
Stærðarflokkur 2 228 - 454 g	4	$-1,8^{\circ}\text{C}$	-3°C	sama	sama
Stærðarflokkur 3 455 - 908 g	5	$-1,7^{\circ}\text{C}$	-3°C	sama	sama
Stærðarflokkur 4 909 - 1818 g	4	$-1,6^{\circ}\text{C}$	-3°C	sama	sama

5.3. Tilraun 3.

Í tilraun 1 kom í ljós að dauðastirðnun var yfirstaðin eftir 5-6 vikur í frysti og því var ákveðið að fylgjast með flökunum á einnar viku fresti. Ekki fengust lausfryst meðal stór flök í tilraunina eins og til stóð og varð því að notast við mjög stór plötufryst flök. Flökin voru aflöguð í kassanum þannig að ekki reyndist unnt að meta aflögun við uppþíðingu á flökunum.

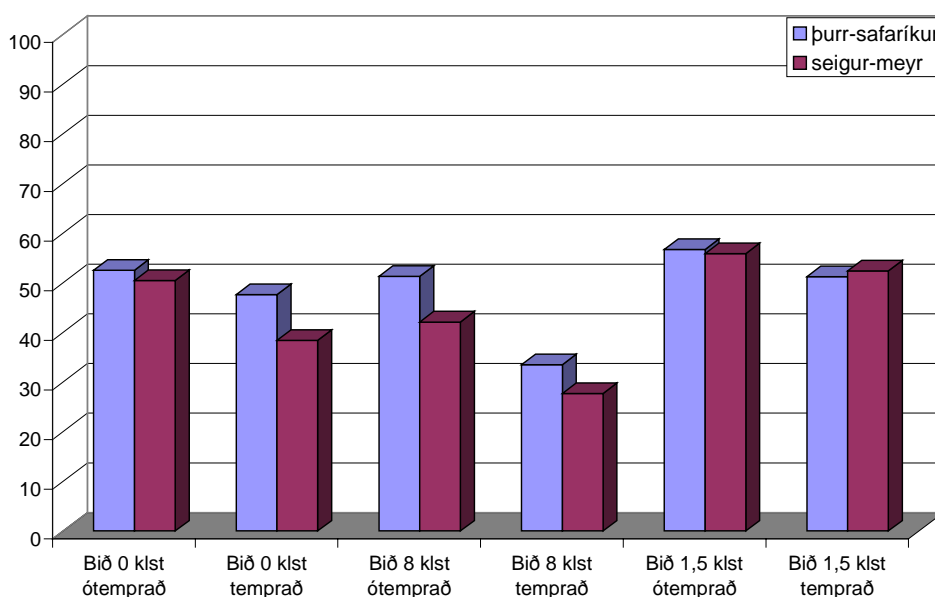
5.3.1. Temprun á flökum

Flökin voru tempruð eins og áður sagði við -1°C í 4 klst. Fortilraunir sýndu að lengri temprunartími þurrkaði yfirborðið of mikið og að enginn munur var á temprunartíma flaka sem höfðu beðið mislengi áður en þau voru fryst.

Fjórar klst virtist vera hæfilegur tími til þess að flökin jöfnuðu sig þegar þau voru tekin úr þurrkskápnum. ATP var mælt og fylgst var með áferðar- og bragðbreytingum með áferðarmæli og skynmati.

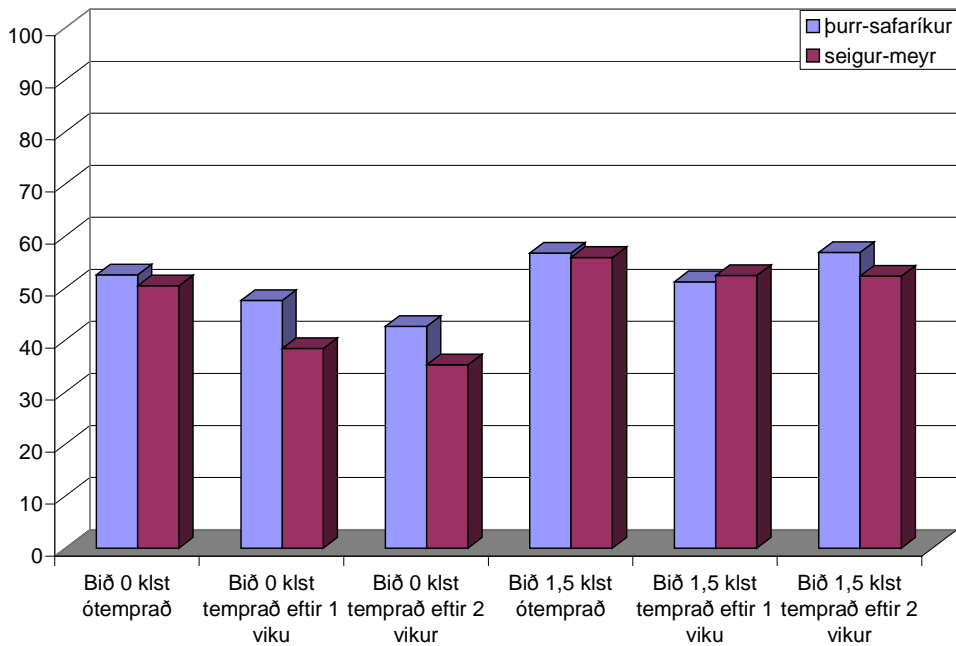
5.3.2. Skynmat

Flökin voru geymd í frysti við -24°C frá 1 upp í 4 vikur og þau metin síðan með skynmati á einnar viku fresti. Flök sem geymd höfðu verið í eina viku frá veiðum og síðan tempruð fengu alltaf aðeins lægri einkunn hvað varðar áferð í skynmati miðað við ótempruð flök. Hins vegar var ekki um að marktækan munur að ræða, sjá mynd 6.



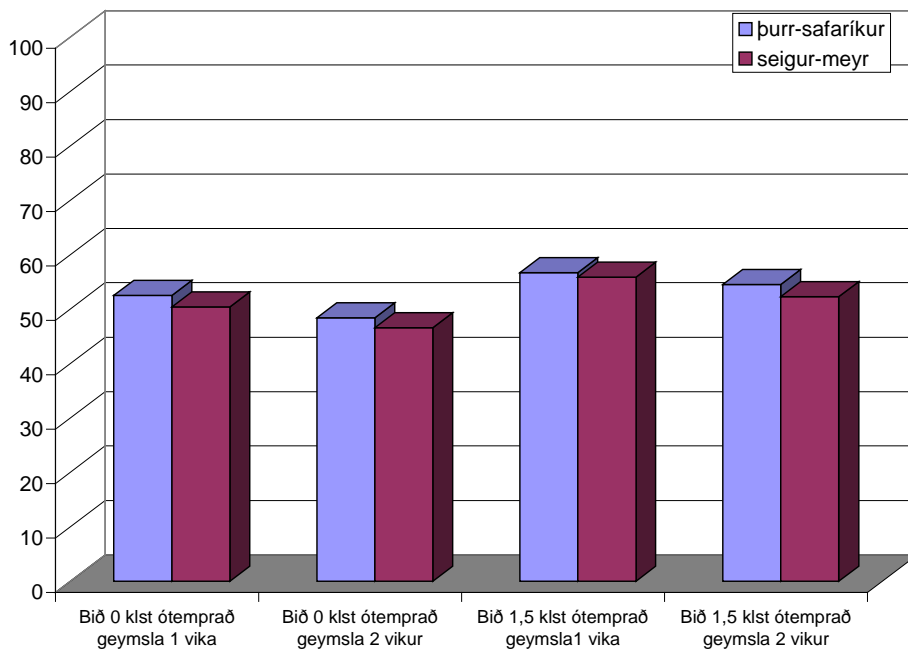
Mynd 6. Áhrif temprunar á áferð metin með skynmati á flökum sem geymd höfðu verið 1 viku í frysti við -24°C . Bið 0 klst þýðir að flökin fóru strax í vinnslu um borð, bið 8 klst þýðir að þau biðu 8 klst og bið 1,5 klst þýðir að þau biðu 1,5 klst.

Eftir því sem flökin voru geymd lengur í frysti við -24°C fengu þau yfirleitt lægri einkunn í skynmati hvað varðar áferð. Þarna er heldur ekki um marktækan mun að ræða, sjá mynd 7.



Mynd 7. Áhrif frystigeyslu við -24°C fyrir temprun á áferð flaka.

Þegar athugað var í framhaldi af þessu hvort áferð ótempraðra flaka breyttist við geymslu við -24°C í 1 viku kom í ljós að svo var ekki, sjá mynd 8.



Mynd 8. Áhrif frystigeyslu við -24°C á áferð ótempraðra flaka.

Þessar skynmatsniðurstöður benda ekki til þess að temprun með blæstri hafi áhrif á áferð flaka. Ekki kom fram marktækur munur á því hvort flökin eru geymd 1 eða 2 vikur áður en þau eru temperuð, né heldur hefur frystigeymsla eftir temprun í eina viku áhrif á áferðina.

5.3.3. Áferðamælingar með tæki

Tafla 8. Áferðarmælingar á hörku og samloðun á plötufrystum flökum sem komu úr frystiskipi í desember 1998

Hópar	Harka	Samloðun	Merking á sýni
Biðtími 1 = 0-2 tímar fyrir frystingu	(Newton.)	(%)	vegna
Biðtími 2 = 8 tímar fyrir frystingu			tölfr.úttektar
Viðmiðun (ótemprað)			
Biðtími 1 *(vika 1)	108.89 ± 14.43	15.6 ± 2.2	1
Biðtími 2 *(vika 1)	110.79 ± 19.03	13.8 ± 1.9	2
Biðtími 1 *(vika 4)	103.13 ± 18.12	15.2 ± 3.5	3
Biðtími 2 *(vika 4)	116.38 ± 20.60	14.9 ± 2.7	4
Temprað í blástursofni að -7°C			
Biðtími 1 *(vika 1)	107.30 ± 15.70	14.9 ± 2.2	5
Biðtími 2 *(vika 1)	106.89 ± 14.27	14.0 ± 1.7	6
Biðtími 1 *(vika 4)	113.64 ± 15.92	16.0 ± 1.9	7
Biðtími 2 *(vika 4)	121.15 ± 13.31	16.1 ± 2.7	8

*innan sviga = geymslutími í frysti

Marktækni ($P < 0,05$) fyrir hörku og samloðun (M)

	1 vs 2	2 vs 8
Harka		
Samloðun	M	M

Tafla 8 sýnir mæliniðurstöður á hörku og samloðun. Eins og marktækni- taflan gefur til kynna er hvergi marktækur munur á hörku og aðeins marktækur munur á samloðun í tveimur tilvikum; biðtíma 1 (vika 1) ótemprað vs biðtíma 2 (vika 1) ótemprað og biðtíma 2 (vika 1) ótemprað vs biðtíma 2 (vika 4) temprað. Í fyrra tilvikinu er ef til vill hægt að greina sem áhrif frá dauðastirðnun þ.e. að eftir 0-2 tímar frá veiðum í

frystingu og aðeins 1 vika í frystigeymslu væri fiskurinn ekki kominn í gegnum dauðastirðnun en síðara tilvikið mögulega áhrif temprunar. Þess ber að geta að taka þarf niðurstöður frá töflu 8 með dálítilli varúð þar sem mjög erfitt reyndist að áferðarmæla flökin vegna þess hvað þau voru risa-stór, allt upp í 5 kg flök. Í raun hefði þurft að þróa nýja mæliaðferð fyrir áferðarmælingar á þetta þykkum stykkjum.

Tafla 9. Áferðarmælingar á hörku og samloðun á lausfrystum flökum sem kom úr hefðbundinni vinnslu í frystiskipi í des. 98. Vinnslutími fyrir frystingu var 90 mínútur.

Hópar	Harka (Newton)	Samloðun (%)	Merking á sýni vegna tölfr.úttektar
Viðmiðun (ótemprað)			
Frystigeymsla 1 vika	92,81 ± 15,51	11,7 ± 2,4	1
Frystigeymsla 4 vikur	94,83 ± 11,83	13,4 ± 2,1	2
Temprað			
Frystigeymsla 1 vika	85,26 ± 12,29	12,1 ± 2,1	3
Frystigeymsla 4 vikur	91,60 ± 14,58	13,3 ± 1,4	4

Marktækni (P<0,05) fyrir samloðun (M)

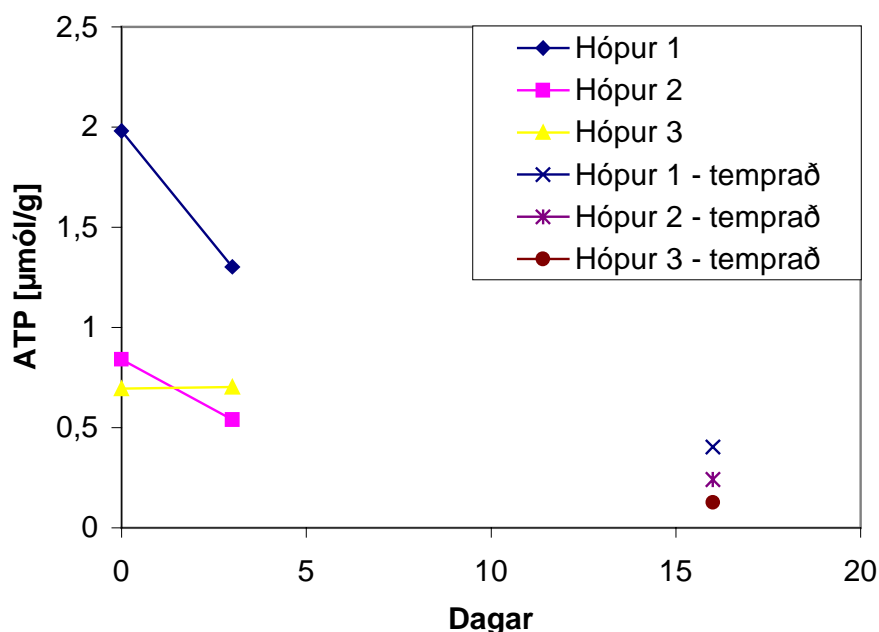
	1 vs 2	3 vs 4
Samloðun	M	Á
		mörkum
		P=0,075

Tafla 9 sýnir mæliniðurstöður á hörku og samloðun. Ekki reyndist marktækur munur koma fram á hörku en aftur á móti kom fram marktækur munur á samloðun á ótempruðum flökum hvað varðaði lengd í frystigeymslu. Marktækur munur á samloðun var á mörkunum (P=0,075) þegar borin voru saman sambærileg mæligildi á tempruðum flökum.

5.3.4. ATP-mælingar

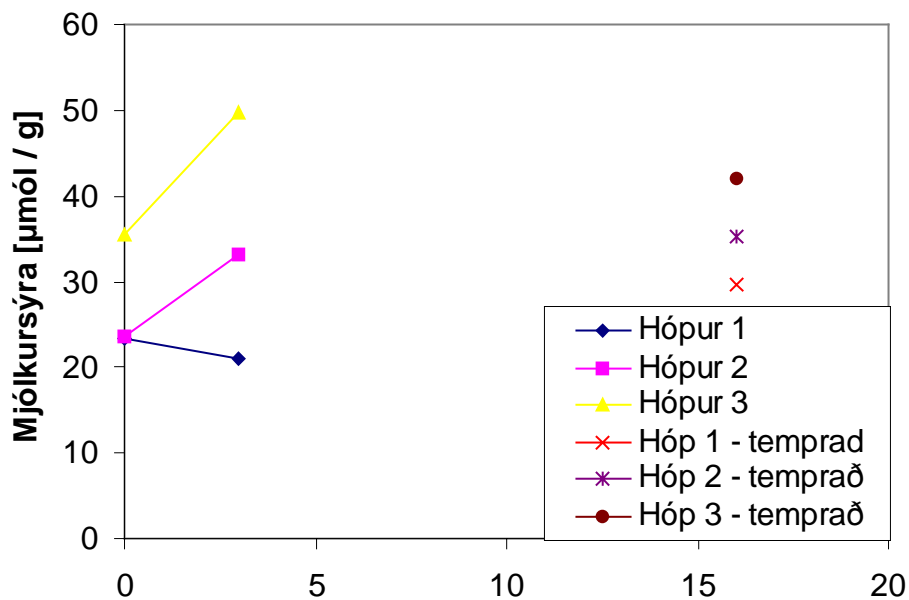
Amlacher (1961) greindi frá hversu hratt ATP brotnar niður í karfa við 25°C. Var það nær alveg horfið eftir aðeins 6 klst frá slátrun. Amlacher (1961) greindi einnig frá því að stærð fisks hefur stórvægileg áhrif á dauðastirðunarhröfn.

Eins og sést á mynd 9 þá var upphafsmagn ATP í þorskflökunum um 2 $\mu\text{mól/g}$ strax eftir veiðar (45 mínútm frá hali). Þetta magn minnkar hratt í frysti næstu daga á eftir. Lítið magn ATP fannst í flökum eftir temprun og ef það er borið saman við niðurstöður úr fyrri sjóferð (mynd 3) má ætla að niðurbrot ATP aukist við að auka hitastigið (tempra). ATP brotnar hugsanlega niður vegna lífefnahvarfa en einnig geta verið aðrar ástæður fyrir því.



Mynd 9. ATP í sjófrystum flökum - sjóferð 2

Niðurstöður mjólkursýrumælinga má sjá á mynd 10. Meiri mjólkursýra mældist í hópi númer 3 heldur en í hinum tveimur í upphafssýni. Lítil aukning mældist á mjólkursýru í hópi 1 og 2 eftir temprun en í hópi 3 minnkaði magn mjólkursýru. Bendir það til þess að öll mjólkursýra hafi verið búin að myndast í hópi 3 eftir aðeins 3ja daga frystigeyslu.



Mynd 10. Mjólkursýra í sjófrystum þorsklökum

6. UMRÆÐUR OG ÁLYKTANIR

Niðurstöður úr sjóferð 1 og 2 benda ekki til þess að temprunaraðferðin sem slík hafi áhrif á áferð eða ferskleika. Það verður þó að benda á að aðeins er um skammtímageymslu að ræða eða <8 vikur í frysti. Hvað ræður því hvor aðferð telst betri er því fyrst og fremst spurning um hagkvæmni í vinnslu. Þegar flök eru skorin í tvennt úti á sjó og frampartar tempraðir í landi er í raun hægt að nota allar þessar aðferðir sem hér hafa verið nefndar. Ef hins vegar á að tempra heil flök er nokkuð ljóst að temprun með vatni er ekki æskileg vegna lögunnar flakanna. Ekki er hægt að tjá sig of mikið um örbylgjur þar sem þær tilraunir fóru fram hjá Coldwater í Bandaríkjunum en þó er hugsanlegt að lögung flakanna leiði til þess að sporðurinn ofhitni það mikið að geymsla í kæliherbergi eftir á nái ekki að vinna upp þær skemmdir. Þegar skoðaðir eru kostir og gallar þessara aðferða er kostur við vatnsþíðingu hversu ódýr og þægileg lausn það er. Svo framarlega sem hægt er að nota kranavatn án allrar upphitunar/kælingar þá er minni orkukostnaður. Einnig tekur temprun á bilinu -3 til -7°C frekar stuttan tíma og blóð skolast úr fiskholdinu. Helstu ókostirnir eru þeir að gerlar dreifast auðveldlega um fiskinn, lögung flakanna gerir það að verkum að hún er ónothæf á heil flök og þegar fiskflak við -24°C er dýft ofan í vatn (0 til 10°C) þá myndast íshúð sem ekki er horfin þegar æskilegu hitastigi í hnakka er náð. Einnig þarf að farga vatninu og er þá spurning hversu mikið er hægt að endurnýja vatnið án þess að það komi niður á gæðunum.

Kostir blásturs eru fyrst og fremst að lögum flakanna hefur ekkert að segja, temprunartíminn er frekar stuttur og um er að ræða umhverfisvæna aðferð þar sem hægt er að hringrása loftinu og ekki þarf að farga því eins og vatninu. Ókostirnir er fyrst og fremst að þarna er um dýrari búnað að ræða, og yfirborð getur ofþornað ef samspil blásturs, hitastigs og rakastigs er ekki gaumgæfilega athugað. Einnig er temprun í kyrru loft við 0 til 1°C mjög tímafrek.

Kostir örbylgjuhitunar eru m.a. þeir að með því að senda örbylgjur í gegn um kassa með lausfrystum flökum til þess að koma varmaflutningi af stað og síðan geyma þá í einhverja daga við æskilegt temprunarhitastig, t.d. -3°C þá er hægt að stjórna betur vinnslunni. Þarna er þó um mjög dýra aðferð að ræða og kostar búnaður af þessu tagi um 30 til 40 milljónir íslenskra króna.

Skynmat sýnir ekki martækan mun á áferð eða ferskleika á milli flaka sem hafa verið tempruð og flaka sem geymd eru í frysti og þídd upp fyrir notkun (viðmiðun). Þó er vert að benda á að skynmatshópurinn benti á að flök, sem höfðu verið tempruð í blæstri, væru jafnvel meyrari og safaríkari og einnig virtust þau hafa minna drip en viðmiðunarsýnin. Marktækur munur kom hins vegar fram á milli viðmiðunarsýnis og þeirra flaka sem tempruð höfðu verið í saltpækli hvað varðar aukabragð. Þegar reynt var að skilgreina hvaða aukabragð þetta væri sáust orð eins og sætt bragð, verkunarbragð og saltfisksbragð. Þrátt fyrir að fiskurinn sé aðeins tempraður niður í -7°C nær saltið að smjúga inn í fiskholdið.

Svo virðist sem áferðarmælingar með tæki, þá sérstaklega mæligildin frá samloðun, gefi nokkuð góða mynd af breytingum sem verða í fiskflökum við biðtíma fyrir og eftir vinnslu og eftir temprun í -3 og -7 °C. Þarna er á ferðinni mismunur sem skynmatshópurinn hefur ekki fundið. Það má geta þess að áferðarmælingar í tæki eru gerðar á hráum flökum, en skynmat er gert á soðnum flökum. Suðan getur flýtt fyrir að dauðastirðnun gangi yfir og eins dregið úr að áferðarmunur finnist eftir temprun.

Ef til vill skipta þessar áferðarbreytingar sem koma fram í mælingum ekki máli hvað varðar gæði fisksins en hins vegar er möguleiki á að þarna séu á ferðinni byrjun á breytingum sem magnast upp við frekari frystigeymslu og /eða framhaldsvinnslu. Það sem gerir túlkun á áferðarmælingum með tæki dálítið erfiða er að talsverður einstaklingsmunur kemur fram í mælingunum þannig að staðalfrávikið er hátt. Það að fá einstaklingsmun í svo næmum mælingunum er skiljanlegt þar sem hver fiskur hefur sína sögu og ástand hans á hverjum tíma byggist í stórum dráttum á aldri, næringarástandi og/eða álagi (þrýsting) af völdum veiðarfæra.

7. ÞAKKARORÐ

Við viljum þakka Rannsóknarráði Íslands fyrir veittan styrk í þetta verkefni. Samstarfsaðilum eru færðar kærar þakkir fyrir gott samstarf. Sérstakar þakkir til Ósvaldar Þorgrímssonar fyrir tæknilega aðstoð og Emilíu Martinsdóttur fyrir góð ráð og stuðning í verkefninu. Ennfremur eru þakkir færðar öllum öðrum sem stuðluðu að framgangi þessa verkefnis.

8. HEIMILDIR

A. D. Kissam et al. 1981. Water thawing of fish using low frequency acoustics.

Amlacher, E. 1961. Rigor Mortis in Fish. In Borgstrom, G (ed). Fish as Food. New York & London. Academic Press.

Bøknæs, N 1996. Produktionskæden fra frysetrawler via optøjning til dobbeltfrosset torskfilet, Optøjningsrapport del 1 og 2. DFU-rapport nr. 18 og 19-96.

Bøknæs, N et al. 1998. Frosne torske produkter produceret ombord på frysetrawler Landbrugs- og fiskeriministeriet Danmarks fiskeriundersøgelser.

Bourne, M.C. 1978. Texture profile analysis. Food Technology 32(7):62-66.

Cabinplant international. fjölrít frá umboðsaðilum Cabinplant á Íslandi um mismunandi aðferðir við upppíðingu.

Emilía Martinsdóttir 1995. Handbók fiskvinnslunar, Skynmat á ferskum fiski. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

Fennema O. R., 1996. Food Chemistry 3rd ed. New York. Marcel Dekker Inc.

Fraser et al. 1967. Nucleotide degradation monitored by thin-layer chromatography and associated post mortem changes in relaxed cod-muscle.

Garthwaite, G. A. 1992. Chilling and freezing of fish. In Fish processing technology edited by Georg M Hall. Black Academic & Professionals.

Guðmundur Stefánsson 1986. Effects of gases on post mortem glycolysis in meats. University of Leeds. Ph.D. Thesis.

Hannes Magnússon og Emilía Martinsdóttir 1995. Storage quality of fresh and frozen-thawed fish in ice. J. Food. Science vol 60

Hayward M.J. and Mac Callum W.A. 1969. Bacteria counts on cod and flounder fillets produced commercially from fish frozen at sea and thawed in water.

Indlæg ved mødet "superfersk" fisk - optimal til forædling d. 2-3/2 1998 arrangeret av Nordisk ministerråd i Reykjavik.

Iwamoto, M., Yamanaka, H., Abe, H., Ushio H., Watabe S., Hashimoto K.. 1988. ATP and Creatine Phosphate Breakdown in Spiked Plaice Muscle during Storage, and Activities of Some Enzymes Involved. J. of Fd. Sci vol 53, No 6 (1662-1665).

J. Fish. Res. Bd. Canada, 24 (8). J. fisheries research board of Canada. J. Food science vol 60. J. of food science.vol 47.

Mackie, I.M. 1998. The effect of post mortem storage on fish muscle proteins . In Methods to determine the freshness of fish, in research and industry, proceeding of the final meeting of the concerted action "Evaluation of fish freshness" AIR 3 CT94-2283. Nantes nov 12-14 1997. International Institute of Refridgeration.

Mc Loughlin and Proctor 1992. Biochemical changes in skeletal muscle of fish post mortem: Some practical implications for the fishing industry. Paper distributed in the 22nd WEFTA meeting.

Methods of Enzymatic Food analysis using test-combinations. Boehringer Mannheim GmbH 1984.

Námskeiðsgön 1998. Frysting sjávarafurða 13.2. '98. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

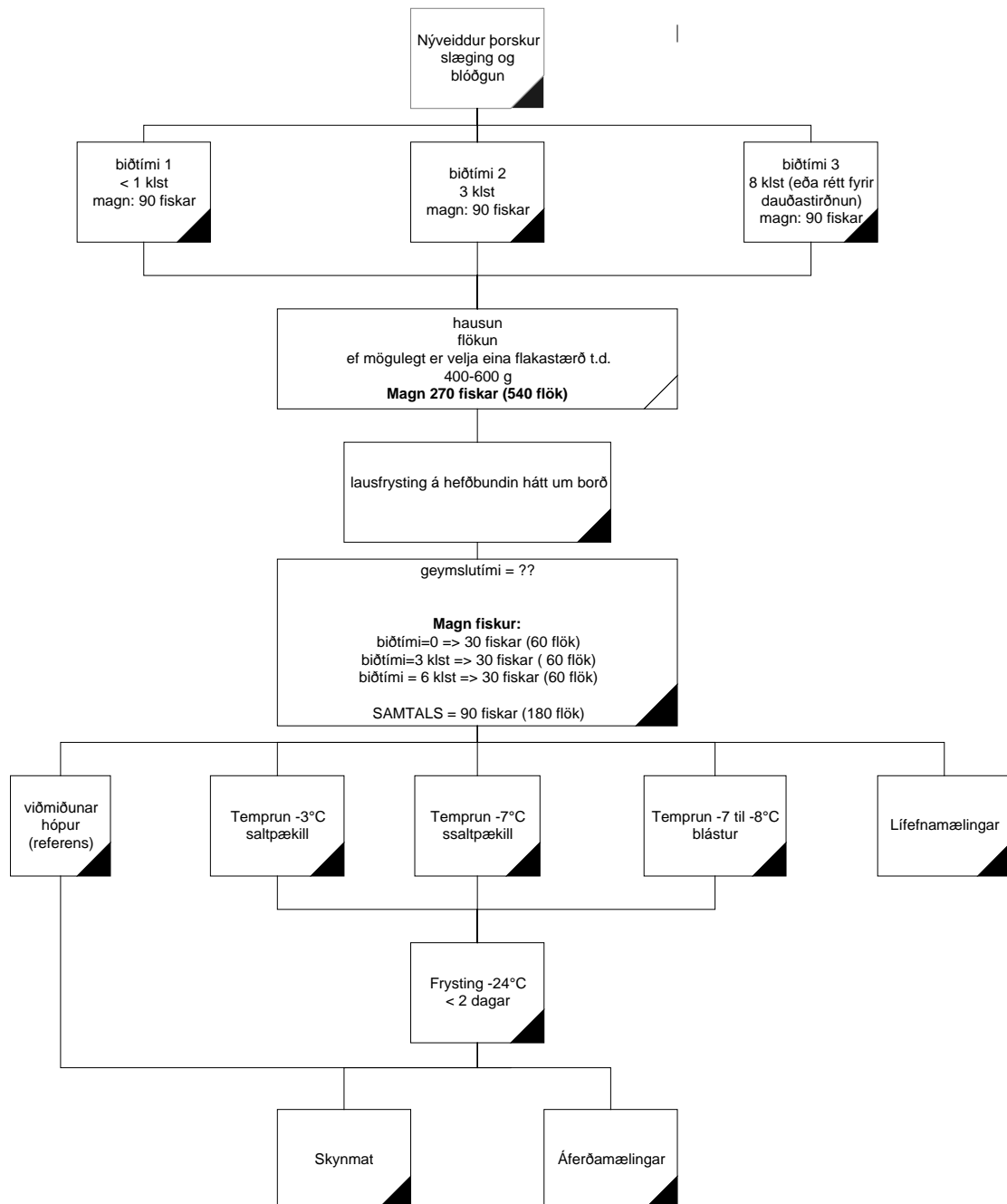
Sólveig Ingólfssdóttir, Jón Grétar Hafsteinsson, Ása Þorkelsdóttir og Emilía Martinsdóttir. 1997. Samspil skynmats og áferðarmælinga með tækjum. Verkefnaskýrsla til Rannsóknarráðs Íslands 1 - 97. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins í maí 1997.

SYSTAT: *Statistics, Version 5.2 Edition*. Evanston, IL:Systat, Inc., 1992. 724 bls.

Thermal and related properties of food and food materials , from ASHRAE Handbook-fundamentals 1989.

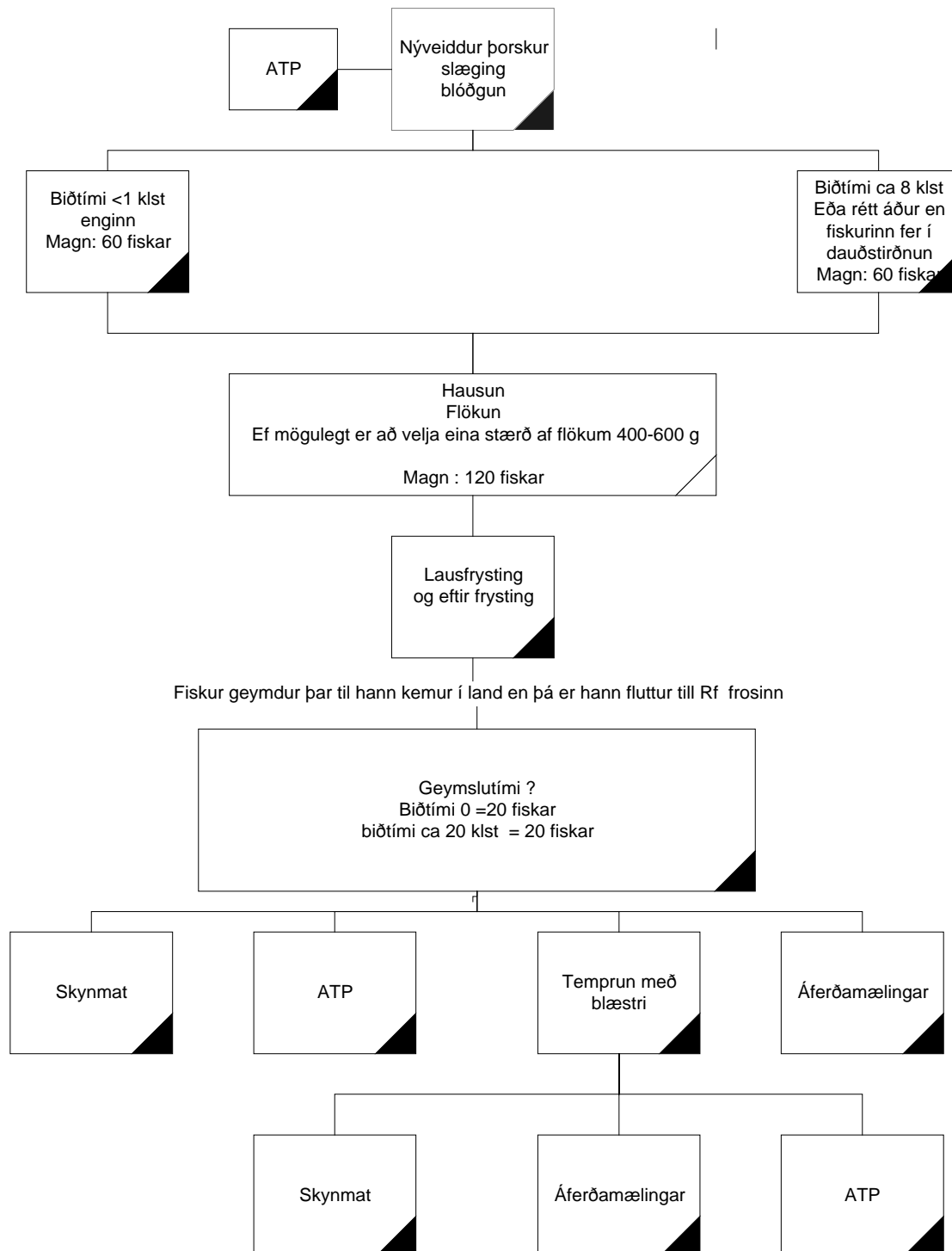
VÍÐAUKI A.

Tilraunaplan fyrir sjóferð 1.



VIÐAUKI B.

Tilraunplan fyrir sjóferð 2.

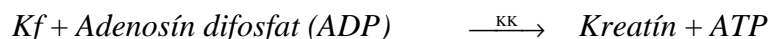


VIÐAUKI C. AÐFERÐIR FYRIR LÍFEFNUMÆLINGAR

Mæling á adenosín-5'-trifosfati (ATP) og kreatín fosfati (Kf)

Þessar mælingar voru einnig gerðar með ensímatískum aðferðum og voru ensímin kreatín kínasi (KK), HK og G6P-DH notuð (Stefánsson G., 1986).

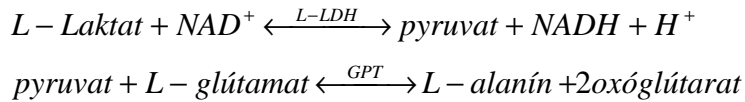
Efnahvarf:



Mælt var með ljósgleypnimæli við 340 nm og 20°C. Mælingarnar voru gerðar í einnota plastkúvettum og tekið tvísýni úr hverju glasi. Mælt var gegn lofti til viðmiðunar og mælt var tóma sýni (0,2 ml. H₂O í stað sýnis) til þess að leiðrétta fyrir gleypnibreytingum vegna hvarfefna. Fyrir hverja mælingu (A₁ - A₃) var lausnunum blandað saman með því að setja filmu yfir kúvettunna og hvolfa þeim 5 sinnum. Í hverja kúvettu var pípettað (með mekanískum pípettum) 0,2 ml af sýni, 2,5 ml. af trietanólamin buffer (innihélt ADP og NADP), G6-PDH-lausn (0,01 ml) og glúkósalausn (0,2 ml)¹. Mælt var þar til stöðugur aflestur fékkst (A₁). Hexókínasalausn (0,02 ml) var bætt í og mælt þar til stöðugur aflestur fékkst (A₂). Kreatín kínasalausn (0,02 ml) var bætt í og mælt þar til stöðugur aflestur fékkst (A₃).

Mæling á mjólkursýru

Mjólkursýra var mæld með ensímatískri mælingu byggðri á aðferð frá Boehringer Mannheim GmbH (Anon, 1984) en sett var 1,9 ml af afjónuðu vatni í stað 0,9 ml út í kúvettunna. Ensímin L-laktat dehydrogenasi (L-LDH) og glútamat-pyruvat transamínasi (GPT) voru notuð.

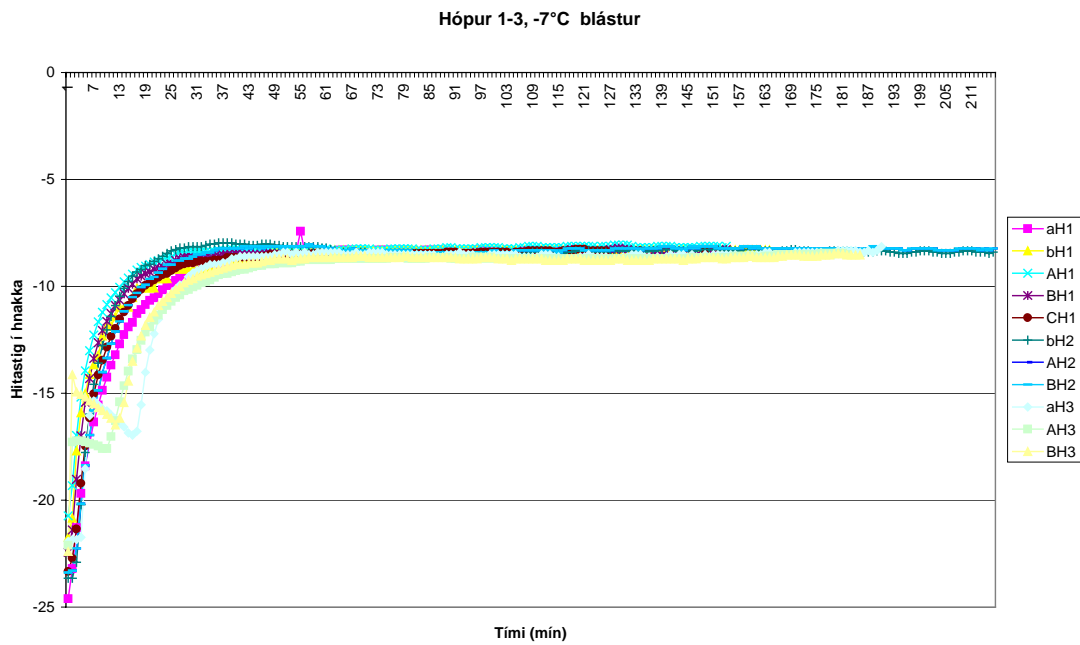


Í hverja kúvettu var pípettað með mekanískum pípettum: glycyglycín búfferlausn (1 ml), NAD-laun (0,2 ml - lyophilisat), glútamát-pyruvat transaminasalaun (0,02 ml), 0,1 ml sýni og 1,9 ml afjónað vatn. Mælt var (A1) við 340nm og L-LDH (0,02 ml) bætt í, blandað og látið standa í um 20 mínútur áður en mælt var aftur (A2).

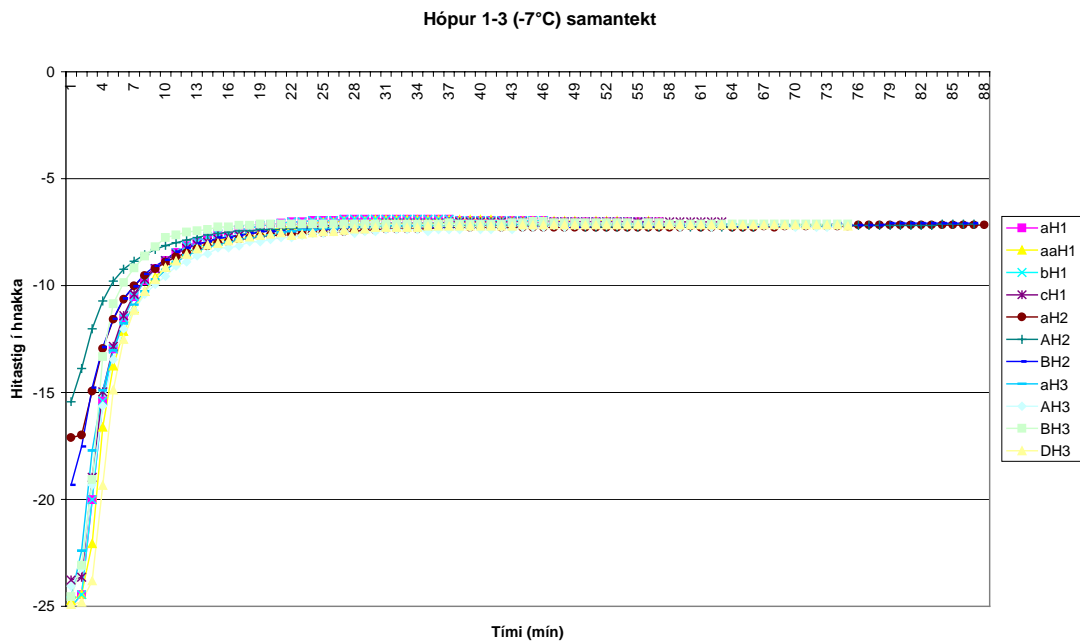
Vatnsmæling.

Til að auka nákvæmni lífefnamælinga var vatnsinnihald hvers sýnis mælt sérstaklega. Vatnsmælingar á sýnum voru framkvæmdar skv. aðferð í gæðahandbók efnastofu Rf. (Ghb-e-AM-906). Postulínsskál var vegin nákvæmlega (± 1 mg.) með u.þ.b. matskeið af sandi og glerstaut. Frosið fiskduft (2-5 g) var vigtað nákvæmlega, bætt í skálina og hún vigtuð. Sandi og fiski var blandað varlega saman með glerstautnum og skálin þurrkuð í 4 klst. við 102-105°C. Skálin var svo kæld niður í þurrkaski (desiccator) og vigtuð.

VIÐAUKI D. HITASTIGS-TÍMA FERLAR FYRIR MISMUNANDI BIÐTÍMA

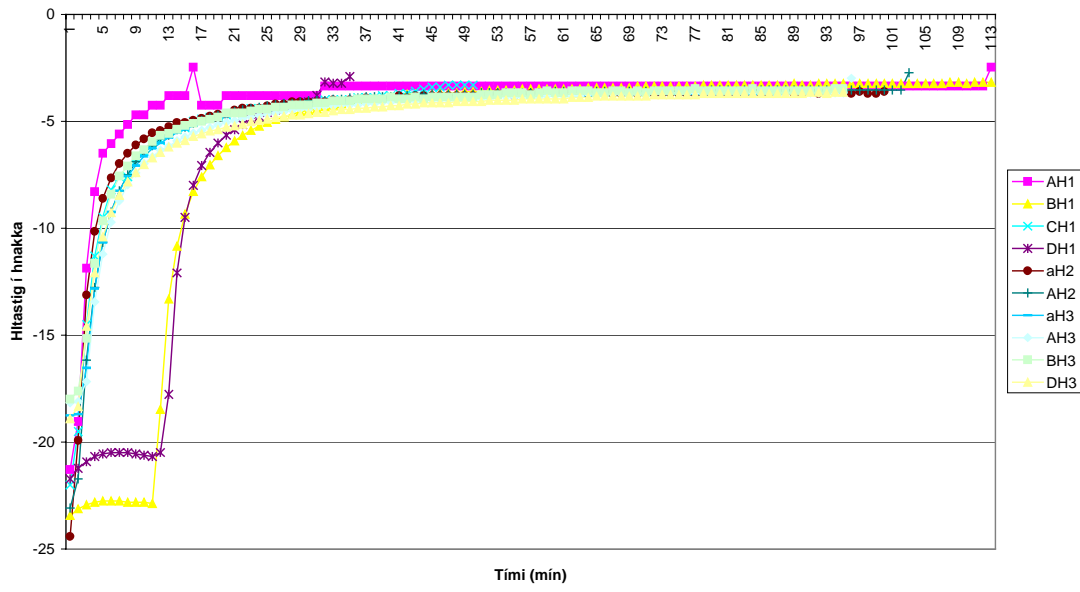


Hitastigs-tíma ferlar fyrir mismunandi biðtíma, temprað með blæstri.



Hitastigs-tíma ferlar fyrir mismunandi biðtíma, temprað með saltþækli -7°C

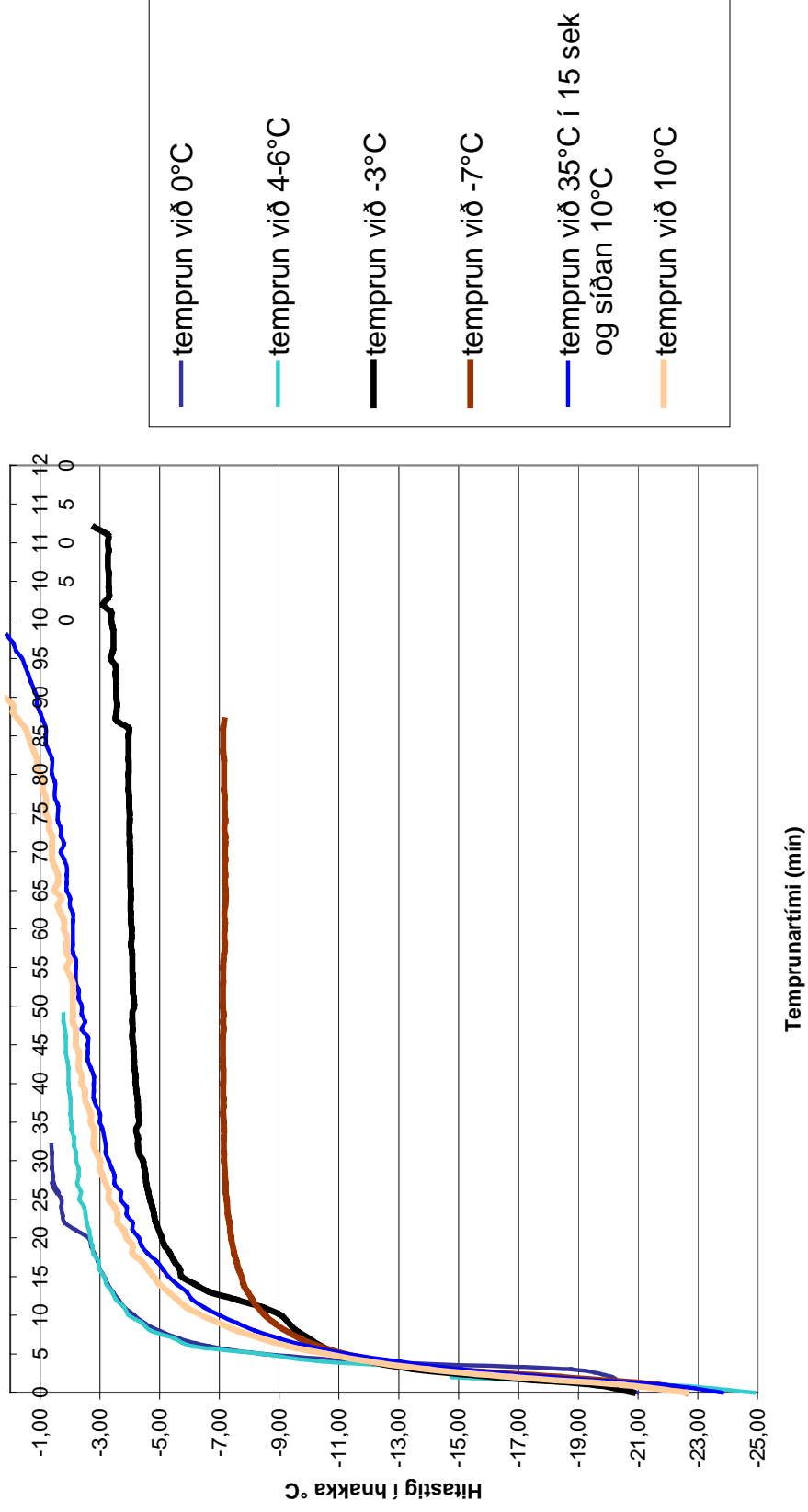
Saman H1H2H3_(3°C)



Hitastigs-tíma ferlar fyrir mismunandi biðtíma, temprað með saltþækli -3°C

**VIÐAUKI E. HITASTIGS-TÍMA FERLAR FYRIR MISMUNANDI HITASTIG
Á VATNI**

Samanburður á temprunartíma flaka við mismunandi hitastig



**VIÐAUKI F. HITASTIGS-TÍMA FERLAR FYRIR MISMUNANDI
BLÁSTURSHRAÐA.**

Temprun með mismunandi blæstri

