

Utblødning av torsk i kjølt sjøvann (RSW)

Vanntemperatur, utblødningstid og utblødningsgrad

Leif Akse, Sjurður Joensen, Torbjørn Tobiassen og Vidar Hardarson (Sintef Energiforskning)





Nofima er et næringsrettet forskningskonsern som skal øke konkurransekraften for matvareindustrien, herunder akvakulturnæringen, fiskerinæringen og landbruksnæringen. Konsernet omfatter tidligere Akvaforsk, Fiskeriforskning, Matforsk og Norconserv, og har ca. 430 ansatte. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked. 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

Innhold

1	Bakgrunn.....	1
1.1	Problemstilling.....	1
1.2	Mål	2
2	Material og metode.....	3
2.1	Forsøksdesign.....	3
2.2	Råstoff og analyser	4
2.2.1	Forsøksfisk og bløgging	4
2.2.2	Sensorisk vurdering av utblødningsgrad	4
2.2.3	Statistisk databehandling.....	4
3	Resultater.....	5
3.1	Temperaturer logget i RSW-vannet	5
3.2	Sensorisk vurdering av utblødningsgraden.....	7
3.3	Konklusjon.....	9
3.4	Bilder av filetene etter utblødning.....	10
4	Referanser.....	13

1 Bakgrunn

Dette bløggforsøket inngår i prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked", utført av Sintef Energiforskning AS og Nofima Marin etter oppdrag fra FHL - Filetforum. Utblødning av torsk i lav vanntemperatur (RSW) er en del av aktiviteten under Delprosjekt 2: "Kjøling og lagring av fangst om bord på tråler".

1.1 Problemstilling

Før dette bløggforsøket ble satt i gang var det utført teknisk gjennomgang av håndtering og kjøling av råstoff om bord på en ferskfisktråler (Hardarson mfl. 2006). Det ble også foretatt registreringer av fangsthåndteringen og målinger av kjøletemperaturer om bord på to andre trålere under fiske på Finnmarkskysten (Nordtvedt 2007). Hensikten med disse målingene var å identifisere hvor i prosesskjeden om bord det vil være hensiktsmessig å introdusere kjøling av fangsten.

1	2	3	4	5	6	7
Inntaksbinger	Manuell bløgging og sortering	Utblødning, tørr i binger eller i vann	Sløying (maskin- og hånd-sløying)	Vasking og etterrensing av sløyd fisk	Ned-føring til lasterom	Ising i kar og lagring i kjølt lasterom

Figur 1 Flytskjema for fabrikkdekket på en ferskfisktråler, fra tømning av trålekkene til ising av sløyd fisk i rommet (Nordtvedt mfl. 2007). Skyggelagte bokser angir trinn i prosesslinja der det kan være hensiktsmessig å foreta kjøling av fisken.

I et optimalt kjøleregime om bord på en fiskebåt bør kjøling av fisken starter tidligst mulig etter fangst. For å oppnå effektiv kjøling er det imidlertid en forutsetning at fisken får et tilstrekkelig langt opphold i kjølemediet, til at ønsket temperatursenkning kan finne sted. Trinn i figur 1 som best oppfyller kravet med hensyn til oppholdstid er trinn 3 (utblødning) og trinn 7 (lagring i kar i lasterommet). Også i trinn 1 (inntaksbingene) og trinn 5 (vasking/etterrensing), kan fisken få såpass lange opphold at det vil være mulig å foreta en viss nedkjøling.

Om bord på mange trålere foregår utblødningen av fisken i dag tørr i luft, noe som er lite gunstig med hensyn til å introdusere kjøling i dette trinnet. Kjølt vann (RSW) er det mest nærliggende kjølemediet for bløgget fisk. Dette krever tankarrangement og fisken vil dermed blø ut i vann, noe som vanligvis blir ansett som en mer gunstig løsning enn luft. Pumpbar is-slurry er også en aktuell kjølemetode. Også andre kjølemetoder kan tenkes anvendt. For noen år tilbake ble det gjort forsøk med kjøling av torsk og hyse under utblødning (og andre steder i linjen) der kjølemediet var såkalt SIS (blanding av standard vannis og tørris pellets).

På fartøy som sløyer fangsten direkte (uten et eget bløggetrinn) kan det arrangeres effektiv kjøling av sløyd fisk i RSW under utblødning og vasking. På fartøy som først bløgger fisken manuelt og sløyer den maskinelt etter utblødning må man ta hensyn til hvordan kjøling under utblødning påvirker blodtappingen av usløyd fisk.

Olsen, mfl (2006) målte koagulering i blodet hos laks som ble kjølt levende i 60 minutter ved to temperaturer; 4.0 ± 0.5 °C og 0.5 ± 0.5 °C. Det ble påvist at blodets koaguleringstid var sterkt påvirket av temperatur. Ved den høyeste temperaturen ble koaguleringstiden målt til

33 ±6 minutter, mens den ved den laveste temperaturen var forlenget til 61 ±7 minutter. Det blir konkludert med at den forlengede koagulerings tiden ved den laveste temperaturen med stor sannsynlighet ville påvirke utblødningen positivt. Dette tilsier at også for torsk og annen hvitfisk kan det ha positiv effekt på blodtappingen å senke temperaturen i blødetanken.

Dersom temperaturen i kjølemediet senkes så mye at det kommer under det initielle frysepunktet for blod og muskel kan det imidlertid være grunn til å frykte at blodtappingen stopper opp på grunn av isdannelse i bløggesnittet. Så lave temperaturer kan bli oppnådd ved bruk av RSW, slurry, eller andre kjølemedier med lav temperatur i blødetankene, når hensikten er rask temperatursenking og kanskje også en viss superkjøling (isdannelse) i fiskemuskelen. Det er lite dokumentert hvordan vanntemperaturer i blødetanken som er lavere enn blodets frysepunkt påvirker blodtappingen. Det ble derfor besluttet å utføre et forsøk der bløgget, usløyd torsk ble utblødd i sjøvann ved ulike temperaturer, der den laveste temperaturen var under blodets initielle frysepunkt.

1.2 Mål

Målet var å dokumentere hvilke effekter vanntemperaturer i området fra ca -2 °C til ca +10 °C og utblødningstider i området fra 10 minutter til 60 minutter, har på utblødningsgraden under blodtapping av levendebløgget, usløyd torsk.

2 Material og metode

Hypotesen som ble testet i forsøket var at både vanntemperatur og utblødningstid påvirker utblødningsgraden under blodtapping av fisk.

I blødeforsøket ble sjøvannstemperatur og oppholdstid i vannet variert. Sjøvannet ble kjølt i et RSW anlegg til henholdsvis ca -2 °C, ca -1 °C, ca 1 °C, ca 3 °C og ca 9 °C. Temperaturen i vannet ble logget fortløpende under de 3 blødetidene, som var 10, 30 og 60 min. Loggere var plassert i ulike høyder over bunnen av karet, 10, 30 og 50 cm.

Etter hver utblødningstid ble 6 fisker tatt ut av RSW-vannet og sløyd og vasket. Sløyd fisk med hode på ble lagret iset i kasser til neste dag da utblødningsgraden ble vurdert sensorisk, på hel fisk og på fileter med skinn og buk.

Forsøkene ble gjennomført på Sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø. Sjøanlegget har RSW-anlegg som kjøler sjøvann til ca -1,5 °C. I forsøket der man ønsket temperatur ca -2 °C ble det tilsatt litt salt og is i RSW vannet.

2.1 Forsøksdesign

Nitti torsk ble bløgget levende og fordelt likt i fem blødekar med ulike vanntemperaturer som beskrevet ovenfor. Fra disse karene ble det hentet ut fisker etter tre blødetider, seks fisker ved hvert tidspunkt. Etter sløying vasking og kjølelagring ble fiskene vurdert av tre dommere med hensyn til utblødningsgrad. Hver dommer vurderte 3 kriterier (blod i bukårer, rød farge i buk og rød farge i loins), høyre og venstre filet ble vurdert hver for seg.

Tabell 1 *Forsøksmatrise: Fem RSW-temperaturer, tre utblødningstider pr. temperatur, 6 fisker pr. utblødningstid, 3 sensoriske dommere og 3 sensoriske kriterier med 2 målepunkter pr. fisk.*

Temperatur RSW (°C)	Utblødningstid (min)	Antall fisker	Antall dommere	Antall sensoriske kriterier	Antall målepunkt pr kriterie, pr fisk
Ca - 2 °C	10	6	3	3	2
	30	6	3	3	2
	60	6	3	3	2
Ca - 1 °C	10	6	3	3	2
	30	6	3	3	2
	60	6	3	3	2
Ca + 1 °C	10	6	3	3	2
	30	6	3	3	2
	60	6	3	3	2
Ca + 3 °C	10	6	3	3	2
	30	6	3	3	2
	60	6	3	3	2
Ca + 9 °C	10	6	3	3	2
	30	6	3	3	2
	60	6	3	3	2

2.2 Råstoff og analyser

2.2.1 Forsøksfisk og bløgging

Råstoffet var oppdrettstorsk, snittvekt usløyd ca 2 kg, fra Sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø. Hele forsøket, inkludert RSW-kjøling, bløgging, utblødning, sløyning, kjølelagring, filetering og sensorisk vurdering av filetene ble gjennomført på Sjøanlegget av personell fra Nofima Marin, Sintef Energiforskning AS og Havbruksstasjonen i Tromsø.

Fisken ble håvet fra merd til et kar med sjøvann og kjørt levende inn til fem utblødningskar med RSW-kjølt vann. Der ble fisken avlivet ved et slag i hodet og bløgget umiddelbart med et godt strupekutt ("trålbløgging") før den ble dumpet ned i 700 liters kar fylt med sjøvann av den aktuelle temperaturen. Mengden sjøvann var lik i hvert av de 5 kjølekarene.

Bløggingen og utblødningen i dette forsøket var optimal og ble utført likt i alle prøveseriene: Bløgget levende med et godt bløggesnitt og utblødd i rikelig mengde sjøvann i forhold til mengden fisk. Utblødningstiden i vann varierte fra 10 minutter til 60 minutter.

Etter utblødning ble fisken sløyd, vasket og iset med hodet på i kasser som ble plassert på kjølerom, der fisken sto til neste dag da den sensoriske vurderingen av utblødningsgrad ble utført av 3 trenede dommere.

2.2.2 Sensorisk vurdering av utblødningsgrad

Den sensoriske vurderingen av utblødningsgrad blir utført på sløyd, vasket fisk som har vært lagret iset i kasser i underkant av 1 døgn. Følgende kriterier og karakterskala ble benyttet i vurderingen, som ble utført av tre trenede dommere:

Blodfylte årer i buken:

Blodfylte årer i bukklappene blir vurdert og gradert slik:

0 = ingen blodfylte årer

1 = delvis blodfylte årer

2 = de fleste eller alle årene er blodfylte

Rød farge i bukene:

Etter filetering blir graden av rødfarge i bukene vurdert og gradert slik:

0 = ingen rødfarge (lys muskel)

1 = litt rødfargede buker

2 = kraftig rødfargede buker

Rød farge i loins/tykkfilet:

I tillegg til bukene blir graden av rødfarge i tykkfileten (loins/ryggfilet) vurdert:

0 = ingen rødfarge (lys og hvit muskel)

1 = rødlig/rosa filet

2 = tydelig rødlig filet

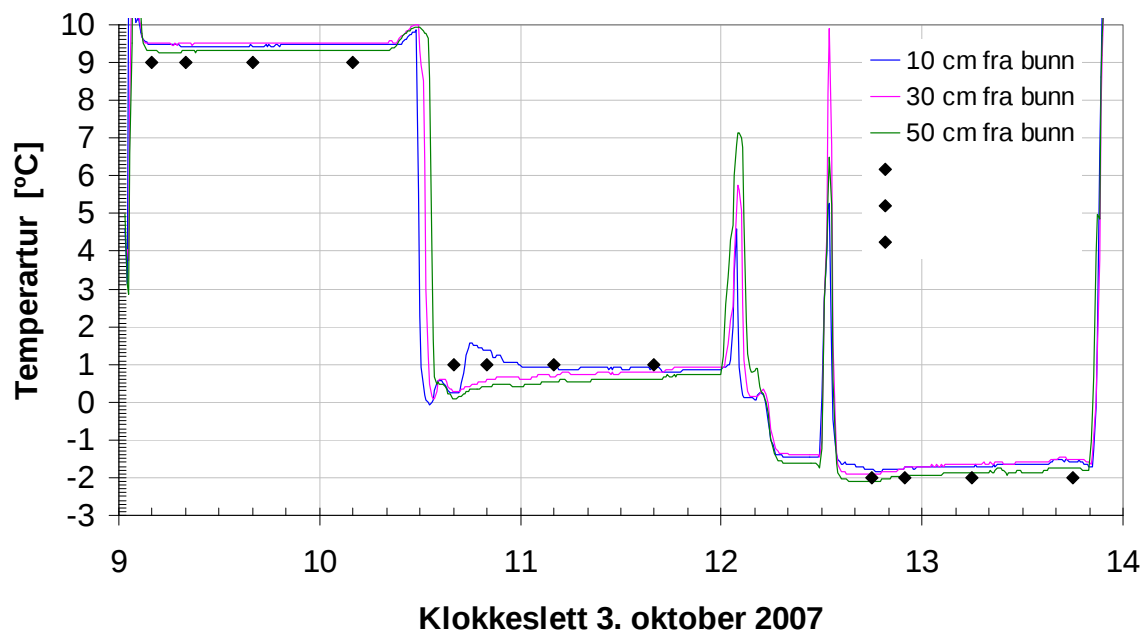
De sensoriske vurderingene ble utført separat på høyre og venstre filet (med skinn og bein), slik at det for hvert av kriteriene var to uavhengige målepunkter på hver fisk.

2.2.3 Statistisk databehandling

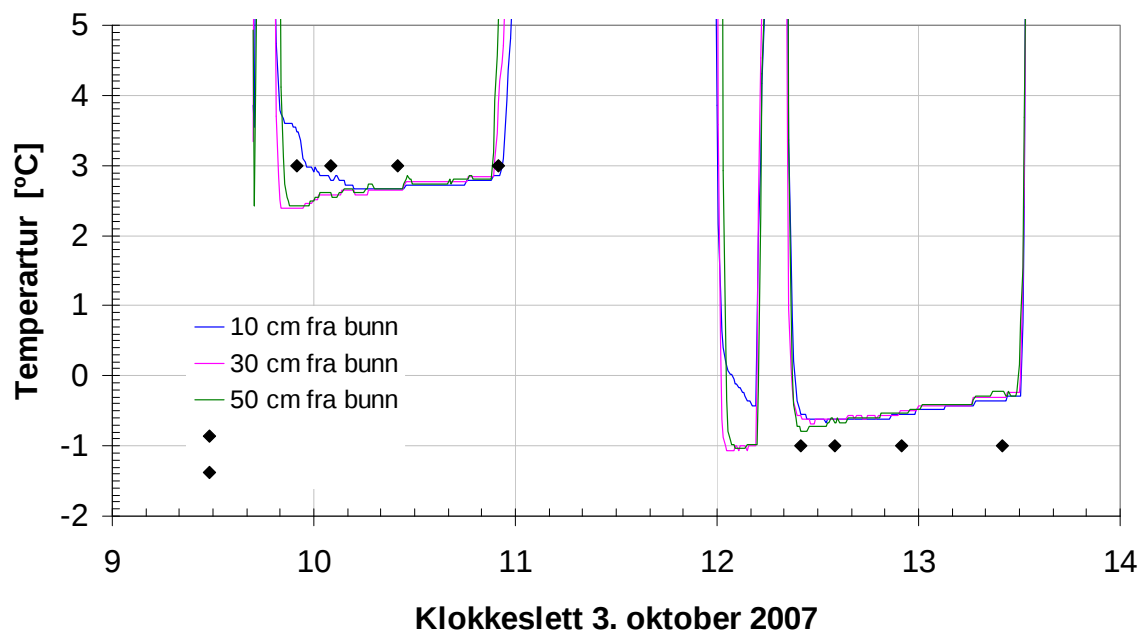
Sensorisk score for utblødning er presentert som middelerverdier $\pm$ standardavvik. Students T-test er brukt til testing av statistisk signifikante forskjeller mellom middelerverdier. Signifikansnivået er satt til $P < 0,05$.

3 Resultater

3.1 Temperaturer logget i RSW-vannet



Figur 2 Temperaturer logget i RSW vannet i de tre utblødningsstankene der det ble siktet mot å oppnå temperaturene +9, +1 og -2 °C, (♦=tilsiktet temperatur).

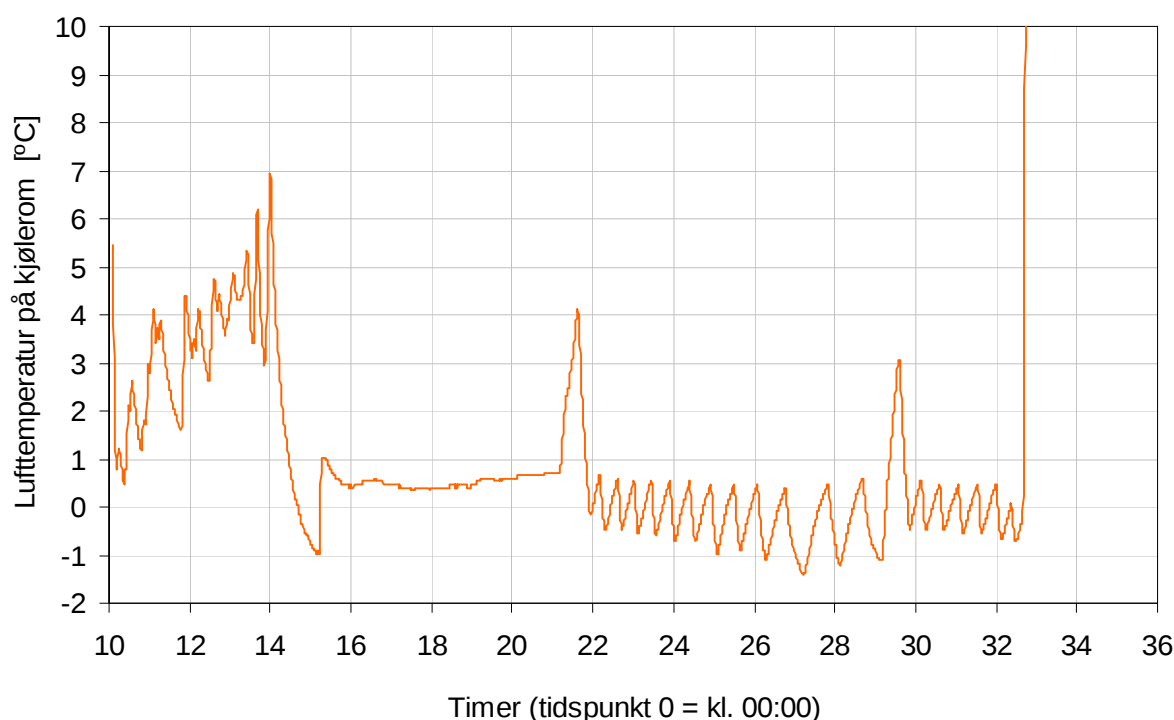


Figur 3 Temperaturer logget i RSW vannet i de to utblødningsstankene der det ble siktet mot å oppnå temperaturene +3 °C og -1 °C, (♦=tilsiktet temperatur).

Tabell 2 Temperatur i sjøvannet (RSW) gjennom 60 minutter utblødningstid i de 5 forsøkene.

Tilsiktet temperatur i RSW-vannet	-2 °C	-1 °C	+1 °C	+3 °C	+9 °C
Faktisk oppnådde temperaturer [°C]:					
Avstand fra bunn i kar:	10 minutters blødetid				
10 cm	-1,8	-0,6	1,1	3,1	9,5
30 cm	-1,8	-0,6	0,4	2,4	9,5
50 cm	-2,0	-0,7	0,3	2,5	9,3
Snitt	-1,9	-0,7	0,6	2,7	9,4
	30 minutters blødetid				
10 cm	-1,7	-0,6	1,1	2,8	9,5
30 cm	-1,7	-0,6	0,6	2,6	9,5
50 cm	-1,9	-0,6	0,4	2,6	9,3
Snitt	-1,8	-0,6	0,7	2,7	9,4
	60 minutters blødetid				
10 cm	-1,7	-0,5	1,0	2,8	9,5
30 cm	-1,7	-0,5	0,7	2,7	9,5
50 cm	-1,9	-0,5	0,5	2,7	9,3
Snitt	-1,7	-0,5	0,7	2,7	9,4

Laveste temperatur i utblødningsvannet varierte mellom -1,7 og -1,9 °C, som er lavere enn frysepunktet for blod, slik det er bestemt i litteraturen.



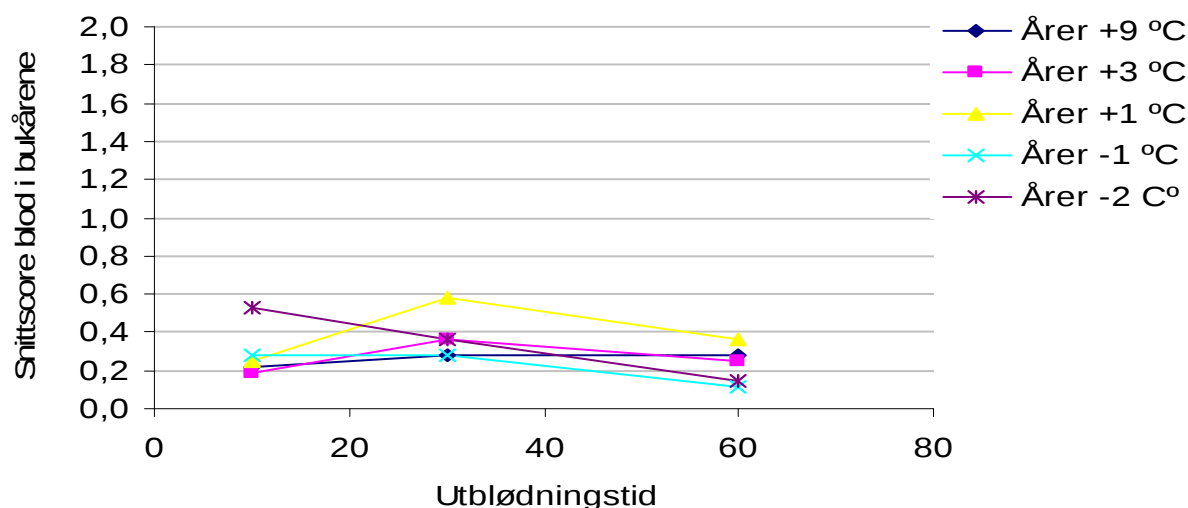
Figur 4 Lufttemperatur logget på kjølerommet der den utblødde, sløyde fisken sto til neste dag. Fisken ble satt inn på rommet ved tidspunkt ca 15.00 og ble tatt ut igjen ved tidspunkt 32, da den sensoriske vurderingen ble utført neste morgen. Det var også is i kassene slik at temperaturen i fisken var tilnærmet lik 0 °C.

3.2 Sensorisk vurdering av utblødningsgraden

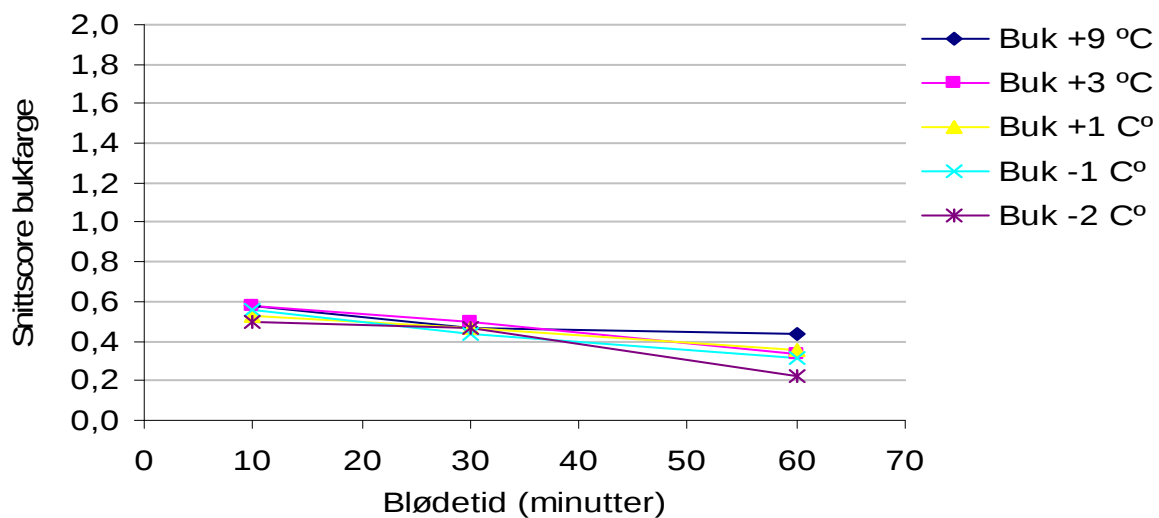
Tabell 3, figur 5 og 6 viser for hver vanntemperatur og blødetid de registrerte middelveidene for hver av de sensoriske måleparameterne for utblødningsgrad (blodfylte årer i buken, rødfarge i bukklappene og rød farge i loins). Tabell 3 viser også samlet middelveid for alle tre parameterne, for hver vanntemperatur og utblødningstid.

Tabell 3 Sensorisk score (middelveid og $\pm$ standardavvik) for hver temperatur og blødetid for hver av parameterne: Blodårer, bukfarge og loinsfarge. Middelveidene er snitt av 6 fisker, 3 dommere og 2 målepunkter på hver fisk (høyre og venstre filet). Tabellen viser også middelveid og $\pm$ std.avvik for de tre parameterne samlet, for hver temperatur og utblødningstid.

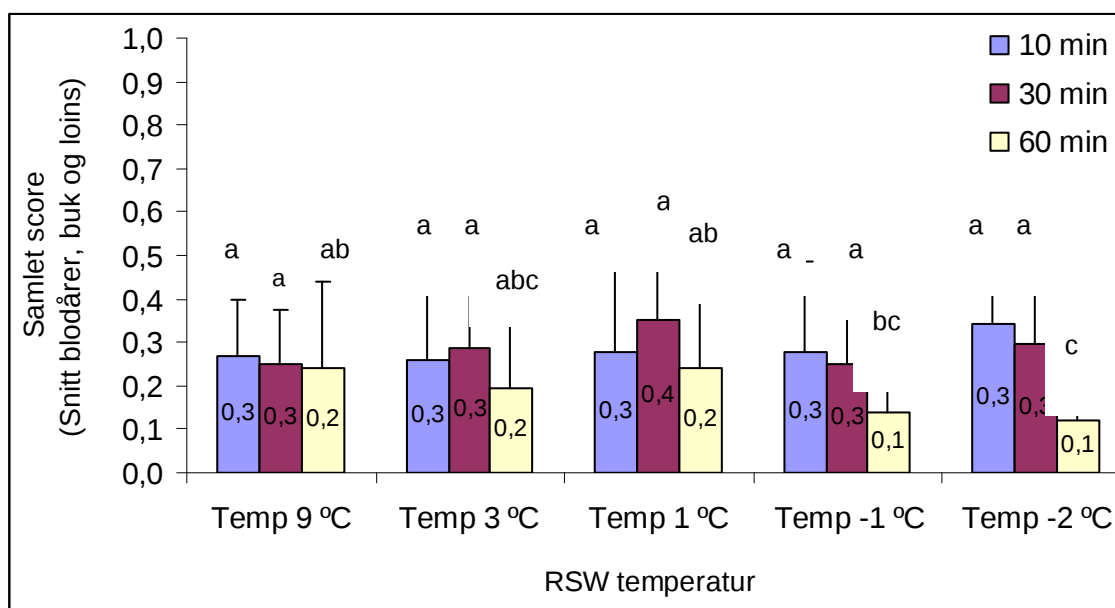
Vanntemp.	Blødetid	Blodårer	Bukfarge	Loinsfarge	Samlet score
+9 °C	10 min	0,22 $\pm$ 0,29	0,58 $\pm$ 0,25	0,00	0,27 $\pm$ 0,17
	30 min	0,28 $\pm$ 0,33	0,47 $\pm$ 0,13	0,00	0,25 $\pm$ 0,16
	60 min	0,28 $\pm$ 0,29	0,44 $\pm$ 0,33	0,00	0,24 $\pm$ 0,23
+3 °C	10 min	0,19 $\pm$ 0,40	0,58 $\pm$ 0,43	0,00	0,26 $\pm$ 0,24
	30 min	0,36 $\pm$ 0,27	0,50 $\pm$ 0,24	0,00	0,28 $\pm$ 0,22
	60 min	0,25 $\pm$ 0,35	0,33 $\pm$ 0,18	0,00	0,19 $\pm$ 0,17
1 °C	10 min	0,25 $\pm$ 0,29	0,53 $\pm$ 0,36	0,00	0,28 $\pm$ 0,26
	30 min	0,58 $\pm$ 0,31	0,47 $\pm$ 0,13	0,00	0,35 $\pm$ 0,22
	60 min	0,36 $\pm$ 0,29	0,36 $\pm$ 0,25	0,00	0,24 $\pm$ 0,22
-1 °C	10 min	0,28 $\pm$ 0,31	0,56 $\pm$ 0,29	0,00	0,28 $\pm$ 0,21
	30 min	0,28 $\pm$ 0,14	0,44 $\pm$ 0,25	0,00	0,25 $\pm$ 0,23
	60 min	0,11 $\pm$ 0,14	0,31 $\pm$ 0,22	0,00	0,14 $\pm$ 0,14
-2 °C	10 min	0,53 $\pm$ 0,32	0,50 $\pm$ 0,21	0,00	0,34 $\pm$ 0,19
	30 min	0,36 $\pm$ 0,36	0,47 $\pm$ 0,27	0,00	0,28 $\pm$ 0,21
	60 min	0,14 $\pm$ 0,16	0,22 $\pm$ 0,14	0,00	0,12 $\pm$ 0,11



Figur 5 Gjennomsnittlig score for blodfylte årer i buken, vurdert etter 10, 30 og 60 minutter utblødningstid i fem vanntemperaturer.



Figur 6 Gjennomsnittlig score for rødfarge i bukklappene, vurdert etter 10, 30 og 60 minutter utblødningstid i fem vanntemperaturer.



Figur 7 Samlet snittscore utblødningsgrad; for 5 RSW-temperaturer og 3 utblødningstider (10 min, 30 min og 60 min). Samlet score er snittkarakter for blod i bukårer, rødfarge i buker og rød farge i loins, vurdert av 3 dommere på seks fisker, 2 målepunkter på hver fisk (høyre og venstre filet). Søyler merket med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige, mens søyler merket med ulike bokstaver er signifikant forskjellige ($p < 0,05$).

Best mulig score for hver av de 3 sensoriske måleparameterne er 0 og dårligst mulig score er 2. Samlet snittscore lavere enn 0,5 for alle de 3 kriteriene under ett, tilsier at fisken er godt utblødd.

Resultatene som er vist i tabell og figurer ovenfor viser lave snittscore både for enkelt-kriteriene (tabell 3, figur 5 og 6) og for alle kriteriene samlet (figur 7). Samlet score i figur 7 fra 0,1 til 0,4 viser at fiskene i alle temperaturer og utblødningstider var godt utblødd.

I alle RSW temperaturene var det en tendens til at fisken var best utblødd etter 60 minutter blødetid, men det var bare i de to laveste temperaturene at utblødningsgraden var signifikant ($p < 0,05$) bedre etter 60 minutter enn etter 10 minutter og 30 minutter blødetid (figur 7).

Det var ikke signifikant forskjell i utblødningsgrad mellom vanntemperaturene etter 10 og 30 minutter utblødningstid. Etter 60 minutter blødetid var fisken i $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ signifikant bedre utblødd enn fisken i $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$, men ikke bedre enn fisken i $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (figur 7).

3.3 Konklusjon

Forsøksdesignet siktet mot å oppnå følgende temperaturer i RSW-vannet der fisken ble utblødd: Ca $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$, ca $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$, ca $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$, ca $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ og Ca $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Gjennom 60 minutter utblødningstid ble de faktisk oppnådde RSW-temperaturene i snitt logget til: $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $+9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Den laveste vanntemperaturen (snitt $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) er lavere enn de initielle frysepunktene for både blod og fiskemuskel, slik de er bestemt i litteraturen. Ved alle blødetidene i det kaldeste vannet kunne det derfor oppstå frysing i bløggensnitt, som eventuelt skulle hindre god utblødning, særlig ved de lengste blødetidene (30 og 60 min).

Basert på de sensoriske resultatene i forsøket er konklusjonen at utblødning i RSW ved lav temperatur ned mot $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, ikke gav dårligere blodtapping enn utblødning like lenge ved høyere temperaturer, opp til ca $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Selv den laveste vanntemperaturen senket derfor ikke temperaturen i bløggensnitt så mye, eller så raskt, at frysing av blodet påvirket utblødningen negativt.

Det var signifikant forskjell ($p < 0,05$) i utblødningsgrad mellom 10 og 60 minutter blødetid for de to kaldeste vanntemperaturene, 60 minutter gav bedre blodtapping enn 10 minutter. Også for de andre temperaturene var det en tendens til at utblødningen var bedre etter 60 minutter enn etter 10 og 30 minutter, men dette kom ikke ut som signifikant lavere sensorisk score.

Slurry-is er et alternativ til RSW når man ønsker å kombinere utblødning og rask nedkjøling av fisken tidlig i prosesslinja om bord på en tråler. Slurry-is kombinert med effektiv sirkulasjon i utblødningstanken kan gi ennå lavere temperatur enn det vi oppnådde i dette forsøket med RSW, gjerne ned mot $-2,7$ til $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Det må tas forbehold om at ved så lave temperaturer kan det oppstå andre forhold med hensyn til frysing og dermed dårligere blodtapping, enn det vi fant i vårt forsøk.

3.4 Bilder av filetene etter utblødning



Bilde 1 Tilfeldig utvalgte fileter fra den gruppen som ble utblødd 10, 30 og 60 minutter i vann med temperatur ca +9 °C. Blodårene i buken var godt tømt, bukfargen var lys og ingen rød farge i loinsdelen av filetene.



Bilde 2 Tilfeldig utvalgte fileter fra den gruppen som ble utblødd 10, 30 og 60 minutter i vann med temperatur ca +3 °C. Blodårene i buken var godt tømt, bukfargen var lys og ingen rød farge i loinsdelen av filetene.



Bilde 3 Tilfeldig utvalgte fileter fra den gruppen som ble utblødd 10, 30 og 60 minutter i vann med temperatur ca +1 °C. Blodårene i buken var godt tømt, bukfargen var lys og ingen rød farge i loinsdelen av filetene.



Bilde 4 Tilfeldig utvalgte fileter fra den gruppen som ble utblødd 10, 30 og 60 minutter i vann med temperatur ca -1 °C. I denne gruppen ble det 1 fisk som hadde noe blod i årene i buken, men bukfargen var lys og ingen rød farge i loinsdelen av filetene.



Bilde 5 Tilfeldig utvalgte fileter fra den gruppen som ble utblødd 10, 30 og 60 minutter i vann med temperatur ca -2 °C. Blodårene i buken var godt tømt, bukene var lyse og det var ingen rød farge i loinsdelen av filetene.

4 Referanser

- Hardarson V., Akse L. (2007). Mtr. "Rairo" – kuldeteknisk status. Teknisk Rapport, Sintef Energiforskning, februar 2007.
- Nordtvedt T.S. (2007). Tokt med tråleren Jergul i perioden 18.–26.04.07. Arbeidsnotat, Sintef Energiforskning, april 2007.
- Nordtvedt T.S. (2007). Tokt med tråleren Doggi i perioden 03.–12.12.07. Arbeidsnotat, Sintef Energiforskning, mars 2008.
- Olsen S. H., Sørensen N.K., Stormo S.K., Elvevoll E. (2006). Effect of slaughter methods on blood spotting and residual blood in fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 258 (2006) 462 – 469.

