



SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Foredlingsteknologi

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse:
SINTEF Sealab
Brattørkaia 17B

Telefon: 4000 5350
Telefaks: 932 70 701

E-post: fish@sintef.no
Internett: www.sintef.no

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Superfersk fisk med riktig kvalitet:

Rapport fra tre tokt i 2007

FORFATTER(E)

U. Erikson, V. Hardarson, I. Aursand, E. Misimi, L. Gallart Jornet,
M. Schei, E. Veliyulin og L. Grimsmo

OPPDRAKSGIVER(E)

Norges Forskningsråd og Norske Sjømatbedrifters Landsforening

RAPPORTNR. SFH80 A085018	GRADERING Åpen	OPPDRAKSGIVERS REF. Turid Hiller NFR / Kristin Lauritzsen NSL	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04346-4	PROSJEKTNR. 85023102	ANTALL SIDER OG BILAG 43 + Bilag
ELEKTRONISK ARKIVKODE Superfersk_fisk_Rapport_2007 29 apr leif.doc		PROSJEKTLÉDER (NAVN, SIGN.) Leif Grimsmo	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Hanne Digre
ARKIVKODE	DATO 2008-04-25	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Marit Aursand (forskningsjef)	

SAMMENDRAG

Rapporten gir et sammendrag av aktivitetene i prosjektet ”*Superfersk fisk med riktig kvalitet*”. Det ble gjennomført tre tokt i 2007 hvor torsk, og i noen grad hyse, ble fangstet med linebåt (M/S ”Havstjerna”) og to trålere (M/S ”Doggi” og M/S ”Rairo”). Fangsten ble karakterisert om bord (håndteringsstress, bløgging og kjøling). Videre ble det ombord på en av trålerne testet ut et system for elektrobedøving av fangsten, plassert før sløyemaskinen. I to tilfeller ble fisken kjølt ned og lagret under to ulike kjøleregimer; tradisjonell islagring og drenert slurry. Fisken ble fulgt ut til markedet der den ble evaluert med hensyn til fangstskader, ytre utseende og filetkvalitet etter 7, 10, 11 og 12 dager. Evalueringskriteriene var: pH i muskel, skinnfarge, kjernetemperatur, ”Quality Index Method” (QIM), farge, tekstur (filet), totalt kimtall og innhold av hydrogensulfid-produserende bakterier (filet). Resultatene viste i hovedsak at det ikke var forskjell i produktkvalitet (holdbarhet) ved sammenlikning av de to kjøleregimene. Dette kan forklares med små forskjeller i kjernetemperatur og fisken var godt kjølt gjennom hele verdikjeden. Basert på relativt lav QIM-score og bakteriebelastning under anbefalte grenseverdier ble fisken ansett som akseptabel. Dog må sies at restholdbarheten var trolig liten. Linefanget fisk hadde betydelig mer tiltalende fileter enn de fra trålerne. Dette kunne relateres til henholdsvis god og dårlig (manglende) utblødning.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Fiskeri	Fisheries
GRUPPE 2	Kjølekjeden fangst til forbruker	Cooling chain catch-to-consumer
EGENVALGTE	Produktkvalitet/holdbarhet	Product quality/shelf life
	Torsk	Cod
	Hyse	Haddock

FORORD

Denne rapporten gir en oversikt over aktivitetene i 2007 for det brukerstyrte innovasjonsprosjektet (BIP) ”*Superfersk fisk med riktig kvalitet*” finansiert av Norges Forskningsråd (prosjektnummer 179419/Matprogrammet) og FHF ved Norges Fiskarlag og Norske Sjømatbedrifters Landsforening. Norske Sjømatbedrifters Landsforening er ansvarlig for dette prosjektet som startet i 2007 og vil vare ut 2009. Følgende bedrifter har deltatt med egeninnsats i løpet av 2007: Aker Seafoods ved ferskfisktrålerne M/S ”Doggi” og ”M/S ”Rairo”, rederi og mannskap på den kombinerte line- og garnbåten M/S ”Havstjerna”, utstysleverandøren Seaside og fiskegrossisten Lerøy Trondheim AS.

INNHOLDSFORTEGNELSE

I. Linefanget torsk og hyse: M/S ”Havstjerna” - oktober 2007	4
1 Aktivitetsmål	4
2 Transportkjede fra fangst til marked – oversikt over forsøket.....	4
3 Fangst og ombordhåndtering	5
3.1 Analyser og observasjoner om bord (Dag 0).....	7
3.2 Kjøling om bord	8
3.3 Fiskemottak på Måløy (Dag 1).....	10
3.4 Hos fiskegrossisten Lerøy Trondheim AS i Trondheim (Dag 6)	11
4 Kjølekjeden mellom lossing og detaljist.....	13
4.1 Detaljister i Trondheim (Dag 7)	13
4.2 ”Marked”: Evaluering av kvalitet (Dag 7)	14
4.2.1 Fiskestørrelse, pH i muskel og kjernetemperatur	15
4.2.2 Filetenes teksturegenskaper	16
4.2.3 Filetenes utseende og farge.....	19
4.2.4 QIM-score.....	21
4.2.5 Mikrobiologi.....	21
5 Konklusjoner: Linefanget torsk og hyse kjølt i is og drenert slurry.....	23
II. Trålfanget torsk: M/S ”Doggi” - desember 2007	24
6 Aktivitetsmål	24
7 Fangst og ombordhåndtering	24
7.1 Elektrobedøvning av torsk før sløyning	25
7.2 Kjøling i slurry og is.....	28
8 Fiskemottak og transport til marked	30
9 ”Marked”: Evaluering av kvalitet Dag 11 og 12.....	30
10 Konklusjoner: Trålfanget torsk kjølt i is og drenert slurry om bord.....	34
III. Trålfanget torsk: M/S ”Rairo” - desember 2007	35
11 Aktivitetsmål	35
12 Fangst og håndtering om bord	35
12.1 Måling av temperaturer om bord.....	36
13 Fiskemottak og transport til marked	38
14 Marked: Evaluering av kvalitet Dag 10.....	39
15 Konklusjoner: Trålfanget torsk kjølt i is (to kjøleregimer) om bord	41
Bilag 1 – Lufttemperaturer i lasterommet til M/S ”Havstjerna”	42
Bilag 2 - Quality Index Method (QIM) skjema	43
Bilag 3 – TPA teksturmålinger i filet	44
Bilag 4 - Tråleren M/S ”Doggi”	45

I. LINEFANGET TORSK OG HYSE: M/S ”HAVSTJERNA” - OKTOBER 2007

1 Aktivitetsmål

- Sammenlikne tradisjonell kjøling på is og kjøling i isslurry laget av sjøvann med hensyn på kvaliteten av linefangstet torsk.

2 Transportkjede fra fangst til marked – oversikt over forsøket

Et flytskjema over gangen i forsøket fra fangst til marked er vist i Tabell 1 og Fig. 1. Fig. 1 viser også hvor det ble utført ulike analyser relatert til kvaliteten på fangsten. Vi ser at fisken ble transportert av NorCargo fra Måløy, via Stryn og Oslo til Trondheim. To personer fra SINTEF deltok på toktet. Fangsten (torsk og hyse) ble levert hos Snorre Seafood på Måløy hvorpå den ble transportert til Lerøy sitt mottak i Trondheim. Noe av fangsten ble fulgt ut til detaljist (ICA og Ultra i Trondheim). Samtidig ble ett parti av fangsten kvalitetsvurdert ved SINTEF Fiskeri og havbruk, 7 dager post mortem. Under linefisket ble en del av fangsten merket og benyttet som forsøksfisk for senere kvalitetsvurdering ved SINTEF. Disse fiskene ble (a) lagt på is som ved tradisjonell islagring (n=20) og, (b) lagt i sjøvannsslurry (n=20).

Tabell 1- Oversikt over fisket og transportkjeden.

Fartøy:	M/S ”Havstjerna”		
Fangstredskap:	Line		
Fangstfelt:	Stadt, Vest for Kråkenes, N°62.04 - N°62.08		
Hendelse	Dag nr	Tidspunkt	og dato
Gikk ut fra kai	0	Kl 05:00	09.10.07
Setting av line	0	Kl 08:00 – 12:00	09.10.07
Draging av line	0	Kl 13:00 – 17:00	09.10.07
Inn til kai	0	Kl 21:00	09.10.07
Lossing hos Snorre Seafood	1	Kl 14:00	10.10.07
Transport på liten bil til Stryn	2	Kl 08:00	11.10.07
Omlasting til større bil og transport til Oslo	3		12.10.07
Levering Oslo	3		12.10.07
Transport på bil fra Oslo til Trondheim (Nor Cargo)	5		14.10.07
Transport på bil fra Nor Cargos lager til Lerøy	6	Kl 03:00	15.10.07
Transport fra Lerøy til detaljist	6	Kl 08:00 & 13:00	16.10.07
Analyse av fisk i disk hos detaljist og ved Sealab	7	Kl 08:00 -17:00	17.10.07

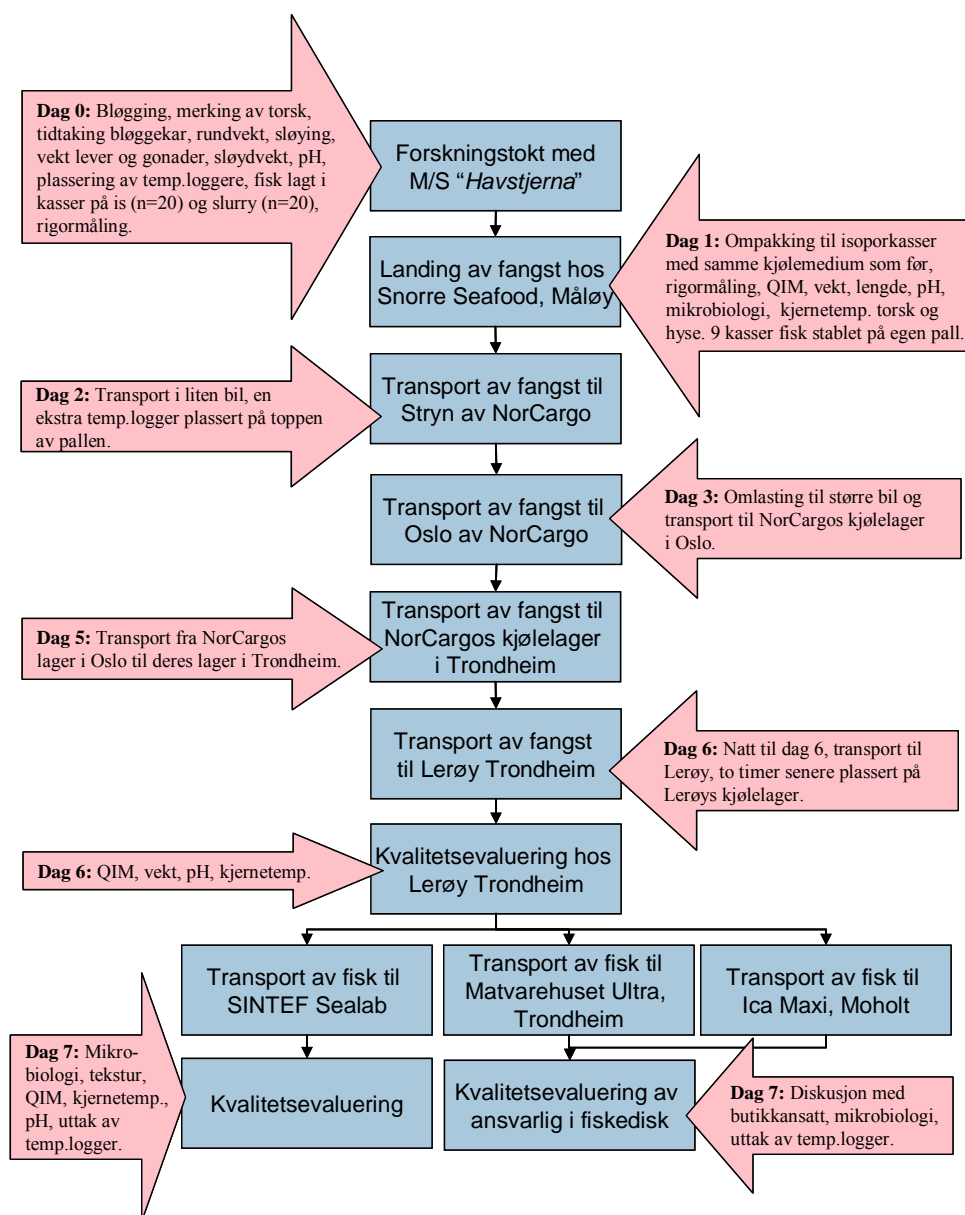


Fig. 1 - Flytskjema over transportkjeden fartøy-til-detaljist, forsøksgang, og måling av produktkvalitet.

3 Fangst og ombordhåndtering

Forsøket ble gjennomført 9. oktober 2007 om bord på M/S "Havstjerna", som er et kombinert line- og garnfartøy (Fig. 2). Båten gikk ut fra Måløy og fisket forgikk på Stadthavet, vest for Kråkenes (N°62.04 - N°62.08). Fangstbehandlingen om bord er vist skjematisk i Fig. 3. Linerull (ombordtaking), sløyebinge, og kar for sortering av fisk på dekk før den fraktes ned i lasterommet er vist i Fig. 4.



Fig. 2 - Det kombinerte line- og garnfartøyet M/S "Havstjerna". Lengde 21,0 m, bredde 6,4 m og dybde 5,4 m.

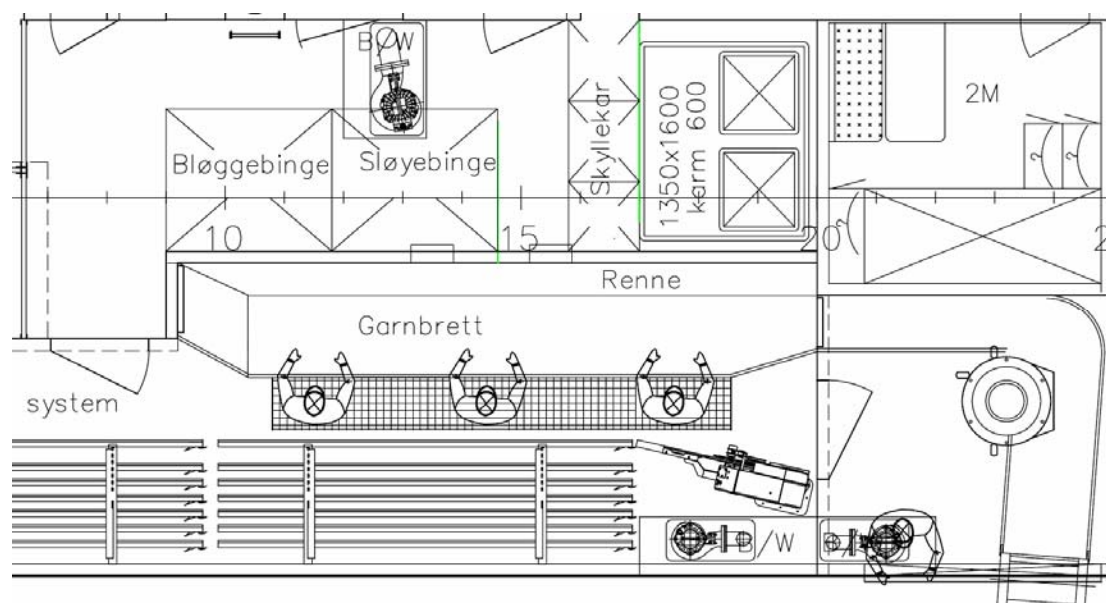


Fig. 3 - Skisse av arbeidsområdet på M/S "Havstjerna" med angivelse av plassering av bl.a. bløgge-, sløye- og skyllekar.

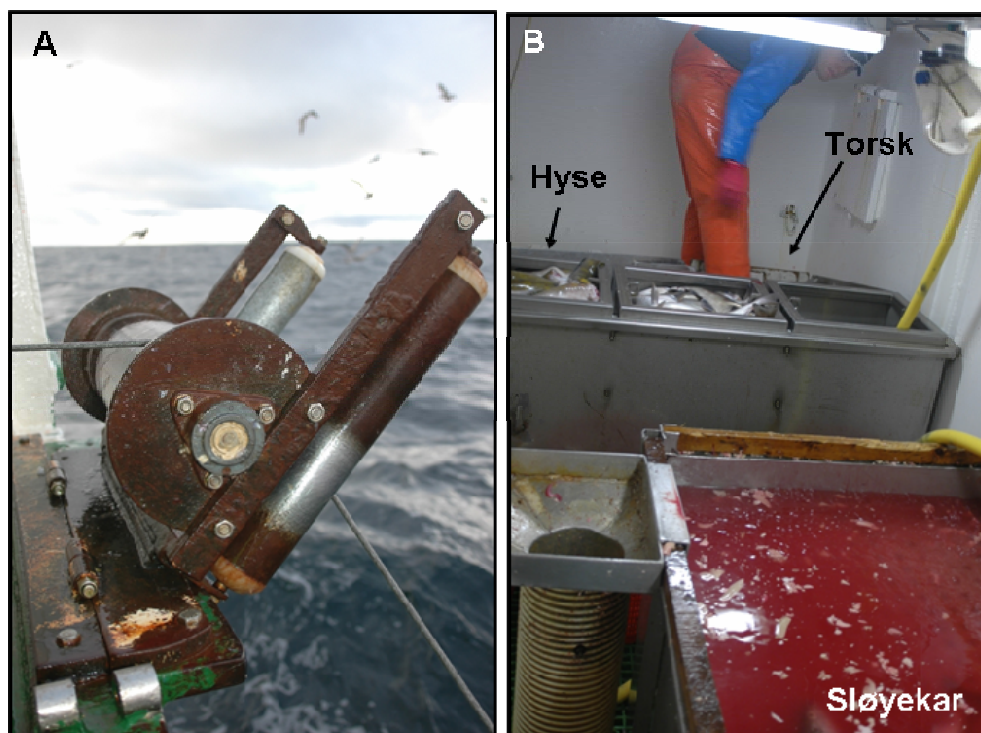


Fig. 4 – (A) Linerull for ombordtaking av fangst. (B) Sløyebinge, som kommer etter bløgge og utblødningsbinge, fylt med fisk og sjøvann. I bakgrunnen sees kar for sortering av fisk - før fisken sendes ned i lasterommet og ises med isslurry laget av filtrert sjøvann.

3.1 Analyser og observasjoner om bord (Dag 0)

All fisk var levende ved ombordtaking (kroppstemperatur 9°C). Fiskens utseende ved ombordtaking var bra, og ingen større fangstskader ble registrert. De fleste fisk hadde dog mindre redskapsskader i munnregionen. Noen få fisk hadde små skader etter bitt av pigghå. Ingen fisk hadde så store skader at de ble vraket.

Etter at forsøktorskene (n = 40) ble tatt om bord, ble den merket og umiddelbart bløgget ved å kutte gjellebuene på en side. Fisken ble lagt i et kar for utblødning. Karet var på forhånd fylt med rent sjøvann (12,3°C). Utblødningstiden for forsøksfisken varierte fra 1 til 39 min. Den kommersielle delen av fangsten hadde noenlunde tilsvarende utblødningstider. Utblødningstiden blir styrt av driftsrutinene. Variasjon i utblødningstid skyldes at fisken gradvis fylles opp i bløggekaret (batchprosess) før partiet fisk blir overført til sløyekaret for sløyning og vasking. Umiddelbart etter utblødning ble følgende utført (kun for torsk):

- **Muskel-pH:** Det ble skåret et snitt med skalpell rett under ryggfinneren hvor pH ble målt direkte i muskelen. Det ble brukt et WTW 330 pH-meter koplet til en WTW SenTix 41 elektrode (kalibreringsbufferer pH 4,01 og pH 7,00). pH i muskel kan benyttes som en indikasjon på graden av håndteringsstress (muskelarbeid, ”sprelling”) fisken utsettes for under fangst. Midlere pH var

6,9 ± 0,4 (Tabell 2), noe som viste stor variasjon i fiskens stressnivå, alt fra utmattet til lite stresset fisk (hvile-pH i hvit muskel ligger typisk i området 7,5 ± 0,1).

- *Kroppstemperaturen* ble målt i det samme snittet under ryggfinnen og den varierte mellom 11,8-12,5 °C.
- *Temperaturloggere* ble plassert rett under skinnet ved ryggfinnen (nær samme snitt hvor pH ble målt) og i kjernen nær ryggbeinet på utvalgte torsk før de ble plassert i slurry (n = 8) eller på is (n = 8).
- Sløydvekt ble registrert (n = 40).

Deretter ble fisken spylt med sjøvann før den ble sendt ned i lasterommet som beskrevet ovenfor.

3.2 Kjøling om bord

Torsken ble sendt ned i rommet under dekk via en sjakt (ca 45° vinkel, fallhøyde ca 3 m). Fisken ble liggende i opp til 5 - 6 timer før den ble lagt i kasser (vanlige driftsrutiner). Vanligvis blir hele fangsten lagt på ombordprodusert isslurry av sjøvann på dette fartøyet.

Slurry - Halvparten av forsøktorsken (n = 20) ble ”blankiset” ved at fiskekassene ble fylt med slurry før de ble satt til side for avrenning inntil slurryen fikk ”en passe hard konsistens” (Fig. 5A). Temperaturen på slurryen var da -1,8°C.

Tradisjonell ising - Den andre halvparten av torskene (n = 20) ble behandlet på samme måte, men iset med ferskvannsis på konvensjonelt vis i kasser. Isen ble lagt i bunnen av kassen og det ble i tillegg lagt litt ekstra is under fiskens nakkeparti (Fig. 5A).

Kassene med is og slurry var, som vi ser av figuren, plasserte nære hverandre. Det kan derfor hende at iskassene til en viss grad ble kjølt av slurrykassene.

Hysen ble behandlet som det vanligvis gjøres på dette fartøyet. Fisken ble oppbevart i et kar uten vann plassert ved siden av sløyekaret på dekk (uten kjøling). Etter at fisket var over (se Tabell 1) ble hysen sendt ned i lasterommet via den bratte sjakten, noe som førte til at fisken til en viss grad ”deiset” inn i veggen og ned i kassene. Hysen ble deretter fordelt i plastkasser med mulighet for avrenning og slurry ble så sprøytet over til kassen var full (Fig. 5B). To av disse kassene ble tatt ut som forsøksfisk (n = 9).

Tradisjonell ising – I tillegg ble to kasser hysen fylt til randen med is (forsøksfisk, n = 9).



Fig. 5 – (A) Torsk lagret under dekk på is og i drenert slurry. (B) Fylling av slurry i plastkasser med hyse. Alle kassene som ble brukt hadde dreneringsmuligheter.

Slurry som kjølemedium - M/S "Havstjerna" er en av få mindre båter i Norge som bruker slurry. Mens ferskprodusert slurry holder ca. $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, noe som tilsvarer en isandel på ca. 32 %, er temperaturen på slurryen som pumpes ut fra tanken ca. $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dette kan imidlertid variere avhengig av hvordan mannskapet drifter akkumulerings-tanken m.h.t. drenering og omrøring. Forutsatt at $\frac{3}{4}$ -deler av den flytende fasen (saltlake) dreneres bort og at resten holdes fullstendig blandet, vil slurryen, i det den pumpes i kassene, ha en isandel i underkant av 50 %. Drenering av saltlake og smeltevann fortsetter i fiskekassene da disse er vanlige trålerkasser med hull i bunnen. Etter som fisken kjøles ned og varme opptas fra fisk og romluft stiger slurrytemperaturen. "Siste" ispartikkel smelter ved temperaturer mellom ca. -1 og $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, avhengig av lokale forhold i kassen.

Tradisjonell ising - Den andre gruppen ble iset på konvensjonelt vis i kasser. Medbrakt ferskvannsis ble lagt i kassebunn og strødd over fisken v.h.a. spade. Fiskekassene ble ordnet i to stabler ved siden av hverandre på gulvet i lasterommet.

Variasjon i lufttemperatur i lasterom - I et tidligere tokt (2.oktober 2007) med M/S "Havstjerna" (i forbindelse med et annet prosjekt) ble temperaturene ulike steder i fartøyets lasterom målt. Som vist i Bilag 1, kom lufttemperaturen i lasterommet sjelden under $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Med unntak av området nærmest veggen mot maskinrommet lå

lufttemperaturen for det meste mellom 2 og 4 °C. På utsatte steder vil fisken derfor etter hvert kunne få denne temperaturen.

Nedkjøling av fangsten – Temperaturen i fisken ved ombordtaking var 9 °C og ca 12 °C etter bløgging. Kassene for ising av fisken ombord er laget av polyetylen og er uisolerte i motsetning til nyere typer fiskekar på markedet. Fisken, spesielt den som lå ytterst og med skinnen mot kasseveggen, kan derfor ha blitt påvirket av forholdene i lasterommet. Som vist i Fig. 6 ser en at fisken ble kjølt omtrent *like fort* når den ble iset i kasser som når det ble brukt slurry der vannfasen fikk dreneres bort. Etter ca. 8 timer var høyeste temperatur i begge tilfellene ca. 2 °C. Etter ytterligere fire timer holdt den iskjølte fisken ca. 1 °C mens den i slurry var kommet ned mot -1 °C. Det at temperaturforløpene forandret karakter etter 8 timer har vi foreløpig ikke funnet noen forklaring på.

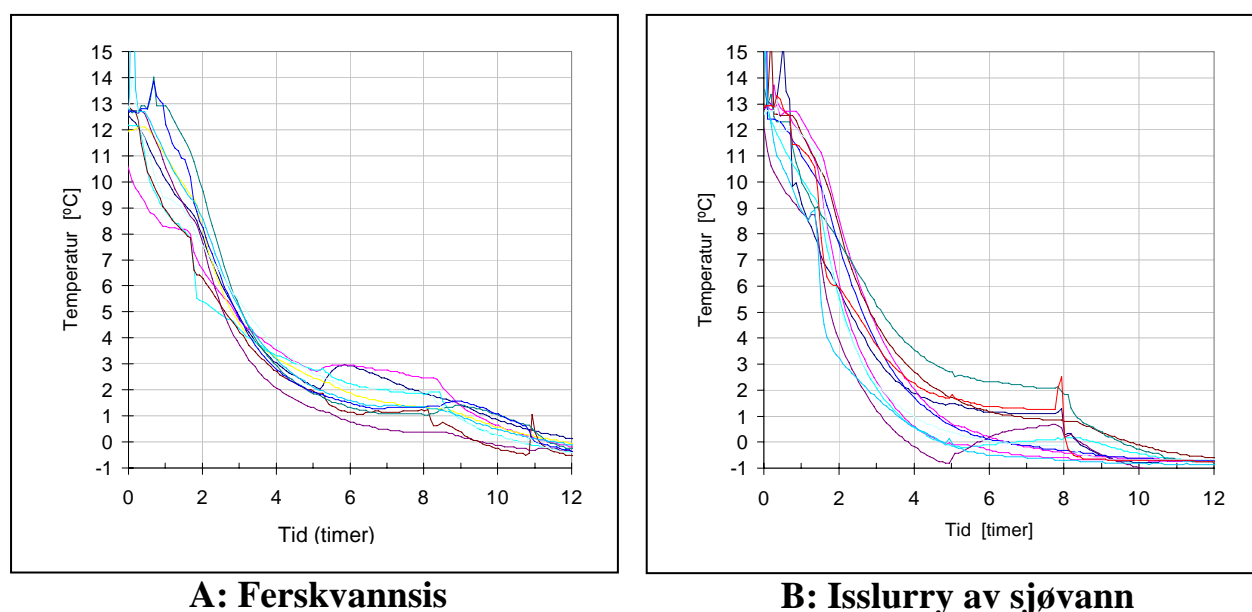


Fig. 6 - Nedkjølingsforløpet i torsk avhengig av om det ble brukt ferskvannsis (A til venstre) eller drenert slurry (B til høyre) i fiskekassene. Temperaturloggere ble lagt i flere fisk, her vist i ulike farger.

3.3 Fiskemottak på Måløy (Dag 1)

Etter fangst ble fisken losset ved Snorre Seafood sitt fiskemottak på Måløy (Fig. 7). Forsøksfisken ble lastet om fra plastkasser lagt over i tradisjonelle isporkasser med mulighet for avrenning. Slurryfisken ble lagt over på ny slurry produsert om bord på M/S ”Havstjerna”. Denne slurryen holdt da en temperatur på -2,3°C. Isfisken ble lagt over på ny ferskvannsis. Doseringen av slurry og is ble gjort på samme måte som om bord på M/S ”Havstjerna” (se ovenfor).



Fig. 7 - Lossing i Måløy. (A) M/S "Havstjerna" og (B) fiskemottaket Snorre Seafood.

Ved ompakking ble følgende utført på forsøksstorsken:

- Muskel-pH i samme snitt ble målt som beskrevet ovenfor (Tabell 2).
- Evaluering av ferskhets ved bruk av *Quality Index Method (QIM)* skjema som vist i Bilag 2. Resultatet er vist i Tabell 5.
- Kjernetemperaturen ble målt manuelt i en del is- og slurryfisk. Middelerdiene var henholdsvis $-0,7^{\circ}\text{C}$ ($n=6$) og $0,1^{\circ}\text{C}$ ($n=6$).
- Det ble tatt ut en stikkprøve til mikrobiologi (totalt kintall og sulfidproduserende bakterier) fra to fisk fra hver gruppe. En bit av fileten med skinn (ca 100 g, under ryggfinneren) ble skåret med en steril skalpell. Hver prøve ble deretter lagt i en ren tett plastpose som ble lagret på is inntil analyse ved Analysesenteret i Trondheim, hvor prøvene ble analysert ett døgn etter at de var tatt ut. Disse prøvene representerte således bakterietall etter 2 dager post mortem (Fig. 16).

Kun kjernetemperaturen ble målt (manuelt) i hysen. Kjernetemperaturen i is- og slurryfisk var på dette tidspunktet henholdsvis $+1,4^{\circ}\text{C}$ og $-0,5^{\circ}\text{C}$ ($n=5$).

3.4 Hos fiskegrossisten Lerøy Trondheim AS i Trondheim (Dag 6)

Etter transport fra Måløy via Oslo ble fisken levert hos Lerøy Trondheim AS i Trondheim kl 03.00 (Dag 6). Den ble stående innenfor porten til kl 05.00 da de ansatte vanligvis starter arbeidsdagen. Fisken ble da satt på kjølerom inntil forskere fra SINTEF kom for å analysere fisken kl 13.00 samme dag. Det viste seg da å være forholdsvis lite is og slurry igjen i kassene, men fisken var likevel godt kjølt (Fig. 8).



Fig. 8 - Torsk på is (t.v.) og slurry (t.h.) slik den så ut da kassene ble åpnet hos Lerøy i Trondheim på Dag 6. Midlere kjernetemperatur var henholdsvis 0,6 for iskjølt fisk og $-1,0^{\circ}\text{C}$ for slurrykjølt fisk.

Forsøkfisken (torsk) ble analysert hos Lerøy og lagt tilbake i fiskekasse på henholdsvis slurry og is. Følgende analyser ble utført:

- Muskel-pH (Tabell 2)
- Kjernetemperatur ble målt manuelt i begge grupper torsk

I hysen ble kun kjernetemperaturen målt ($n = 5$).

Kjernetemperaturen i slurrytorsk varierte mellom $-0,7$ og $-1,2^{\circ}\text{C}$ ($n = 5$) og mellom $0,2$ og $1,0^{\circ}\text{C}$ i islagret torsk ($n = 5$). Tilsvarende verdier for hyse var henholdsvis $0,2$ og $-0,2^{\circ}\text{C}$.

Neste dag, Dag 7, ble halvparten av den slurry- ($n=10$) og islagrede ($n=10$) torsken (tilfeldig utvalgt) fraktet til to detaljister, mens resten ble fraktet til SFH for analyse. All hyse (2 kasser islagret og 2 kasser slurrylagret fisk) ble samtidig sendt til SFH.

4 Kjølekjeden mellom lossing og detaljist

Temperaturen i torskene fra lossing til ankomst butikk og forsøksfisk til SINTEF er vist i Fig. 9. Mens temperaturen i den isete fisken varierte mellom ca. $-0,2$ og 1 °C største delen av tiden, holdt fisken i slurry seg mellom $-0,9$ og 0 °C.

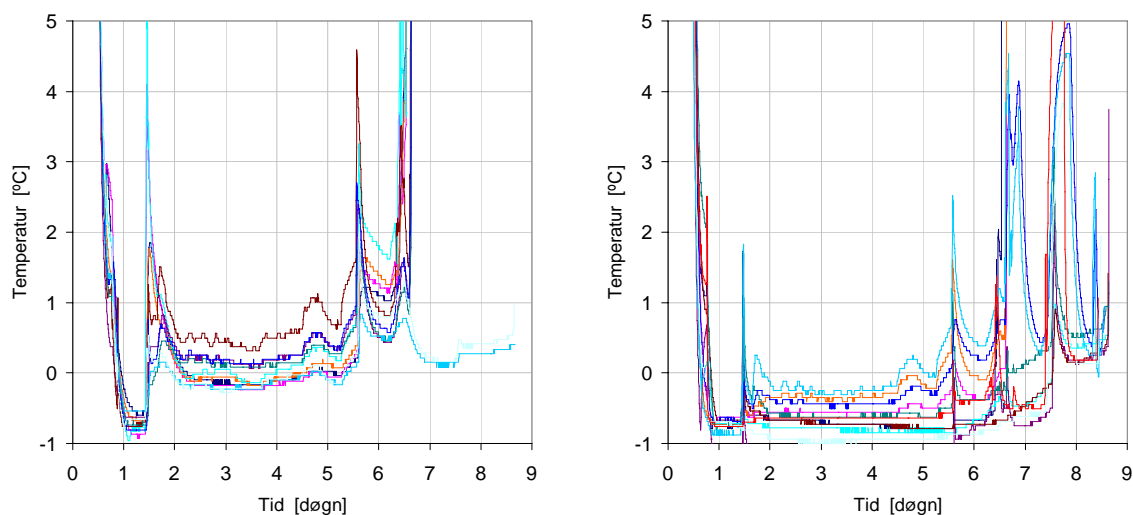


Fig. 9 - Temperatur i fisk gjennom verdikjeden fra lossing til butikk. Til venstre: Fisk iset i kasse. Til høyre: Fisk i drenert slurry. Etter landing (ca. 1 døgn post mortem) ble fisken flyttet over i isoporkasser og etteriset med henholdsvis ferskvannsis og slurry.

4.1 Detaljister i Trondheim (Dag 7)

Etter kjølelagring hos Lerøy i ett døgn, ble en kasse torsk levert til hver av de to detaljistene i Trondheim. Disse var ICA Maxi Moholt (kl 08.00) og Matvarehuset Ultra (kl 13.00). Fisken ble kjørt ut på to av Lerøys leveringsrunder. Personell fra SFH intervjuet ansvarlig person i fiskedisken da fisken ankom. Bilder av fisken ved ankomst til detaljistene er vist i Fig. 10.

Resultater fra ICA Maxi Moholt - En generell kommentar til fisken var at den virket slapp og ble antatt å være for gammel for salg som ferskfisk over disk. Det ble imidlertid kommentert at gjellene hadde en frisk lukt. Slurrylagret fisk ble omtalt som frossen, og det ble antatt at denne trolig hadde fryseskader. Derfor ble islagret fisk foretrukket av denne detaljisten. Temperaturen ble målt av detaljisten til $+3$ °C for islagret fisk og $+1$ °C for slurrylagret fisk (et optisk måleinstrument som måler fiskens overflatetemperatur ble benyttet).

Resultater fra Matvarehuset Ultra - Fisken ble vurdert som for gammel fordi den hadde innsunkne øyne. Videre ble det for islagret fisk kommentert at det ikke luktet friskt av gjellene. Her ble slurrylagret fisk vurdert som best. Dog ble ingen av gruppene godkjent, på grunn av at de ønsket en restholdbarhet inn til butikk på 4-5 dager. Fisken som ble levert ble ikke vurdert til å ha så lang restholdbarhet. Temperaturen i fisken ble ikke målt her.

Vår kommentar: Det må her tas i betraktning at disse detaljistene så godt som aldri mottar hvitfisk med hode. I de tilfeller der de mottar sløyd hvitfisk er denne hodekappet. Fisken som ble levert til detaljistene var med hode, hadde merkelapper i gjellene og et snitt i skinnet ved ryggfinner hvor pH var målt. Dette kan tenkes å ha påvirket detaljistenes inntrykk av fisken i negativ retning.

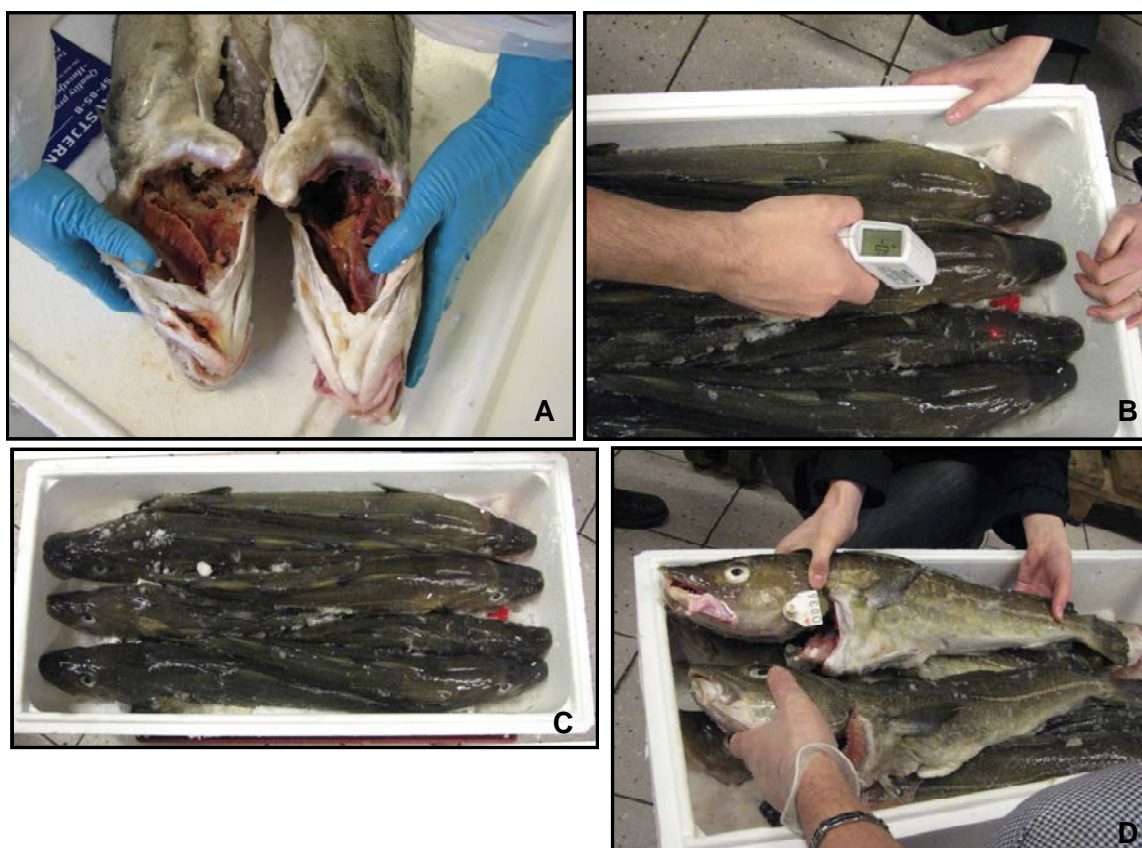


Fig. 10 – (A) Inspeksjon av gjeller ved Matvarehuset Ultra. (B) Måling av temperatur av personalet i fiskedisken hos ICA Maxi Moholt. (C) Torsk på slurry levert hos ICA Maxi Moholt. (D) Torsk på slurry vurdert av personalet i fiskedisken ved ICA Maxi Moholt.

4.2 ”Marked”: Evaluering av kvalitet (Dag 7)

Samme dag som fisken ble sendt detaljistene, ble forsøksfisken evaluert ved SINTEF. Det var godt med både is og slurry i kassene ved ankomst (Fig. 11). Hensikten var å undersøke markedskvaliteten av fangsten ved leveranse til detaljistledet. Følgende registreringer og analyser av fisk og fileter ble utført: sløydvekt, fangstskader, QIM-score, CVS (Computer Vision System) for objektiv evaluering av hel fisk og filet (farge, blod, misfarging, spalting) og slutt-pH. Temperaturloggere som ble lagt inn i fisken om bord ble tatt ut og senere ble temperaturdata skrevet ut ved bruk av et dataprogram. Grafene er vist ovenfor i Fig. 9.

I tillegg ble det utført en standard Texture Profile Analysis (TPA) for evaluering av filetenes teksturegenskaper. TPA ble utført ved bruk av et instrument av typen TA-XT.plus, Texture Analyser (Stable MicroSystems, Surrey, UK) med en sylinderformet probe (Ø 12 mm) med flat bunn. Denne ble presset ned med en hastighet på 2 mm/s. En dobbelkompresjonsanalyse med nedtrykk til 50 % av filetens høyde ble fortatt på 5 ulike steder langs filetene (Fig.12). Filetene ble lagret på is inntil analyse av teksturegenskapene. Antall fileter som ble analysert var: *Hyse* lagret i slurry (n = 9) og i is (n = 9), og *torsk* lagret i slurry (n = 8) og i is (n = 7).

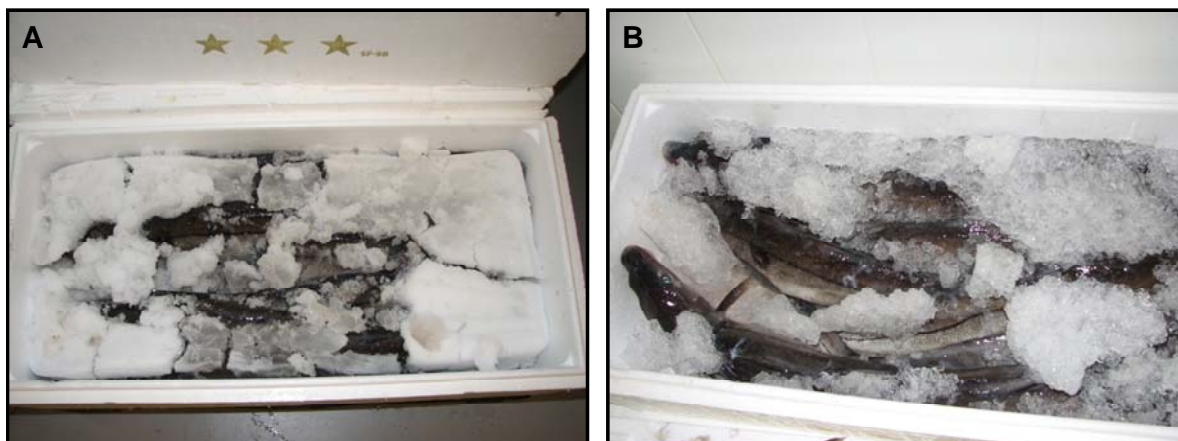


Fig. 11 - Hyse slik den så ut lagret i (A) drenert slurry og (B) is da kassen ble åpnet ved SINTEF på Dag 7 post mortem.

4.2.1 Fiskestørrelse, pH i muskel og kjernetemperatur

Tabell 2 viser utblødningstid, størrelse på torsken, kjernetemperatur, pH i muskel målt umiddelbart etter utblødning, og etter 1, 6 og 7 dager post mortem.

Det ble ikke registret vektendringer av sløyd fisk med hode etter transport til markedet (veienøyaktighet: håndholdt fiskevekt).

Tabell 2 - Linefanget sløyd torsk og hyse med hode fra M/S "Havstjerna". Utblødningstid, fiskestørrelse, pH ved fangst og etter lagring, samt manuelt målt kjernetemperatur ved fiskemottak og ved ankomst SINTEF.

Gruppe	Utblødnings- tid (min)	Lengde (cm)	Sløyd- vekt (kg)	Initiell pH ¹⁾	Post- rigor pH Dag 6	Slutt-pH Dag 7	T _{kjerne} Dag 1 (°C)	T _{kjerne} Dag 7 (°C)
Torsk								
Is	22 ± 17	54 ± 10	2,1 ± 1,0	6,8 ± 0,3	6,8 ± 0,2	7,0 ± 0,3	0,4 ± 0,7	0,4 ± 0,1
Slurry	18 ± 18	54 ± 7	2,5 ± 1,0	6,9 ± 0,4	6,8 ± 0,2	7,0 ± 0,2	-0,8 ± 0,4	0,9 ± 0,4
Hyse								
Is	NA ³⁾	55 ± 4	1,9 ± 0,4 ²⁾	NA ³⁾	NA ³⁾	6,5 ± 0,2	NA ³⁾	0,3 ± 0,3
Slurry	NA ³⁾	53 ± 4	1,7 ± 0,3 ²⁾	NA ³⁾	NA ³⁾	6,6 ± 0,2	NA ³⁾	-0,4 ± 0,6

Middelverdi ± SD Torsk: (n = 20). Dag 7: (n = 5), Hyse: (n=9); ¹⁾Målt etter bløggereket; ²⁾Sløydvekt. ³⁾NA = ikke målt

4.2.2 Filetenes teksturegenskaper

Teksturegenskapene ble målt på 5 ulike punkter langs filetene som vist i Fig.12. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller ($p > 0.05$) verken mellom islagret og slurrylagret torsk og hyse. Teksturparameterene som ble målt var "hardness", "adhesiveness", "elasticity" og "chewiness" (Fig.13 og 14). Det var dog en tendens til at torsk lagret i slurry hadde lavere verdier for "hardness" og "chewiness", mens verdiene for "adhesiveness" og "elasticity" (4 av 5 målepunkter) var høyere. Hos torsk, i motsetning til hos hyse, var det signifikante forskjeller i teksturegenskaper mellom de fem ulike målepunktene (Fig.12). Høyere middelverdier ble generelt funnet i ryggregionen sammenliknet med haleregionen hos torsk. Samme tendens, men i noe mindre grad, ble observert for hyse (Fig.14). Bortsett fra i to tilfeller, var midlere "hardness", "adhesiveness", "elasticity" og "chewiness" generelt lavere for slurrylagret hyse enn for islagret hyse. Men, som nevnt, forskjellene var ikke signifikante ($p > 0,05$). I Bilag 3 er det gitt en forklaring på hva de ulike TPA parameterene vist i Fig. 13 og 14 uttrykker. I tillegg er det gitt noen betraktninger over teksturmåling i fisk.

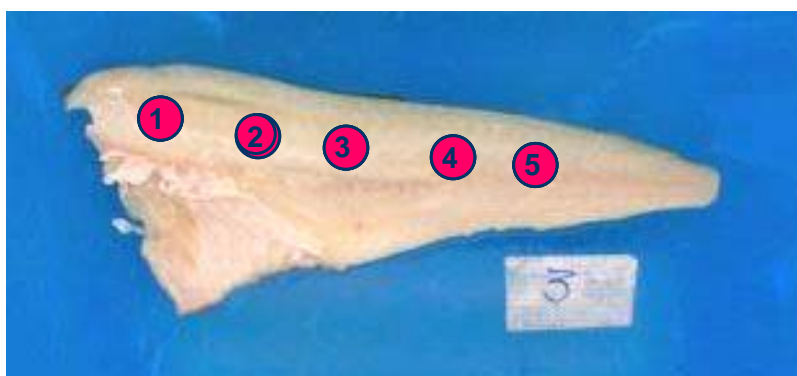


Fig. 12 - Teksturegenskapene til torsk- og hysefileter ble målt på fem ulike steder langs fileten (1-5).

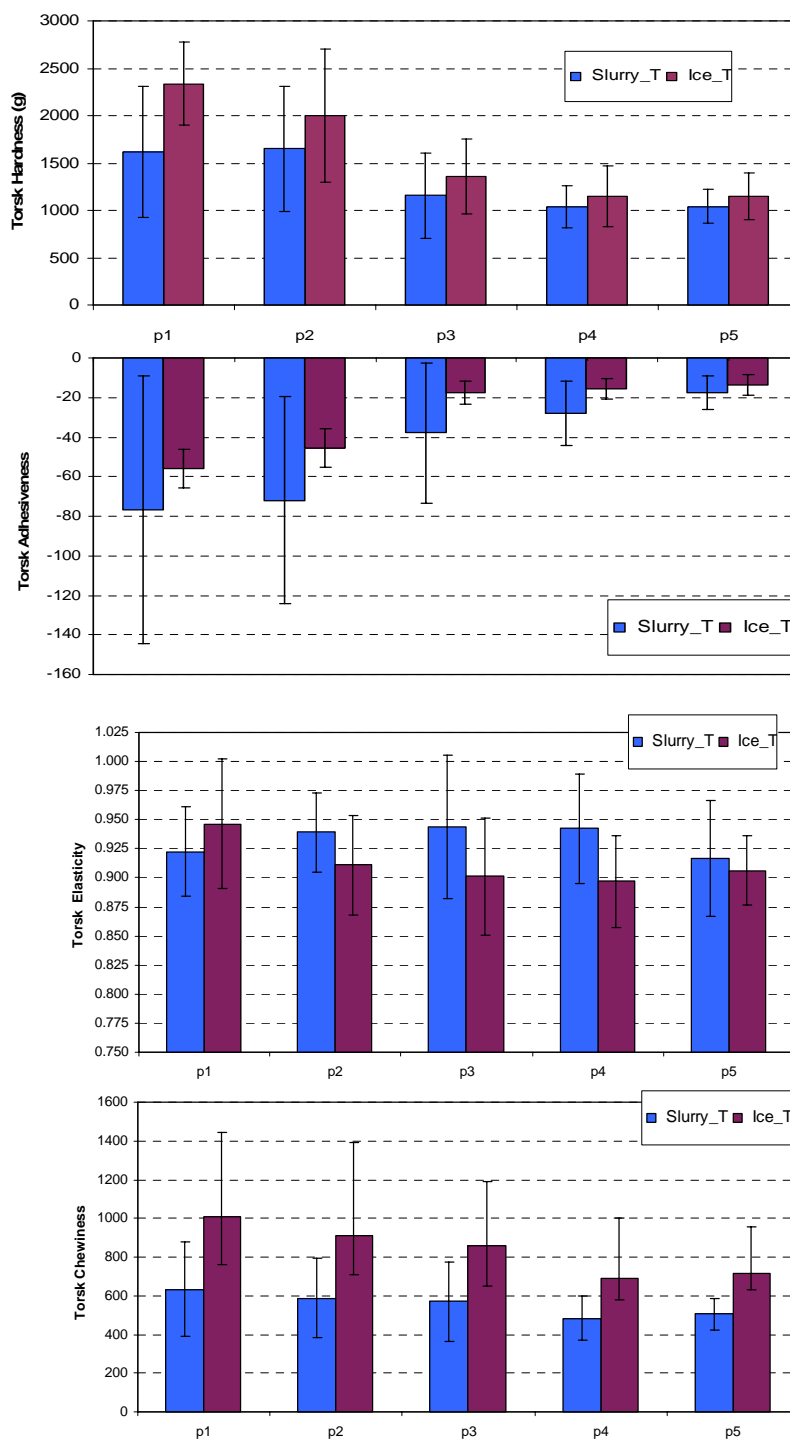


Fig.13 - "Hardness", "adhesiveness", "elasticity", og "chewiness" målt på 5 ulike punkter (se Fig. 12) langs fileter av linefanget torsk. Før filetering hadde den sløyde torsken vært lagret på is eller i slurry i 7 dager. Middelerdi ± SD (n = 7 - 8).

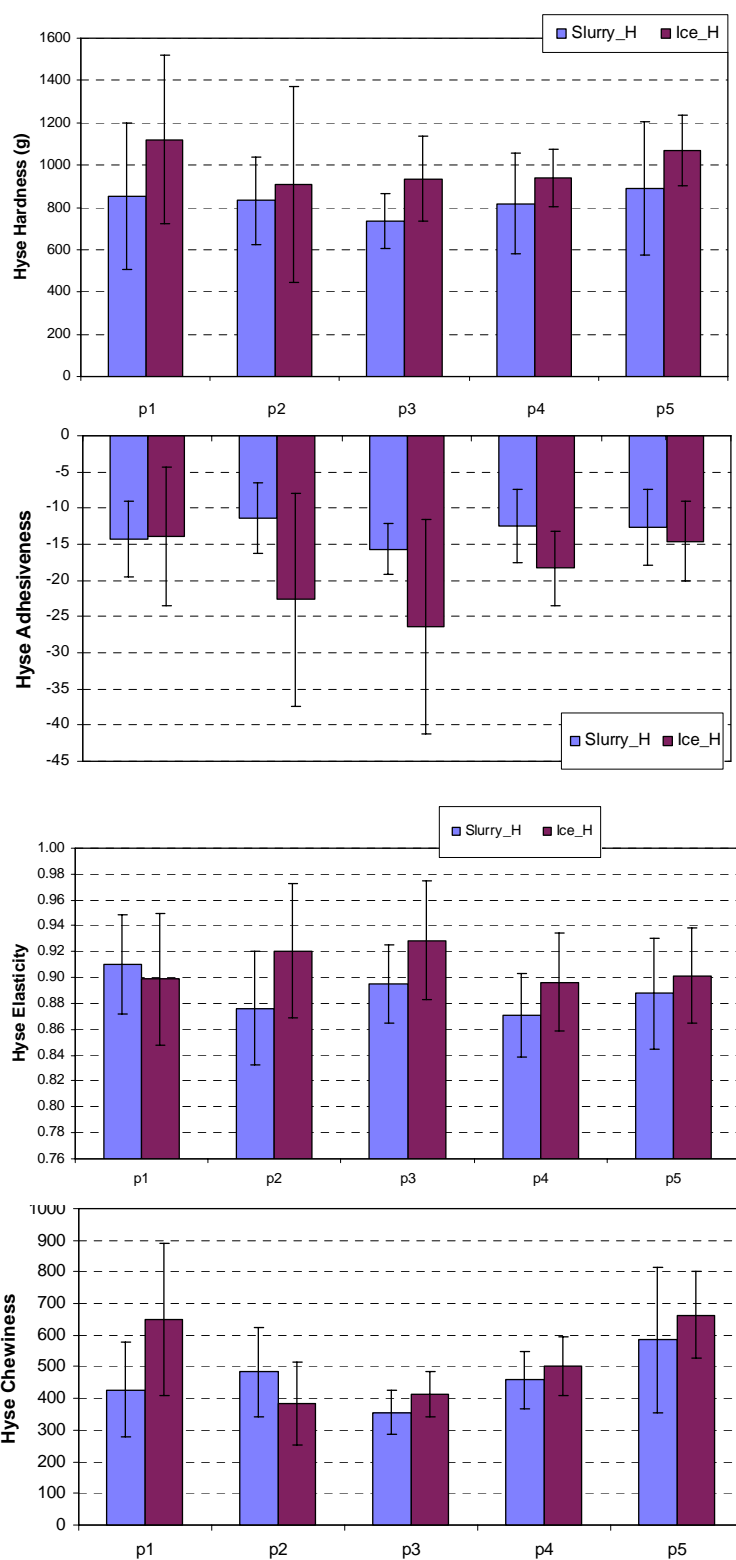


Fig.14 – Hardhet, ”adhesiveness”, elastisitet, og ”chewiness” på 5 ulike punkter (se Fig. 12) langs fileter av linefanget hyse. Teksturanalysen ble utført 7 dager etter fangst. I denne perioden ble sløyd fisk lagret på is eller i drenert slurry. Middelerdi \pm SD ($n = 9$).

4.2.3 Filetenes utseende og farge

Som nevnt var det, bortsett fra krokskader i munnregionen, praktisk talt ikke (ytre) fangstskader på den linefangede fisken. På Dag 7 ble fisken filetert og filetenes farge og utseende ble evaluert objektivt under standardiserte lysforhold ved bruk av CVS (Computer Vision System). Typisk var filetene hvite, med liten grad av misfarging (Fig. 15). Lite misfarging skyldtes trolig at fisken var levende ved opptak fra sjø og at den ble bløgget umiddelbart. Filetene virket faste og hadde lite spaltning.



Fig. 15 - Typisk utseende av linefanget torskfilet. Fisken ble filetert etter 7 dagers islagring.

Tabell 3 viser resultatene for objektiv fargemåling ved CVS av hel hyse og torsk (skinnfarge). Bortsett fra at skinnen til den islagrede hysen var litt lysere enn for hysen lagret i slurry var det ingen andre signifikante forskjeller i farge (med hensyn til kjøler regime) verken for hyse eller torsk. Ved sammelikning mellom artene, ser vi spesielt at torskeskinnet var gulere (høyere b^* -verdi) og hadde høyere fargetone og fargemetning ("hue" og "chroma") enn skinnen hos hysen.

I tillegg ble det tatt med en stikkprøve fra fisk levert til ICA og Ultra ($n = 1$). Vi ser at fisken fra ICA skiller seg litt ut i forhold til fisk i de andre gruppene. Dette kan skyldes naturlig variasjon i skinnfarge eller det kan ha noe med lagringsforholdene å gjøre.

Tabell 3 – Lyshet (L^*), rødhets (a^*), gulhet (b^*), fargetone (hue) og fargemetning (chroma) av hel hyse og torsk (skinnfarge) lagret på is eller i slurry¹⁾. Analysene ble foretatt 7 dager post mortem.

Behandling	L^*	a^*	b^*	Hue (°)	Chroma
Hyse					
Is	53,2 ± 4,5 ^x	5,2 ± 1,0	13,5 ± 1,7	68,8 ± 3,6	14,5 ± 1,7
Slurry	48,0 ± 2,4 ^y	4,2 ± 1,0	12,8 ± 0,9	72,0 ± 4,3	13,5 ± 1,0
Torsk					
Is	47,3 ± 1,2	2,5 ± 1,4	21,1 ± 3,8	83,3 ± 3,7	21,3 ± 3,8
Slurry	44,5 ± 4,7	2,0 ± 1,4	21,3 ± 3,8	85,1 ± 3,6	21,4 ± 3,9
ICA	35,5	-0,9	21,2	92,5	21,2
Ultra	45,0	2,0	24,8	85,3	24,9

¹⁾ Grad av lyshet: skala fra $L^* = 0$ (svart) til $L^* = 100$ (hvit); a^* = grad av rødhets når $a^* > 0$; b^* = grad av gulhet når $b^* > 0$; Hue = fargetone; Chroma = fargemetning. Forskjellig bokstav, x eller y, indikerer signifikant forskjell ($p < 0,05$) for en gitt fiskeart lagret på is eller i slurry. Middelerdi ± SD ($n = 5 - 9$), ($n = 1$ for fisk fra ICA og Ultra).

Tabell 4 viser fargemålinger av filetene målt like etter filetering av de samme fiskene som det ble målt skinnfarge på. Fileter skåret fra islagret hyse var litt rødere og hadde litt høyere fargemetning enn fileter skåret fra hyse lagret i slurry ($p < 0,05$). Ellers var det ingen signifikante forskjeller i de ulike fargeparametrene verken for hyse eller torsk.

Det var heller ingen store forskjeller i filetfarge mellom fiskeslagene. Dette er kanskje noe overraskende idet en kanskje kunne forvente at torskefiletene var lysere enn hysefiletene. De to torskefiletene fra ICA og Ultra skilte seg ikke nevneverdig ut i forhold til filetene analysert ved SINTEF da fargeverdiene lå innenfor variasjonsområdet (SD) til sistnevnte gruppe.

Tabell 4 – Lyshet (L^*), rødhets (a^*), gulhet (b^*), fargetone (hue) og fargemetning (chroma) av hyse- og torskefileter. Analysene ble foretatt 7 dager post mortem like etter at fisken ble filetert. Sløyd fisk med hode ble lagret på is eller i drenert slurry inntil filetering. All fisk var godt bløgget.

Behandling	L^*	a^*	b^*	Hue (°)	Chroma
Hyse					
Is	78,2 ± 2,9	13,6 ± 2,0 ^x	15,0 ± 1,3	47,9 ± 4,1	20,3 ± 1,8 ^x
Slurry	76,5 ± 0,6	11,0 ± 1,9 ^y	14,3 ± 0,7	52,8 ± 5,8	18,1 ± 1,1 ^y
Torsk					
Is	77,3 ± 3,1	11,5 ± 2,5	16,2 ± 1,2	55,0 ± 4,5	20,0 ± 2,3
Slurry	76,1 ± 2,5	10,5 ± 3,0	15,0 ± 1,9	55,7 ± 6,0	18,4 ± 3,0
ICA	76,0	9,0	16,9	62,1	19,2
Ultra	81,5	9,8	18,3	61,8	20,8

¹⁾ Grad av lyshet: skala fra $L^* = 0$ (svart) til $L^* = 100$ (hvit); a^* = grad av rødhets når $a^* > 0$; b^* = grad av gulhet når $b^* > 0$; Hue = fargetone; Chroma = fargemetning. Forskjellig bokstav, x eller y, indikerer signifikant forskjell ($p < 0,05$) for en gitt fiskeart lagret på is eller i slurry. Middelerdi ± SD ($n = 5 - 9$), ($n = 1$ for fisk fra ICA og Ultra).

4.2.4 QIM-score

Som vist ovenfor var fisken godt kjølt gjennom hele verdikjeden. Vår subjektive vurdering av fisken på Dag 7 var at den generelt sett var av akseptabel kvalitet. QIM-score (Bilag 2) vurdert like etter at fisken ble tatt ut fra transportkassene bekreftet dette da QIM-score for begge artene varierte mellom 8 - 11 (Tabell 5). QIM-score 0 - 19 ble benyttet for å kunne sammenlikne med torsk evaluert etter 1 og 7 dager (her ble fileten ikke tatt i betraktning). Vi ser en tydelig trend fra meget fersk fisk til den var en uke gammel.

Tabell 5 – Quality Index Method (QIM) – score for hyse (Dag 7) og torsk (Dag 1, 6 og 7). Sløyd fisk ble lagret enten på is eller i drenert slurry inntil evaluering. All fisk ble vurdert som godt utblødd.

Behandling	QIM - score (0 - 19) ¹⁾		QIM – score (0 – 23)
	Dag 1	Dag 7	Dag 7
		Torsk	Torsk
Is	0	7,0	7,8
Slurry	0	7,0	9,6
		-	Hyse
Is		-	7,4
Slurry		-	10,9

¹⁾Full QIM-score er basert på at fisken fileteres (2 evalueringspunkter, se Bilag 3). Samme individer ble vurdert gjennom kjeden. Dag1: fiskemottak; Dag 7: "marked". For sammenlikning av ikke-filetert fisk etter 1 og 7 dager er det benyttet to QIM score på Dag 7, kun ytre parametere (score 0 – 19) og full skala 0 - 23 hvor fileten også er tatt i betraktning. QIM score: 0 (meget fersk, like etter død) til 23 (bedervet); Ved QIM-score på 15 eller mer anses fisken ikke egnet som mat. Torsk: n = 20; hyse: n = 9.

4.2.5 Mikrobiologi

Resultatene fra de mikrobiologiske analysene (totalt kimtall og hydrogensulfidproduserende bakterier) på Dag 2 og Dag 7 er vist i Fig. 16 A og B. Analysene ble gjort på selve fileten. Skinnen ble ikke tatt med analysen, men prøven (skåret ut på Dag 1 med steril skalpell) ble tatt ut med skinn som ble lagt på kjøling i en tett plastpose som så ble levert til analyse hos Analysesentret i Trondheim.

Midlere kimtall på Dag 2 (analysedag) var $0,3 \times 10^6$ mens verdiene på Dag 7 var $1,3 \times 10^6$. Disse tallene var relativt høye, men betydelig under Mattilsynets grenseverdi for totalkim på 5×10^6 . På Dag 7 lå bakterietallene (totalkim) over grensen av hva en bør omsette ($0,5 \times 10^6$). Verdiene for både totalt kimtall og hydrogensulfidproduserende bakterier i hysefilet var betydelig lavere enn i torskefilet (Dag 7). De høye kimtallene i torskeprøvene kan tenkes å ha sammenheng med manuell håndtering og prøvetaking av fisken; at torsk ble tatt ut av kassene for analyse både hos Snorre Seafood på Måløy og hos Lerøy i Trondheim. Hysen derimot fikk ligge i ro i kassen helt til filetering (kun pakket om hos Snorre Seafood).

Det var ingen signifikante forskjeller i bakterietall (total kim og hydrogen sulfidproduserende bakterier) mellom fisk lagret på is og i drenert slurry ($p > 0.05$).

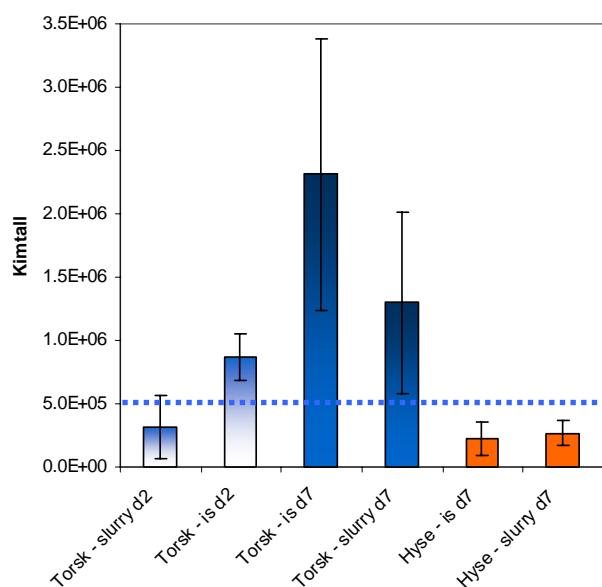
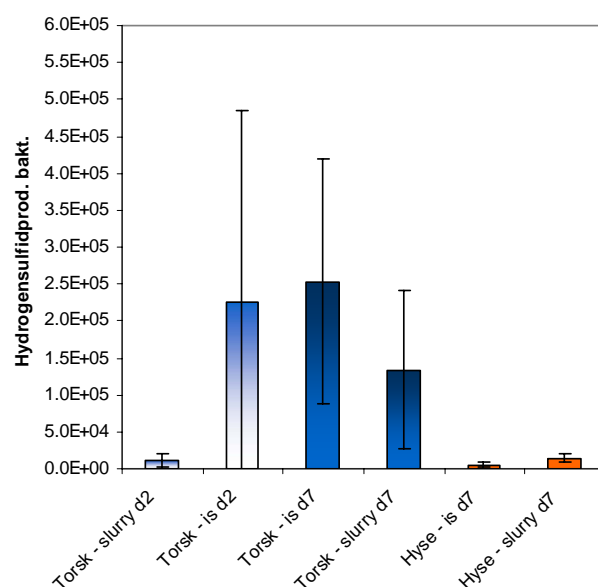
(A)

(B)


Fig. 16 - Mikrobiologiske analyser, (A) totalt kimtall og (B) hydrogen sulfidproduserende bakterier, målt i torskefilet og hysefilet (uten skinn) på Dag 2 (n=2) og Dag 7 (n=8) post mortem. Middelerverdi \pm SD. Mattilsynets anbefalte grenseverdier for total kim er: $< 5\,000\,000$ - må ikke omsettes, og $500\,000$ - bør ikke omsettes (stiplet blå linje).

5 Konklusjoner: Linefanget torsk og hyse kjølt i is og drenert slurry

- Fisken hadde minimale fangstskader.
- Utblødningen var god.
- Kjølekjeden var god: I islagret fisk varierte temperaturen mellom -0,2 og 1 °C. I drenert sjøvannsslurry lå fisketemperaturen fra -0,9 til 0 °C.
- Transportkjeden var lang, det tok 5 - 6 dager fra landing til fisken var i markedet.
- Filetkvaliteten vurdert på etter 7 dager var relativt god (lite spaltning, fast konsistens og misfarging, fin farge, akseptabel QIM-score). Dog var kimtallene høye, noe over (torsk), eller litt under (hyse), det Mattilsynet mener en *bør* omsette som ferskvare. De høye kimtallene skyldes mest sannsynlig at samme fisk i to omganger ble håndtert for prøvetaking, og måling. Ved et større antall fisk ville en kunne kjørt bakterieanalyser separat og bare en gang fra hver fisk i samme gruppe.
- Det var ingen signifikante forskjeller i filetkvalitet (tekstur, farge, QIM og mikrobiologi) ved sammenlikning av fisk lagret tradisjonelt på is og i drenert slurry. Forskjellen i temperatur gjennom kjølekjeden for de to kjøleregimene var omlag $\Delta T = 1$ °C. Det kan være at kasser med isslurry til en viss grad har bidratt til nedkjøling av fisk lagret i kasser med vanlig ferskvannsis.

II. TRÅLFANGET TORSK: M/S ”DOGGI” - DESEMBER 2007

6 Aktivitetsmål

- (1) Sammenlikne kvaliteten av fisk kjølt i isslurry og i ferskvannsis om bord
- (2) Evaluere ett system for elektrobedøving før sløying om bord. Målet var å få rolig fisk som kunne sløyes hurtigere etter ombordtaking. Dette er også ønskelig fra et fiskevelferdsperspektiv.

7 Fangst og ombordhåndtering

Personell fra SINTEF gikk om bord på tråleren M/S ”Doggi” i Hammerfest den 3. desember 2007. Fartøyet gikk tilbake til kai neste morgen. Tråleren gikk fra kai på nytt den 4. desember i retning Bjørnøya (ca 18 timers gangtid). Lastekapasiteten til M/S ”Doggi” er på 90 tonn fisk på is og 250 tonn på frys. Se forøvrig Bilag 4 for ytterligere data og bilder av prosesslinjen. Ankomst til fiskefeltet var ca kl. 03:30 den 5. desember. Etter toktet la båten til kai samme sted ca kl 22:00 den 12. desember 2007. Lossingen til fiskemottaket startet kl 03:00 den 13. desember.

Prosesslinjen om bord på M/S ”Doggi” var som vist skjematisk i Fig. 17.

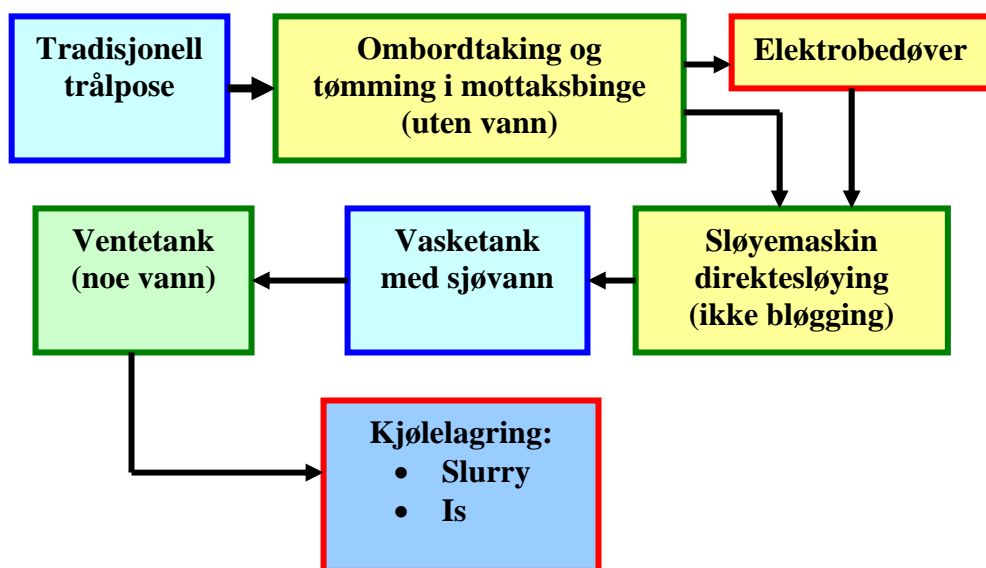


Fig. 17 - Prosesslinjen ombord på tråleren M/S "Doggi", desember 2007. Prosesstrinn med rød ramme hadde spesielt fokus i denne undersøkelsen. Elektrobedøveren ble satt inn spesielt for det aktuelle toktet. Som vi ser av prosesslinjen ble fisken direktesløyd (ikke eget bløgetrinn).

Elektrobedøving og kjøling av fisk i slurry og is hadde spesielt fokus på dette toktet. Fisken ble kjølt slik: (a) *Slurry*: Issørpe ved $-2,4^{\circ}\text{C}$ ble tømt over fisken i trålkasser. Vannet i slurryen ble etter hvert drenert vekk slik at fisken ble liggende i snøliknende is; (b) *Is*: Fisken ble lagt i trålkasser i is.

7.1 Elektrobedøvning av torsk før sløyning

Den 6. desember ble det gjennomført et forforsøk i forbindelse med elektrobedøveren fra SEASIDE AS (Fig. 18A). Bedøveren var tilkopledd 220 V / 60 Hz. Målt spenning over "elektrodene" var 3,5 V, noe som tydet på at strømforsyningsenheten ikke fungerte tilfredsstillende. Målet var å sikre at fisken var "rolig" (død) før maskinell sløyning (Fig. 18B).

Fisken ble tatt ut like etter tømming av trålposen (Hal 4). Tråltiden var 5 timer 22 min og fangstmengde 3894 kg torsk, 684 kg hyse og 63 kg blåkveite.

Muskelkontraksjoner (skala 0-3) før og etter elektrobedøveren, initiell muskel-pH, kroppstemperatur, rundvekt og lengde (snute-spord) ble registrert (Tabell 6). Fisken ble så filetert for evaluering av eventuelt brukket ryggrad og forekomst av blodflekker eller indre blødninger. Ved å sammenlikne "Twitch Tester"-verdier før og etter elektrobedøving får vi et inntrykk av om energilagrene i muskelen (ATP og glykogen) har blitt tappet ned enten som en følge av håndteringsstress og/eller elektrobedøving.



Fig. 18 - (A) Elektrobødøving av torsk før sløyning med testutstyr fra SEASIDE AS;

(B) Maskinell sløyning

En "Twitch Tester" er et instrument som sender ut en svak strømpuls. Avhengig av resterende energi i muskelen, vil fisken slå med halen ved stimulering langs sidelinjen. Siden det ikke var noen forskjell her, kan vi konkludere med at fisken ikke ble påvirket av elektrobødøveren. Nedtapping ville også ha ført til rask inntreden i rigor mortis. Både Twitch Tester-verdiene og initiell pH viste at fisken var en del stresset, men dette var mest trolig som en følge av fangst og håndtering. Vi kunne ikke se tegn til verken brukket ryggrad eller blod i fileter evaluert like etter elektrobødøving og filetering ($n = 9 - 10$). Det var ingen signifikante forskjeller ($p < 0,05$) mellom fisk som ble sendt gjennom elektrobødøveren levende og de som ble sendt gjennom umiddelbart etter avlivning med slag i hodet. All fisk som passerte gjennom elektrobødøveren viste absolutt ingen synlige tegn til reaksjoner. Levende fisk som hadde passert elektrobødøveren sprelte fortsatt. Alt i alt tyder dette på at elektrobødøveren ikke fungerte som forutsatt på dette toktet.

I tillegg ble det målt effekt av håndteringsstress ved fangst ($n = 9$). Denne fisken ble plukket ut død fra mottaksbingen kl 22:30. Data for denne gruppen ("Mottaksbinge") er også vist i Tabell 6.

Den 10. desember ble det gjort et nytt forsøk med elektrobødøveren. Hal 2 varte i 5 timer 51 min og opptakstiden for trålposen på dekk var 18 min. Posen inneholdt 4602 kg torsk, 126 kg blåkveite og 30 kg uer. Fisken ble tatt om bord kl. 10:28 og ble tømt i mottaksbingen kl. 10:30. Sløyningen startet kl. 11:15 og varte i 35 min. Lagringstanken ble tømt kl. 13:30. Følgende temperaturer ble målt: $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ute), $5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ombord ved prosesslinjen) og $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (i lagringstank). Død fisk ($n = 10$) ble tatt fra mottaksbingen kl. 12:40, dvs 2 timer og 10 min etter tømning. Denne fisken ble da kjørt gjennom elektrobødøveren. Det ble ikke gjort kvalitetsbedømmelser av denne fisken.

Tabell 6 – Forsøk den 6. desember 2007: Elektrobedøving av levende og avlivet torsk like etter tømning av trålposen. Effekt av stress ved fangst (før bedøving) og eventuell nedtapping av muskelens energireserver etter elektrobedøving av samme fisk. Forsøk den 10. desember 2007: Død fisk fra mottaksbinge gjennom elektrobedøver

Gruppe ¹	Rundvekt (kg)	Lengde (cm)	Kroppstemp (°C)	Twitch Tester ² Før bedøving	Twitch Tester ² Etter bedøving	Muskel-pH ³ Før bedøvn	Muskel-pH ³ Etter bedøvn
6. des.							
Levende	3,4 ± 0,7	65 ± 6	5,1 ± 0,1	2,2 ± 0,6	2,2 ± 0,6	7,2 ± 0,1	NA
Slag i hodet	3,2 ± 0,9	66 ± 5	4,9 ± 0,2	2,2 ± 0,6	1,6 ± 0,5	7,2 ± 0,1	NA
Mottaksbinge ⁴	1,8 ± 0,8	59 ± 8	6,5 ± 0,1	1,0 ± 1,1	NA	7,0 ± 0,1	NA
10. des.							
Mottaksbinge ⁵	3,8 ± 1,2	68 ± 7	4,9 ± 0,3	1,3 ± 1,1	1,1 ± 0,9	6,6 ± 0,2	6,7 ± 0,2

Middelverdi ± SD (n = 9 - 10); ¹ 25 min mellom siste "levende" og "slag i hodet" fisk som ble sendt gjennom elektrobedøveren; ² Twitch Tester skala: 3- kraftig utslag med halen; 2 – svakt utslag med halen; 1 – lokale muskelkontraksjoner i begrensede deler av fisken; 0 – ingen tegn til muskelkontraksjoner. ³ Muskel-pH: 7,5 ± 0,1 hvile (ustresset); 7,3 ± 0,1 noe stresset; 7,0 ± 0,2 utmattet; ⁴ Ca 90 min og ⁵ 130 min etter tømning av trålposen. NA = ikke analysert

Ytterligere et forsøk med elektrobedøvelse ble foretatt den 7. desember. Hal 2 denne dagen varte i 4 timer 59 min og fangsten var 2478 kg torsk, 1368 kg hyse, 63 kg blåkveite og 30 kg uer. Etter elektrobedøving ble denne fisken lagt i kasser med slurry (-2,4 °C), omlastet på fiskemottak, og sendt videre på is til SINTEF for analyse. Temperaturloggere ble lagt i to av fiskene. Tre grupper elektrobedøvd fisk ble tatt vare på for analyse av filet. Fisken ble hentet fra mottaksbingen. For å undersøke mulig nedtapping av energireservene i muskelen etter elektrobedøving, ble det gjort "Twitch Tester"-målinger på samme individer både før og etter elektrobedøving. De tre gruppene var:

"Levende elektro" – Levende fisk ble tatt ut fra mottaksbingen og deretter sendt gjennom elektrobedøveren

"Slag elektro" - Avliving med slag i hodet like før elektrobedøving

"Død elektro" – Død fisk fra mottaksbingen ble kjørt gjennom elektrobedøveren.

Resultatene fra denne testen er vist i Tabell 7 (alle grupper fra samme hal). Temperaturen i ventetanken var 6,3 °C og i slurryen som ble lagt over fisken -2,4 °C.

Tabell 7 - Forsøk den 7 desember: Elektrobedøving av levende og avlivet torsk (slag i hodet) like etter tømning av trålposen. Effekt av stress ved fangst (før bedøving) og eventuell nedtapping av muskelens energireserver etter elektrobedøving av samme fisk. Fisken ble kvalitetsvurdert etter 12 dagers kjølelagring.

Gruppe ¹	Rundvekt (kg)	Lengde (cm)	Kroppstemp (°C)	Twitch Tester ² Før bedøving	Twitch Tester ² Etter bedøving	Muskel-pH ³ Før bedøving	Muskel-pH ³ Etter bedøving
Levende	2,9 ± 0,9	65 ± 5	4,9 ± 0,2	2,1 ± 0,3	1,6 ± 0,7	6,9 ± 0,1	NA
Slag i hodet	2,9 ± 0,9	65 ± 5	5,1 ± 0,4	2,1 ± 0,3	2,0 ± 0,5	7,0 ± 0,2	NA
Mottaksbinge (død) ⁴	2,5 ± 0,8	63 ± 8	5,8 ± 0,1	0,5 ± 0,7	0,6 ± 0,7	6,6 ± 0,2	6,7 ± 0,3

Middelverdi ± SD (n=8); ¹ 20 min mellom første "levende" og "slag i hodet" fisk (samme hal) som ble sendt gjennom elektrobedøveren. Forskjellen i tid mellom første fisk fra "levende"-gruppen og første fisk fra "mottaksbinge"-gruppen (død, samme hal) var 120 min; ²Twitch Tester skala: 3- kraftig utslag med halen; 2 – svakt utslag med halen; 1 – lokale muskelkontraksjoner i begrensede deler av fisken; 0 – ingen tegn til muskelkontraksjoner. ³Muskel-pH: 7,5 ± 0,1 hvile (ustresset); 7,3 ± 0,1 noe stresset; 7,0 ± 0,2 utmattet; ⁴Ca 2 t etter tømning av trålposen. NA = ikke analysert.

7.2 Kjøling i slurry og is

Hal 3 den 7. desember ble tatt om bord ca kl 19:00. Halet varte i 5 timer 11 min og opptakstiden til trålen kom opp på dekk var omlag 15 min. Dette halet fangstet 3894 kg torsk, 342 kg hyse, 126 kg blåkveite og 60 kg uer. Fisk til forsøk ble tatt fra transportbåndet mellom sløyemaskin og kjøletank i perioden 44 – 73 min etter fangsten ble tatt om bord. Fisken (n = 8) ble lagt i trålkasser og kjølt om bord som følger (Fig. 19 A og B):

- "Slurry": Fisken ble lagt i slurry. Vannfasen ble etter hvert drenert av.
- "Is": Fisken ble lagt på is.



(A)



(B)

Fig. 19 – Torsk til forsøk ble lagt i trålkasser. Kassene ble enten fylt med tradisjonell is (A) eller, som vist i høyre bilde, fylt med slurry (B). Høyre bilde viser situasjonen etter at vannfasen i slurrien var drenert vekk.

Av praktiske årsaker (for å kunne finne igjen forsøksfisk) kunne vi ikke lagre fisken i karene en normalt bruker i kommersiell sammenheng (Fig. 20).



Fig. 20 - Lagring av kommersiell fangst i is (A) eller i slurry hvor vannfasen ble drenert vekk (B).

Tabell 8 viser fiskestørrelse, kjernetemperatur, ”Twitch Tester”-verdier og pH i muskel ved prøveuttak fra prosesslinjen om bord. Verdiene av de tre sistnevnte parametrene kan muligens være litt påvirket av at fisken ble tatt ut 44 – 73 min etter ombordtaking. Dog kan sies at fisken måtte ha vært stresset av fangstprosessen.

Tabell 8 – Kjøleforsøk den 7. desember: Direktesløyd fisk ble lagt i slurry og is i perioden 44 - 73 min etter ombordtaking.

Gruppe ¹	Sløydvekt (kg)	Lengde (cm)	Kjernetemp (°C)	Twitch Tester (0-3) ²	Initiell muskel-pH ³
Slurry	2,1 ± 0,7	62 ± 7	5,5 ± 0,1	2,3 ± 1,1	6,8 ± 0,1
Is	3,0 ± 0,5	68 ± 4	5,6 ± 0,2	2,1 ± 0,8	6,9 ± 0,1

Middelverdi ± SD (n = 8); ¹ 15 min mellom første fisk i ”slurry” og is” gruppene (samme hal). ²Twitch Tester skala: 3 - kraftig utslag med halen; 2 – svakt utslag med halen; 1 – lokale muskelkontraksjoner i begrensede deler av fisken; 0 – ingen tegn til muskelkontraksjoner. ³Muskel-pH: 7,5 ± 0,1 hvile (ustresset); 7,3 ± 0,1 noe stresset; 7,0 ± 0,2 utmattet.

Det ble også tatt ut tilsvarende to grupper fisk fra Hal 3 dagen etter (8. desember). Tråltiden her var 5 timer 7 min og tid for inntak av posen opp på dekk var 22 min. Fangstsammensetningen var 2478 kg torsk, 342 kg hyse, 126 kg blåkveite og 30 kg uer. Fisk fra dette halet var tiltenkt detaljist i Trondheim. Det ble derfor ikke foretatt målinger (destruktive) om bord på denne fisken. Disse gruppene (n = 8) betegnes ”Slurry - detaljist” og ”Is - detaljist”. Fisken ble tatt ut fra ventetanken før den ble kjølt i trålkasser ca 2 timer etter ombordtaking. Lufttemperatur ute, temperatur i ventetank og om bord (prosesslinje) var henholdsvis 4,4, 6,4 og 10 °C.

Data fra temperaturloggerne plassert i forsøksfisken viste at kjernetemperaturen etter nedkjøling varierte mellom $-0,5$ (is) og $-0,8$ °C (slurry) i de ca 5 dagene fisken ble oppbevart om bord (inntil levering fiskemottak). Nedkjøling i slurry var raskere enn nedkjøling i is.

8 Fiskemottak og transport til marked

Fem timer etter fartøyet la til kai startet lossingen inn til fiskemottaket til Aker Seafood i Hammerfest. Ved landing ble fisken vurdert av personell fra Aker Seafood og generelt ble slurryfisken vurdert som best på grunn av et penere utseende, den var blankere og hadde ikke isskader. Våre trålkasser ble også tatt over i fiskemottaket. Alle kassene hadde godt med is eller ”drenert slurry”. På fiskemottaket (kl 06–07 den 13. desember) la vi fisken og 7 temperaturloggere over i isoporkasser som ble fylt med is i bunnen pluss noe toppis før kassene ble transportert den 14. desember med Hurtigruta til Trondheim. Totalt var vår sending på 206 kg fisk og is (4 kasser a 8 fisk).

9 ”Marked”: Evaluering av kvalitet Dag 11 og 12

Fisken ble evaluert den 19. desember 2007, dagen etter ankomst til SINTEF. På grunn av at vi mottok fisken så kort tid før jul, ville ikke detaljistene legge ut mer fisk i kjølediskene. De to ekstra gruppene ble derfor analysert av SINTEF samtidig med resten av sendingen. Sløyd vekt (inklusive hode), kjernetemperatur og slutt-pH ble registret (Tabell 9). I tillegg ble fisken bedømt ved bruk av QIM-skjema for torsk (Bilag 2). Både sløyd fisk og fileter ble vurdert med hensyn på eventuelle fangstskader, farge og filetspaltning. Typiske fangstskader (50 % av vårt parti fisk) på denne fisken var merker og blødninger i hoderegionen (Fig 21 og 22). Bortsett fra dette, hadde fisken et normalt bra utseende (Fig. 22).

Som vi ser av Tabell 9 var fisken godt kjølt ved ankomst. Midlere kjernetemperatur i slurryfisk lå på dette tidspunktet $0,7^{\circ}\text{C}$ under islagret fisk. Dog var det ingen forskjell i QIM-score. Etter 12 dager var midlere QIM-score 11-12, det vil si litt lavere enn anbefalt ”rejection point” på 15. Slutt-pH varierte mellom 6,6 og 6,9, noe som er typisk for (fersk) torsk. Det var heller ingen forskjell i slutt-pH og vanninnhold (81 %) mellom de to kjøleregimene.

Tabell 9 - Vekt, slutt-pH, kjernetemperatur, ytre fangstskader og QIM-score evaluert etter 11 (fisk til "detaljst") og 12 dager etter fangst. Alle grupper fisk ble transportert på is fra fiskemottak til "marked" (SINTEF). Fangst 07.12.07: Gruppene "slurry", "is" og de 3 elektrobedøvede gruppene. Fangst 08.12.07: Gruppene "slurry-detaljist" og "is-detaljist".

Kjøling & bedøving om bord	Sløydvekt m/hode (kg)	Slutt pH	T _{kjerne} (°C)	Fangstskader ¹ (%)	Vanninnhold (%)	QIM ² (score: 0-23)
Slurry	2,0 ± 0,6	6,80 ± 0,08	-0,5 ± 0,3	50	81,2 ± 0,3	11,9
Is	2,9 ± 0,5	6,86 ± 0,12	0,2 ± 0,3	50	81,1 ± 0,4	11,4
Is – detaljist	2,2 ± 0,7	6,67 ± 0,21	0,3 ± 0,5	50	-	-
Slurry – detaljist	2,6 ± 0,9	6,66 ± 0,17	0,2 ± 0,6	43	-	-
Levende elektrobedøvd	2,5 ± 0,6	6,55 ± 0,21	-0,1 ± 0,5	-	-	-
Slag i hodet før elektrobedøvning	2,6 ± 0,6	6,55 ± 0,16	-0,5 ± 0,3	-	-	-
Død før elektrobedøvning	2,1 ± 0,8	6,63 ± 0,15	-0,5 ± 0,4	-	-	-

¹Fangstskader: Rødt hode & rød nakke, noe fisk med flekker på skinn. ²QIM (Quality Index Method). score: 0 (meget fersk, like etter død) – 15 (rejection point) - 23 (bedervet); Middelerdi ± SD (n=8).



Fig. 21- Bløddinger i hoderegionen var typiske fangstskader på en stor andel av de trålfangede fiskene.



Fig. 22 - Et typisk utvalg av trålfanget torsk etter 11 dagers lagring på is. Bildet viser måling av slutt-pH direkte i hvit muskel. Legg merke til at alle fiskene i ulik grad hadde rødlige hoder og nakkepartier (fangstskader).

Tabell 10 viser en objektiv vurdering av filetfarge vurdert ved bruk av CVS. Den eneste signifikante forskjellen var at a^* -verdiene til slurryfiskene var litt høyere (rødere) enn hos islagret fisk ($p < 0,05$). Fiskene var dårlig utblødd, noe som ga seg utslag i fileter med meget høyere rødtone (høyere a^* -verdier og lave "hue"-verdier) sammenliknet med de hvite filetene fra fisk fangstet med line (Tabell 15).

Tabell 10 – Lyshet (L^*), rødhets (a^*), gulhet (b^*), fargetone (hue) og fargemetning (chroma) av torskfileter fra trålfanget fisk. Analysene ble foretatt 12 dager post mortem like etter at fisken ble filetert.

Behandling	L^*	a^*	b^*	Hue ($^\circ$)	Chroma
Slurry	$73,6 \pm 0,6$	$21,2 \pm 1,3^x$	$13,3 \pm 0,8$	$32,1 \pm 1,5$	$25,0 \pm 1,3$
Is	$73,7 \pm 2,3$	$19,7 \pm 0,6^y$	$13,6 \pm 1,4$	$34,6 \pm 3,2$	$23,9 \pm 0,8$

¹⁾ Grad av lyshet: skala fra $L^* = 0$ (svart) til $L^* = 100$ (hvit); a^* = grad av rødhets når $a^* > 0$; b^* = grad av gulhet når $b^* > 0$; Hue = fargetone; Chroma = fargemetning. Forskjellig bokstav, x eller y, indikerer signifikant forskjell ($p < 0,05$) for en gitt fiskeart lagret på is eller i slurry. Middelerdi \pm SD ($n = 6 - 8$).

Det ble også tatt ut prøver av filet ($n = 8$) fra begge grupper til analyse av totalt kimtall ved $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Resultatet er vist som cfu/g filet i Fig. 23. Selv om middelerdien for bakterietallet (filet uten skinn) var høyere for fisk i slurry enn for fisk i is, var det ingen signifikant forskjell mellom gruppene ($p > 0.05$). Vanligvis vil en finne lavere kimtall hos superkjølt fisk. Det at det ikke var forskjell mellom gruppene her, tyder på at slurrybehandlingen foretatt om bord ikke var effektiv nok, spesielt dersom en ser hele kjølekjeden under ett. Trolig var det for liten forskjell mellom de to kjøleregimene til at vi kunne observere forskjeller. Kimtallene på $0,7\text{-}1,4 \times 10^6$ cfu/g var relativt høye, dog lavere enn Mattilsynets grenseverdi for totalkim på 5×10^6 cfu/g. Kimtallene lå litt over grensen av hva en i følge Mattilsynet bør omsette ($0,5 \times 10^6$ cfu/g).

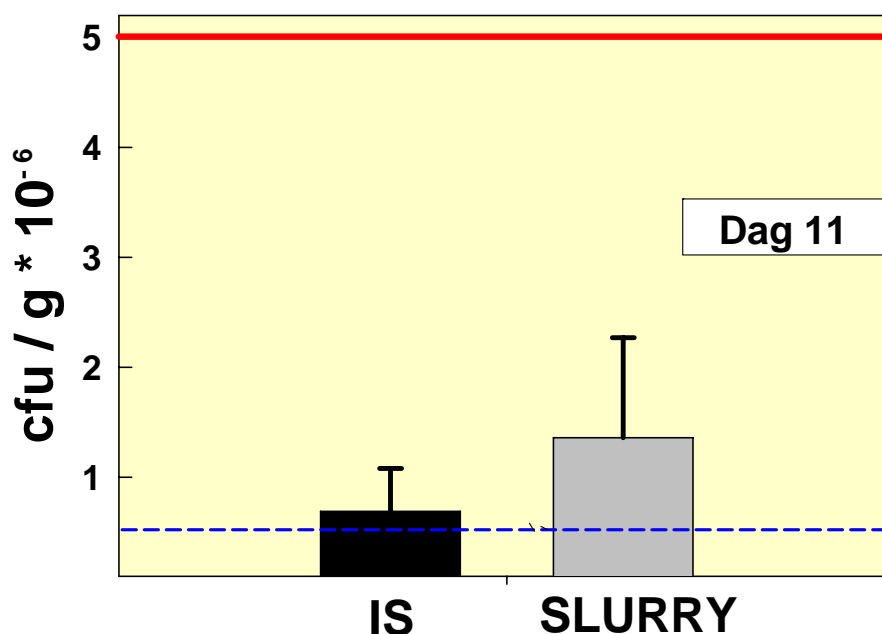


Fig. 23 - Totalt kimtall for to grupper torskefilet. Slurry-gruppen ble lagret i drenert slurry om bord, mens Is-gruppen ble lagret i is om bord. På fiskemottaket ble begge grupper fisk lagt over i kasser med is. Fisken ble filetert etter 11 dager post mortem. Filetprøvene ble sendt til analyse samme dag. Mattilsynets grenseverdier er: $< 5\ 000\ 000 =$ må ikke omsettes (rød linje) og $500\ 000 =$ bør ikke omsettes (stiplet blå linje). Middelerdi \pm SD ($n = 8$). Kimtallene i fisk fra de to kjøleregimene om bord var ikke signifikant forskjellige ($p > 0,05$).

10 Konklusjoner: Trålfanget torsk kjølt i is og drenert slurry om bord

- Halvparten av fangsten hadde fangstskader (rødt hode og rød nakkeregion)
- Utblødningen var ikke god
- Kjølekjeden var god: temperaturen i fisken lå rundt $-0,5^{\circ}\text{C}$. Dette gjaldt både for islagret fisk og fisk som hadde blitt kjølt i drenert slurry om bord (og senere lagret på is, fra fiskemottak til marked)
- Transportkjeden var lang, det tok 11 - 12 dager før fisken var i ”markedet”
- Filetkvaliteten vurdert etter 11-12 dager ble vurdert som akseptabel, men hadde trolig minimal restholdbarhet basert på QIM-score og kintall.
- Det var i hovedsak ingen signifikante forskjeller i filetkvalitet (farge, slutt-pH, vanninnhold, QIM og mikrobiologi) ved sammenlikning av fisk lagret tradisjonelt på is og i drenert slurry om bord. Forskjellen i temperatur gjennom kjølekjeden (fra fiskemottak) for de to kjøleregimene var minimal.
- Sammenliknet med linefanget fisk hadde filetene fra trålfangsten en betydelig rødtoner. Mest trolig skyldes dette mangelfull utblødning.
- Forsøket med elektrobedøving av fisk før sløyning ble ikke vellykket trolig på grunn av en feil i maskinens strømforsyningsenhet.
- Det var tydelig at det er behov for en enhet som bedøver eller helst avliver fisk før direktesløyning. Flere fisk sprellet ved sløyning og en måtte slå fisk i hodet for å muliggjøre innmating i sløyemaskinen.
- Innføring av et nytt system for automatisk bedøving eller avliving før sløyning har flere positive sider: (a) god fiskevelferd, (b) trenger ikke vente ”til fisken blir rolig” før en kan starte sløyningen, og (c) lettere innmating til sløyemaskinen. Dette arbeidet bør videreføres.

III. TRÅLFANGET TORSK: M/S "RAIRO" - DESEMBER 2007

11 Aktivitetsmål

- Registrering av temperaturer ulike steder om bord i forbindelse med prosessering og kjøling av fisk
- Effekt på fangstkvalitet ved bruk av to kjølemetoder ombord

12 Fangst og håndtering om bord

Tråleren M/S "Rairo" (Fig. 24) gikk ut fra Hammerfest den 7. desember 2007. Ingen fisk ble fangstet på de to første halene. På Hal 3 ble "vår" fisk fangstet den 9. desember 2007. Halet ble utført på ca 300 m dyp (bunntemperatur 1-2 °C) og varte i 5 timer. Det ble tatt opp en biomasse (kun torsk) på 4024 kg. Totalt fangstvolum på dette toktet var 15 543 kg. Fisken ble bløgget og deretter kjølt ned.

Før toktet hadde personell fra SINTEF montert temperaturloggere ulike steder om bord i den hensikt å følge temperaturforløpet i fisken under hele lagringsfasen om bord. Etter toktet ble loggerne tatt med tilbake til SINTEF.

Mannskapet om bord hadde på forhånd blitt instruert om at vår del av fangsten skulle stables og lagres i kjølekarene på to måter: (a) 1 lag fisk + 1 lag is, og (b) 2 lag fisk + 1 lag is. Det var ikke personell fra SINTEF med på dette toktet. Når fartøyet kom tilbake til kai, ble "vår fisk" tatt i mot av personell fra SINTEF.



Fig. 24 – Tråleren M/S "Rairo"

12.1 Måling av temperaturer om bord

Temperaturloggere ble plassert i kar (Fig. 25) med forskjellig plassering over gulv høyde (Fig. 26). To kjøleregimer ble undersøkt:

- Kjøling i isvann under utblødning og ising i kar med kun ett lag fisk mellom islagene.
- Dagens løsning med minimal overrisling av ukjølt sjøvann i utblødningsbingene og dobbeltlag med fisk mellom hvert islag.

Temperaturlogginger ble også utført i mottaksbinge, utblødningskar og skyllekar. Svinginger i temperaturene ble målt alle steder. Det meste av tiden varierte temperaturene grovt sett mellom 3 og 4 °C i mottaksbingen, mellom 5 og 12 °C i utblødningskarene, og mellom 4 og 7 °C i skylletanken (etter sløying). Lufttemperaturene i kjølerommet varierte mellom 1 og 5 °C, mens temperaturene i tomme fiskekar lå mellom -0,5 og 2,0 °C (avhengig av høydeplassering).

Fig. 27 viser gjennomsnittlig temperatur på innsiden av fiskekarene (godt isolerte, Fig. 25 og 26) etter at stabile forhold var oppnådd. Testen gikk over ca. 4 døgn.



Fig. 25 - Temperaturloggere tapet fast på innsiden av fiskekarene.



Fig. 26 - Plassering av fiskekar i forskjellige høyder (fra 1-gulvnivå til 4-høyest opp).

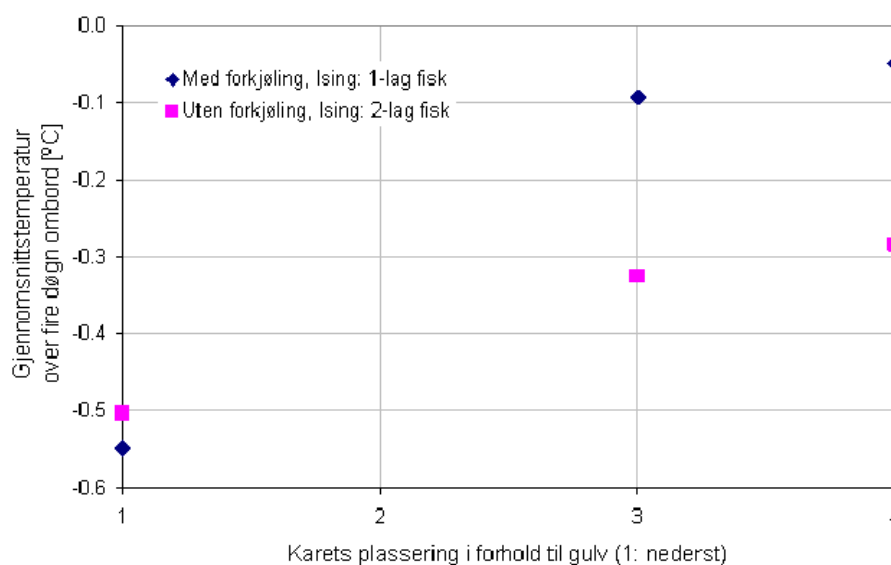


Fig. 27 - Gjennomsnittlig temperatur i fiskekar over 4 døgn. To kjøleregimer ble undersøkt og karenes plassering i forhold til gulvnivå ble også evaluert.

Det en bør merke seg her var at:

1. Temperaturen i alle tilfeller var lavere enn 0 °C. Ved eventuell innføring av superkjøling bør en derfor ikke sammenligne med dårlig kjøling ved for eksempel +2 °C.
2. Med unntak av ett målepunkt (kar plassert på gulvnivå) førte ikke tiltakene ”forkjøling + ett fiskelag” til lavere temperatur i fiskekarene. Dette var overraskende og kan skyldtes at ismengden ikke var den samme i begge tilfellene.
3. Klimaforholdene i lasterommet ser ut til å ha like stor betydning som selve isingen. P.g.a. sjikting i luftmassen (stillekjøling med kjølerørene plassert oppe under tak) er det markant kaldere nede ved gulvet enn oppe under taket. Ved bedre teknisk utførelse av rommet kan

temperaturen senkes, i hvert fall ned mot $-0,5$ til $-0,6$ °C. En kan lure på om det er verdt å superkjøle fisken til, la oss si $-0,9$ °C (jfr. islandske studier), når en kan komme så nærme fiskens start-frysepunkt uten store tekniske forandringer.

Resultatene i dette avsnittet er rapportert mer utførlig i notatet ”Måling av temperaturer om bord i tråleren ”Rairo” i perioden 8. til 14. desember 2007” av Vidar Hardarson ved SINTEF Energiforskning AS.

13 Fiskemottak og transport til marked

Ved fiskemottaket Aker Seafood Hammerfest den 14. desember ble fisken ($n = 15$) pakket om (isoporkasser med is i bunn og på topp) og sendt til Trondheim samme dag med hurtigruta. Temperaturloggere ble lagt i seks fisk. Fisken ble sendt sammen med fisk fra M/S ”Doggi”. Etter ankomst ble fisken evaluert ved SINTEF på Dag 10 post mortem både med hensyn på fangstskader og filetkvalitet.

På mottaket ble fisken evaluert som jevnt over matt og grå. Videre var det ingen tydelig forskjell mellom de ulike behandlingene om bord. Fangsten for øvrig gikk til filetering og salting (den største fisken). Den eldste fisken gikk til filetering og frysing.

Kjernetemperaturprofilene for fisk med loggere er vist i Fig. 28. Vi ser at temperaturen i fisken gjennom transportkjeden (5 dager) varierte mellom $-0,1$ og $-0,8$ °C.

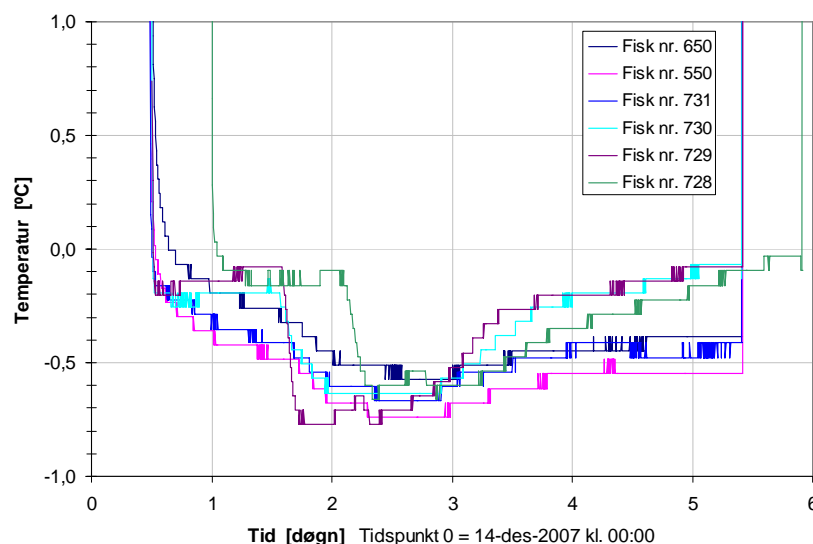


Fig. 28 - Kjernetemperatur i seks fisk fra M/S ”Rairo” pakket om og sendt fra fiskemottak til kvalitetsanalyse ved SINTEF. Transporttiden var 5 døgn.

14 Marked: Evaluering av kvalitet Dag 10

Fisken ble analysert ved SINTEF den 19. desember 2007, det vil si 10 dager etter fisken ble fangstet. Fisken ble veid, og kjernetemperatur, slutt-pH, fangstskader og QIM-score ble bestemt (Tabell 11).

14 - 27 % av fisken hadde fangstskader (rødt hode). Slutt-pH var lav (pH 6,1-6,3), om lag 0,4 enheter lavere enn typiske verdier. Det har senere i prosjektet vist seg at dersom en måler pH i fisk lagret ved temperaturer (litt) lavere enn 0 °C, vil en typisk få unormalt lave pH-verdier (dersom en måler like etter at fisken er tatt opp av kassen).

Til tross for at kjernetemperaturen var < 0 °C, og at fisken var lagret 1-2 dager kortere enn fisken fra M/S "Doggi", var QIM-score her 2-3 enheter høyere enn fisken fra M/S "Doggi". QIM-verdiene rundt 13 -14 for fisk fra M/S "Rairo" var nær "rejection point" (QIM=15). Verd å merke seg er det at fisken fra de to fartøyene ble evaluert ved SINTEF samme dag, noe som styrker sannsynligheten for at forskjellen var reell.

Tabell 11 - Trålfanget torsk fra M/S "Rairo" evaluert 10 dager etter fangst.

Kjøling ombord ¹	Sløydvekt m/hode (kg)	Slutt pH	T _{kjerne} (°C)	Fangstskader ² (%)	QIM ³ (score: 0 – 23)
1 lag fisk/1 lag is	3,5 ± 0,5	6,05 ± 0,19	-0,2 ± 0,2	14	13,4
2 lag fisk/1 lag is	3,6 ± 0,3	6,25 ± 0,24	-0,4 ± 0,2	27	14,2

Middelverdi ± SD (n=15); ¹Ved fiskemottak ble all fisk lagt på is før videre transport; ²Fangstskader: "Rødt hode/nakke"; ³QIM (Quality Index Method) score: 0 (meget fersk, like etter død) – 15 ("rejection point") - 23 (bedervet)

I sterk kontrast til fileter fra linefanget torsk (Fig. 15), hadde filetene fra tråleren generelt mye restblod og en del misfarging (Fig. 29). Dette skyldes trolig at det gikk for lang tid mellom ombordtaking og bløgging. Lange hal kan også føre til at en del av fisken var død eller døende ved ombordtaking som også kan gi samme effekt på filetenes utseende. Tabell 12 viser, som for trålfanget fisk fra M/S "Doggi", at filetene hadde en mer rødlig grunntone (a*- og "hue"-verdier) enn linefanget (godt utblødd) fisk.



Fig. 29 – Generelt hadde filetene fra trålfanget torsk en rødlig grunntone. Trolig skyldtes dette mangelfull utblødning.

Tabell 12 – Lyshet (L^*), rødhet (a^*), gulhet (b^*), fargetone (hue) og fargemetning (chroma) av torskfileter fra trålfanget fisk. Analysene ble foretatt 10 dager post mortem like etter at fisken ble filetert. Sløyd fisk med hode ble lagret på is inntil filetering.

Behandling	L^*	a^*	b^*	Hue ($^\circ$)	Chroma
1 lag fisk + 1 lag is	$76,7 \pm 1,2$	$21,7 \pm 1,5$	$14,4 \pm 0,8$	$33,6 \pm 3,0$	$26,1 \pm 1,2$
2 lag fisk + 1 lag is	$76,0 \pm 2,3$	$22,3 \pm 1,8$	$13,6 \pm 1,2$	$31,6 \pm 3,9$	$26,2 \pm 1,3$

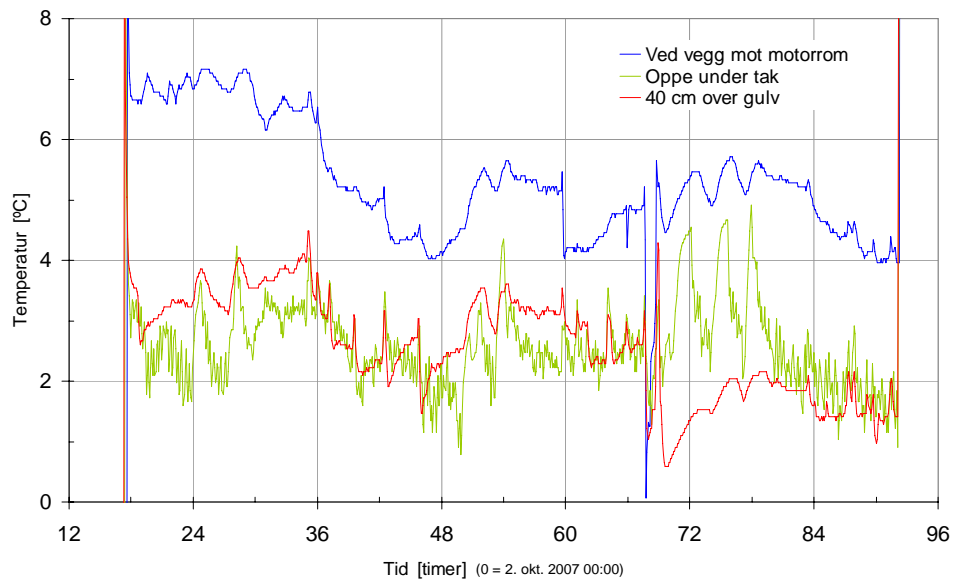
¹⁾ Grad av lyshet: skala fra $L^* = 0$ (svart) til $L^* = 100$ (hvit); a^* = grad av rødhet når $a^* > 0$; b^* = grad av gulhet når $b^* > 0$; Hue = fargetone; Chroma = fargemetning. Ingen signifikante forskjeller ble funnet mellom de to kjøleregimene ($p > 0,05$). Middelerdi \pm SD ($n = 13$ og 15).

Verken med hensyn til filetfarge eller andre kvalitetsrelaterte parametere (Tabell 11 og 12), kunne vi påvise forskjeller mellom fisk fra de to kjøleregimene ("1 lag med fisk + 1 lag med is" vs "2 lag med fisk + 1 lag is"). Trolig var forskjellen i behandling for liten til at en eventuelt kunne påvise forskjeller i kvalitet.

15 Konklusjoner: Trålfanget torsk kjølt i is (to kjøleregimer) om bord

- En betydelig andel (ca 20 %) av fangsten hadde fangstskader ("rødt hode")
- Utblødningen var ikke god
- Kjølekjeden var god: temperaturen i fisken varierte mellom -0,1 og -0,8 °C.
- Transportkjeden var lang og det tok 10 dager før fisken var i "markedet".
- Filetkvaliteten vurdert etter 10 dager ble vurdert på grensen av å være akseptabel, og hadde trolig neglisjerbar restholdbarhet ut i fra QIM-score.
- Det var ingen signifikante forskjeller i kvalitet (farge, QIM) ved sammenlikning av fisk lagret ved de to kjøleregimene ("1 lag med fisk + 1 lag med is" vs "2 lag med fisk + 1 lag is"). Forskjellen i temperatur gjennom kjølekjeden (fra fiskemottak) for de to kjøleregimene var minimal.
- Filetene hadde generelt en del restblod og filetene hadde en rødlig grunntone, noe som tyder på dårlig utblødning. Sammenliknet med linefanget fisk hadde filetene fra trålfangsten en betydelig rødtoner. Mest trolig skyldes dette mangelfull utblødning.
- Temperaturen i tomme fiskekar målt over 4 dager varierte litt avhengig av høydeplassering i kjølerommet om bord. Dog var alle temperaturer < 0 °C.

Bilag 1 – LUFTTEMPERATURER I LASTEROMMET TIL M/S ”HAVSTJERNA”



Loggede temperaturer i lasterommet på M/S "Havstjerna". Fra et tidligere tokt som startet 2. oktober 2007.

BILAG 2 - QUALITY INDEX METHOD (QIM) SKJEMA

Quality Index Method (QIM) Scheme for Cod

Quality parameter		Description	Score
Appearance	Skin	Bright, iridescent pigmentation	0
		Rather dull, becoming discoloured	1
		Dull	2
	Stiffness	In rigor	0
		Firm, elastic	1
		Soft	2
		Very soft	3
Eyes	Cornea	Clear	0
		Opalescent	1
		Milky	2
	Form	Convex	0
		Flat, slightly sunken	1
		Sunken, concave	2
	Pupil	Black	0
		Opaque	1
		Grey	2
Gills	Colour	Bright	0
		Less coloured, becoming discoloured	1
		Discoloured, brown spots	2
		Brown, discoloured	3
	Odour	Fresh, seaweedy, metallic	0
		Neutral, grassy, musty	1
		Yeast, bread, beer, sour milk	2
		Acetic acid, sulphuric, very sour	3
	Mucus	Clear	0
		Milky	1
Milky, dark, opaque		2	
Flesh, fillets	Colour	Translucent, bluish	0
		Waxy, milky	1
		Opaque, yellow, brown spots	2
Blood	Colour	Red	0
		Dark red	1
		Brown	2
Quality Index			0-23

BILAG 3 – TPA TEKSTURMÅLINGER I FILET

Lack of correlation between instrumental measurements and sensory evaluation of fish texture may at least partly be explained by heterogeneous nature of the fish muscle, which makes both sampling and measurements difficult or reproduce. There are no universally recommended methods for determining textural properties of fish muscle.

Double compression is a test that attempts to imitate with an instrument the conditions to which the food is subjected in the mouth, it imitates the masticatory action of the jaw. TPA should correlate to sensory analysis, so the deformation should be large. The force against compression is recorded when a probe is pressed a given distance into a sample. After a specified time, the compression is repeated (at the same position). A force-time curve is generated. A constant compression speed is used and the generated areas under the force-time curve are directly proportional to the work performed by the probe. Different textural parameters are read and calculated from the force time curve as described by the instrument.

1) **Hardness**: The resistance at maximum compression during the first compression. The hardness of the sample at the first bite.

2) **Cohesiveness** is defined as the ratio of the positive force area during the second compression to that during the first compression is the work performed to compress the sample for the second time as compared to the first time. Cohesiveness gives a relative and dimensionless measure of how much of the muscle's strength is retained after the deformation of the first compression. If the value of cohesiveness is 1, the muscle has maintained its strength and regained its structure completely during the pause between the compressions, and offers the same resistance to the second compression as to the first. If the value of cohesiveness is less than 1, the deformation of the first compression has been partly irrecoverable.

3) **Elasticity** is defined as the height that the food recovers during the time that elapses between the end of the first bite and the start of the second bite. Resilience gives a relative and dimensionless measure of elasticity of the muscle, and considers not only the distance, but also the force and speed with which the fillet bounces back after the initial deformation. If the value of resilience is 1, all the work performed by the probe during the first down-stroke is returned by the fillet during the upstroke. If the value of resilience is less than 1, the fillet has not recovered completely to its original thickness, or has recovered with less force or speed than it was compressed with.

4) **Adhesiveness** is defined as the negative force area for the first bite, representing the work necessary to pull the compressing plunger away from the sample. When the value of adhesiveness is higher than cohesiveness, then the sample will be stick to the probe.

5) **Chewiness**: The necessary energy to disintegrate a semi-solid product to a state ready to swallow. It is the product between the hardness, cohesiveness and elasticity, representing the mastication density.

BILAG 4 - TRÅLEREN M/S "DOGGI"

Kombitråler (fersk/frys) (ex. M/S Soløyvåg)

Bygget: 2001, Spania. Ombygget 2002

Tonnasje: Bt 691

Dimensjoner: Totallengde 39,79 meter, Bredde 10,5 m

Hovedmotor: 2.500 Bhp Max

Last: Fryserom 428 m³

Trålvinsj: 2 x 24r Rolls Royce

Skipper: Ken Rainer Våttestad

Mobil: 90966007; E-mail til båten: ["Doggi"@fisknett.no](mailto:)

Bilder fra båten tatt 02.11.07 i ved kai i Tromsø:



M/S "Doggi" ved kai



Bløde/vasketank



Isslurryanlegget



Grader binger (installert 2)



Fra mottaksbinge mot fryserekke (til venstre)



Prosesslinje (mottaksbinge på motsatt ende)