

## **Behandling av filet i svak saltlake før superkjøling**

Vektutbytte og drypptap under kjølelagring etter superkjøling

Leif Akse, Torbjørn Tobiassen, Gustav Martinsen og Reidun Dahl





Nofima er et næringsrettet forskningskonsern som sammen med akvakultur-, fiskeri- og matnæringen bygger kunnskap og løsninger som gir merverdi. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked, og har om lag 470 ansatte. Konsernet har hovedkontor i Tromsø og virksomhet i Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Averøy.

Hovedkontor Tromsø  
Muninbakken 9–13  
Postboks 6122  
NO-9291 Tromsø  
Tlf.: 77 62 90 00  
Faks: 77 62 91 00  
E-post: [nofima@nofima.no](mailto:nofima@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)



Vi driver forskning, utvikling, nyskaping og kunnskapsoverføring for den nasjonale og internasjonale fiskeri- og havbruksnæringa. Kjerneområdene er avl og genetikk, fôr og ernæring, fiskehelse, bærekraftig og effektiv produksjon samt fangst, slakting og primærprosessering.

Nofima Marin AS  
Nofima Marin  
Muninbakken 9–13  
Postboks 6122  
NO-9291 Tromsø  
Tlf.: 77 62 90 00  
Faks: 77 62 91 00  
E-post: [marin@nofima.no](mailto:marin@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

# Rapport

ISBN: 978-82-7251-700-6 (trykt)  
 ISBN: 978-82-7251-701-3 (pdf)

Rapportnr.:  
 29/2009

Tilgjengelighet:  
**Åpen**

<p><i>Tittel:</i>  <b>Behandling av filet i svak saltlake før superkjøling</b>  <b>Vektutbytte og drypptap under kjølelagring etter superkjøling</b></p>	<p><i>Dato:</i>  <b>Juni 2009</b></p> <p><i>Antall sider og bilag:</i>  <b>18</b></p>
<p><i>Forfatter(e):</i>  <b>Leif Akse, Torbjørn Tobiassen, Gustav Martinsen og Reidun Dahl</b></p>	<p><i>Prosjektnr.:</i>  <b>20325</b></p>
<p><i>Oppdragsgiver:</i>  <b>Filetforum</b></p>	<p><i>Oppdragsgivers ref.:</i>  <b>Kristian Prytz</b></p>
<p><i>Tre stikkord:</i>  <b>Torskefilet, superkjøling, salt, drypptap</b></p>	
<p><i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i></p> <p>Lakebehandling før superkjøling gav vektøkning. Vektøkningen var størst i den sterkeste laken og økte med oppholdstiden. Det var ingen sammenheng mellom vektøkning og størrelse på filetene (vekt).</p> <p>Ved oppholdstider på 10 minutter eller lengre var vektøkning større enn vekttapet under den etterfølgende superkjølingen, både i 2 % og 2,6 % saltlake. Lakebehandlingen bidrog dermed til et høyere produktutbytte ved pakking av superkjølte fileter.</p> <p>Saltopptaket i filetene økte med økende lakestyrke og oppholdstid. Selv etter den lengste oppholdstiden i den sterkeste laken var saltinnholdet lavt, bare ca 0,4 %.</p> <p>Det var et større drypptap fra tails enn fra loins under kjølelagring. Dette var tilfelle også for de iskjølte, ubehandlede kontrollprøvene. Det var ingen sammenheng mellom drypptapet og vekten på bitene.</p> <p>Drypptapet under kjølelagring var relativt høyt etter at isen i de superkjølte produktene hadde tint, til dels over 10 % ved 11 døgn lagring. Det var ingen indikasjon på at lakebehandling før superkjøling reduserte drypptapet, heller tvert imot.</p>	
<p><i>English summary: (maks 100 ord)</i></p>	

## **Forord**

Forsøket som rapporteres her er en del av prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked", som er finansiert av FHF-fondet og ledet av en styringsgruppe oppnevnt av FHL-Filetforum.

Rapporten går inn under delprosjekt 3: "Optimal temperatur i mellomlagring og bearbeiding".

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1	Superkjøling av fisk .....	1
1.2	Skaginn linja for superkjølt filet .....	1
1.3	Problemstilling og mål .....	2
<b>2</b>	<b>Material og metode</b> .....	<b>3</b>
2.1	Råstoff.....	3
2.2	Gjennomføring av forsøkene.....	3
2.2.1	Filetering og kutting .....	3
2.2.2	Saltlaker og behandlingstider .....	3
2.2.3	Superkjøling og kjølelagring .....	4
2.2.4	Referanseprøver.....	4
2.3	Målinger og analyser.....	4
2.3.1	Vekt .....	4
2.3.2	Temperatur .....	4
2.3.3	Salt .....	4
2.3.4	Statistikk .....	4
<b>3</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>6</b>
3.1	Salt- og vanninnhold etter lakebehandling .....	6
3.2	Vektutbytte frem til pakking etter superkjøling .....	7
3.2.1	Vektendring under lakebehandling og superkjøling.....	7
3.3	Temperaturer under superkjøling og lagring .....	10
3.4	Drypptap under kjølelagring etter superkjøling .....	11
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b> .....	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg</b> .....	<b>16</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Superkjøling av fisk

Superkjøling defineres vanligvis som lagring ved temperaturer fra like under frysepunktet for varen og  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  til  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  lavere. Ut fra målt temperatur i varen og også ved fysisk å kjenne på produktet er det klart at det dannes iskrystaller i vevet, en har altså en delvis (partiell) frysing av varen. De klare fordeler med dette er lavere temperatur og reduksjon av kvalitetsnedsettende prosesser samt magasinerings av kulde i produktet. Samtidig kan dette gi noen av frysingens negative effekter avhengig av den temperatur som benyttes, frysehastighet, iskrystaldannelse, mv. (Nordtvedt 2009).

Ved riktig superkjøling under distribusjon og lagring av ferske fiskeprodukter, oppnår man tre vesentlige fordeler:

- Holdbarheten øker og god kvalitet opprettholdes lengre når produkter superkjøles og blir distribuert og lagret i superkjølt tilstand.
- Så lenge ferske fiskeprodukter er superkjølte vil det ikke være drypptap av betydning. Vektutbyttet opprettholdes dermed bedre enn ved vanlig kjølt distribusjon og lagring, så lenge isen inne i produktene ikke tiner.
- Magasinering av is inne i produktene sikrer stabil lav temperatur under distribusjon slik at det ikke er behov for ekstra is i emballasjen. Dette reduserer volumet og øker andelen nyttelast under transport. Transportkostnadene kan dermed reduseres.

Etter at isen tiner i superkjølte produkter, for eksempel under videre bearbeiding, ompakking eller salg, viser forsøk et høyere drypptap fra produkter som har vært superkjølt, enn fra tilsvarende produkter som har vært kjølt på vanlig måte hele tiden etter filetering (Akse mfl. 2005, Akse mfl. 2006).

Dette betyr nødvendigvis ikke at den superkjølte fisken slipper mer vann totalt. Forklaringen kan være at vanlig kjølt filet mister vann hele tiden etter filetering, mens den superkjølte først gjør det etter at det frosne vannet i fileten smelter. Selv med absorbent som tar opp fukten i konsumentforpakninger, er det ønskelig at mest mulig vann forblir i fileten. Derfor ønsker en å undersøke hvordan vanntapet fra tidligere superkjølte produkter kan reduseres mest mulig.

## 1.2 Skaginn linja for superkjølt filet

Det islandske firmaet Skaginn har utviklet en filetlinje som skal produsere fileter av høy kvalitet og som samtidig er superkjølte. Linjen er spesielt godt egnet til bløtt råstoff så som hyse. Kvaliteten i filetene opprettholdes ved at en unngår spalting, gjennom å la skinnen være på fileten under trimming, samt at fileten superkjøles før den skinner. Skinningen skjer i en egenutviklet maskin, som skinner superkjølte fileter meget skånsomt.

Skaginn linjen er i grove trekk bygget opp med følgende hovedtrinn:

- Etter filetmaskinen blir filetene grovtrimmet med skinnen på.
- Filetene går deretter, i løpet av ca 15 minutter, gjennom en såkalt "filetkjøler", som er et bad av issørpe som inneholdt ca 2,5 % salt.

- Etter filetkjøleren legges filetene på et band inn i "skinnkjøleren", som er en såkalt CBC fryser, der filetene superkjøles i ca 8 minutter ved -7 °C.
- Skinningen gjøres så på superkjølte fileter, med en skånsom skinnemaskin som er utviklet til formålet.

Hensikten med oppholdet i den salte is-slurryen i "filetkjøleren" er å kjøle filetene, samtidig som saltet skal gi fileten bedre elastisitet og styrke. Dette lakebadet tilfører også så mye salt i overflaten av filetene at de ikke fryser fast på bandet når de blir superkjølte i CBC-fryseren.

Opptak av vann og salt under oppholdet i saltlakebadet fører også til en økning i vekt, selv ved såpass kort oppholdstid som ca 15 minutter, som skal være vanlig en lakebehandlingstid i kommersiell bruk av Skaginn linja.

I tillegg til å øke vekten kan det også tenkes at lakebehandlingen i "filetkjøleren" påvirker drypptapet etter at isen i superkjølte fileter tiner. Det var denne eventuelle effekten vi ønsket å undersøke i dette forsøket.

### **1.3 Problemstilling og mål**

Vi ønsket å dokumentere hvordan saltlakebehandling av torskefilet før superkjøling påvirker vektendring under lakebehandling og drypptap under etterfølgende kjølelagring i to uker ved kjøleromtemperatur ca 2 °C.

Forsøket ble satt opp for å kunne undersøke effekter av følgende forhold:

- Lakestyrke (2,0 % og 2,6 % salt).
- Oppholdstid i lakene (0, 5, 10, 20 og 30 minutter).
- Filetstørrelse og ulike deler av fileten (loins og tails).
- Superkjøling / ikke superkjøling etter lakebehandling.
- Kjølelagringstid etter lakebehandling og superkjøling.

## 2 Material og metode

I prosjektet ble det gjennomført 3 forsøk med lakebehandling og eventuelt superkjøling:

Forsøk 1: Lakebehandling i 2,0 % saltlake (0; 5; 10; 20 og 30 min) uten superkjøling.

Forsøk 2: Lakebehandling i 2,0 % saltlake (0; 5; 10; 20 og 30 min) + superkjøling.

Forsøk 3: Lakebehandling i 2,6 % saltlake (0; 5; 10; 20 og 30 min) + superkjøling.

### 2.1 Råstoff

Lakebehandlingen ble utført på beinfri torskefilet med skinn, uten buk. Råstoffet var oppdrettstorsk, vekt sløyd hodekappet fra ca 1,5 kg til ca 2,5 kg. Oppdrettstorsken ble hentet fra sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø.

Fisken, og dermed filetene, i forsøk en og to (2,0 % lake) var signifikant større enn i forsøk tre (2,6 % lake). Snittvekten på filetene i de to første forsøkene var 460 gram (stdav +/- 98,6 g), mens gjennomsnittsvekten på filetene i det tredje forsøket var 357 gram (stdav +/- 89 g). Det var et relativt stort innslag av utgytt torsk med lav kondisjons i alle forsøkene, men særlig i forsøk tre med 2,6 % saltlake.

Etter slakting ble sløyd hodekappet fisk lagret iset i kasser i 3 døgn, slik at den var ute av *rigor mortis* da den ble filetert og lakebehandlet.

### 2.2 Gjennomføring av forsøkene

#### 2.2.1 Filetering og kutting

Lakebehandlingen ble utført på torskefileter med skinn, mens superkjøling og kjølelagring etterpå ble utført på stykninger av skinnnet filet (loins og tails).

Før lakebehandling ble fisken håndfiletert til beinfrie fileter uten buk, men med skinnnet på. Filetene ble individmerket og veid enkeltvis før lakebehandling.

Etter lakebehandling lå filetene til avrenning før de ble veid på nytt, skinnnet og kuttet i to rett bak bukhulen. Disse stykningene, loins og stor "tails", som til sammen utgjorde hele fileten, ble brukt videre i forsøket. Før superkjøling ble hver av disse stykningene individmerket og veid enkeltvis.

#### 2.2.2 Saltlaker og behandlingstider

Vi valgte å legge styrken på saltlakene i forsøkene nær opp til det som tidligere er beskrevet som vanlig lakestyrke i det første kjøletrinnet i Skaginn filetlinja (ca 2,5 % salt). I forsøk en og to ble saltinnholdet i laken justert til 2,0 %. I det tredje forsøket ble det valgt en litt sterkere lake og saltinnholdet ble der justert til 2,6 %.

Det ble tilsatt litt is i laken for å senke temperaturen. I alle tre forsøkene ble temperaturen i laken målt til ca  $\pm 0,5$  °C.

Lakebehandlingen ble utført i et stålkar (bilde 1) inne på et kjølerom. Oppholdstidene i lake var de samme i alle tre forsøkene; 0, 5, 10, 20 og 30 minutter.



### **2.2.3 Superkjøling og kjølelagring**

I forsøk 2 og 3 ble filetstykingene superkjølt etter lakebehandling. I forsøk 1 ble stykningene bare lakebehandlet og deretter pakket som vanlig, med plastsvøp og is i eskene.

Superkjølingen etter lakebehandling (forsøk to og tre) ble utført i en frysetunnel med lufttemperatur ca  $\pm 30$  °C. Filetstykingene ble plassert på brett midt i en vogn. Kjøletiden var 18 minutter. For å oppnå mest mulig jevn kjøling ble gjennomblåsing i tunnelen avskjermet foran vogn slik at superkjølingen foregikk i stillestående luft.

Etter superkjøling ble alle stykningene veid enkeltvis, før de ble pakket samfengt i 5 kilos isopor filetesker, med plastsvøp men uten ekstra is. Disse fileteskene ble plassert sammen med prøvene i forsøk en, på kjølerom med temperatur 0 °C til 2 °C. På dette kjølerommet sto alle prøvene i to uker.

### **2.2.4 Referanseprøver**

Som referanse ble ubehandlede loins og tails pakket på ordinær måte i filetesker, uten lakebehandling og superkjøling, svøpt i plast og med vanlig is.

## **2.3 Målinger og analyser**

### **2.3.1 Vekt**

Veging av hele fileter med skinn og filetstykinger uten skinn ble utført på en Mettler PC 24 labvekt, med målenøyaktighet 1,0 gram.

### **2.3.2 Temperatur**

Enkeltmålinger av temperatur i laker og i fileter ble utført med et håndholdt Testo 110 termometer med stikksensor.

Under superkjøling og kjølelagring etterpå ble temperaturen i filetstykingene logget med en Testo - testostor 171 logger, med stikksensor som ble plassert i kjernen av prøvene.

### **2.3.3 Salt**

Saltinnholdet i lakene ble målt med Areometer – tetthetsmåler.

Saltinnholdet i filetene etter lakebehandling ble målt med Dicromat II Salt Analyser, nivåene ble også kontrollmålt med en kjemisk titreringsmetode (Volhards).

Saltinnholdet ble målt separat i 3 fileter som ble tatt ut etter hver lakebehandlingstid i de tre forsøkene. Det ble bare målt gjennomsnittlig saltinnholdet i hele enkeltfileter (snitt av tykke og tynne deler).

### **2.3.4 Statistikk**

En t-test ble brukt for å bestemme signifikante forskjeller mellom behandlingstidene, med hensyn på vektøkning under lakebehandling og drypptap under lagring etter superkjøling. Signifikansnivået er satt til  $p \leq 0,05$ .



*Bilde 1 Lakebehandlingen av filetene ble utført i stålkaret i fremgrunnen, veging og pakking av filetstyknene ble utført på vekten og benken i bakgrunnen.*



*Bilde 2 Superkjølte loins og tails ble individmerket og pakket i filetesker, som ble plassert på kjølerom sammen med iskjølte referanseprøver som ikke var lakebehandlet.*

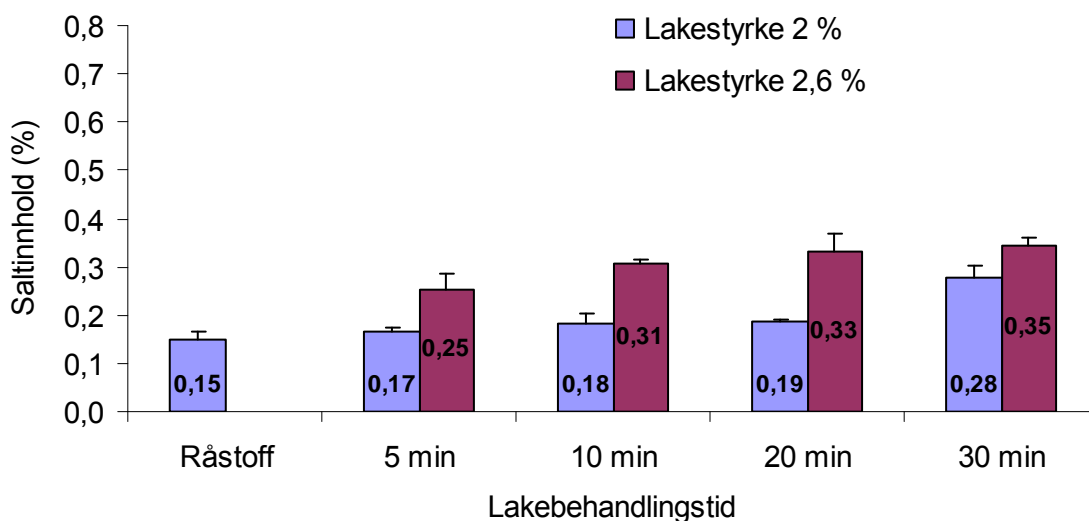


*Bilde 3 Superkjølte prøver og iskjølte referanseprøver på kjølerom, temperatur 0 – 2 °C.*

### 3 Resultater

I forsøkene var det relativt stor spredning i vekt, både på filetene med skinn som ble lakebehandlet, og på de skinn og beinfrie stykningene som ble superkjølt og kjølelagret. Det var derfor også mulig å se om størrelsen på fileter og biter påvirket vekt og dryp tap. Saltanalysene ble utført som snittverdier på enkeltfileter, men på så få fileter at det ikke gir nok grunnlag til å si hvordan filetstørrelsen påvirket saltopptaket.

#### 3.1 Salt- og vanninnhold etter lakebehandling



Figur 1 Gjennomsnittlig saltinnhold i hele fileter etter ulik lang behandlingstid i de to lakestyrkene, henholdsvis 2,0 % (forsøk 1 og 2) og 2,6 % (forsøk 3). Spredning er vist som standardavvik,  $n = 3$ .

Tabell 1 Gjennomsnittlig vann- og saltinnhold i hele fileter etter ulikt lang lakebehandling i de to lakestyrkene, saltinnhold i lakene henholdsvis 2,0 % og 2,6 %,  $n = 3$ .

Tid i laken	Lake 2,0 % salt		Lake 2,6 % salt	
	Vann %	Salt %	Vann %	Salt %
Råstoff	79,9	0,15	81,3	0,15
05 min.	80,8	0,17	81,7	0,25
10 min.	81,1	0,18	82,9	0,31
20 min	80,2	0,19	81,9	0,33
30 min	82,1	0,28	83,8	0,35

Figur 1 og tabell 1 viser at både saltinnholdet og vanninnholdet i filetene øker med økende oppholdstid i lakene. Saltinnholdet er uansett behandlingstid høyere i 2,6 % laken enn i 2 %. Vanninnholdet øker noenlunde likt i begge lakene, 2,2 % og 2,5 %, fra korteste til lengste behandlingstid.

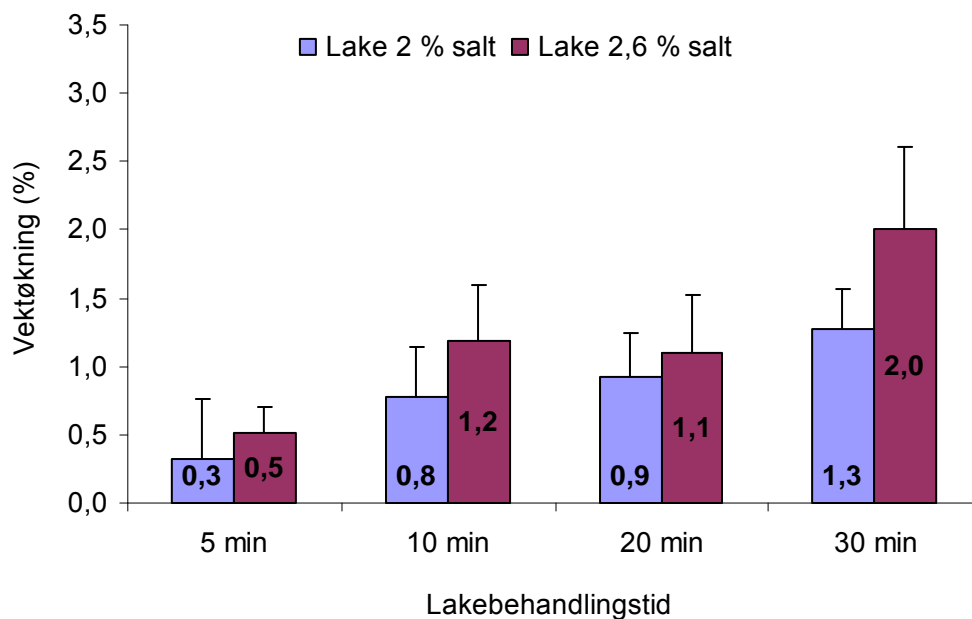
I noen markeder kan saltinnholdet i ferske filetprodukter være kritisk med hensyn til hva kjøperne aksepterer eller ikke. I utgangspunktet ønsker man derfor lavest mulig saltopptak i filetene under lakebehandling før superkjøling. Det finnes lite av eksakte spesifikasjoner å gå ut fra med hensyn til hvilke saltinnhold som aksepteres. Etter alle behandlingstidene i våre forsøk var det gjennomsnittlige saltinnholdet i filetene relativt lavt, bare 0,4 % salt etter den lengste behandlingstiden (30 min) i den sterkeste laken (2,6 %).

Sammenlignet med andre målinger av salt i fileter etter Filetkjøler-trinnet i Skaginn linja er nivåene vi målte i våre forsøk identiske eller litt lavere. Joensen et.al (2007) fant saltinnhold på 0,4 % i sporden og 0,3 % i midtstykket på hysefilet etter 15 minutter i Filetkjøleren med 2,3 % saltlake. Þorvaldson et.al (2009) målte saltinnhold på 0,3 % i superkjølte torskeloins produsert i en Skaginn filetlinje. Alt dette er saltinnhold som det er grunn til å anta vil bli akseptert av kunder i de fleste markeder for fersk filet.

### 3.2 Vektutbytte frem til pakking etter superkjøling

For produsenter av superkjølte, ferske filetprodukter er den relative vektendringen som følge av lakebehandling og kjøling frem til pakking av superkjølte ferdigprodukter, selvsagt økonomisk interessant. Forutsatt at distribusjonen foregår i en "superkjølt" kjede slik at isen i fileten ikke tiner, er det ikke drypptap av betydning under transport. Vekten er dermed den samme når produktene ankommer mottaker som da de ble pakket hos produsenten.

#### 3.2.1 Vektendring under lakebehandling og superkjøling



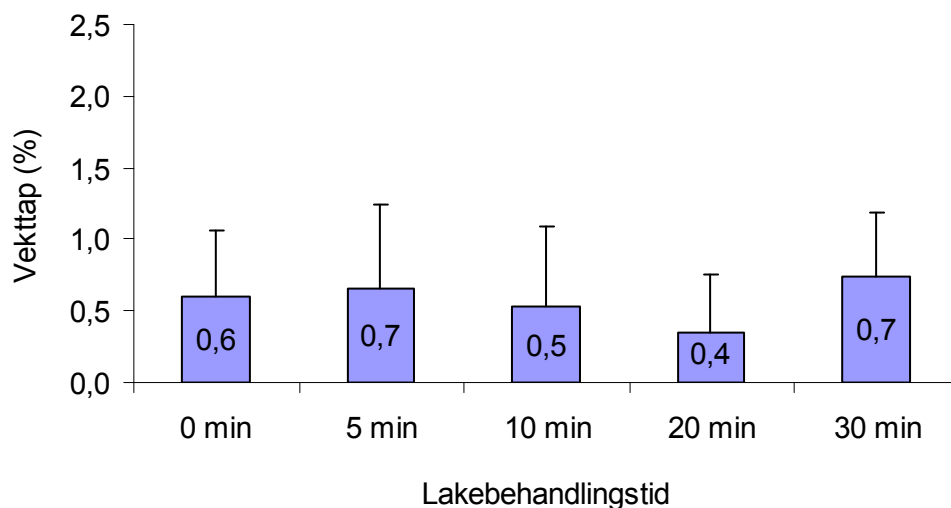
Figur 2 Gjennomsnittlig vektøkning og spredning vist som standardavvik, etter ulikt lang behandling i to lakestyrker, saltinnhold i lakene henholdsvis 2,0 % og 2,6 %, n=9.

I begge lakestyrkene økte filetene i vekt under lakebehandling og det var en tydelig trend til at vektøkningen tiltok med oppholdstiden. I den sterkeste laken (2,6 % salt) var vektøkningen

entydig uansett behandlingstid, mens 5 av 9 biter i den korteste behandlingstiden (5 min.) i 2,0 % laken hadde samme vekt etter lakebehandling som før.

Uansett behandlingstid økte filetene i den sterkeste laken i snitt mer enn filetene i den svakeste. For alle behandlingstidene under ett var forskjellen i vektøkning mellom lakene signifikant ( $p < 0,05$ ). For hver enkelt av oppholdstidene var forskjellen i vektøkning mellom lakene tilsvarende signifikant for 10 og 30 minutter, mens den ikke var det for behandlingstidene 5 og 20 minutter.

Vektøkningen under lakebehandling i våre forsøk var lavere enn det som er rapportert fra forsøk i Skaginn filetlinja. Joensen et. al 2007 målte vektøkningen på hysefilet til ca 5 % under 15 minutter opphold i ca 2,3 % saltlake i Filetkjøler trinnet i Skaginn linja. Den høyeste vektøkningen vi målte i våre forsøk var 2 %, etter 30 min i 2,6 % lake (figur 2).

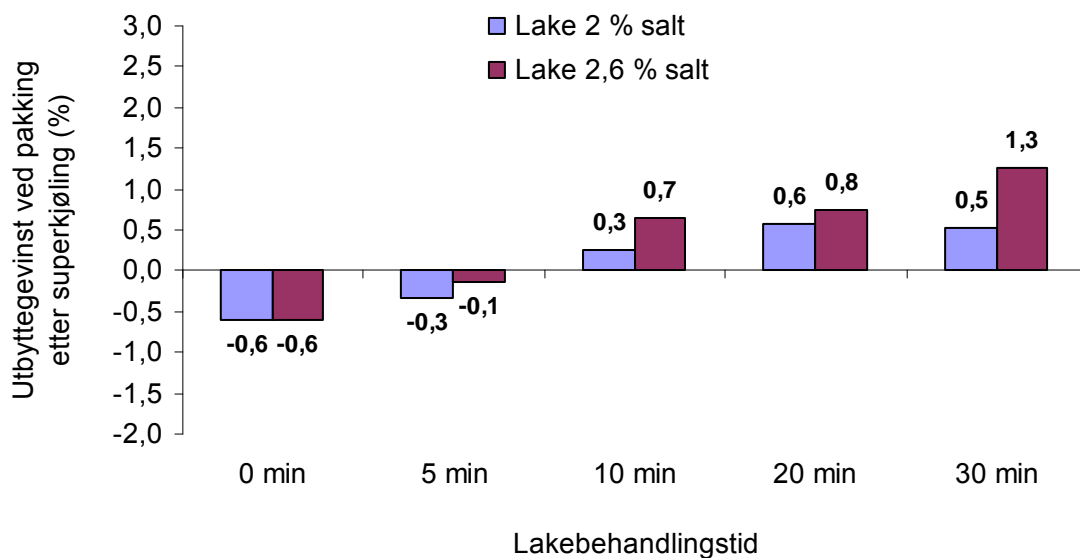


*Figur 3 Vekttap under superkjøling etter ulikt lang behandlingstid i saltlaker, vist som snittverdier av forsøk 2 og 3 der prøvene ble superkjølt. Vekttapet er angitt som snitt av loins og tails. Spredning er vist som standardavvik,  $n=18$ .*

Under superkjøling i luft, som i våre forsøk og også i Skaginn filetlinja, vil filetene miste noe vekt. Joensen et. al 2007 målte ca 3 % vektreduksjon på hysefilet gjennom CBC-fryseren (superkjøleenheten) i Skaginn filetlinja.

Noe mangelfull styring av temperaturen under superkjøling og stor spredning i størrelse på filetstykingene i våre forsøk medvirket til stor variasjon i vekttap, både innad i hvert av de to forsøkene og mellom dem. Det var heller ingen signifikant sammenheng mellom vekttap og størrelsen på filetstykingene.

For å illustrere nivået på vekttapet under superkjøling har vi i figur 3, for hver behandlingstid, beregnet gjennomsnittlig vekttap for alle bitene i forsøk to og tre samlet. Beregnet på denne måten var det gjennomsnittlige vekttapet under superkjøling fra ca 0,5 % til ca 1,0 %. Det er betydelig lavere enn de ca 3 % som Joensen mfl. (2007) målte for hysefilet i Skaginn linja.



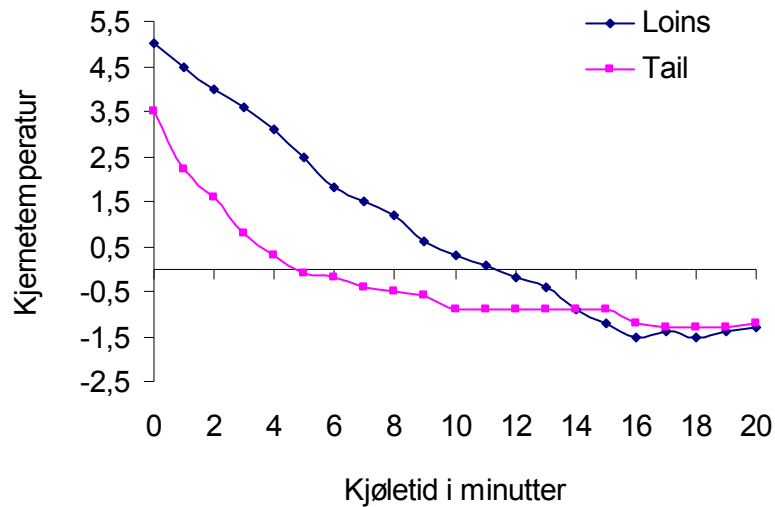
**Figur 4** Beregnet relativ utbytteendring ved pakking av superkjølte filetstykker, som følge av vektøkning under lakebehandling fratrukket gjennomsnittlig vekttap under superkjøling i frysetunnel. "Utbytteendring" er regnet som gjennomsnitt av loins og tails.

I figur 4 har vi beregnet samlet relativ effekt på produktutbyttet; av vektøkningen under oppholdet i saltlake og det etterfølgende vekttapet under superkjøling. Dette viser at det i begge lakestyrkene (2 % og 2,6 % salt) var en positiv utbyttegevinst når behandlingstiden i lakene var 10 minutter eller lengre. For prøvene som ikke var lakebehandlet før superkjøling og for den korteste behandlingstiden (5 min) var imidlertid relativ vektendring negativ som følge av denne prosessen (lakebehandling + superkjøling).

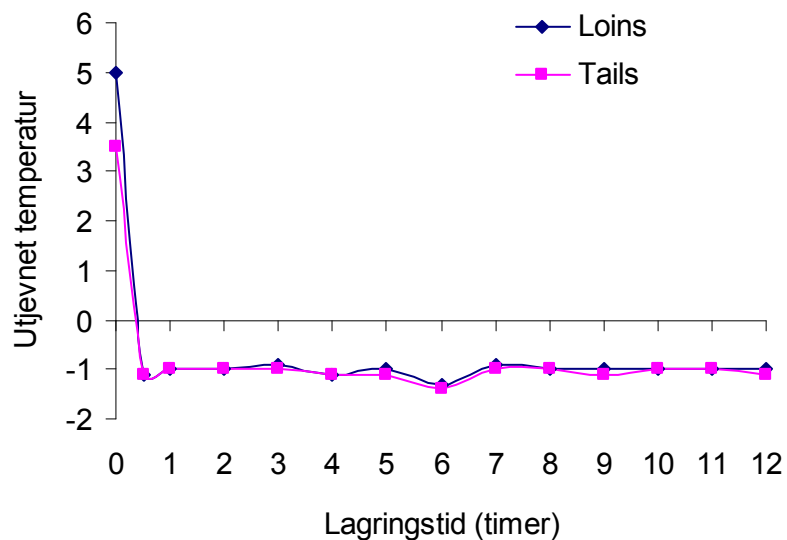


**Bilde 4** Temperaturen i superkjølte filetstykker 4 dager etter pakking var +0,1 °C.

### 3.3 Temperaturer under superkjøling og lagring



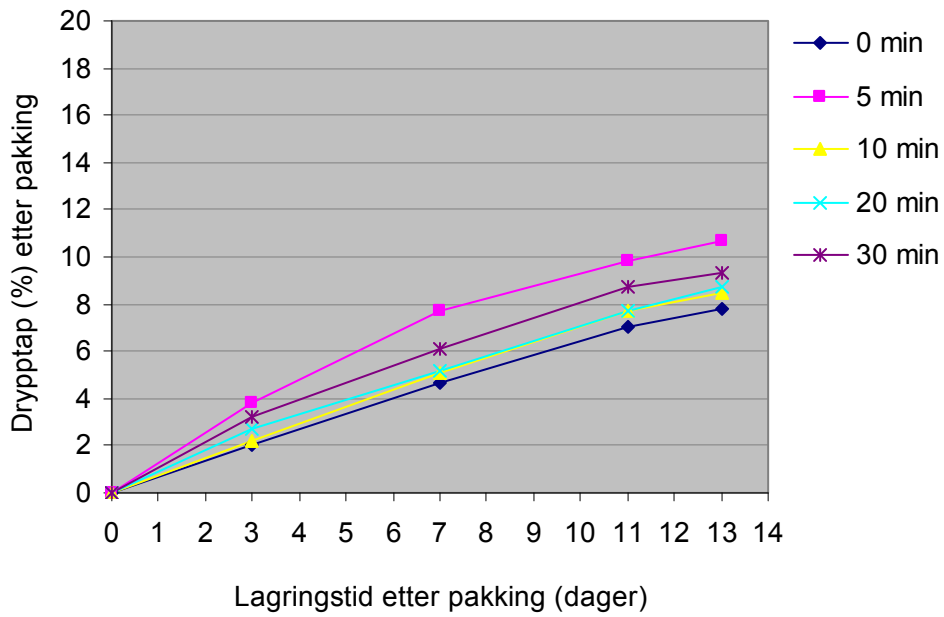
Figur 5 Kjernetemperatur logget i loins og tails under 18 – 20 minutter superkjøling i frysetunnel, med lufttemperatur ca  $\pm 30$  °C.



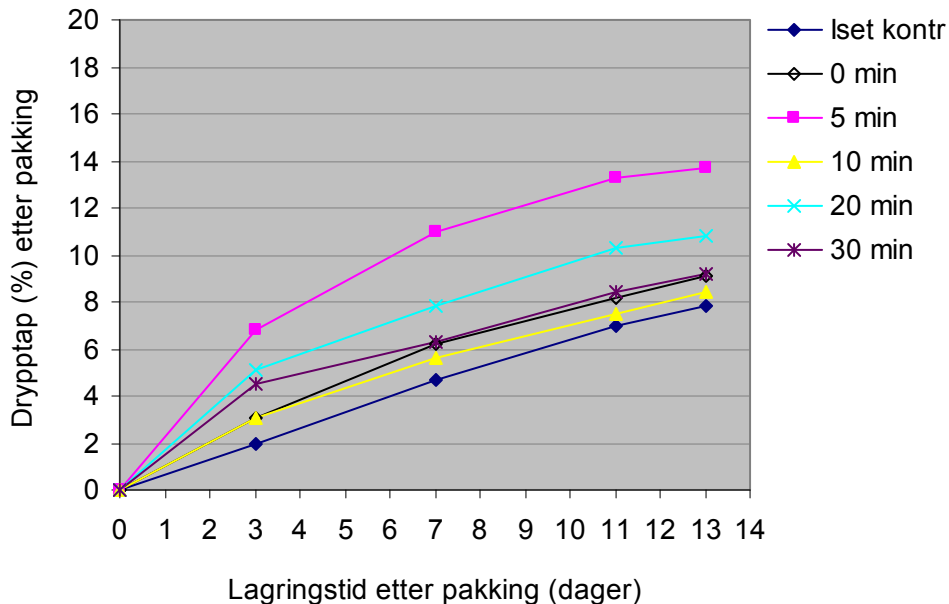
Figur 6 Kjernetemperatur (utjevningstemperatur) logget i loins og tails i 12 timer etter at filetstykkene ble tatt ut av frysetunnelen og pakket uten is i filetesker, plassert på kjølerom med temperatur 0 °C til 2 °C.

Utover i lagringstiden ble temperaturen i filetstykkene målt med stikktermometer ved hvert prøveuttak. Frem til 3 døgn etter pakking lå kjernetemperaturen i de superkjølte prøvene nær det initielle frysepunktet for torskefilet, for deretter å øke opp mot temperaturen i kjølerommet.

### 3.4 Drypptap under kjølelagring etter superkjøling

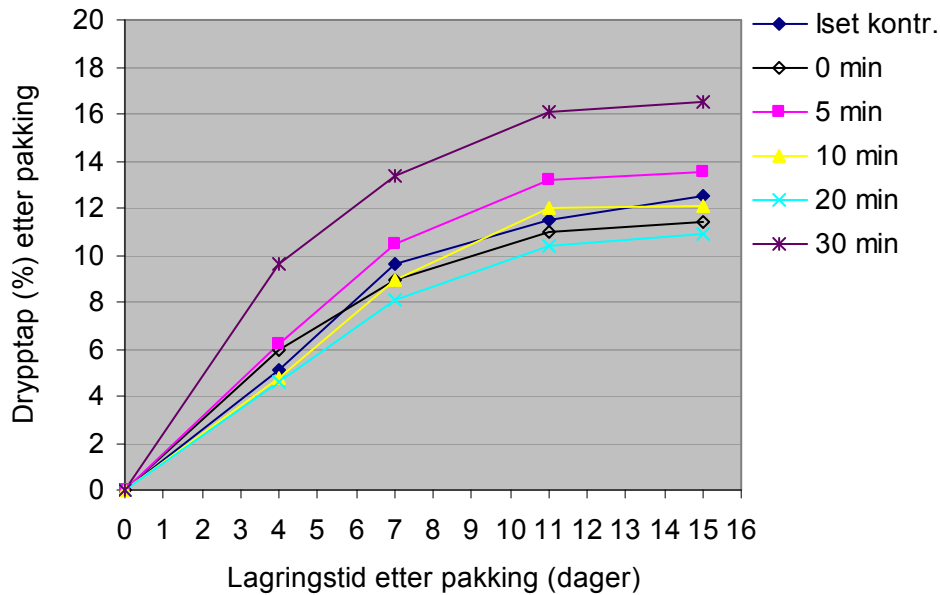


Figur 7 Gjennomsnittlig vekttnap (loins og tails) for prøver som i forsøk 1 ble behandlet i 2,0 % lake men ikke superkjølt. 0 min (iset kontroll) er verken lakebehandlet eller superkjølt. N = 6.



Figur 8 Gjennomsnittlig vekttnap (loins og tails) for prøvene i forsøk to, som ble lakebehandlet i 2,0 % lake og superkjølt. Iset kontroll er verken lakebehandlet eller superkjølt, 0 min ble ikke lakebehandlet men superkjølt. Alle de andre prøvene er både lakebehandlet og superkjølt. N = 6.





Figur 9 Gjennomsnittlig vekt tap (loins og tails) for prøver som ble lakebehandlet i 2,6 % lake og superkjølt (forsøk 3). Iset kontroll er verken lakebehandlet eller superkjølt, 0 min er ikke lakebehandlet men superkjølt, de andre er både lakebehandlet og superkjølt. N = 12.

Dryp tapet under kjølelagring etter superkjøling var relativt høyt i alle tre forsøkene. Alle seriene i forsøk 3 og to av seriene i forsøk 2 hadde ved 11 døgn lagring etter filetering dryp tap på over 10 %. Filetene var da i ferd med å passere holdbarhetsgrensen for akseptabel sensorisk kvalitet (tilsvarer dag 14 etter slakt).

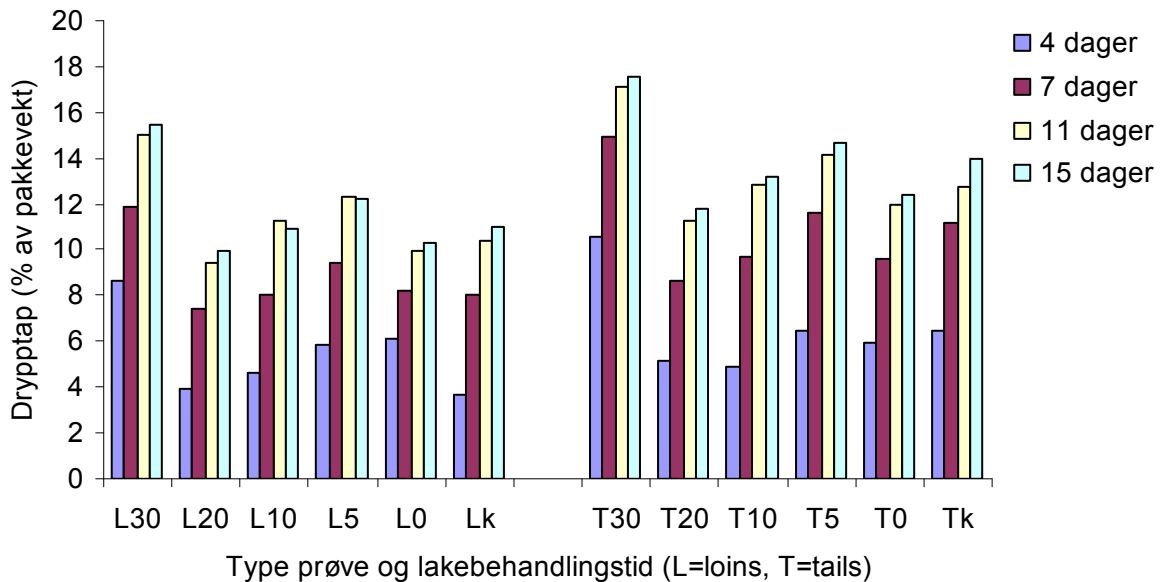
Figur 7 viser dryp tap under lagring av prøvene i forsøk 1, som er lakebehandlet i 2,0 % lake men ikke superkjølt. Kontrollprøven er ikke behandlet i lake. Det var i snitt høyere dryp tap fra alle prøvevariantene som var lakebehandlet, enn fra kontrollprøven. Forskjellene i dryp tap mellom lakebehandlingstidene var imidlertid moderate og spredningen mellom bitene innad i hver serie stor (tabell i vedlegg).

Figur 8 viser dryp tap i forsøk 2, for prøver som var lakebehandlet i 2,0 % lake og deretter superkjølt. Dryp tapet var gjennomgående litt høyere enn i forsøk 1 der prøvene ikke var superkjølte. Lakebehandlingstidene 5 og 20 minutter skilte seg ut i forsøk 2 ved å ha høye dryp tap. Det var liten forskjell mellom lakebehandlingstidene 0, 10 og 30 minutter. Fortsatt hadde kontrollprøven lavere vekt tap enn alle de lakebehandlede og superkjølte seriene. Spredningen innad i hver serie var stor også i dette forsøket (tabell i vedlegg).

Figur 9 viser at i forsøk tre (2,6 % saltlake) var det mer uklart hvordan lakebehandling og superkjøling påvirket dryp tapet under kjølelagring i forhold til kontrollprøven. Serien som var behandlet 20 minutter i lake før superkjøling hadde signifikant lavere dryp tap gjennom lagringstiden enn kontrollprøven ( $p=0,05$ ), mens serien som var lakebehandlet 30 minutter hadde signifikant høyere dryp tap ( $p<0,001$ ). De andre seriene (0, 5 og 10 minutter) var ikke signifikant forskjellige fra den ubehandlede kontrollprøven.

Generelt var dryp tapet i forsøk 3 høyere enn i begge de to forsøkene med 2,0 % lake. Dette er imidlertid også tilfelle for kontrollprøven som verken var lakebehandlet eller superkjølt, noe

som kan tyde på at råstoffet i dette forsøket var atypisk i forhold til de to første forsøkene. Observasjoner under filetering viste at det i dette råstoffuttaket var et større innslag av utgytt, mager fisk enn i forsøk en og to, og at fisken var mindre.



Figur 10 Drypptap (%) etter 4, 7, 11 og 15 dager kjølelagring av loins (L) og tails (T) som hadde vært behandlet ulikt lenge (0, 5, 10, 20 og 30 minutter) i 2,6 % lake og superkjølt (forsøk 3). Lk og Tk er kontrollprøver som ikke var lakebehandlet eller superkjølt. N = 6.

Figur 10 viser drypptapene som ble målt i forsøk 3 med 2,6 % lake, fordelt på loins og tails. For alle behandlingstidene i lake var det signifikant høyere drypptap ( $p < 0,05$ ) fra tails bitene enn fra de tykkere loins bitene, under kjølelagring (0 til 2 °C) i ca 2 uker etter superkjøling. Det samme var tilfelle også for prøvene som var superkjølt uten å være lakebehandlet (L0 og T0) og for kontrollprøvene som ikke var verken lakebehandlet eller superkjølt (Lk og Tk).

Det var ikke signifikant sammenheng mellom størrelsen på bitene (vekt) og drypptap (%), under kjølelagring i noen av de tre forsøkene.

## 4 Konklusjon

Lakebehandling før superkjøling gav vektøkning. Ved identiske oppholdstider i laken var det størst økning i den sterkeste laken. For begge lakestyrkene (2,0 % og 2,6 % salt) tiltok vektøkningen med oppholdstiden. Det var ingen sammenheng mellom vektøkning og filetstørrelse (vekt).

Under superkjøling tapte filetstykingene vekt. Det var stor individvariasjon i vekttap mellom bitene.

Når lakebehandlingstiden var 10 minutter eller lengre var vektøkningen under lakebehandling i snitt større enn vekttapet under den etterfølgende superkjølingen, både i 2,0 % og 2,6 % saltlake. Relativt sett gav lakebehandling her en utbyttegevinst ved pakking av superkjølte produkter, ved at vektøkningen mer enn kompenserte for vekttapet i frysetunnelen.

Saltoptaket i filetene (med skinn) økte med økende oppholdstid og lakestyrke. Selv etter den lengste oppholdstiden (30 min.) i den sterkeste laken (2,6 %) var imidlertid saltinnholdet moderat (ca 0,4 %), og som ventet ut fra det som er vist av andre i tidligere forsøk.

Drypptapet under kjølelagring etter at isen i de superkjølte produktene hadde smeltet, var relativt høyt i de fleste av forsøksseriene. For hele forsøk tre (2,6 % salt) og for to serier i forsøk to (2,0 % salt) var vekttapet over 10 % ved 11 døgn lagring etter superkjøling. Det var ingen indikasjon på at verken lakebehandling eller superkjøling bidrog til å redusere dette drypptapet, snarere tvert imot.

Det var større drypptap fra tails enn fra loins. Dette var tilfelle for alle prøveseriene, inkludert vanlig iskjølte, ubehandlede kontrollprøver. Det var ingen sammenheng mellom drypptap og størrelse på bitene (vekt).

## 5 Referanser

- Akse L., Tobiassen T., Bjørkevoll I., Carlehøg M., Eilertsen G. (2005) Superkjølte torskeloins, kvalitet og holdbarhet under kjølelagring. Rapport, (konfidensiell). Fiskeriforskning.
- Akse L., Joensen S, Tobiassen T, Skøtt P (2006) Temperaturstyring ved produksjon av fersk filet, fra fangst til marked; superkjøling - konsekvenser for holdbarhet og kvalitet under distribusjon og salg. Fiskeriforskning, rapport 23/2006.
- Joensen S., Hardarson V., Olsen J. V. (2007) Test av filetlinjen til Skaginn. Oppdragsrapport (konfidensiell) Fiskeriforskning januar 2007.
- Nordtvedt T. S. (2009) Superkjøling av fisk – en litteraturstudie og prosjektoversikt. Rapport Sintef Energiforskning. ISBN 978-82-594-3399-2.
- Þorvaldson L., Sveinsdóttir K., Þórarinsdóttir K. A., Magnússon H., Arason S. (2009) Effects of CBC cooling on Norwegian cod. Experiments in Dalvik, Iceland, January 2009. Report Matís, May 2009.

## 6 Vedlegg

Tabell 6.1 Vekt (g) før og etter lakebehandling og vektøkning (%) for filetene som inngikk i de tre forsøkene.

	Lakestyrke 2,0 % salt (forsøk 1 og 2)			Lakestyrke 2,6 % salt (forsøk 3)		
	Før lake (g)	Etter lake (g)	Endring (%)	Før lake (g)	Etter lake (g)	Endring (%)
Lakebehandling 5 min.	300	303	1,0	238	239	0,4
	388	391	0,8	288	289	0,3
	426	430	0,9	292	294	0,7
	463	463	0,0	298	300	0,7
	467	467	0,0	318	319	0,3
	481	482	0,2	345	348	0,9
	482	482	0,0	381	382	0,3
	483	483	0,0	401	403	0,5
	538	538	0,0	407	409	0,5
Lakebehandling 10 min.	370	373	0,8	258	261	1,2
	376	379	0,8	269	273	1,5
	377	378	0,3	309	314	1,6
	393	397	1,0	346	347	0,3
	398	400	0,5	351	354	0,9
	410	416	1,5	363	368	1,4
	487	489	0,4	376	380	1,1
	690	697	1,0	396	402	1,5
	777	783	0,8	397	402	1,3
Lakebehandling 20 min.	388	391	0,8	238	241	1,3
	396	399	0,8	334	341	2,1
	398	401	0,8	340	343	0,9
	413	415	0,5	357	359	0,6
	432	437	1,2	386	390	1,0
	451	457	1,3	488	493	1,0
	485	490	1,0	530	536	1,1
	487	490	0,6	555	561	1,1
	504	511	1,4	622	627	0,8
Lakebehandling i 30 min.	338	343	1,5	210	216	2,9
	372	376	1,1	227	232	2,2
	383	387	1,0	310	313	1,0
	425	431	1,4	336	340	1,2
	447	451	0,9	344	350	1,7
	564	574	1,8	356	363	2,0
	575	584	1,6	363	372	2,5
	600	607	1,2	399	408	2,3
	604	610	1,0	428	438	2,3

Tabell 6.2 Forsøk 1: Lakebehandlet i 2 % lake (ikke superkjølt), drypptap (%) under 13 dager kjølelagring (n = 3).

		Vekt biter (g) ved pakking		Vekttap % under lagring (gjennomsnitt og spredning)							
				0-3 dager		0-7 dager		0-11 dager		0-13 dager	
		Snitt	Stdav	Snitt	Stdav	Snitt	Stdav	Snitt	Stdav	Snitt	Stdav
30 min i lake	Loins	179,3	23,6	2,9	1,6	5,0	1,3	7,2	0,9	7,9	1,2
	Tails	260,3	25,8	3,5	1,5	7,2	1,1	10,1	1,5	10,8	1,7
20 min i lake	Loins	153,0	21,8	2,2	1,6	4,3	1,6	6,5	2,9	7,4	3,2
	Tails	196,7	22,9	3,2	0,8	6,1	1,1	8,8	1,6	10,0	1,8
10 min i lake	Loins	154,0	9,2	1,6	0,3	4,1	1,1	6,2	0,9	6,7	0,8
	Tails	239,7	57,8	2,7	0,4	6,2	0,6	9,2	0,5	10,3	0,5
5 min i lake	Loins	152,3	26,2	3,7	2,5	6,5	4,3	8,4	5,3	9,0	5,2
	Tails	199,7	13,0	3,9	2,9	8,8	5,4	11,3	5,8	12,4	5,5
0 min lake (kontroll)	Loins	152,0	7,9	0,8	0,9	2,2	1,4	3,7	1,5	4,8	1,3
	Tails	188,0	23,3	1,2	0,7	4,4	1,8	7,0	1,8	7,5	1,6

Tabell 6.3 Forsøk 2: Lakebehandlet i 2 % lake og superkjølt, drypptap (%) under 13 dager kjølelagring etter superkjøling (n = 3).

		Vekt biter (g) ved pakking		Vekttap % under lagring (gjennomsnitt og spredning)							
				0-3 dager		0-7 dager		0-11 dager		0-13 dager	
		Snitt	Stdav	Snitt	Stdav	Snitt	Stdav	Snitt	Stdav	Snitt	Stdav
30 min i lake	Loins	188,7	28,5	3,3	0,8	5,0	0,4	6,8	1,0	7,3	0,8
	Tails	216,7	23,7	5,7	2,2	7,7	2,7	10,0	2,4	11,1	2,6
20 min i lake	Loins	155,0	9,5	3,9	0,7	6,5	0,4	8,6	0,5	9,3	0,5
	Tails	169,3	11,6	6,3	1,1	9,0	1,3	12,0	2,3	12,4	2,5
10 min i lake	Loins	186,0	58,4	2,3	0,5	4,2	0,2	5,5	0,7	6,7	0,4
	Tails	233,0	115,4	3,9	0,6	7,0	0,4	9,5	0,3	10,2	0,7
5 min i lake	Loins	142,7	22,8	5,8	2,1	10,1	3,3	12,0	3,3	12,2	2,4
	Tails	208,7	20,0	7,7	2,7	11,8	3,9	14,6	3,7	15,2	4,4
0 min i lake	Loins	172,0	46,8	3,1	1,1	5,5	1,7	7,7	2,0	8,3	2,2
	Tails	218,3	21,6	3,1	1,4	6,9	0,3	8,7	0,6	9,9	0,5
Kontroll (ubehandl.)	Loins	179,6	5,4	1,7	0,7	4,6	2,0	6,6	1,8	7,3	2,1
	Tails	227,2	34,8	3,3	0,9	6,3	1,8	9,3	2,1	10,2	2,1

Tabell 6.4 Forsøk 3: Lakebehandlet i 2,6 % lake og superkjølt, drypptap (%) under 15 dager kjølelagring etter superkjøling (n = 6).

		Vekt biter (g) ved pakking		Vekttap % under lagring (gjennomsnitt og spredning)							
				0-4 dager		0-7 dager		0-11 dager		0-15 dager	
		Snitt	Stdav	Snitt	Stdav	Snitt	Stdav	Snitt	Stdav	Snitt	Stdav
30 min i lake	Loins	134,0	28,1	8,7	2,6	11,8	2,9	15,0	4,0	15,5	4,3
	Tails	161,0	46,4	10,6	4,4	15,0	4,8	17,1	5,4	17,6	5,1
20 min i lake	Loins	183,8	49,6	4,0	1,5	7,5	2,7	9,4	3,4	9,9	3,3
	Tails	227,8	62,7	5,2	1,0	8,6	2,5	11,3	3,1	11,8	3,1
10 min i lake	Loins	130,2	23,2	4,7	2,7	8,1	3,4	11,2	4,0	11,2	4,3
	Tails	165,3	31,7	4,9	2,5	9,7	3,0	12,8	2,9	13,2	3,4
5 min i lake	Loins	117,7	27,0	5,9	3,1	9,4	3,8	12,3	3,8	12,2	4,1
	Tails	155,2	30,9	6,5	2,1	11,6	3,7	14,2	4,1	14,7	4,1
0 min i lake	Loins	155,2	14,3	6,1	4,0	8,2	4,8	9,9	4,7	10,3	4,5
	Tails	172,0	26,8	5,9	3,3	9,6	3,9	12,0	3,9	12,4	3,9
Kontroll (ubeh.)	Loins	147,0	53,4	3,7	1,4	8,1	2,4	10,4	2,4	11,0	2,6
	Tails	169,5	48,3	6,5	1,3	11,2	2,0	12,7	1,9	14,0	2,1

