

Fangstbehandling, kjøling og bearbeiding – en prosjektoversikt

Leif Akse





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

Internett: 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
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: marin@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Rapport

<i>ISBN:</i> 978-82-7251-682-5	<i>Rapportnr:</i> nr/årstall	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Tittel:</i> Råstoffbehandling, kjøling og bearbeiding – en prosjektoversikt		<i>Dato:</i> April 2009
<i>Forfatter(e):</i> Leif Akse		<i>Antall sider og bilag:</i> 17
<i>Oppdragsgiver:</i> FHF-fondet, v/FHL-Filetforum		<i>Prosjektnr.:</i> 20325
<i>Tre stikkord:</i> Råstoff, kjøling, produktkvalitet		<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Kristian Prytz
<i>Sammendrag:</i> <p>Rapporten oppsummerer resultater fra tidligere forsøk utført av tidligere Fiskeriforskning, nå Nofima. Den inngår som en del av prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked", som er finansiert av FHF-fondet og ledet av en styringsgruppe oppnevnt av FHL-Filetforum.</p> <p>Det primære målet i "Temperaturstyring fra fangst til marked" er å forbedre kvaliteten på ferske filetprodukter av hvitfisk og å øke andelen av kjølt råstoff (hyse, torsk og sei) som har en kvalitet som gjør det anvendelig til lønnsom produksjon av ferske produkter. Prosjektet fokuserer på å optimalisere kjølekjeden fra fangst ombord på tråler til skiping av kjølte filetprodukter til kunder i markedet (råstoff, halvfabrikata, sluttprodukter). Superkjøling er viet spesiell oppmerksomhet med hensyn til egnethet i ulike trinn i kjeden fra fangst til marked.</p> <p>Som utgangspunkt for nye forsøk i prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked" refererer denne rapporten tidligere forsøk der fangsthåndtering, kjøling og råstoffkvalitet var problemstilling og presenterer hovedfunnene i disse forsøkene.</p> <p>I rapporten er det også tatt inn referanser til tidligere rapporter som gir en fullstendig presentasjon av forsøkene og resultatene. De fleste av disse rapportene er åpne og kan lastes ned fra websiden til Nofima Marin AS, eller de kan bestilles fra instituttet.</p>		

Innhold

1	Innledning	1
2	Råstoffbehandling	2
2.1	Fangsthåndtering ombord, bløgging og utblødning av torsk	2
2.2	Fangsthåndtering ombord; forhold mellom redskap og råstoffkvalitet	3
3	Kjøling av råstoff	4
3.1	Bruk av issørpe – kjøling av råstoff før filetering	4
3.2	Kjølelagring av fisk, vektendring ved lagring av torsk og laks i is og is-vann blanding.....	4
3.3	Kjøling av fersk fisk, effekt på vekt og kvalitet.....	5
4	Bearbeiding av ømtålig råstoff.....	7
4.1	Bløt hyse – innledende forsøk.....	7
4.2	Bløt hyse - spalting av hysefilet etter skinning	8
5	Superkjøling av torskeloins	12
5.1	Superkjølte torskeloins, kvalitet og holdbarhet under kjølelagring	12
5.2	Superkjølte torskeloins – markedsaksept og markedstest.....	13
5.3	Superkjøling – holdbarhet og kvalitet under distribusjon og salg	13
6	Oppsummering	16
7	Referanser.....	17

1 Innledning

Rapporten oppsummerer resultater fra tidligere forsøk utført av Fiskeriforskning (nå Nofima Marin AS). Den inngår som en del av prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked", som er finansiert av FHF-fondet og ledet av en styringsgruppe oppnevnt av FHL-Filetforum.

Det primære målet i "Temperaturstyring fra fangst til marked" er å forbedre kvaliteten på ferske filetprodukter av hvitfisk og å øke andelen av kjølt råstoff (hyse, torsk og sei) som har en kvalitet som gjør det anvendelig til lønnsom produksjon av ferske produkter. Prosjektet fokuserer på å optimalisere kjølekjeden fra fangst ombord på tråler til skiping av kjølte filetprodukter til kunder i markedet (råstoff, halvfabrikata, sluttprodukter). Superkjøling er viet spesiell oppmerksomhet med hensyn til egnethet i ulike trinn i kjeden fra fangst til marked.

Som utgangspunkt for nye forsøk i prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked" refererer rapporten tidligere forsøk der fangsthåndtering, kjøling og råstoffkvalitet var problemstilling og presenterer hovedfunnene i disse forsøkene.

I rapporten er det også tatt inn referanser til tidligere rapporter som gir en fullstendig presentasjon av forsøkene og resultatene. De fleste av disse rapportene er åpne og kan lastes ned fra websiden til Nofima Marin AS, eller de kan bestilles fra instituttet.

2 Råstoffbehandling

2.1 Fangsthåndtering ombord, bløgging og utblødning av torsk

Målet i prosjektet "Fangsthåndtering på store snurrevadfartøy – blodtømming av torsk" var å dokumentere hvilke faktorer under bløgging og utblødning som er viktigst for god blodtømming av torsk og ut fra dette anbefale tiltak i fangsthåndteringen ombord på fiskefartøy (Akse med flere 2005).

Det ble utført fire bløgge-/sløyeforsøk der følgende faktorer ble variert:

- Tid før bløgging eller direktesløying
- Bløggemetoder
- Utblødning i vann eller luft
- Utblødningstid fra 10 til 60 minutter

Resultatene viser at direktesløying kom dårligere ut enn totrinns bløgging og sløying selv når råstoffet var levende og utblødningstiden 1 time. Den enkeltfaktoren som hadde størst effekt på blodtappingen var tid fra fangst til bløgging eller direktesløying. Torsk som ble direktesløyd tre timer etter fangst og utblødd 30 minutter i rennende sjøvann, var nesten like dårlig utblødd som ubløgget fisk.

Direktesløying dårligere enn totrinns bløgging + sløying

Rødfarget muskel i bukklappene er den indikatoren som skiller best med hensyn til godt eller dårlig resultat av utblødningen. Både for denne indikatoren og for andre indikatorer som blodfylte årer og rød filet kom direktesløying dårligere ut enn totrinns bløgging/sløying, selv når fisken ble sløyd "levende" umiddelbart etter opptak. Ved sløying 3 timer etter fangst var direktesløyd torsk på linje med den ubløggede kontrollen med hensyn til rødfarget muskel i bukklappene.

Tid fra fangst (ombordtaking) til bløgging eller direktesløying:

Samlet vurdering av bløggforsøkene viste at tiden fra fangst til bløgging eller direktesløying var den faktoren som betydde mest for blodtappingen. Sensorisk vurdering av blodfylte årer i buken, rødfarget muskel i bukklappene og rød farge i tykkfileten viste at resultatet av blodtappingen raskt ble dårligere når torsk ble bløgget eller direktesløyd >30 minutter etter fangst. Skal man ta hensyn til dette forholdet betyr det i så fall at fangstbehandlingen ombord må tilrettelegges slik at det er mulig å bløgge eller direktesløye fisken fortløpende etter hvert som den blir tatt ombord. Dette er en stor utfordring for fangstmetoder som trål, snurrevad og not der det er vanlig å ta om bord store mengder fisk på kort tid. Det er neppe realistisk å anta at manuell direktesløying av torsk, for eksempel på en snurrevadbåt, vil være mulig å utføre i samme takt som fangsten bringes om bord. Det er mer realistisk å se for seg dekkarrangement som gjør det mulig å bløgge fisken fortløpende, for så å overføre den til utblødning i vannfylte, kjølte buffertanker. Fra buffertankene kan fisken hentes opp igjen til sløying, vasking og kjøling.

Blødetid og utblødningsbetingelser

Tre av de fire forsøkene testet også effekten av ulik utblødningstid etter bløgging eller direktesløying. Blødetidene varierte fra 10 minutter til 60 minutter i sjøvann, ferskvann eller luft. Generelt var det slik for de fleste bløgge-/sløyemetodene og utblødningsbetingelsene

(luft, sjøv, ferskvann) at lang blødetid gav bedre utblødning, uten at denne sammenhengen var helt entydig.

Utblødning i luft kom noe dårligere ut enn utblødning i sjøvann og ferskvann. Ved utblødning i luft var det god sammenheng mellom blødetid og utblødningsgrad.

Prosjektet testet ikke effekten av direktesløying kombinert med ekstra lang blødetid i kjølt sjøvann (flere timer). Mannskap på snurrevadbåter som direktesløyer fisken hevder at lang tids lagring av sløyd fisk i RSW eller CSW tanker trekker blodet ut av fisken så effektivt at det kompenseres for det man taper i utgangspunktet ved at fisken direktesløyes, eller at den er død før sløying. Dette forholdet bør verifiseres i etterfølgende forsøk.

Prosjektet testet heller ikke om ekstra lav vanntemperatur i blødetanken, rundt frysepunktet for fiskemuskel, eventuelt vil påvirke blodtappingen.

Anbefalinger:

- Totrinns bløgging + sløying bør prioriteres som metode, fremfor direktesløying. Det bør imidlertid dokumenteres bedre om ekstra lang utblødningstid i kjølt sjøvann kan gi god nok blodtapping også ved direktesløying.
- All fisk bør bløgges/direktesløyes levende, eller kort tid etter at den er død. Torsk fisket med snurrevad (eller trål) bør derfor være ferdig bløgget senest 1 time og helst innen 30 minutter etter ombordtaking. Når fisken direktesløyes, bør helst tiden mellom ombordtaking og sløying være kortere.
- Etter bløgging bør fisken blø ut i sjøvann (rennende) før sløying, utblødningstiden bør minimum være 30 minutter. Etter direktesløying bør utblødningstiden være lengre, og nye forsøk bør gjøres for å dokumentere om ekstra lang utblødningstid (flere timer) i kjølt sjøvann kan gi fullgod blodtapping også ved direktesløying, like god som ved totrinns bløgging/sløying.
- Dekksarrangement på trålere og snurrevad fartøy bør tilrettelegges slik at det blir mulig å bløgge og blø ut fisken i sjøvann etter hvert som den blir tatt om bord. Det bør også undersøkes hvordan lav temperatur i vannet under utblødning påvirker blodtappingen, særlig rundt frysepunktet til fiskemuskel, som er lavere enn for vann.

2.2 Fangsthåndtering ombord; forhold mellom redskap og råstoffkvalitet

Dette prosjektet var et samarbeid mellom Fiskeriforskning og SINTEF Fiskeri og havbruk AS. Det inkluderte ett tokt med frysetrålere Ståltind-1 der råstoff (sei og torsk) ble bløgget, sløyd og frosset inn for senere tining og filetering på land. Prosjektet evaluerte m.a. tauetid og håndtering ombord i forhold til fangstskader, utblødning og rødfarge/blodflekker i fileten (Digre med flere 2002).

Oppsummert gav forsøkene følgende resultater:

- Gode indikasjoner på at muskel-pH og rigor hadde sammenheng med tauetid, kort tauetid (2 timer) gav høyere pH og langsommere og svakere rigorutvikling.
- Tauetid og fangstmengde hadde innvirkning på skjelltap/redskapsskader på fisken.
- Fisken bør bløgges raskest mulig etter fangst, ved vurdering ombord hadde 60–86 % av fisken blodfylte årer i buken. Etter tining og filetering kom stor seifilet dårligere ut enn filet fra mindre sei med hensyn til rød farge og blodflekker.

3 Kjøling av råstoff

3.1 Bruk av issørpe – kjøling av råstoff før filetering

Prosjektet (Joensen med flere 1998) ble gjennomført i prosesslinja hos en stor filetprodusent for å dokumentere effekter av å bruke issørpe (slurry) til kjøling under lagring av ferskt og tint råstoff før filetering. Det ble utført forsøk med kjøling av sløyd, hodekappet små torsk (trålfisk), henholdsvis i is/sjø-blanding og i issørpe (slurry). Temperatur, vektøkning og saltopptak ble målt etter kjøling i 4 timer, 1 døgn og 2 døgn. Filetutbytte og spalting ble vurdert etter de samme kjøletidene.

Temperaturen i fisken som ble kjølt i issørpe (slurry) sank raskere og stabiliserte seg på et lavere nivå enn temperaturen i fisken som ble kjølt i is/sjø blandingen. I små fersk torsk, med temperatur 0-1°C før den ble lagt ned i issørpe (slurry), sank temperaturen i løpet av ca 1 time til $\leq 0,5^{\circ}\text{C}$. Etter et par timer holdt fisken tilnærmet samme temperatur som issørpen, ca $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ nær bunnen av karet. Både issørpen og fisken var i dette forsøket betydelig kaldere nær bunnen (ca $\pm 1^{\circ}\text{C}$) enn høyt oppe i karet (ca 0°C).

Temperaturen ble også logget under videre bearbeiding i filetlinja, i fileter av råstoff som var kjølt til ulike nivåer før filetering. Når råstoffet ble kjølt til $\approx \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ var temperaturen i fileten steget til ca 0°C rett etter filetering/skinning, og til ca $1,5^{\circ}\text{C}$ etter ytterligere 20-25 minutter i filetlinja (romtemperatur 12°C). Når råstoffet bare var kjølt ned til ca 2°C hadde temperaturen i filetene steget til ca $3,5^{\circ}\text{C}$ rett etter filetering og til ca 5°C etter ytterligere 20-25 minutter i filetlinja (12°C).

Tint torsk som ble kjølt 4 timer i issørpe økte 1,8 % i vekt, mens økningen var høyere i is/sjø-blanding (2,5 %). For ferskt råstoff var forholdet etter 4 timer kjøling omvendt, med høyere vektøkning i issørpe (3,2 %) enn i is/sjø (1,7 %). Etter 2 døgn kjøling var vektøkningen 5,9 % i issørpe og 7,1 % i is/sjø når råstoffet var tint fisk. Tilsvarende tall for ferskt råstoff mangler.

Både fisken i is/sjø blandingen og i issørpen tok opp betydelig med salt. Etter 4 timer i issørpe var saltinnholdet i muskelen på ferskt råstoff mellom 0,4 og 0,5 %. Etter 2 døgn kjøling av tint råstoff var saltinnholdet i tykkfisken ca 0,9 % og i bukene ca 1,5 % både i issørpen og i is/sjø blandingen. Det meste av opptaket skjedde i løpet av det første døgnet. Saltinnholdet i issørpen (laken) var 2,5-3,0 % og i is/sjø 2,0-2,5 %.

Etter filetmaskina var særlig filetene fra det tinte råstoffet generelt svært bløte og spaltet. Unntaket var når råstoffet hadde vært lagret 2 døgn i issørpe eller is/sjø blanding, hvor fisken var fast og fin i kjøttet. Kanskje kan høyt saltinnhold ($\approx 0,9\%$) være årsaken til dette.

3.2 Kjølelagring av fisk, vektendring ved lagring av torsk og laks i is og is-vann blanding

Dette prosjektet (Sørensen med flere 1998) hadde som mål å klarlegge hvordan vekten til laks og torsk ble påvirket under lagring iset i kasser eller i is/vann blandinger. Det ble gjennomført to lagringsforsøk med hver av artene torsk og laks, der hel sløyd laks og torsk ble lagret på følgende måter:

- Iset i kasser
- I containere med is og ferskvann
- I containere med is og sjøvann
- I slurry (bare torsk)

I løpet av en lagringstid på 11 døgn ble vektendring dokumentert ved gjentatte veginger av enkeltfisker. Uttakene ble gjort etter 1, 4, 7 og 11 døgn lagring.

Prosjektet omfattet også et forsøk med kjøling og lagring av torsk i slurry med temperatur $\pm 2,3$ °C, der vannet (laken) som ikke frøs ble drenert fra. Lagringstiden var også her 11 døgn, med prøveuttak etter 1, 4, 7 og 11 døgn.

Tabell 1 Vektøkning under lagring av laks (gjennomsnitt av 2 forsøk) og torsk (2 forsøk) i ulike kjølemedier (Sørensen med flere 1998).

Fiskeslag og forsøk	Kjølemetode	Lagringstid og vektøkning (%)			
		1 døgn	4 døgn	7 døgn	11 døgn
Laks (snitt 2 forsøk)	Iset i kasser	≈ 0,4	0,1 – 0,4	0,1 – 0,2	0,0 – 0,4
	Is + sjøvann	≈ 0,6	1,3 – 2,4	≈ 2,7	3,5 – 4,0
Torsk: forsøk nr 1	Iset i kasser	0,3	÷ 0,1	÷ 0,4	÷ 0,7
	Slurry (drenert)	-	-	÷ 1,0	÷ 1,3
	Is + ferskvann	1,1	2,9	5,3	6,8
	Is + sjøvann	0,0	1,1	4,8	5,3
Torsk: forsøk nr 2	Iset i kasser	÷ 0,4	0,1	0,8	0,9
	Is + ferskvann	3,8	8,7	10,4	10,5
	Is + sjøvann	1,7	3,3	6,8	9,2

3.3 Kjøling av fersk fisk, effekt på vekt og kvalitet

Fiskeriforskning gjennomførte i 2000 dette brukerstyrte prosjektet med Norges forskningsråd, Fiskerinæringens landsforening og Norges Råfisklag som oppdragsgivere (Joensen med flere 2000). Målet var å undersøke hvordan kjølemetode og lagringstid om bord på fiskefartøy virker inn på vekt og kvalitet i fersk, sløyd torsk. Et sekundært mål var å dokumentere hvilke konsekvenser endringene i råstoffet under kjølelagring om bord og på land kan ha for kvalitet og utbyttet ved produksjon av filet og saltfisk.

Følgende kjølemetoder ble sammenlignet:

- Is-sjø (blanding av is og sjøvann), 160 stk sløyd hodekappet torsk ble kjølt i en blanding av is og sjøvann i et 1000 liters kar. Etter 1, 4, 7 og 11 døgn lagring ble fiskene veid etter avrenning og fisk ble tatt ut til analyser, filetering og salting. Saltinnhold i blandingen: Dag 2 = 1,7 %, dag 11 = 0,8 %.
- Is-fersk (blanding av is og ferskvann), 160 stk sløyd hodekappet torsk ble kjølt i en blanding av is og ferskvann i et 1000 liters kar. Etter 1, 4, 7 og 11 døgn lagring ble fiskene veid etter avrenning og fisk ble tatt ut til analyser, filetering og salting. Saltinnhold i blandingen dag 11 = 0,1 %.
- Issørpe (finknust is blandet med vann tilsatt salt), Sløyd hodekappet torsk ble kjølt i en blanding av finknust is og saltlake (beregnet saltinnhold 3 %). Til sammen 175 stk torsk ble kjølelagret på denne måten i et 1000 liters kar. Saltinnhold i slurryen målt dag 2 var 2,5 %, som ved måling dag 11 var redusert til 1,4 %.

- Is-kasse (vanlig tørr-ising i kasser), 160 stk sløyd hodekappet torsk ble iset i vanlige fiskekasser, med flakis i bunnen og på toppen. Etter 1, 4, 7 og 11 døgn lagring ble fiskene veid etter avrenning og fisk ble tatt ut til analyser, filetering og salting.

Tabell 2 Temperatur målt i fisken under kjølelagring (tilnærmede verdier).

Kjølemetode	Kjøletid i døgn				
	Dag 1	Dag 2	Dag 4	Dag 7	Dag 11
Iset i kasser	0,3°C	0,3°C	0,4°C	0,5°C	0,5°C
Is-ferskvann	0,4°C	0,3°C	0,4°C	0,5°C	0,5°C
Is-sjø	±0,5°C	±0,6°C	±0,7°C	±0,4°C	±0,1°C
Issørpe	±0,5°C	±0,7°C	±0,9°C	±0,9°C	±0,7°C

Temperaturen i fisken som var iset i kasser og i den som lå i blandingen is og ferskvann var fra og med dag 1 og utover ca 1°C høyere enn temperaturen i fisken som lå i issørpe (slurry), eller i blandingen av is og sjøvann.

Tabell 3 Vektendring målt i fisken under kjølelagring.

Kjølemetode	Kjøletid i døgn og vektøkning (%)			
	Dag 1	Dag 4	Dag 7	Dag 11
Iset i kasser	±0,6	0,1	0,8	1,1
Is-ferskvann	3,6	7,6	10,7	12,7
Is-sjø	0,7	3,8	7,1	7,3
Issørpe (ikke drenert)	1,3	5,6	9,1	10,1

Vektøkningen (vannopptaket) var størst i fisken som lå i is/ferskvann blandingen, særlig tidlig i lagringsperioden.

Tabell 4 Saltinnhold målt i fisken under kjølelagring (tilnærmede verdier).

Kjølemetode	Kjøletid i døgn og saltinnhold (%)			
	Dag 1	Dag 4	Dag 7	Dag 11
Iset i kasser	0,05	0,10	0,10	0,10
Is-ferskvann	0,10	0,00	0,05	0,05
Is-sjø	0,10	0,20	0,35	0,50
Issørpe (ikke drenert)	0,10	0,20	0,55	0,60

Fisken i de to kjølemetodene med salt til stede i blandingen (issørpe og is/sjø) har et opptak av salt i fiskemuskelen under kjølelagringen. Det var noe mer saltopptak i fisken som lå i issørpen (ikke drenert slurry), enn i den som lå i is-sjø blandingen.

4 Bearbeiding av ømtålig råstoff

4.1 Bløt hyse – innledende forsøk

Hyse er et problematisk råstoff å håndtere ved at den lett blir bløt. Begrepet bløt hyse relateres både til at muskelen er bløt og spalter lett når en skjærer fileten. For filetindustrien er spaltning, som hovedsakelig oppstår under skinning av filetene, det store problemet. Problemet er størst på sommeren med mye åte og høye temperaturer, men er til stede hele året ved at islagret hyse etter 4-6 dager ikke tåler maskinell skinning uten å spalte.

Vanligvis knyttes bløt hyse sammen med at hysen spalter under maskinell filetering og skinning. Det er en vanlig oppfatning at hyse spalter mer enn både sei, torsk, laks og steinbit. Det er dokumentert for sei, laks og torsk at spaltningen etter filetering øker jo lengre fisken ligger på is (Østvik 1991). For laks er det en tilnærmet lineær utvikling, mens spaltning på sei og torsk øker kraftig når fisken er ute av rigor.

For å få bedre innblikk i mulige årsaker til og omfang av problemet med bløt hyse ble folk både i fangstleddet og i bedrifter som daglig håndterer hyse, intervjuet. Generelt var det stor enighet om at hyse er et problematisk råstoff ettersom fiskekjøttet veldig lett blir bløtt. Det var en generell oppfatning om at dette er et problem det neppe er mulig å unngå. Flere hevdet at "hyse blir fort bløt fra naturens side og det kan man ikke gjøre noe ved" (Joensen mfl. 2002).

Av naturlige variasjoner ble følgende trukket fram:

- Hyse med mye åte blir fort bløt og er til dels bløt allerede ved fangst. Hyse med åte kan bli så bløt at den går i oppløsning.
- Hyse tatt i sommermånedene blir fort bløt enn hyse tatt ellers i året. Den tåler kun få dagers kjølelagring.
- Hyse under 1 kg er generelt bløtere enn stor hyse.
- Utgytt og mager hyse er bløt.

De naturlige variasjonene påvirker hvor bløt hysen blir, samt hvor hurtig dette skjer under lagring. "Svakt" hyseråstoff er bløtt etter bare et par dagers islagring mens "vanlig god" hyse først blir problematisk å produsere skinnfri fileten av etter 4-5 dagers kjølelagring. Hysa blir fort bløt etter at den er ute av dødsstivheten, selv med god kjøling. Selv om ingen hadde klare forslag til hvordan problemet kunne løses, var det sammenfallende "anbefalinger" om hvordan hyse må håndteres for ikke å bli bløt/råtten i løpet av kort tid:

- Hurtig sløyning og nedkjøling etter fangst ble av alle fremholdt som det viktigste. På varme sommerdager var det eksempel på at hyse ble bløt etter kun en time.
- Unngå press-/klemskader på fisken ved ikke å ha store trålhal, mye fisk i kassene eller hårdhendt håndtering.
- Kjøling i is/sjø blanding ble antatt å være bedre enn ising i kasser om bord før landing (1 døgn), mens videre kjølelagring i is/sjø eller is/ferskvann ikke var å anbefale ettersom fiskeslimet forsvinner, og fisken blir bløtere enn ved kjølelagring i kasser.

Når det gjelder effekter av fangstredskaper, ble de vurdert å ha en viss betydning for hvor bløt hyse er. Generelt ble det hevdet at trålfanget hyse hadde større tap av sleipe og skjell, mer klemskader og var mer rødlig i kjøttet enn krokfanget hyse.

Fra landindustrien kom det fram at hyse burde prosesseres snarest mulig etter levering. Hysa ble bløtere for hver dag som gikk. Vanligvis regner en med at når hyse er eldre enn 4-5 dager kan den ikke fileteres og skinnes uten at fileten blir mye spaltet. Fisken tåler da ikke de fysiske belastningene den utsettes for gjennom filetmaskinen og skinnemaskinen. Dette er et

problem som filetbedriftene har hele året. Hvis hysa ikke er spesielt bløt tåler den vanligvis selve fileteringen. Skinningen er derimot det store problemet. Ved skinning 4-5 dager eller mer etter fangst blir fileten vanligvis revet i kantene og får spalting. Bløt hyse får disse skadene på et tidligere tidspunkt, samt at skadene kan være større. Det er vanlig å relatere "bløt hyse" til fisk som ikke tåler maskinell filetering og skinning uten å spalte.

Sammenfattet kan en si at hyse er spesielt bløt i sommerhalvåret og i perioder med stort fødeinntak. I disse periodene kan hyse bli bløt selv ved meget kort kjølelagringstid. Resten av året oppstår problemer med bløt hyse ved lagring ut over 4-5 døgn på is. Problemet med bløt hyse relateres vanligvis til at den ikke tåler maskinell filetering og skinning. Hovedproblemet er maskinell skinning som gjør at filetene spalter (Joensen med flere 2000).

I prosjektet ble det også gjort forsøk med oppbevaring av hyse i ulike lakeblandinger og ved ulike temperaturer før filetering. Erfaringer fra fiskere og fra industrien indikerte at lagring i sjøvann kunne gjøre bløt hyse fastere. Det ble derfor gjort forsøk med blandinger av is og sjøvann. Råstoffet var trålhyse som ble levert iset i kasser i Hammerfest. Lagringsforsøket ble gjennomført slik at ved uttak av prøver etter 1 og 2 døgn lakebehandling, var råstoffet 8 og 9 døgn gammelt etter fangst.

Etter 1 og 2 dagers opphold i lakene ble hysa filetert og evaluert sensorisk ut fra spalting, bløt muskel og hvordan den tålte håndtering. Det var ingen av gruppene som skilte seg tydelig ut fra kontrollen som var iset i kasser, verken i positiv eller negativ retning. Etter 2 døgn lakebehandling ble det gjort følgende oppsummering:

"Lakebehandlinger" som skilte seg positivt ut fra kontrollen:

- Blanding av kalsium (1 %) og magnesium (0,5 %): Noe mindre spaltet, tålte håndtering bedre, men var litt bløtere enn kontrollen
- Saltlake på 4 og 6 % NaCl: Noe mindre bløt muskel, men spaltet som kontrollen
- Lagring i is og ferskvann ved høy pH (8): Noe fastere, spaltet mindre enn kontrollen.

"Lakebehandlinger" som skilte seg negativt ut fra kontrollen:

- Lagring først i is/sjø og siden i is/ferskvann: Bløtere og mer spaltet enn kontrollen
- Lagring i is/ferskvann: Bløtere og mer spaltet, tålte håndtering dårligere enn kontrollen.

Selv om dette arbeidet ikke førte frem til klare konklusjoner om hvordan problemet med bløt hyse eventuelt kan løses kom det opp flere interessante resultat som kan følges opp i nye forsøk (Joensen med flere 2000).

4.2 Bløt hyse - spalting av hysefilet etter skinning

Dette prosjektet (Joensen og Olsen 2003) var en videreføring av de innledende forsøkene oppsummert ovenfor. Det omfattet forsøk med filetering av hyse der spalting ble registrert etter skjæring i Baader 184 og skinning i Baader 51, av trålhyse som hadde vært var kjølt på is i 2 til 7 døgn etter fangst.

Hovedprinsippet for Baader 51 skinnemaskin er at skinnen rives/skjæres av fileten, en teknologi hvor fileten utsettes for relativt stor fysiske påkjenning. I dette forsøket ble denne maskinen også sammenlignet med en Trio FDS 105 skinnemaskin. Imidlertid fungerte Trio maskinen i dette tilfellet ikke som forventet og resultatene fra denne delen av forsøket er derfor ikke med i denne oppsummeringen.

Forsøkene ble gjennomført i Hammerfest i mars/april 2003. Råstoffet var trålhyse levert av to ferskfisktrålere. Filetering og skinning ble utført på hyseråstoff som hadde vært iset i kasser henholdsvis 2, 3, 4, 5, 6 og 7 dager etter fangst.

Antall fileter varierte noe for de ulike fangstdøgnene.

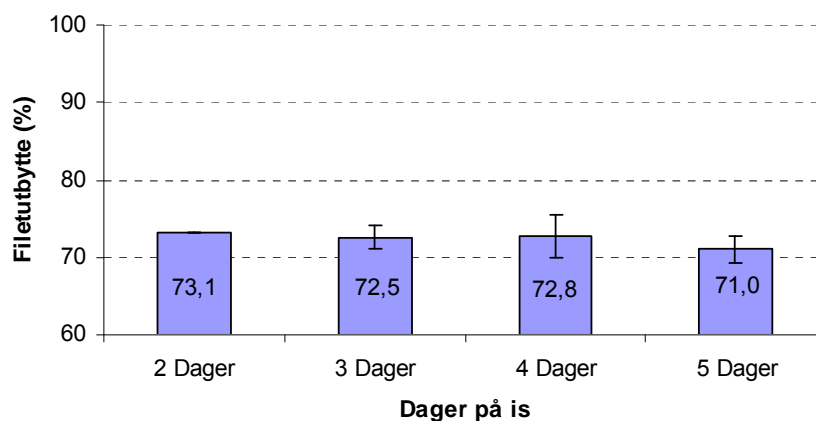
- 2 døgn: n = 26
- 3 døgn: n = 49
- 4 døgn: n = 101
- 5 døgn: n = 104
- 6 døgn: n = 90
- 7 døgn: n = 215

Etter filetering på bedriftens Baader 184 ble like mange høyre- som venstrefileter skippet på Baader 51 i hver av gruppene (alder på råstoffet). Spalting ble registrert på hver enkelt filet før og etter skinning. Utbytte og skinnefeil ble også registrert.

I et mindre forsøk ble hyse som hadde vært kjølt i 5-6 døgn sortert i fire størrelsesgrupper. Fiskens snittvekt i hver gruppe var henholdsvis 0,6 kg (n=19), 0,8 kg (n=43), 1,2 kg (n=62) og 1,6 kg (n=54). Hysene ble filetert og skippet på Baader 184 og Baader 51. Spalting ble vurdert før og etter skinning.

Oppsummert gav forsøkene følgende resultater:

Filetutbytte:

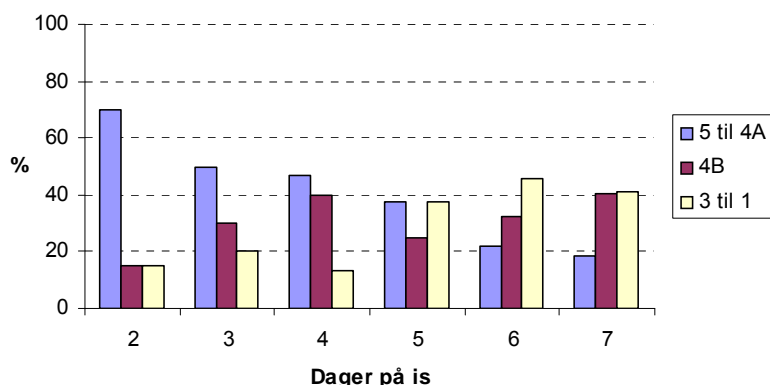


Figur 1 Filetutbytte (filet med skinn) på hyse som er kjølelagret på is i henholdsvis 2, 3, 4 og 5 dager. Filetert på Baader 184.

Filetutbytte er beregnet for filet med skinn som ikke er trimmet for ørebein og finnerester. Utbyttet var stabilt rundt 72-73 % de 4 første dagene (figur 1), mens det for 5 dager gammel hyse var lavere, rundt 71 %.

Også skinnetape ble målt, etter at filetene var trimmet rene for ørebein og finnerester. I snitt for alle råstoffvariantene var skinnetape i Baader 51 maskinen 8 – 9 %.

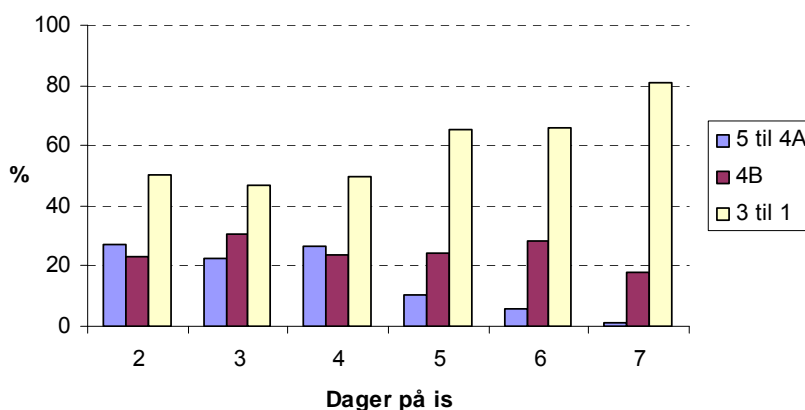
Spalting etter filemaskina (Baader 184), hyse lagret 2-7 døgn i is:



Figur 2 Spalting av filet med skinn målt etter filetering på en Baader 184. Råstoffet er hyse som er kjølelagret 2 til 7 dager på is. Fileter med karakter 5 til 4A er lite spaltet, mens fileter med karakter 3 til 1 fileter er så mye spaltet at de ikke kan anvendes til ferske produkter.

Det er klar sammenheng mellom spalting etter filetering i Baader 184 og hvor lenge hysa er kjølelagret på is før filetering. Spaltingen øker ved økende kjølelagringstid (figur 2). Omkring 70 % av filetene er uten eller svært lite spaltet på 2 dagers hyse, mens dette tallet er nede i under 20 % på 7 dagers gammel hyse. I praksis betyr det at spaltingen i fileten grunnet filetering øker drastisk for hver dag hysen kjølelagres. Hysefileten tåler altså ikke de fysiske belastningen når den går gjennom filetmaskinen (Joensen og Olsen 2003).

Spalting etter skinning (Baader 51) av hyse lagret 2-7 døgn i is:

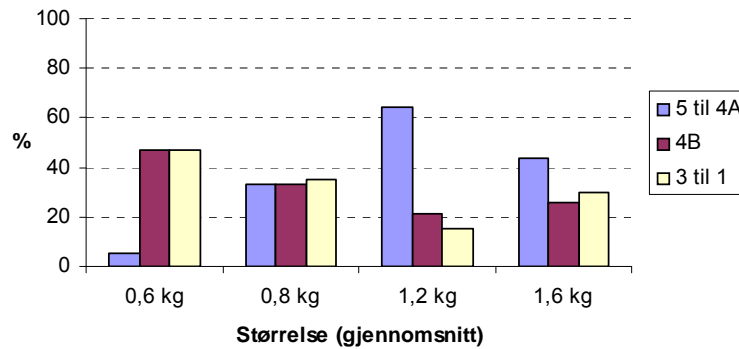


Figur 3 Spalting av filet etter skinning i en Baader 51 skinnemaskin. Råstoffet er hyse som er kjølelagret 2 til 7 dager på is. Fileter med karakter 5 til 4A er lite spaltet, mens fileter med karakter 3 til 1 fileter er så mye spaltet at de ikke kan anvendes til ferske produkter.

Det er en klar sammenheng mellom spalting etter skinning i en Baader 51 skinnemaskin og hvor lenge hysen er kjølelagret før filetering og skinning (figur 3). For hyse som er kjølelagret opp til 4 døgn er mellom 22 % og 27 % av filetene uten eller svært lite spaltet. Ved lagring ut

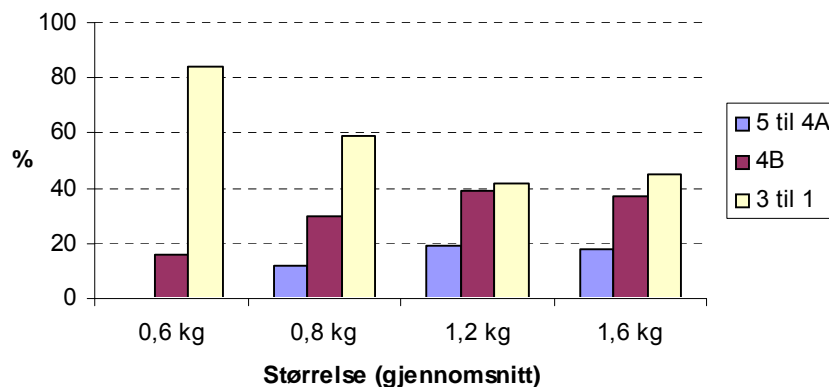
over 4 døgn øker spaltingen drastisk for hver dag hysen kjølelagres, slik at etter 7 døgns kjølelagring er bare 1 % av filetene lite spaltet (Joensen og Olsen 2003).

Fiskens størrelse og spalting etter filetmaskina (Baader 184):



Figur 4 Spalting av filet med skinn etter filetering på Baader 184. Råstoff kjølelagret i 5 og 6 dager på is, sortert i 4 størrelsesgrupper: 0,6 kg, 0,8 kg, 1,2 kg og 1,6 kg. Fileter med karakter 5 til 4A er lite spaltet, mens fileter med karakter 3 til 1 er mye spaltet.

Fiskens størrelse og spalting etter skinnemaskina (Baader 51):



Figur 5 Spalting av skinnnet filet etter Baader 51 skinnemaskin. Råstoff kjølelagret 5 og 6 dager på is, vektsortert i 4 størrelsesgrupper 0,6 kg, 0,8 kg, 1,2 kg og 1,6 kg. Fileter med karakter 5 til 4A er lite spaltet mens fileter med karakter 3 til 1 er mye spaltet.

Både etter filetering (figur 4) og skinning (figur 5) var det en klar forskjell i grad av spalting mellom stor og liten hyse. Stor hyse spaltet mindre enn liten hyse. Småhyse, ca 0,5 kg, ser ikke ut til å tåle maskinell filetering og skinning uten å spalte (Joensen og Olsen 2003).

5 Superkjøling av torskeloins

I samarbeid med Sintef Energiforskning AS har Fiskeriforskning, etter oppdrag fra Filetforum og FHF-fondet, gjennomført flere forsøk med superkjøling og distribusjon av torskeloins:

5.1 Superkjølte torskeloins, kvalitet og holdbarhet under kjølelagring

For å undersøke hvordan superkjøling av torskeloins påvirket kvalitet og holdbarhet ble det utført et forsøk der loins med ulik grad av superkjøling (15 % og 30 % utfrosset is) og et vanlig kjølt produkt ble lagret 3, 4, 6, 7, 10 og 12 døgn etter pakking (Akse med flere 2005a). Holdbarhets- og kvalitetsanalysene omfattet mikrobiologi, total flyktig nitrogen (TVN), vekttap og sensorisk kvalitet av rå og kokte prøver:

Vekttapet i de superkjølte variantene var relativt høyt i forhold til det som vanligvis blir påvist for iskjølte torskeloins (6-8 % etter 10 døgn kjølelagring) og tapet forløp ulikt, med klart størst vekttap fra de superkjølte produktene i fasen der isen inne i muskelen smeltet.

Med hensyn til sensorisk kvalitet hadde superkjøling i hovedtrekk ingen negativ eller positiv effekt, med unntaket av tidlig under lagringen der det mest superkjølte produktet kom noe bedre ut enn de andre.

Både superkjølte og vanlig kjølte loins passerte holdbarhetsgrensen for hva som er lov å omsette til menneskemat rundt 8 døgn etter pakking (≈ 12 døgn etter fangst). I den grad superkjøling hadde positiv effekt, kom dette kun til syne tidlig under kjølelagringen og hadde ingen påviselig betydning for produktenes totale holdbarhet.

I et annet forsøk (Akse med flere 2005b) var hovedmålet å undersøke hvordan forhold ved råstoffet som alder og oppbevaringsmåte under kjøling om bord (iset i 400 l kar eller i kasser) påvirket holdbarheten til superkjølt loins av torsk. Mulige gevinster ved å kjøle råstoffet i større kar om bord på trålerne i stedet for i kasser er; stabilt lav temperatur, bedre mulighet for sortering og rasjonalisering ved at det blir færre enheter å håndtere.

Råstoffet var torsk som ble landet av en tråler. Fisk fra samme fangstdøgn ble iset både i kar og kasser. Til forsøkene med superkjøling ble det brukt like gammelt råstoff fra de to lagringsmetodene, kar og kasser 3 døgn og 6 døgn etter fangst. Som referanse til de superkjølte produktene ble det brukt vanlig kjølt loins fra ordinær produksjon i bedriften.

Superkjøling hadde best effekt på holdbarheten til loins produsert av 3 døgn gammelt råstoff. Uansett om råstoffet var lagret i kasser eller i kar kom disse superkjølte produktene godt ut med hensyn til total kim og TVN, sammenlignet med tilsvarende kjølte kontrollprodukter.

Basert på grenseverdien for totalt kimtall (5×10^6 cfu/g) var maksimal holdbarhet for vanlig kjølte loins av 3 døgns råstoff 8 -10 døgn etter filetering, mens holdbarheten for tilsvarende superkjølte produkter var 11-12 døgn etter filetering. Etter 12 døgn lagring hadde ennå ikke superkjølte loins av 3 døgn gammelt råstoff nådd TVN ≈ 30 mg N/100 g prøve, mens vanlig iskjølte loins nådde dette nivået 9-11 døgn etter pakking.

En gjennomgående trend for det eldste råstoffet (6 døgn) var at både superkjølte og vanlig kjølte loins av torsk lagret i kar inneholdt mindre bakterier enn loins av torsk iset i kasser, spesielt mot slutten av lagringsperioden. Basert på total kim hadde superkjølte loins av 6 døgn gammelt råstoff lagret i kar en holdbarhet på ≈ 10 døgn etter pakking mens tilsvarende for den vanlig kjølte kontrollgruppen var < 10 døgn. Loins produsert av råstoff lagret i kasser hadde holdbarhet på 6-10 døgn for superkjølte og ca 6 døgn for vanlig kjølte produkter.

5.2 Superkjølte torskeloins – markedsaksept og markedstest

For å kartlegge om superkjøling av fiskemuskel endret muskelens egenskaper sett fra et matfaglig ståsted ble det satt opp et forsøk som involverte 15 kjøkkensjefer i London og 3 ulike fiskeprodukter (Heide og Østli 2005). To varianter av torskeloins med ulik grad av superkjøling (15 % og 30 % utfrosset is) og et vanlig kjølt produkt ble sendt til kjøkkensjefene for å bli testet i deres kjøkken. Loinsbitene var alle produsert av samme råstoff.

Hvert kjøkken (restaurant) fikk tilsendt 3 esker med ca 2,5 kg loins i hver eske. Sammen med forsendelsen fikk hver kjøkkensjef et brev som forklarte hva undersøkelsen gikk ut på, samt et fylldig spørreskjema som de ble bedt om å fylle ut parallelt med at de vurderte produktene. 1-2 uker etter at kjøkkensjefene hadde evaluert fisken, ble de intervjuet i restauranten av folk fra Fiskeriforskning. Hensikten med undersøkelsen var å belyse følgende problemstillinger:

- Oppfattet kjøkkensjefene at det var forskjell på superkjølte loins kontra den ordinært isede kontrollen?
- Oppfattet kjøkkensjefene at det var forskjell mellom de to superkjølte produktene?
- Hvis det var noen forskjeller, hva bestod i så fall disse forskjellene av?

Hovedkonklusjonen fra denne testen er at kjøkkensjefene, etter å ha vurdert loins i rå tilstand og som spiseklar etter ulike typer varmebehandling, i gjennomsnitt ikke syntes at de tre produktene skilte seg vesentlig fra hverandre. Det er derfor ingen holdepunkter for å si at superkjølingen resulterte i produkter som fra et matfaglig ståsted skilte seg fra ordinært kjølte produkter. Dette betyr videre at ingen av de to ulike behandlingene som de superkjølte produktene gjennomgikk i dette forsøket (15 % og 30 % is) resulterte i så store forandringer i muskelen at det påvirket resultatet negativt (Heide og Østli 2005).

5.3 Superkjøling – holdbarhet og kvalitet under distribusjon og salg

I dette forsøket ble torskeloins av 3 døgn gammelt trålråstoff superkjølt til utjevnet kjerne-temperatur -1 °C i Hammerfest og transportert med bil til Danmark, der de ble kuttet i mindre stykninger, ompakket i modifisert atmosfære (MA) i konsumentforpakninger og lagret videre ved + 2 °C inn til holdbarhetstidens utløp. Som referanse ble tilsvarende ordinært kjølte produkter produsert, distribuert, ompakket og lagret (Akse med flere 2006).

Råstoffet til produksjon av superkjølte loins og iskjølte referanseprodukter hadde vært lagret på to ulike måter om bord på tråleren, enten iset i kasser eller iset (uten vann) i større kar (volum 400 l).

Vurderingen av produktenes holdbarhetstid er basert på sensorisk kvalitet, innhold av totalt flyktig nitrogen (TVN) og mikrobiologisk kvalitet. Drypptap/væskeslipp under lagring er bestemt som vektreduksjon etter superkjøling/pakking.

Resultatene som er oppsummert i tabellen nedenfor viser at:

- Superkjøling og distribusjon som superkjølt i 4 døgn til ompakking i MA, forlenget den total holdbarheten med 1–2 døgn, sammenlignet med vanlig iskjølte kontrollprodukter.
- Etter ompakking i modifisert atmosfære var det betydelig høyere drypptap fra produktene av superkjølte loins (6,7 %) enn fra de iskjølte produktene (2,2 %).

Tabell 5 Samlet oversikt over de viktigste resultatene med hensyn til holdbarhet, samt verdier for total flyktig nitrogen (TVN), mikrobiologi og drypptap på siste holdbarhetsdag (Akse med flere 2006).

		Etter fangst	Etter filetering	Etter MA-pakking
Produkter av superkjølte loins	Holdbarhet vurdert sensorisk (dager)	+14	+11	+7
	Holdbarhet basert på TVN (dager)	14	11	7
	Aerobt kimtall (log 10 CFU/g)	4,6		Dag 7 etter pakking i MA
	<i>Photobacterium P.</i> (log 10 CFU/g)	7,5		
	TVN siste holdbarhetsdag (mgN/100g)	31,8		
Drypptap (%) etter ompakking i MA	6,7			
		Etter fangst	Etter filetering	Etter MA-pakking
Produkter av iskjølte loins	Holdbarhet vurdert sensorisk (dager)	12 – 13	9 – 10	5 - 6
	Holdbarhet basert på TVN (dager)	< 13	< 10	< 6
	Aerobt kimtall (log 10 CFU/g)	4,9		Dag 6 etter pakking i MA
	<i>Photobacterium P.</i> (log 10 CFU/g)	7,6		
	TVN siste holdbarhetsdag (mgN/100g)	44,4		
Drypptap (%) etter ompakking i MA	2,2			

I tillegg til at superkjøling under distribusjon forlenget holdbarheten ble disse produktene også vurdert som kvalitetsmessig bedre (sensorisk og TVN-innhold) under hele lagringstiden etter ompakking i modifisert atmosfære, sammenlignet med MA-produkter av loins som hadde vært iskjølt under distribusjon.

Både loins og MA-produkter som var/hadde vært superkjølt var signifikant ($P < 0,05$) mindre spaltet enn tilsvarende produkter som hadde vært vanlig kjølt hele tiden. Heller ikke her ble det funnet signifikante forskjeller avhengig av om råstoffet hadde vært lagret i kasser eller kar om bord på tråleren.

I forsøket ble det ikke avdekket signifikante forskjeller ($P < 0,05$) i holdbarhet, drypptap, total flyktig nitrogen (TVN) eller mikrobiologisk kvalitet (aerobt kimtall og *Photobacterium P.*), avhengig av om råstoffet hadde vært lagret i kasser eller kar om bord på tråleren.

Superkjølingen siktet mot utfrysingsgrad på ca 25 % i produktene. Selv ved pakking uten is i eskene var dette tilstrekkelig til å vedlikeholde stabil temperatur i produktene på rundt $\pm 1^{\circ}\text{C}$ i mer enn 4 døgn under distribusjon og lagring, frem til ompakking i modifisert atmosfære.

Høyest kjernetemperatur, ca $4,5^{\circ}\text{C}$, ble målt i loins i filetlinja rett før superkjøling og pakking. Herfra og ut var kjølingen god i alle prøvene, både superkjølte og iskjølte. Logging av temperaturen utenpå pallen under biltransport til Danmark viste god kjøling i bilen, uten alvorlige kjølebrudd. Ved ompakking holdt også de iskjølte prøvene relativt lav temperatur, 0°C eller litt lavere, med rikelig is igjen i eskene.

Etter ompakking i modifisert atmosfære ble pakningene lagret i kjølerom som var justert til ca $+2^{\circ}\text{C}$. I løpet av 2-3 døgn etter ompakking hadde temperaturen, både i superkjølte og vanlig iskjølte prøver, jevnet seg ut rundt eller litt over denne temperaturen. Dette simulerte på en god måte oppbevaring av produktene i kjøledisk i butikk, slik hensikten var.

En gevinst ved superkjøling av filetprodukter er at de kan pakkes uten is i eskene og at netto produktvekt pr. volumenhet dermed øker. Hvor mye dette kan utgjøre ble ikke dokumentert grundig i forsøket. Kontrollveging av noen esker viste imidlertid at netto produktvekt pr eske av superkjølte loins uten is i snitt var 6,4 kg +/-0,5 kg. Sammenlignet med netto produktvekt på 5 kilo + overvekt i vanlige filetesker med is, er det $\approx 20\%$ økning i produktvekten, noe som i praksis vil komme til uttrykk som lavere emballasjekostnader og reduserte transportkostnader pr kilo produkt (Akse med flere 2006).

6 Oppsummering

Fiskeriforskning (Nofima Marin AS) har siden sist på 1990 tallet utført en rekke prosjekter og forsøk der problemstillingene og resultatene er relevant som utgangspunkt for videre forsøk med kjøling av råstoff og filetprodukter i prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked":

- Med hensyn til fangsthåndtering ombord på fiskefartøy er det utført forsøk som viste at direkte sløying ikke gav like godt resultat ved blodtapping av torsk som det to trinnsløying og sløying gjorde. Forsøkene viste at tiden fra fangst til bløgging var særlig avgjørende for resultatet av blodtappingen, og at utblødning i vann var bedre enn utblødning i luft (Akse med flere 2005).
- Det er ikke gjort forsøk som dokumenterer effekten av temperatur i vannet under utblødning. Dette blir derfor testet i prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked".
- Det er utført flere forsøk som har testet ulike kjølemetoder for råstoff (Sørensen mfl. 1998, Joensen mfl. 1998, Joensen mfl. 2000). Resultatene er relevante både for kjøling ombord på fartøy og under lagring av råstoff på land. Lagring i saltholdige kjølemedier som is/sjøvannsblandinger og is-slurry kan gi betydelig saltopptak i fisken. Kjøling i blandinger av is og vann, særlig ferskvann men også sjø, gir betydelig vannopptak og vektøkning under lagring. Dette var også tilfelle for lagring i is-slurry der "laken" ikke ble drenert fra.
- Noen av forsøkene indikerer at rask nedkjøling av råstoffet til lav temperatur (slurry) resulterte i fastere råstoff og mindre filetspalting under skjæring og skinning (Joensen med flere 2002 og 2003). Disse forsøkene er for små til å gi et sikkert svar og dette blir derfor et sentralt tema i det videre arbeidet i prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked".
- Det er utført relativt omfattende studier av problemer med "bløt hyse" som råstoff til filetproduksjon (Joensen med flere 2003). Bløt hyse er velkjent som et råstoffproblem i industrien, som har betydelige økonomiske konsekvenser. Av faktorer som eventuelt kan forklare problemet pekes det særlig på naturlige sesongvariasjoner, fiskestørrelse, råstoffhåndtering, kjøling og ferskhet på råstoffet ved produksjon (tid etter fangst). Hovedproblemet er filetspalting i skinnen filetet. Det er gjennomført forsøk som på en overbevisende måte viser at i filetlinja er det operasjonene skjæring (filetmaskina) og skinning som er opphav til det meste av filetspaltingen. Det er også solid dokumentasjon for at det er entydig sammenheng mellom alderen på råstoffet og graden av spalting. Det samme er tilfelle for størrelsen på fisken, der små hysefileter er betydelig mer spaltet enn store fileter (Joensen med flere 2002 og 2003).
- I samarbeid med Sintef Energiforskning AS er det gjennomført forsøk med superkjøling av ferske torskeloins under distribusjon (Akse mfl. 2005a, Heide og Østli 2005, Akse mfl. 2005b, Akse mfl. 2006). Generelt forlenget superkjøling av produktene holdbarhetstiden med 1 til 2 døgn. Råstoffets ferskhet hadde betydning for effekten av superkjølingen med hensyn til økt holdbarhet. Superkjøling til ca 25 % utfrysing var tilstrekkelig til å vedlikeholde en utjevnet temperatur i produktene på $\pm 1^{\circ}\text{C}$, uten is i filetkassene, under 4 døgn distribusjon ved lufttemperatur $2-4^{\circ}\text{C}$.
- Testing av superkjølte torskeloins hos engelske kjøkkensjefer viste at disse ekspertene fra et matfaglig ståsted vurderte superkjølte ferske torskeloins som likeverdige med vanlig kjølte loins (Heide og Østli 2005).

7 Referanser

- Sørensen N K, Akse L, Helgason J G (1998) Kjølelagring av fisk, vektendring ved lagring av torsk og laks i is og is-vann blandinger. Fiskeriforskning rapport nr 21/1998.
- Joensen S, Sørensen N K (1998) Bruk av issørpe, -forsøk ved Melbu Fiskeindustri AS. Fiskeriforskning, oppdragsrapport.
- Joensen S, Akse L, Sørensen N K (2000) Kjøling av fersk fisk, effekt på vekt og kvalitet. Fiskeriforskning rapport nr 21/2000.
- Joensen S, Bjørkevoll I, Dahl R, Eilertsen G, Skjerdal T, Olsen J V (2002) Bløt hyse, innledende studier. Fiskeriforskning rapport 26/2002.
- Digre H, Akse L, Joensen S (2002) Forholdet mellom redskap og kvalitet på fisk, råstoffbehandling om bord i fartøy, tokt på m/tr. Ståltind I november 2002. Rapport Sintef-Fiskeri og havbruk, STF80 A033068 (samarbeid med Fiskeriforskning).
- Joensen S, Olsen J V (2003) Bløt hyse, spalting av hysefilet etter skinning. Fiskeriforskning, rapport nr 12/2003.
- Akse L, Joensen S, Tobiassen T, Midling KØ, Eilertsen G (2005) Fangsthåndtering på store snurrevadfartøy del 1 – blodtømming av torsk. Fiskeriforskning rapport 9/2005.
- Akse L, Tobiassen T, Bjørkevoll I, Carlehög, Eilertsen G (2005) Superkjølte torskeloins, kvalitet og holdbarhet under kjølelagring. Fiskeriforskning, oppdragsrapport.
- Heide M, Østli J (2005) Superkjølte loinsprodukter – Markedsaksept og markedstest. Fiskeriforskning, oppdragsrapport 2005.
- Akse L, Tobiassen T, Bjørkevoll I, Eilertsen G, Joensen S (2005) Superkjølte torskeloins II, holdbarhet - Hammerfest. Fiskeriforskning, oppdragsrapport.
- 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 nr 23/2006.
- Østvik, S.O. 1991. Rigor mortis; Produksjon av fisk. Hvordan *rigor mortis* forløpet hos laks og torskefisk virker inn på sluttproduktets kvalitet. Fiskerikandidatoppgave NFH 1991.

