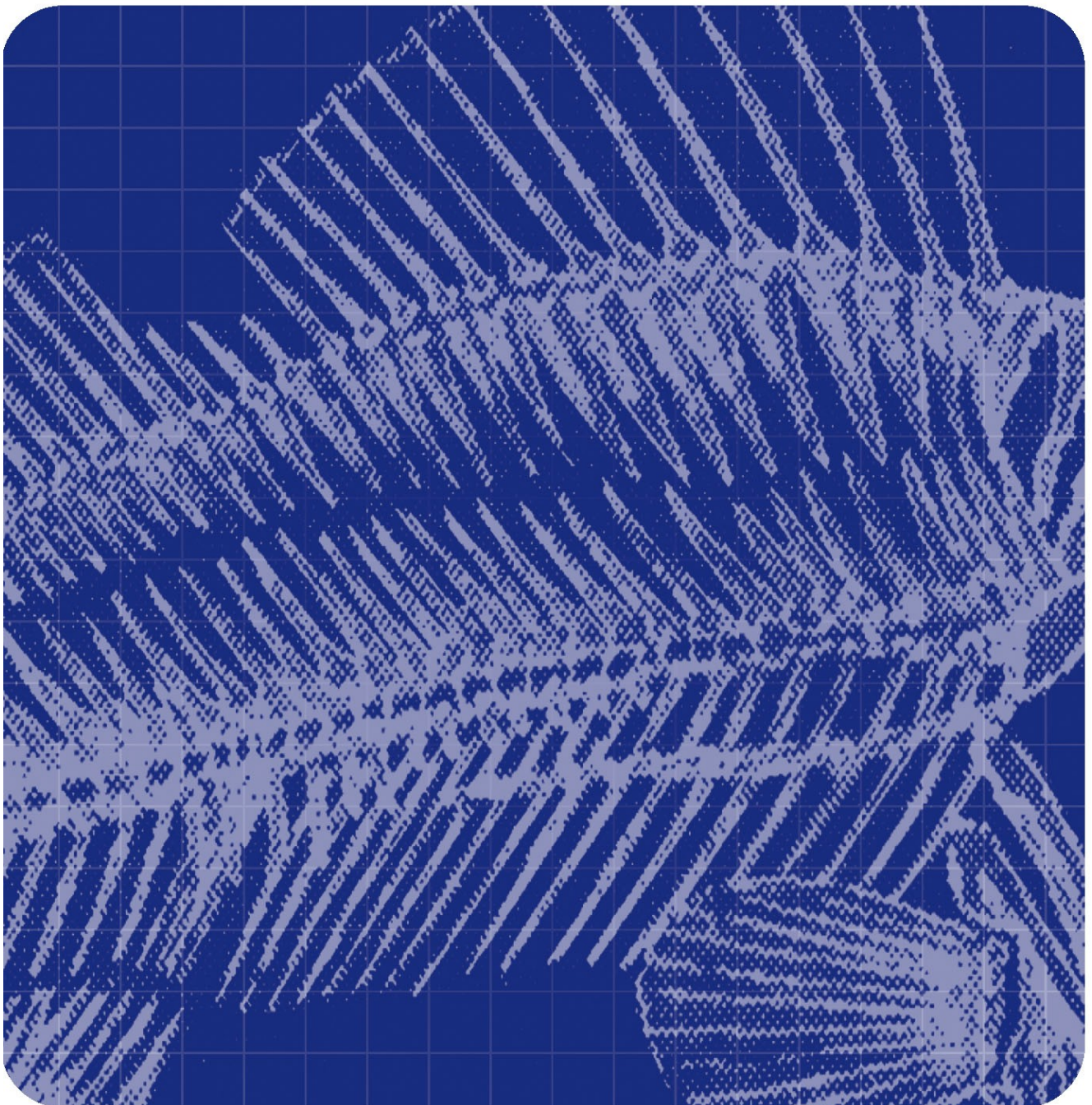




Pre-rigor filetering av levendefanget torsk - I Filetkvalitet - vill torsk restituert i merd etter fangst, uten fôring

Leif Akse, Torbjørn Tobiassen, Kjell Ø. Midling og Kåre Aas





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen.

Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforsknings arbeid bidra til utvikling av

- etterspurt sjømat
 - aktuelle oppdrettsarter
 - bioteknologiske produkter
 - teknologiske løsninger
- for dermed å gi konkurransedyktige virksomheter.

Fiskeriforskning har ca. 170 ansatte fordelt på Tromsø (120) og Bergen (50). Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen. Norconserv i Stavanger med 30 ansatte er et datterselskap av Fiskeriforskning.

Hovedkontor Tromsø:
Muninbakken 9-13
Postboks 6122
N-9291 Tromsø
Telefon: 77 62 90 00
Telefaks: 77 62 91 00
E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:
Kjerreidviken 16
N-5141 Fyllingsdalen
Telefon: 55 50 12 00
Telefaks: 55 50 12 99
E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

RAPPORT

	ISBN: 978-82-7251-608-5	Rapportnr: 3/2007	Tilgjengelighet: Åpen
Tittel: Pre-rigor filetering av levendefanget torsk - I: Filetkvalitet - vill torsk restituert i merd etter fangst, uten føring		Dato: 17. januar 2007	
		Antall sider og bilag: 16	
		Forskningssjef: Even Stenberg	
Forfatter(e): Leif Akse, Torbjørn Tobiassen, Kjell Ø. Midling og Kåre Aas		Prosjektnr.: 20084 og 1541-2	
Oppdragsgiver: Grunnbevilgning og Norges forskningsråd		Oppdragsgivers ref.: 158887/I10	
Tre stikkord: Fangstbasert havbruk, filet, pre-rigor			
Sammendrag: (maks 200 ord) I dette prosjektet ble det gjennomført to forsøk med filetering av torsk ved ulike rigortilstand. Råstoffet var stor skrei fisket levende utenfor Vesterålen i mars – april. Torsken ble ilandført levende av fangstfartøyet og mellomlagret uten føring i 2 og 4 uker før skånsom slakting, filetering og kjølelagring av filetene. I forsøkene ble ulike karakteristika målt og sammenlignet på fileter som var skåret ved 5 ulike tidspunkt etter slakting, fra pre-rigor (<2 timer <i>post mortem</i>) til post-rigor (6 døgn <i>post mortem</i>). Det var bare små variasjoner i ultimate muskel-pH. Rigortilstand ved filetering påvirket krymping og vektreduksjon (drypptap) under kjølelagring av filetene. Filetene som ble skåret pre-rigor var mindre spaltet, hadde fastere tekstur og noe mindre hvit farge enn filetene som var skåret i-rigor og post-rigor.			
English summary: (maks 100 ord) The objective was to determine how time of processing affected quality of chilled cod fillets. Wild Atlantic cod were kept alive in net pens without feeding, until filleting pre-, in- and post-rigor. There were only minor variations in ultimate pH dependent on filleting time. Rigor state affected weight reduction and contraction of the fillets, length reduction in pre-rigor fillets varied from 10 % to 13 %. Pre-rigor processed fillets had less gaping, more firm texture and better quality score during chilled storage after filleting. This leads to the conclusion that pre-rigor processing was a better concept for distribution and sale of high quality fresh cod fillets.			

Forord

Rapporten inngår som en del av rapporteringen fra Fiskeriforsknings aktivitet innenfor feltet Fangstbasert havbruk i perioden 2004 – 2006. Mye av denne aktiviteten har vært innrettet mot utvikling av teknologi og driftsregimer tilpasset den mindre kystflåten og landindustri som produserer ferske filetprodukter. Det er gjennomført en rekke forsøk med levendefangst, føring, mellomlagring, slakting og pre-rigor filetering av torsk. En betydelig del av arbeidet er utført som tilnærmet fullskala forsøk ute i flåte og industri. Finansiering er hentet fra flere kilder som Norges forskningsråd, Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfond, Innovasjon Norge og instituttets grunnbevilgning.

INNHold

1	Sammendrag	1
2	Innledning	2
2.1	Mål	3
3	Material og metode	4
3.1	Forsøk 1; Torsk fisket levende med snurrevad april 2004	4
3.1.1	Råstoff	4
3.1.2	Gjennomføring av forsøket	4
3.2	Forsøk 2; Torsk fisket levende med snurrevad mars 2005	5
3.2.1	Råstoff	5
3.2.2	Gjennomføring av forsøket	5
3.3	Måle- og analysemetoder	5
3.3.1	Fultons kondisjonsfaktor	5
3.3.2	pH-målinger	6
3.3.3	Krymping etter filetering	6
3.3.4	Vekttap etter filetering	6
3.3.5	Instrumentell fargemåling	6
3.3.6	Sensorisk vurdering av filetspalting og konsistens	6
3.3.7	Filetindeks	6
4	Resultater	8
4.1	pH i blod og muskel ved slakting og filetering	8
4.2	Krymping etter filetering	9
4.3	Vekttap etter filetering	10
4.4	Filetspalting og konsistens	11
4.5	Filetindeks	13
4.6	Instrumentelt målt filetfarge	14
5	Referanser	15

1 Sammendrag

I dette prosjektet ble det gjennomført to forsøk med filetering av torsk ved ulike rigortilstand. Råstoffet var levendefanget, stor villtorsk (skrei), fisket utenfor Vesterålen i mars – april. Torsken ble ilandført levende av fangstfartøyet og mellomlagret uten foring i 2 og 4 uker før skånsom slakting, filetering og kjølelagring av filetene. I forsøkene ble ulike karakteristika målt og sammenlignet på fileter som var skåret ved 5 tidspunkt etter slakting, fra pre-rigor (<1 time *post mortem*) til post-rigor (6 døgn *post mortem*).

Selv om begge forsøkene ble utført til samme årstid var fisken i det andre forsøket større ($\approx 4,8$ kg rund) enn i det første ($\approx 2,6$ kg rund). Ved slakting var K-faktor, pH i blod og pH i muskel tilnærmet identiske i de to forsøkene.

Resultatene viser at:

- Under kjølelagring etter filetering krympet filetene som var filetert pre-rigor 10-13 %. Filetene som var skåret i rigor krympet mindre (0,5 – 9 %) og filetene som ble skåret post-rigor krympet ikke.
- Vekttapet etter filetering var ulikt i forsøk 1 og 2. Filetene som ble skåret pre-rigor i forsøk 1 tapte <1 % i vekt 7-8 døgn etter filetering mens filetene som ble skåret i rigor og post-rigor tapte 4–6 %. I forsøk 2 var det langt mindre forskjeller i vekttap avhengig av rigortilstanden ved filetering.
- Fileter som var skåret inn til 12 timer etter slakting hadde ingen eller minimal spalting. Ved senere fileteringstidspunkt tiltok spaltingen med økende tid.
- Ved filetering inn til 12 timer etter slakting ble filetkonsistensen bedømt som fast/hard. Ved senere fileteringstidspunkt ble filetene mindre faste med økende tid.
- Filetene som ble skåret pre-rigor kom best ut med hensyn til sensorisk kvalitet vurdert på rå fileter under kjølelagring (lukt, farge, overflate, konsistens og spalting).
- Filetene som ble skåret pre rigor var mindre hvite enn filetene som ble skåret i-rigor og post-rigor. Uansett fileteringstidspunkt ble filetene hvitere utover under kjølelagringen.

2 Innledning

Fangst av levende fisk har lange tradisjoner i Norge og det fanges nå ca. 2000 tonn fisk for oppfôring hvert år (fangstbasert havbruk). Næringen antas å ha et betydelig potensial for økt verdiskaping, særlig gjennom mellomlagring og oppfôring av villfanget torsk. Dette kan gi fortrinn i forhold til markedstilpasning, redusere usikkerhet knyttet til industriens tilgang på råvarer og bidra til bedre lønnsomhet ved produksjon av ferske fiskeprodukter.

Når torsk eller andre fiskeslag blir fanget levende og lagret i havet før den blir slaktet og bearbeidet, eksempelvis til ferske filetprodukter, åpner dette muligheter for fiskeindustrien til å kunne forplikte seg i langsiktige avtaler mot deler av markedet som ikke aksepterer store svinginger i volum og kvalitet.

Konseptet bygger samtidig på en idé om at utvikling av fôringsregimer kan bidra til å øke volumet og skreddersy fisken kvalitetsmessig, for eksempel fiskestørrelse og ferskhetsgrad, til godt betalende markedssegmenter. Fanges torsken levende i en fase av livet når den både er lett tilgjengelig for fangst og særlig godt egnet for å vokse i fangeskap kan en slik strategi bidra til å øke verdien av fartøyets kvote og samtidig åpne muligheten for å forsyne markedet med det råstoffet og de produktene det etterspør.

I dag er det ikke tilgjengelig godt tørrfor som er tilpasset levendefanget vill torsk. I mangel av gode foringsregimer er derfor kort tids mellomlagring av villfanget torsk i noen uker uten foring et høyst aktuelt konsept, mellom annet for å restituere fisken kvalitetsmessig etter fangst. Nye forskningsresultater viser at en kort restitueringsfase etter fangst kombinert med skånsom slaktning kan forbedre råstoffkvaliteten betydelig (Midling og andre, 2005).

Tradisjonelt kjenner vi pre-rigor filetering fra produksjon av frossen filet ombord på fabrikkskip. Yngelbasert fiskeoppdrett og fangstbasert havbruk åpner denne muligheten også for landbasert fiskeindustri. Skal man oppnå optimalt produktutbytte og god filetkvalitet er det ikke aktuelt å filetere torsk eller annen hvitfisk mens den er inne i fast *rigor mortis*. Ved tradisjonell post-rigor filetering må fabrikkene derfor kjølelagre råstoffet i 3-5 døgn, til fisken er ute av rigor. Slik lagring av råstoffet betyr tap av verdifull tid til distribusjon og salg. Eldre råstoff betyr også kortere holdbarhet i kjølt tilstand etter filetering og at produktene har tapt ferskhet før de når frem til konsumentene.

Den økende interessen for pre-rigor filetering av oppdrettslaks og ørret er basert på at dette konseptet kan tilby kjøperne i ferskemarkedet og konsumentene stabil tilgang på ekstra ferske filetprodukter. Pre-rigor filetering nær oppdrettslokalitetene og distribusjon av fileter i stedet for hel fisk, bidrar også til å redusere volumet som skal transporteres ut i markedet, noe som igjen har positive kostnads- og miljøeffekter.

Det er vist at fileteringstidspunktet har signifikant innvirkning på kvaliteten og holdbarheten til fileter av laks og ørret. At fileter som blir skåret pre-rigor krymper er godt kjent. Det er også rapportert forskjeller i tekstur og farge på laksefileter avhengig av om de var tilvirket pre-rigor eller post-rigor (Skjervold, 2002). Den samme undersøkelsen viste også at graden av filetpalting ble redusert ved pre-rigor filetering, sammenlignet med post-rigor filetering av laks (Skjervold, 2002).

Kvalitetsegenskaper som væskeslipp (vekttap) og mikrobiell aktivitet under kjølelagring av ferske fileter kan antas å bli påvirket av at råstoffet blir bearbeidet pre-rigor umiddelbart etter slaktning, eller blir lagret gjennom *rigor mortis* før produksjon. Det er også vist at kvaliteten på

røkt laks og ørret blir forskjellig avhengig av om det benyttes pre- eller post-rigor råstoff (Rørå og andre, 2003; Tobiassen og andre, 2003; Birkeland og andre, 2006).

Kvalitetseffekter av pre-rigor filetering er undersøkt i flere studier på fete fiskeslag som laks og ørret. Det er derimot gjort langt mindre av tilsvarende undersøkelser på torsk, eller andre hvitfiskarter. Selv om mye vil være likt er det grunn til å anta at magre fiskeslag, som torsk, i betydelig grad kan skille seg ut fra fet laksefisk med hensyn til kvalitets- og holdbarhetseffekter av pre-rigor bearbeiding. Dette var grunnen til at forsøkene som inngår i denne rapporten ble gjennomført i 2004 og 2005, i forbindelse med Fiskeriforsknings øvrige arbeid innenfor fangstbasert havbruk (Midling og andre 2005).

2.1 Mål

Begge forsøkene tok begge utgangspunkt i levendefangst av torsk med snurrevad og kort tids mellomagring av levende fisk i merd uten foring, før slakting og filetering. Torsk fra dette konseptet for fangstbasert havbruk ble filetert ved ulik rigortilstand og det ble målt hvordan dette påvirket filetkvaliteten, umiddelbart etter filetering og under kjølelagring av filetene etterpå.

Målet var å dokumentere hvordan fileteringstidspunkt etter avliving, med tilhørende rigor-tilstand og pH i muskelen, påvirket kvalitetsparameter som:

- Krymping (filetlengde) etter filetering
- Vekttap under kjølelagring etter filetering
- Filetpalting, konsistens og farge
- Sensorisk kvalitet på rå fileter (Filetindeks)

når råstoffet var stor torsk, fisket levende med snurrevad og mellomagret (restituert) levende i merd uten foring i 2-4 uker etter fangst.

3 Material og metode

3.1 Forsøk 1: Torsk fisket levende med snurrevad april 2004

3.1.1 Råstoff

Råstoffet i dette forsøket var 30 stk torsk (skrei) som var fisket levende med snurrevad og restituert (lagret levende) i merd, uten foring, i 2 uker før slakting (tabell 1).

Tabell 1 Biologiske parametere for råstoffet i forsøk 1, Stø i Vesterålen.

Parametre	Snittverdier	
Lengde	68,20	± 4,65
Vekt rund	2570,20	± 451,40
Vekt sløyd	2209,90	± 340,30
K-faktor rund	0,81	± 0,10
K-faktor sløyd	0,70	± 0,08
pH blod	7,81	± 0,06
pH muskel	7,83	± 0,09

3.1.2 Gjennomføring av forsøket

I dette forsøket ble torsk fisket med snurrevad utenfor Stø i Vesterålen i april, fraktet til land i levendefisk tank og håvet over i notposer (laksemerd) hvor den ble lagret levende i 13 døgn uten foring. Den 14. april ble 30 torsker håvet ut og avlivet med slag i hodet. Umiddelbart etter bløgging ble pH målt i blodet og muskelen hos alle fiskene. Fisken lå 30 minutter til utblødning før den ble sløyd og vasket. Lengde og vekt ble registrert på alle fiskene.

Videre i forsøket ble fiskene fordelt i 5 grupper med 6 fisker i hver gruppe, som ble filetert ved ulike rigortilstander til 5 ulike tidspunkter etter avliving:

Fileteringstidspunkt etter avliving og rigortilstand:

- <1 time, *pre rigor*
- 6 timer, begynnende rigor
- 12 timer, tiltagende rigor
- 1 døgn, i rigor
- 6 døgn, *post rigor*

I alle gruppene ble venstre filet skåret ved det aktuelle tidspunktet etter avliving, mens høyre filet i alle gruppene ble skåret 6 døgn etter avliving (*post rigor*).

Etter filetering og skinning ble filetene individmerket, veid og lengdemålt. Fargen på filetene ble målt med Minolta CR-200. Ved fileteringstidspunktet ble muskel-pH målt i hver fisk og filetspalting og konsistens ble registrert sensorisk. Venstrefiletene ble svøpt i plast og iset i kasser. Samme registreringer som ved filetering ble gjentatt 6 og 8 døgn etter slakting.

3.2 Forsøk 2; Torsk fisket levende med snurrevad mars 2005

3.2.1 Råstoff

Råstoffet i dette forsøket var 30 stk torsk (skrei) som var fisket levende med snurvad og restituert (lagret levende) i merd, uten foring, i ca 4 uker før slakting (tabell 2).

Tabell 2 Biologidata for råstoffet i forsøk 2, Stø i Vesterålen mars 2005.

Parametre	Snittverdier
Lengde	83,3 ± 7,5
Vekt rund	4820 ± 1531
K-faktor rund	0,81 ± 0,10
pH blod	7,81 ± 0,10
pH muskel	7,81 ± 0,10

3.2.2 Gjennomføring av forsøket

Torsken ble fanget med snurrevad uten for Stø i Vesterålen i månedsskiftet februar/mars 2005, fraktet i levendefisktank og håvet over i merd hvor den ble oppbevart levende i ca 4 uker uten foring. Den 31. mars ble 30 stk torsk håvet ut og avlivet med slag i hodet og bløgget. Ved bløgging ble pH målt i blod og muskel hos alle fiskene. Fisken lå 30 minutter til utblødning i vann før den ble sløyd og vasket. Lengde og rund vekt ble registrert på alle fiskene før sløyning. Fisken ble delt inn i 5 grupper som igjen ble filetert til ulike tider etter slakting.

Fileteringstidspunkt etter avliving og rigortilstand:

- <1 time, *pre rigor*
- 12 timer, tiltagende rigor
- 1 døgn, i-rigor
- 2 døgn, avtagende rigor
- 4 døgn etter avliving, *post rigor*

Etter filetering og skinning ble filetene lengdemålt og veid. Ved filetering ble pH målt i fileten. Spalting, lukt, farge og konsistens ble vurdert sensorisk etter et standardisert skjema (Filetindeks). Filetene ble svøpt i plast før de ble iset i 5 kg styroporesker og lagret på kjølerom frem til neste analysetidspunkt.

3.3 Måle- og analysemetoder

3.3.1 Fultons kondisjonsfaktor

Før og etter sløyning ble fisken lengdemålt (m/hode) og veid. Fultons K-faktor ble beregnet for rund og sløyd fisk etter følgende formel:

$$\text{Kondisjonsfaktor} = \frac{\text{Vekt (g)} * 100}{(\text{Lengde (cm)})^3}$$

3.3.2 pH-målinger

pH ble målt ved avliving (blod og muskel, n=30), ved filetering (n=6), 6 døgn etter avliving (n=30) og 8 døgn etter avliving (n=30).

Alle pH målingene ble utført med et WTW 330/Set-1 pH Meter (Wissenschaftlich-Technische Werkstatt, Weilheim, Germany), med en Hamilton dobbelpore glasselektrode (Hamilton Bonaduz, Switzerland). Målingene i blod ble gjort direkte i hjerteposen ved bløgging. Målingene i muskel på hel fisk og fileter ble gjort direkte i tykkfisken (loins) mellom de to fremste ryggfennene et stykke nedover mot midtlinjen.

3.3.3 Krymping etter filetering

Krymping ble beregnet som prosentendring i filetlengde.

Lengden ble målt på 6 fileter fra hvert fileteringstidspunkt, umiddelbart etter filetering og ved senere måletidspunkter. Maksimal krymping ble målt 6-8 døgn *post mortem*, etter at fisken var gjennom *rigor mortis*.

3.3.4 Vekttap etter filetering

Vekttap etter filetering ble registrert ved at 6 fileter fra hvert fileteringstidspunkt ble veid enkeltvis umiddelbart etter filetering og ved senere måletidspunkter. Vekttapet ble beregnet som % av filetens vekt ved filetering.

3.3.5 Instrumentell fargemåling

Filetfargen ble målt instrumentelt ved i 3 punkter på 6 fileter ved filetering og 2 døgn etter filetering. Målingene ble utført med et Minolta Chromameter CR-200 og basert på disse målingene er hvithet beregnet som L^*-3b^* .

3.3.6 Sensorisk vurdering av filetspalting og konsistens

Seks og åtte døgn etter slakting ble filetspalting og konsistens vurdert sensorisk på 6 fileter fra hvert av de aktuelle fileteringstidspunktene. Vurderingene ble utført etter standard poengskalaer.

Spalting: 0=ingen spalting, 1=moderat spalting, 2=spaltet/løs filet, 3=svært mye spalting.

Konsistens: 0=naturlig fast konsistens, 1=litt bløt, 2=bløt filet, 3=meget bløt filet.

3.3.7 Filetindeks

Filetkvalitet ble evaluert sensoriske på dag 6 etter filetering, utført av 2 dommere etter en standard poengskala utviklet av Fiskeriforskning for vurdering av rå filetpøver (Filetindeks). Parameterne i Filetindeksen var: Spalting, lukt, farge og konsistens. Kriteriene lukt, farge og konsistens er gradert i en firedelt skala; fra 0 (best) til 3 (dårligst). Skalaen for farge og overflate er tredelt, fra 0 (best) til 2 (dårligst). Samlet indeksverdi er summen av snittkarakterene for de fem kriteriene, beste indeksscore er 0 og dårligste 13.

Vurderingsskjema for Filetindeks:

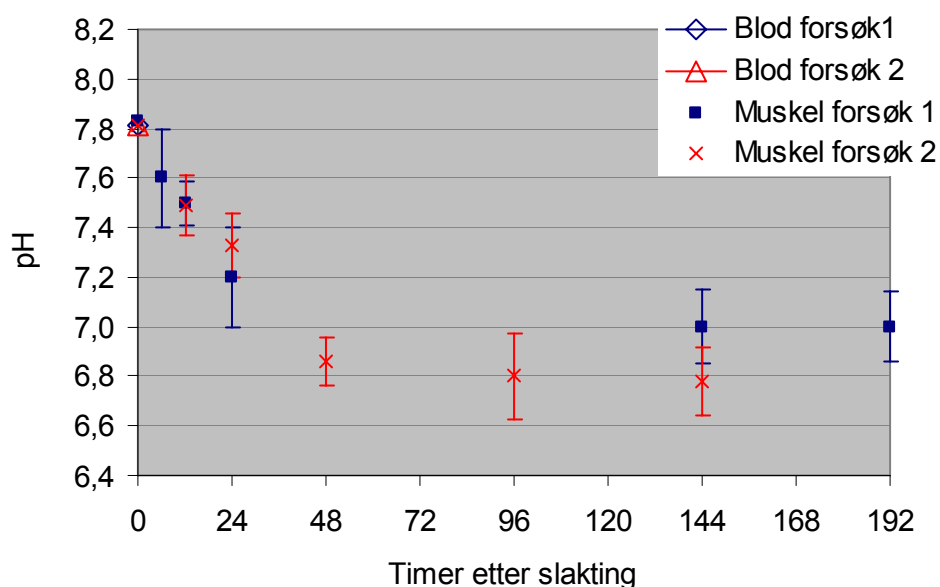
Parameter	Poengskala og beskrivelse
Lukt	0: Frisk lukt av sjø, blodfersk
	1: Nøytral
	2: Fiskelukt (TMA)
	3: Ammoniakk, sur
Spalting	0: Ingen spalting
	1: Begynnende spalting
	2: Noe spalting, løs filet
	3: Mye spalting, usammenhengende
Farge	0: Fileten har en ensartet fersk, hvit farge
	1: Fileten har en gul-/gråaktig (gammel) farge
	2: Flekket, tydelig misfarget, gjennomsiktig
Konsistens	0: Naturlig konsistens
	1: Fileten er litt bløt
	2: Fileten er bløt
	3: Fileten er meget bløt
Overflate	0: Tørr, blank overflate
	1: Har partier med oppløst overflate
	2: Overflaten er meget oppløst

4 Resultater

4.1 pH i blod og muskel ved slakting og filetering

Tabell 3 pH i blod og muskel målt ved slakting og ved filetering <1 time, 6 timer, 12 timer, 24 timer, 4 døgn, 6 døgn og 8 døgn etter avliving. Forsøk 1: n=6, forsøk 2: n=10.

	Måletidspunkt etter avliving							
	<1 t	6 t	12 t	1 døgn	2 døgn	4 døgn	6 døgn	8 døgn
pH blod forsøk 1	7,8±0,1							
pH blod forsøk 2	7,8±0,1							
pH muskel forsøk 1	7,8±0,1	7,6±0,2	7,5±0,1	7,2±0,2			7,0±0,2	7,0±0,2
pH muskel forsøk 2	7,8±0,1		7,5±0,1	7,3±0,1	6,9±0,1	6,8±0,2	6,8±0,2	



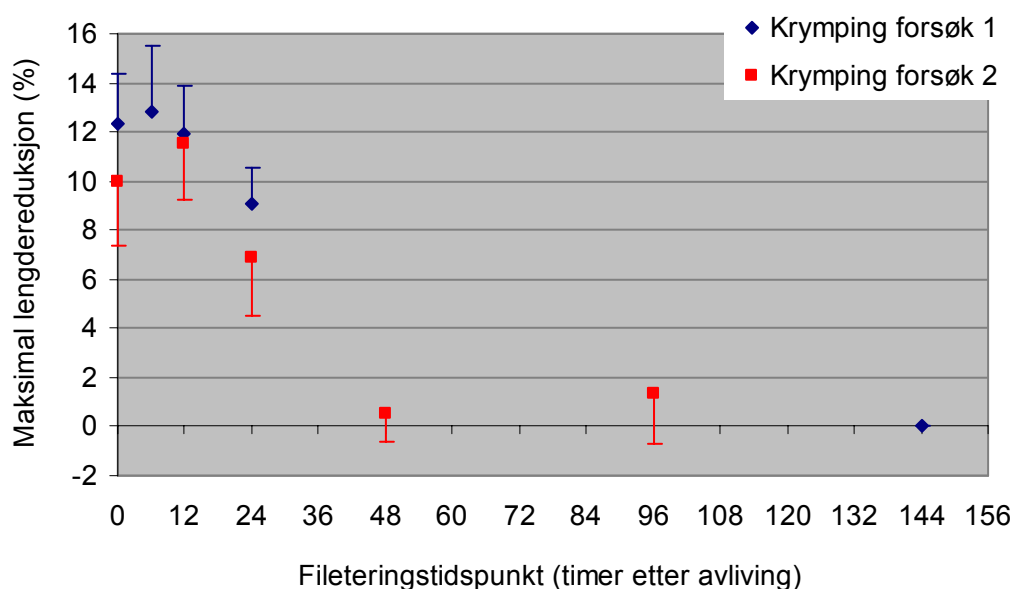
Figur 1 pH i blod og muskel målt ved slakting og ved filetering <1 time, 6 timer, 12 timer, 24 timer, 4 døgn, 6 døgn og 8 døgn etter avliving. Forsøk 1: n=6, forsøk 2: n=10.

I begge forsøkene var pH i levende fisk (blod og muskel) relativt høy, noe som ikke er uvanlig for levendefanget godt restituert vill torsk (Midling og andre, 2005). Etter 6-8 døgn kjølelagring i is var pH i muskelen redusert til 7,0 i forsøk en og 6,8 i forsøk to. Også dette er relativt høye nivåer med hensyn til slutt-pH i torsk, noe som kan henge sammen med at denne fisken ikke var foret under levendelagringen etter fangst. Det er lite forskjell i pH mellom forsøkene, selv om sultetiden før slakting var ulik (2 uker og 4 uker). Høy initiell pH i blod og muskel indikerer sammen med relativt høy slutt-pH at fisken ble lite stresset og utmattet under slakting.

4.2 Krymping etter filetering

Tabell 4 Maksimal krymping av filetene målt som % lengdereduksjon. Gjennomsnitt og stdav(\pm) for hvert fileteringstidspunkt: <1 time, 6 timer, 12 timer, 1 døgn, 4 døgn og 6 døgn etter avliving (n=6 i forsøk 1 og 10 i forsøk 2). Maksimal krymping er målt ≥ 2 døgn etter filetering.

	Fileteringstidspunkt etter avliving						
	<1 t	6 t	12 t	1 døgn	2 døgn	4 døgn	6 døgn
Lengdereduksjon forsøk 1	12,3 \pm 2,1	12,8 \pm 2,7	11,9 \pm 2,0	9,1 \pm 1,4			0,0 \pm 0,0
Lengdereduksjon forsøk 2	10,0 \pm 2,6		11,5 \pm 2,3	6,9 \pm 2,4	0,5 \pm 1,1	1,3 \pm 2,0	



Figur 2 Maksimal krymping av filetene målt som % lengdereduksjon (gjennomsnitt og stdav) for hvert av fileteringstidspunktene i forsøk 1 og 2: <1 time, 6 timer, 12 timer, 1 døgn, 4 døgn og 6 døgn etter avliving (n = 6 i forsøk 1 og 10 i forsøk 2). Maksimal krymping av filetene er målt ≥ 2 døgn etter filetering.

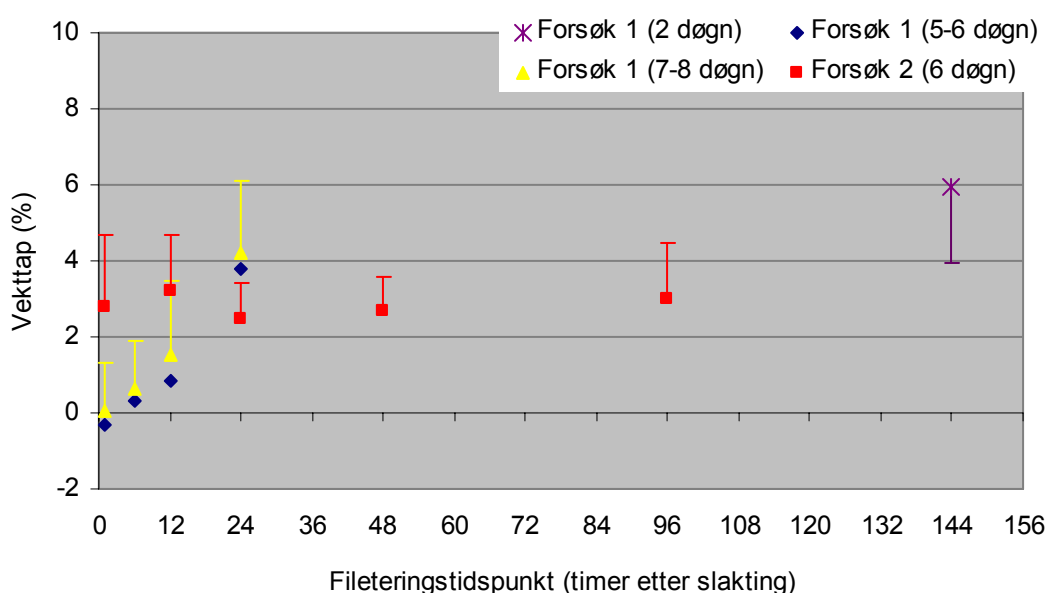
Tabell 4 og figur 2 viser at filetene krympet 10-13 prosent i lengderetning når de ble filetert før 12 timer etter slakting. Krympingen var redusert til 7-9 % når fisken ble filetert 24 timer etter slakting. Når fisken ble filetert >2 døgn etter slakting krympet filetene minimalt eller ikke i det hele tatt. Sammenholder vi dette med pH-målingene i tabell 3 hadde muskel-pH i forsøk 2 i løpet av to døgn etter slakting falt fra ca 7,8 til ca 6,9 i alle fiskene. Filetene som ble skåret 6 døgn etter slakting i forsøk 1 krympet ikke i det hele tatt. Muskel-pH i disse fiskene ble da målt til ca 7,0 og hadde falt fra pH ca 7,8 ved slakting.

Resultatene er som ventet og i samsvar med andre lignende forsøk med laksefisk og torsk som ble filetert pre-rigor, i-rigor eller post-rigor (Skjervold 2002, Rørå og andre, 2003; Tobiassen og andre, 2003; Birkeland og andre, 2006).

4.3 Vekttap etter filetering

Tabell 5 Vektendring under kjølelagring av filet, avhengig av fileteringstidspunkt (rigor). Vektendring angitt i prosent av vekt ved filetering (n = 6 i forsøk 1 og 5 i forsøk 2).

		Fileteringstidspunkt (tid etter slakting)						
		<1 t	6 t	12 t	1 døgn	2 døgn	4 døgn	6 døgn
Forsøk 1	Vektendring 2 døgn etter filetering (%)							-5,9±2,0
	Vektendring 5-6 døgn etter filetering (%)	0,3±1,1	-0,3±0,8	-0,8±1,1	-3,8±2,1			
	Vektendring 7-8 døgn etter filetering (%)	-0,1±1,3	-0,6±1,3	-1,6±1,9	-4,2±1,9			
Forsøk 2: Vektendring målt 6 døgn etter filetering (%)		-2,8±1,9		-3,2±1,5	-2,5±0,9	-2,7±0,9	-3,0±1,5	



Figur 3 Vektendring (tap) under kjølelagring etter filetering: <1 time, 6 timer, 12 timer, 1 døgn, 2 døgn og 4 døgn etter slakting. I forsøk 1 ble vekttapet målt to ganger, henholdsvis 5-6 døgn etter filetering og 7-8 døgn etter filetering. I forsøk 2 ble vekttapet målt en gang 6 døgn etter filetering. Forsøk 1: n = 6. Forsøk 2: n = 5.

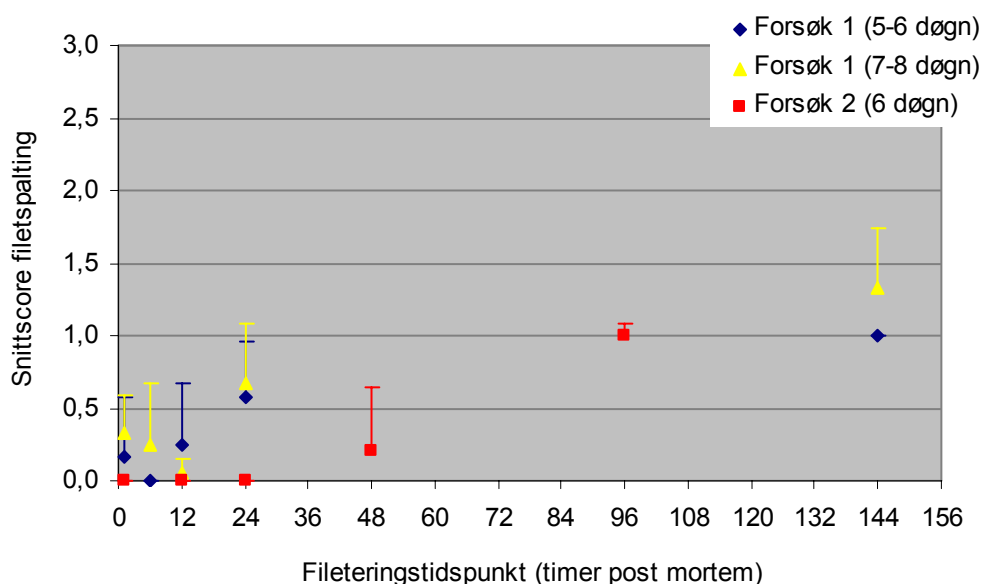
I forsøk 1 hadde filetene i gruppen som ble filetert <1 time og 6 timer etter slakting tilnærmet stabil vekt hele tiden i 7-8 døgn etter filetering (tabell 5), mens filetene i gruppene som ble filetert 12 timer etter slakting hadde et lite vekttap etter 7-8 døgn kjølelagring. Tilsvarende vekttap var i snitt høyere (ca 4 %) for filetene som ble skåret 24 timer etter slakting og høyest av alle i filetene som ble skåret post-rigor 6 døgn etter slakting som i snitt hadde mistet ca 6 % av vekten allerede 2 døgn etter filetering.

Tabell 5 og figur 3 viser også at i forsøk 2 forløp vekttapet etter filetering svært ulikt fra det som ble målt i forsøk 1. I forsøk 2 tapte filetene tilnærmet like mye vekt i løpet av 6 døgn etter filetering uavhengig av om de ble skåret av pre-rigor, i-rigor eller post-rigor råstoff.

4.4 Filetspalting og konsistens

Tabell 6 Filetsspaltning vurdert 5-6 døgn og 7-8 døgn etter filetering (snittverdi, \pm stdav). Karakter 0 tilsier at fileten var helt uten spalting, karakter 1 tilsier at fileten var moderat spaltet mens karakter 2 tilsier at fileten var mye spaltet.

	Fileteringstidspunkt (tid etter avliving)						
	<1 t	6 t	12 t	1 døgn	2 døgn	4 døgn	6 døgn
Forsøk 1: Spalting vurdert 5-6 døgn etter filetering	0,2 \pm 0,4	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 0,4	0,6 \pm 0,4			1,0 \pm 0,0
Forsøk 1: Spalting vurdert 7-8 døgn etter filetering	0,3 \pm 0,3	0,3 \pm 0,4	0,1 \pm 0,1	0,7 \pm 0,4			1,3 \pm 0,4
Forsøk 2: Spalting vurdert 6 døgn etter filetering	0,0 \pm 0,0	n.d.	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,2 \pm 0,4	1,0 \pm 0,1	



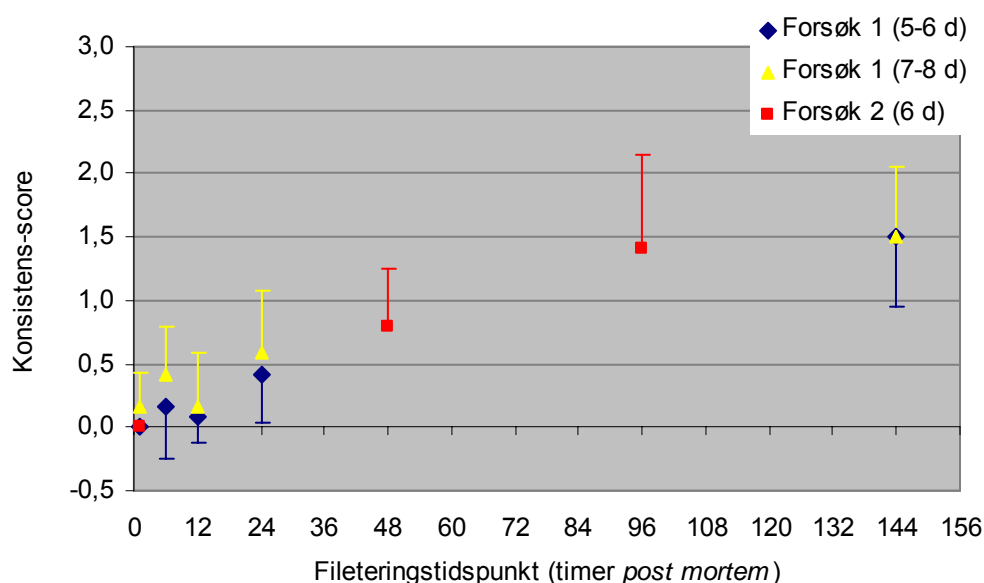
Figur 4 Spalting vurdert på fileter 5-6 døgn og 7-8 døgn etter filetering. Karakter 0 betyr at fileten var helt uten spalting, karakter 1 og 2 betyr at fileten var lite/moderat spaltet mens karakter 3 betyr at fileten var mye spaltet.

Filetene som i forsøk 1 ble skåret pre-rigor <1 og 6 timer etter slakting og i tiltagende rigor 12 timer etter slakting, var alle tilnærmet uten spalting både ved vurdering 5-6 døgn og 7-8 døgn etter filetering. Filetene som i forsøk 1 ble skåret i-rigor 1 døgn etter slakting og post-rigor 6 døgn etter slakting var mer spaltet ved begge vurderingstidspunktene enn pre-rigor filetene. Imidlertid var ingen av gruppene i dette forsøket preget av mye filetspalting (tabell 6, figur 4).

Også i forsøk 2 hadde filetene generelt lite spalting. Ingen av filetene i de tre gruppene som ble skåret <1 time, 12 timer eller 24 timer etter slakting hadde filetspalting ved vurdering 6 døgn etter filetering. Filetene som ble skåret i-rigor 2 døgn etter slakting og post-rigor 4 døgn etter slakting var noe mer spaltet, post-rigor gruppen mest.

Tabell 7 Konsistens vurdert 5-6 døgn og 7-8 døgn etter filetering, økende verdier indikerer tiltagende bløthet. Karakter 0 = fast filet, karakter 3 = bløt filet (forsøk 1: n=6, forsøk 2: n=5).

	Fileteringstidspunkt (tid etter avliving)						
	<1 t	6 t	12 t	1 døgn	2 døgn	4 døgn	6 døgn
Forsøk 1: 5-6 døgn etter filetering	0,00±0,00	0,17±0,41	0,08±0,20	0,42±0,38			1,50±0,55
Forsøk 1: 7-8 døgn etter filetering	0,17±0,26	0,42±0,38	0,17±0,41	0,58±0,49			1,50±0,55
Forsøk 2: 6 døgn etter filetering	0,00±0,00				0,80±0,45	1,40±0,75	



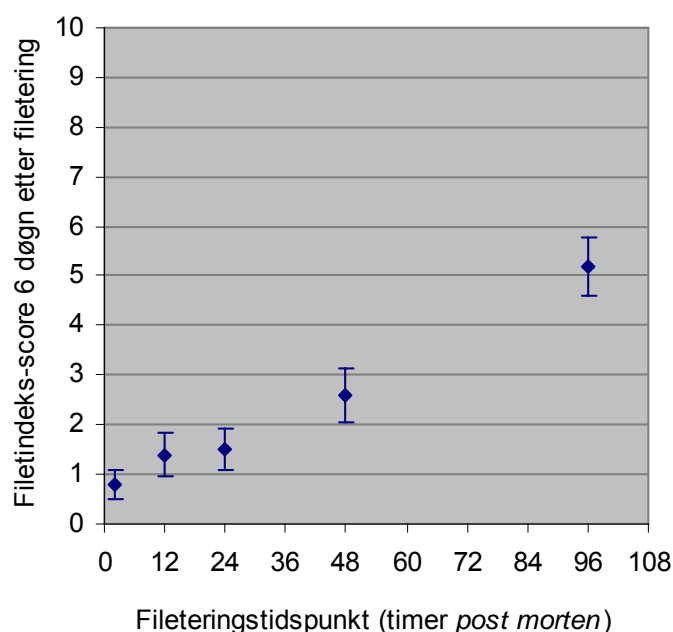
Figur 5 Konsistens vurdert 5-6 døgn og 7-8 døgn etter filetering, økende verdier indikerer tiltagende bløthet. Karakter 0 = fast filet, karakter 3 = bløt filet (forsøk 1: n=6, forsøk 2: n=5).

Da filet kvaliteten ble vurdert 5-6 og 7-8 døgn etter filetering delte prøvene seg grovt inn i tre grupper med hensyn til sensorisk vurdert tekstur.

Filetene som var skåret pre-rigor eller i tiltagende rigor 1, 6 og 12 timer etter slakting var fastere enn de andre gruppene og fikk klart best (lavest) score med hensyn til konsistens. Filetene som ble skåret post-rigor, 6 døgn etter slakting i forsøk 1 og 4 døgn etter slakting i forsøk 2, var bløtest og fikk høyest score med hensyn til konsistens. Gruppene som ble skåret 1 døgn etter slakting i forsøk 1 og 2 døgn etter slakting i i forsøk 2 plasserte seg mellom pre-rigor- og post-rigor gruppene med hensyn til bløthet og konsistens score (tabell 7, figur 5).

Disse resultatene er helt som forventet og i overensstemmelse med tilsvarende resultater fra tidligere undersøkelser av konsistens og filetspalting under kjølelagring av fileter av fet og mager fisk når fileteringen ble utført henholdsvis pre-rigor, i-rigor eller post-rigor (Skjervold 2002, Rørå og andre, 2003; Tobiassen og andre, 2003; Birkeland og andre, 2006).

4.5 Filetindeks



Figur 6 Filetindeks (lukt, farge, spalting, tekstur og overflatestruktur) vurdert 6 døgn etter filetering i forsøk 2. Beste indeksscore = 0, økende indeksscore indikerer redusert kvalitet på filetene med 13 som dårligst mulige score (n=5).

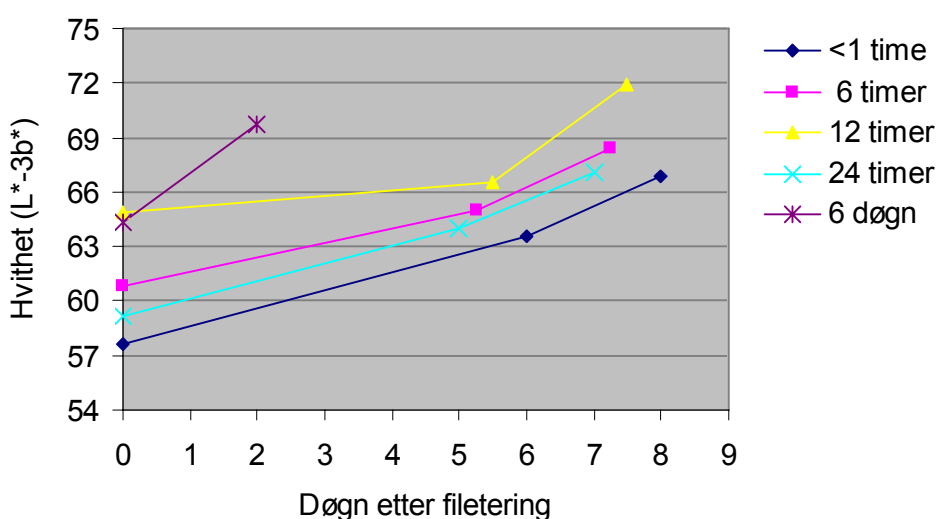
Filetindeksen i figur 6 er vurdert 6 døgn etter filetering. Den gir dermed et inntrykk av den sensoriske kvaliteten til ferske, rå fileter tidlig etter at de kommer frem til konsumentene når distribusjonstiden er 4 – 5 døgn fra produksjonsbedrift til produktene er ute i butikk, slik den er for ferske filetprodukter fra Nord-Norge til viktige markeder i Europa.

Resultatene i figur 6 viser at fileter som ble skåret pre-rigor <1 time etter slakting scoret best med hensyn til sensorisk kvalitet når de kunne blitt presentert for konsumenter i butikk. Også fileter som ble produsert 12 timer og 24 timer etter slakting scoret bedre på filetindeksen 6 døgn etter filetering enn fileter som ble produsert i full rigor eller post-rigor, av råstoff som hadde vært kjølelagret 2 eller 4 døgn etter slakting.

4.6 Instrumentelt målt filetfarge

Tabell 8 Hvithet (L^*-3b^*) målt med Minolta CR-200 ved filetering <1 time, 6 timer, 12 timer, 1 døgn og 6 døgn etter slakting. Figuren viser også utvikling i hvithet under kjølelagring av filetene i inn til 8 døgn etter filetering, snittverdier \pm stdav, (n=6).

	Fileteringstidspunkt etter avliving				
	<1 time	6 timer	12 timer	24 timer	6 døgn
pH i muskel ved filetering	7,8 \pm 0,1	7,6 \pm 0,2	7,5 \pm 0,1	7,2 \pm 0,2	6,9 \pm 0,1
Hvithet v/filetering	57,6 \pm 2,8	60,9 \pm 4,1	64,8 \pm 2,1	59,2 \pm 2,4	64,3 \pm 2,7
Hvithet 2 døgn etter filetering	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	69,7 \pm 1,6
Hvithet 5-6 d etter filetering	63,6 \pm 3,4	65,0 \pm 2,9	66,5 \pm 3,5	64,0 \pm 5,6	n.d.
Hvithet 7-8 d etter filetering	66,9 \pm 3,3	68,4 \pm 3,2	71,9 \pm 1,9	67,0 \pm 2,2	n.d.



Figur 7 Hvithet (L^*-3b^*) målt med Minolta CR-200 ved filetering <1 time, 6 timer, 12 timer, 1 døgn og 6 døgn etter slakting. Figuren viser også utvikling i hvithet under kjølelagring av filetene i inn til 8 døgn etter filetering, snittverdier, (n=6).

Instrumentell fargemåling ble bare utført i forsøk 1, der fisken ble filetert ved følgende tidspunkt etter slakting: <1 time (pre-rigor), 6 timer (begynnende rigor), 12 timer (tiltagende rigor), 24 timer (i-rigor) og 6 døgn (post-rigor). Resultatene i tabell 8 og figur 7 tenderer mot at hvithet målt umiddelbart etter filetering er lavest i filetene som ble skåret pre-rigor og øker med økende tid etter slakting, selv om dette resultatet ikke er entydig siden filetene som ble skåret 24 timer etter slakting scorer lavere på hvithet enn filetene som ble skåret 6 timer og 12 timer etter slakting.

Under kjølelagring etter filetering er det en entydig trend at målt hvithet øker med lengden på lagringstiden. Rangeringen mellom gruppene som fremkom i målingen ved filetering blir opprettholdt gjennom måleperioden på 7-8 døgn etter filetering, slik at filetene som ble produsert pre-rigor (<1 time p.m.) hele veien scorer lavest på instrumentelt målt hvithet.

5 Referanser

- Akse L, Midling K (1997) Live capture and starvation of capelin cod (*Gadus morhua* L.) in order to improve the quality. In: Luten JB, Børresen T, Oehlenschläger J, editors. Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality. Elsevier, Amsterdam, p 47 – 58.
- Birkeland S, Akse L, Joensen S, Tobiassen T, Skåra T (2006) Injection-salting of *pre rigor* Fillets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Journal of Food Science, in press.
- Kristoffersen S, Tobiassen T, Steinsund V, Olsen R (2005) Slaughter stress, post-mortem muscle pH and rigor development in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). International Journal of Food Science and Technology, in press.
- Kristoffersen S, Tobiassen T, Esaiassen M, Olsson G.B, Godvik L.A, Seppola M.A, Olsen R.L (2006) Effects of pre-rigor filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). Aquaculture Research, 2006, in press.
- Midling K, Aas K, Tobiassen T, Akse L, Isaksen B, Løkkeborg S, Humborstad O.B (2005) Fangstbasert havbruk – mellomagringsløsninger for den mindre kystflåten. Fiskeriforskning rapport nr 22/2005.
- Midling K, Aas K (2006) Vekst og utvikling av skader hos linefanget torsk – mellomagringsløsninger for den mindre kystflåten. Fiskeriforskning rapport 8/2006.
- Mørkøre T, Hansen S.J, Rørvik K.A (2004) Quality of pre-rigor cod fillets. Storage temperatures affect contraction and gaping. Poster presentation. Program conference (NRC), Fish farming 23-24 March. Clarion Hotel Oslo Airport, Gardermoen. In Norwegian.
- Rørå AMB, Furuhaug R, Fjæra SO, Skjervold PO. 2004. Salt diffusion in pre-rigor filleted Atlantic salmon. Aquaculture 232:255-263.
- Skjervold P.O (2002) Live-chilling and pre-rigor filleting of salmonids –technology affecting physiology and product quality. Dr.agric thesis Agricultural University of Norway.
- Tobiassen T., Olsen J.V., Akse L (2003) Prosessering av pre- og postrigor ørret. Rapport Fiskeriforskning 5/2003.
- Tobiassen T, Akse L, Midling K, Aas K, Dahl R, Eilertsen G (2006) The effect of pre-rigor processing of cod (*Gadus morhua* L) on quality and shelf life. In “Seafood research from fish to dish, Quality, safety and processing of wild and farmed fish”. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp 149 – 160.



Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:
Muninbakken 9-13
Postboks 6122
N-9291 Tromsø
Telefon: 77 62 90 00
Telefaks: 77 62 91 00
E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:
Kjerreidviken 16
N-5141 Fyllingsdalen
Telefon: 55 50 12 00
Telefaks: 55 50 12 99
E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

ISBN 978 82-7251-608-5
ISSN 0806-6221