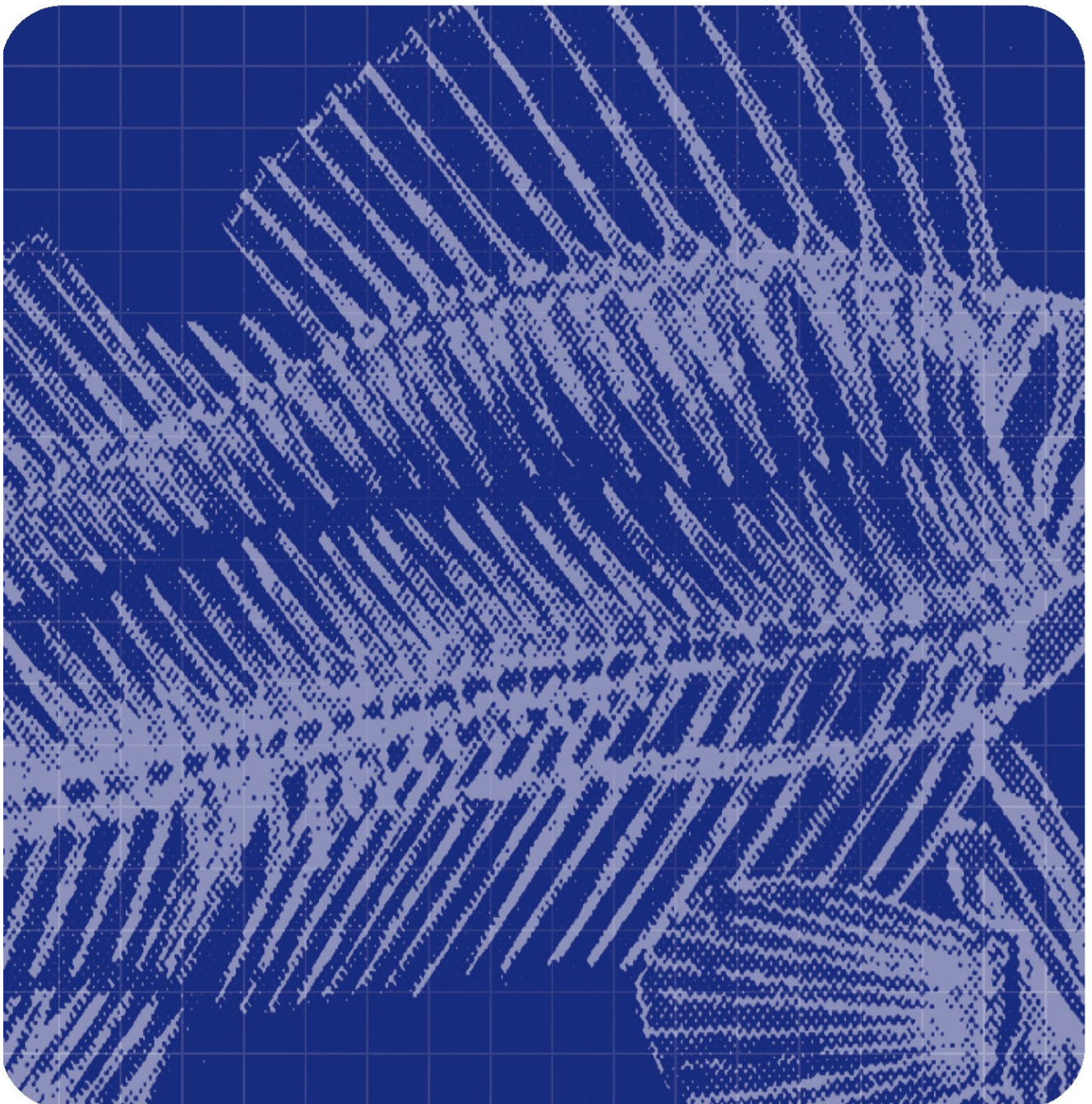




Pre-rigor filetering av levendefanget torsk - II **Holdbarhet og kvalitet - vill torsk som ble føret før slakting**

Leif Akse, Torbjørn Tobiassen, Kjell Ø. Midling, Kåre Aas, Reidun Dahl og Guro Eilertsen





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 Fiskeriforskningens 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:

978-82-7251-609-2

Rapportnr:

4/2007

Tilgjengelighet:

Åpen

Tittel:

**Pre-rigor filetering av levendefanget torsk - II
Holdbarhet og filetkvalitet, levende vill torsk som ble føret i
merd før slakting**

Dato:

24. januar 2007

Antall sider og bilag:

18

Forskningsjef:

Even Stenberg

Forfatter(e):

Leif Akse, Torbjørn Tobiassen, Kjell Ø. Midling, Kåre Aas,
Reidun Dahl og Guro Eilertsen,

Prosjektnr.:

20084 og 1541-2

Oppdragsgiver:

Grunnbevilgning og Norges forskningsråd

Oppdragsgivers ref.:

158887/I10

Tre stikkord:

Pre-rigor filetering, holdbarhet, filetkvalitet

Sammendrag: (maks 200 ord)

Hovedmålet var å dokumentere om filetering av torsk pre-rigor, i-rigor eller post-rigor påvirket holdbarhetstiden under kjølelagring, totalt etter slakting og etter filetering. Det var også et delmål å dokumentere andre ulikheter i produktkvalitet avhengig av råstoffets rigortilstand ved filetering, som krymping, filetspalting, farge og konsistens.

Levendefanget vill torsk som hadde vært føret med lodde i ca $\frac{3}{4}$ år ble etter skånsom slakting filetert enten pre-rigor umiddelbart etter slakting, i-rigor 2 døgn etter slakting eller post-rigor 4 døgn etter slakting. Etter filetering ble filetene kjølelagret i inn til 12 døgn. Prøver til analyser av mikrobiologi, TVN, sensorisk kvalitet, pH, vann, protein, aske ble tatt ut hvert andre døgn gjennom lagringsperioden etter filetering. Til samme tidspunkt ble også krymping, vekttap, filetspalting, tekstur og farge målt på filetene.

English summary: (maks 100 ord)

The bacterial growth after filleting was slower in pre-rigor processed fillets compared to fillets processed from in-rigor and post-rigor raw material that had been stored on ice for 2 and 4 days prior to filleting. Fillets from wild cod fed capelin obtained low ultimate muscle pH. Only minor variations in weight reduction were registered dependent on whether the fillets were processed pre- or post-rigor. Rigor state when filleted significantly affected contraction. Average reduction in length of pre-rigor processed fillets was 12-13 %, None, or minor, contractions were observed in fillets processed in- or post-rigor. Pre-rigor processed fillets had less gaping, more firm texture and darker colour compared to in-rigor and post-rigor processed 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	Råstoff.....	4
3.2	Gjennomføring av forsøket.....	4
3.3	Analysar	5
3.3.1	Holdbarhetsanalyser.....	5
3.3.2	Andre analyser og målinger.....	5
4	Resultat og diskusjon	7
4.1	Muskel-pH.....	7
4.2	Protein, vann og aske	8
4.3	Holdbarhet.....	9
4.3.1	Mikrobiologi	9
4.3.2	Filetindeks	12
4.3.3	Totalt flyktig nitrogen (TVN).....	13
4.4	Filetkvalitet (andre parametere)	13
4.4.1	Krymping etter filetering.....	13
4.4.2	Vekttap etter filetering.....	14
4.4.3	Filetspalting og konsistens	15
4.4.4	Filetfarge målt instrumentelt	17
5	Referanser	18

1 Sammendrag

Hovedmålet var å dokumentere hvordan filetering av torsk pre-rigor, i-rigor og post-rigor påvirket holdbarhetstiden under kjølelagring, totalt etter slakting og etter filetering. Det var også et delmål å dokumentere andre ulikheter i produktkvalitet avhengig av råstoffets rigortilstand ved filetering, som krymping, filetspalting, farge og konsistens.

Levendefanget vill torsk som hadde vært foret med lodde i ca ¾ år ble etter skånsom slakting filetert enten pre-rigor umiddelbart etter slakting, i-rigor 2 døgn etter slakting eller post-rigor 4 døgn etter slakting. Etter filetering ble filetene kjølelagret i inn til 12 døgn. Prøver til analyser av mikrobiologi, TVN, sensorisk kvalitet, pH, vann, protein, aske ble tatt ut hvert andre døgn gjennom lagringsperioden etter filetering. Til samme tidspunkt ble også krymping, vekttap, filetspalting, tekstur og farge målt på filetene.

Oppsummert viser resultatene følgende:

Holdbarhet:

Særlig mikrobiologi resultatene viser at filetering pre-rigor reduserte den totale holdbarheten regnet fra slakting, sammenlignet med islagring av sløyd fisk frem til filetering på senere tidspunkt. Pre-rigor produserte fileter kom derimot best ut av alle med hensyn til sensorisk kvalitet og holdbarhet under kjølelagring av filetene etter filetering.

Krymping:

Under kjølelagring etter filetering krympet filetene som var filetert pre-rigor 12-13% i lengderetning, mens filetene som var skåret av råstoff som var i-rigor (2 døgn etter slakting) eller post-rigor (4 døgn etter slakting) krympet minimalt eller ikke i det hele tatt.

Vekttap:

Under kjølelagring i 8 døgn etter filetering tapte filetene som var skåret pre-rigor like mye vekt som det filetene som var skåret post-rigor gjorde. I dette forsøket tapte filetene som var skåret i-rigor 2 døgn etter slakting signifikant minst vekt under kjølelagring etter filetering.

Filetspalting og konsistens:

Under kjølelagring etter filetering hadde post-rigor filetene hele tiden klart mest filetspalting. Filetene som var skåret i-rigor (2 døgn *p.m.*) var mindre spaltet og filetene som ble skåret pre-rigor klart minst spaltet. Filetene som var skåret post-rigor var bløtere enn filetene som var skåret i-rigor eller pre-rigor. Pre-rigor filetene hadde klart fastest konsistens.

Farge:

Filetene som ble skåret pre rigor var hele tiden under kjølelagringen noe mørkere (mindre hvite) enn filetene som ble skåret i-rigor eller post-rigor. Uansett fileteringstidspunkt ble filetene hvitere utover under lagringstiden.

2 Innledning

Fangst av levende fisk (Fangstbasert havbruk) har lange tradisjoner i Norge og næringen antas å ha et betydelig potensial for økt verdiskaping, særlig for mellomlagring og oppfôring av villfanget torsk. Dette kan gi fortrinn i forhold til markedstilpasning, stabilisere industriens tilgang til gode råvarer og bidra til å øke lønnsomheten ved produksjon av ferske fiskeprodukter.

Konseptet Fangstbasert havbruk 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 fôringsregimer er derfor kort tids mellomlagring av villfanget torsk i noen uker 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 slakting kan forbedre råstoffkvaliteten betydelig (Midling et. al, 2005).

Tradisjonelt kjenner vi pre-rigor filetering fra produksjon av frossen filet ombord på fabrikkskip. Både 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*. Derfor må filetfabrikken kjølelagre ferskt råstoff i 3-5 døgn før produksjon, 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 ferskhetsgrad 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 ferskmarkedet og konsumentene stabil tilgang på ekstra ferske fileter. Pre-rigor filetering nær oppdrettslokalitetene og distribusjon av fileter i stedet for hel fisk, bidrar til å redusere volumet som skal transporteres ut i markedet, noe som igjen har positive kostnads- og miljøeffekter.

Mikrobiell aktivitet og sensorisk kvalitet som avgrenser holdbarheten under kjølelagring av ferske fileter kan antas å bli påvirket av hvorvidt fisken blir filetert pre-rigor umiddelbart etter slakting, eller blir lagret 3 – 5 døgn gjennom *rigor mortis* før produksjon. Det er vist at mikrobiell og sensorisk kvalitet 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).

Det er også vist at fileteringstidspunktet har innvirkning på andre kvalitetsegenskaper. At fileter som blir skåret pre-rigor krymper er godt kjent. Det er også forskjeller i filetpalting, tekstur og farge på lakse- og torskfileter avhengig av om de var tilvirket pre-rigor eller post-rigor (Skjervold, 2002, Akse og andre, 2006).

Effekter av pre-rigor filetering er undersøkt i mange studier på fete fiskeslag som laks og ørret. Det er gjort mindre av tilsvarende undersøkelser på torsk og andre hvitfiskarter. Selv om mye vil være likt er det grunn til å anta at magre fiskeslag, som torsk, kan skille seg fra fet

laksefisk med hensyn til holdbarhets- og kvalitetseffekter av pre-rigor bearbeiding. Dette var bakgrunnen for at dette forsøket ble gjennomført, som en del av Fiskeriforskningens øvrige arbeid innenfor fangstbasert havbruk.

2.1 Mål

Hovedmålet var å dokumentere hvordan filetering av torsk pre-rigor, i-rigor og post-rigor påvirket holdbarhetstiden under kjølelagring, totalt etter slakting og etter filetering.

Det var også et delmål å dokumentere andre ulikheter i produktkvalitet avhengig av råstoffets rigortilstand ved filetering, som krymping, filetspalting, farge og konsistens.

3 Material og metode

3.1 Råstoff

Prøvematerialet var oppfôret villtorsk som var fisket levende med snurrevad i Finnmark i april 2004 og deretter satt inn i merd på Myre i Vesterålen der den ble foret med lodde frem til forsøktidspunktet i november samme år. Ved slakting veide fisken 5-6 kilo rund. Fra Myre til Havbruksstasjonen i Tromsø ble fisken transportert i brønnbåt og etter transporten sto fisken ca 1 mnd i merd ved Sjøanlegget. Også i denne tiden ble den foret med lodde. Før slakting var torsken sultet i knapt en uke.

Tabell 1 Biologiske data for råstoffet.

<i>Parametre</i>	<i>Verdier</i>
Lengde	74,13 ± 6,03
Vekt rund	4933,40 ± 1210,60
K-faktor rund	1,05 ± 0,08
pH blod	7,63 ± 0,11
pH muskel	7,66 ± 0,17

3.2 Gjennomføring av forsøket

Fiskene ble tatt i avkast, håvet ut, avlivet med et slag i hodet, bløgget og utblødd 30 minutter i rennende sjøvann. Umiddelbart etter avliving ble pH målt i blod og muskel. Alle fiskene ble lengdemålt og veid rund før de ble sløyd og iset i kasser for transport til Fiskeriforskning.

I fiskemottaket hos Fiskeriforskning ble 5 fisker filetert og skinnert umiddelbart, mens de ennå var pre-rigor. Resten av torskene ble lagret iset i kasser på kjølerom frem til 2 døgn etter slakting da nye 5 fisker ble filetert mens de ennå var i fast rigor. De siste 5 fiskene (post rigor) ble lagret videre iset i kasser til 4 døgn etter slakting. Fiskene var da ikke helt ute av rigor i det de ble tatt ut av kassen, men håndteringen under filetering medførte at rigor ble oppløst.

Filetene ble pakket på kommersiell måte med plastsvøp og is i 10 kilos styroporesker. Uttak av prøver til mikrobiologiske analyser ble gjort ved dag 0, 2, 4, 6, 8, 10 og 12 etter slakting. I hvert uttak ble prøver fra 5 enkeltfileter i hver gruppe analysert separat (2 paralleler) med hensyn på totalt kimtall (TVC), *Shevanellae putrefaciens* og *Photobacterium phosphoreum*. I tillegg ble total flyktig nitrogen (TVN) analysert i de samme prøveuttakene.

I kjølte fiskeprodukter som lagres under naturlig atmosfære er aerobt kimtall (TVC) en god indikator på den mikrobiologiske kvaliteten. Både norske (Mattilsynet) og internasjonale retningslinjer fastsetter at kimtall $<5 \log_{10}$ CFU/g er ensbetydende med god kvalitet. De samme retningslinjene sier at fiskeprodukter med kimtall $>6,7 \log_{10}$ CFU/g ikke lenger kan anvendes til humant konsum.

Torsk som lagres kjølt i normal atmosfære bederves i stor grad av den sulfidproduserende bakterien *Shevanellae putrefaciens*. Bakterien bryter ned svovelforbindelser i fisken, og danner gassen H₂S som vi ved høye kimtall registrerer som stikkende lukt.

Også *Photobacterium phosphoreum* er en spesifikk bedervelsesorganisme som begrenser holdbarheten i hvitfiskprodukter. Forskriftene fastsetter ikke øvre grenseverdi og det er vanlig antatt at man må opp i høye kimtall før dette blir oppfattet som uakseptabel sensorisk kvalitet.

Både norsk og internasjonalt forskriftsverk fastsetter at det ikke er tillatt å omsette til humant konsum fisk og fiskeprodukter som i snitt av undersøkte prøver inneholder høyere nivåer av totalt flyktig nitrogen (TVN) enn 35 mgN/100 g fiskekjøtt.

Straks etter filetering og ved alle senere prøveuttak ble filetene lengdemålt og veid. Temperatur og pH ble målt i muskelen og fargen ble målt med Minolta CR-200. Sensorisk kvalitet (Filetindeks) ble vurdert på rå fileter.

3.3 Analyser

3.3.1 Holdbarhetsanalyser

Mikrobiologiske analyser: Uttak av prøver til mikrobiologiske analyser ble gjort ved dag 0, 2, 4, 6, 8, 10 og 12 etter slakting. I hvert uttak ble Totalt kimtall, sulfidproduserende bakterier (*Shevanellae putrefaciens*, mfl.) og *Photobacterium phosphoreum* analysert i 5 fileter i hver gruppe. Alle analysene ble utført separat på enkeltfileter, med to paralleller.

For bestemmelse av totalt aerobt kimtall (TVC) og sulfidproduserende bakterier ble Iron Agar (Oxoid CM 964) brukt. *Photobacterium phosphoreum* ble bestemt med Malthus inkubator (Dalgaard et al 1997). Mengden av koloniformende bakterieenheter (CFU) oppgis som log 10 til CFU/g.

Total flyktig nitrogen (TVN): Ved hvert prøveuttak ble total flyktig nitrogen (mgN/100g) målt i samleprøver av 5 fileter fra ulike fisker (Kjeltech). Ved hvert uttak etter ompakking ble prøver frosset inn og TVN-analyser ble utført samlet på et senere tidspunkt.

Filetindeks er en snittkarakter fra sensorisk bedømmelse av kvalitetsegenskapene: Lukt, farge, overflatestruktur, konsistens og spalting. Karakterene for hver av egenskapene er gradert fra 0 som er best til 3 som er dårligst. Karakterene summeres for hver filet, dårligst mulig indeksscore er 13. Det beregnes deretter en snittkarakter for alle filetene i prøven. Filetindeksen er standard metode hos Fiskeriforskning for sensorisk vurdering av rå filet (vedlegg 2).

Protein, vann aske: Ved hvert prøveuttak ble protein, vann, aske målt i samleprøver av 5 fileter, fra ulike fisker.

3.3.2 Andre analyser og målinger

Fultons K-faktor for usløyd fisk ble beregnet etter følgende formel.

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

Muskel-pH ble målt ved alle prøveuttak, direkte i muskelen med et pH-meter WTW, pH 330. Ved slakting ble pH også målt i blodet fra bløggekkuttet. Målingene i muskel ble gjort mellom de to fremste ryggfinnene, et stykke nedover mot sidelinjen. Skinnet ble snittet med skalpell, slik at glasselektroden kunne stikkes inn i fiskekjøttet.

Temperatur ble målt i muskelen med stikktermometer.

Drypptap/vekttap under kjølelagring ble registrert ved at filetene ble veid umiddelbart etter filetering og ved alle de etterfølgende måletidspunktene.

Krymping ble registret ved at lengden på filetene ble målt rett etter filetering og ved alle de senere måletidspunktene. Krymping ble beregnet som % lengdereduksjon.

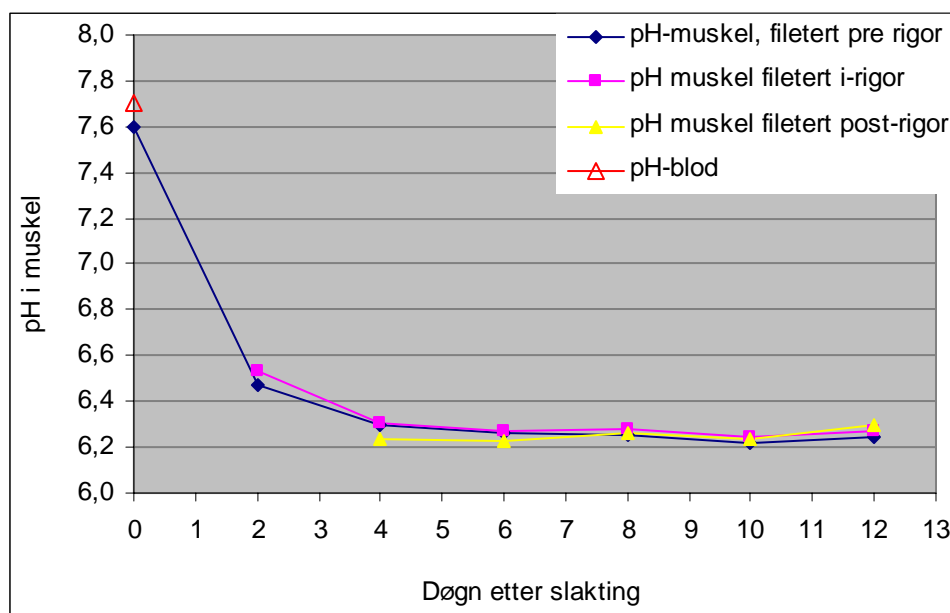
Filetfarge ble målt instrumentelt i 3 punkter på hver filet, med et Chromameter CR-200. Basert på disse målingene er hvithet beregnet som L^*-3b^* .

4 Resultat og diskusjon

4.1 Muskel-pH

Tabell 2 pH-muskel målt i muskel ved slakting og i fileter under kjølelagring i inn til 12 døgn etter slakting. Alle fiskene ble slaktet samtidig og filetert enten pre rigor rett etter slakting, i-rigor to døgn etter slakting eller post rigor fire døgn etter slakting. N = 5.

Fileteringstidspunkt og rigortilstand	Tidspunkt for prøveuttak (døgn post mortem) og pH i filet						
	0 d	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d
Dag 0 p.m., pre rigor	7,6 (0,1)	6,5	6,3	6,3	6,3	6,2	6,2
Dag 2 p.m., i rigor		6,5	6,3	6,3	6,3	6,2	6,3
Dag 4 p.m., post rigor			6,2	6,2	6,3	6,2	6,3



Figur 1 pH-muskel målt i muskel og blod ved slakting og i fileter under kjølelagring inn til 12 døgn etter slakting. Fiskene ble filetert enten pre rigor rett etter slakting, i-rigor to døgn etter slakting eller post rigor fire døgn etter slakting. N = 5.

Ved slakting var pH i muskel og blod relativt høy (7,6, 7,8) som forventet i uthvilt torsk som blir avlivet på en skånsom måte. I løpet av 4 døgn post mortem hadde muskel-pH falt til ca pH 6,3 som er betydelig lavere enn det som er funnet i andre forsøk i samme prosjektet med levendefanget torsk som etter fangst ble restituert levende i merd uten føring (Tobiassen og andre 2006, Akse og andre 2006). Ultimat muskel-pH på 6,2 – 6,3 som i dette forsøket er mer i samsvar med det som vanligvis er påvist i ordinær yngelbasert oppdrettstorsk som har vært føret i merd hele livet.

4.2 Protein, vann og aske

Tabell 3 Protein, vann og aske analysert i fileter skåret pre rigor (dag 0), i-rigor (dag 2) eller post-rigor (dag 4), utvikling under kjølelagring av fileter u/skinn inn til 12 døgn etter slaktning, samleprøver av 5 fileter.

<i>Prøve og lagringstid</i>	<i>% w/w</i>			
	<i>Protein</i>	<i>Vann</i>	<i>Aske</i>	<i>Sum</i>
<i>Pre-rigor (dag 0)</i>				
Dag 0	19,4	79,2	1,2	99,8
Dag 2	19,7	78,6	1,1	99,4
Dag 4	20,3	79,2	1,2	100,7
Dag 6	20,3	78,9	1,1	100,3
Dag 8	20,6	79,2	1,2	101,0
Dag 10	20,7	79,0	1,1	100,8
Dag 12	20,0	78,6	1,2	99,8
<i>I-rigor (dag 2)</i>				
Dag 2	20,3	78,7	1,2	100,2
Dag 4	19,8	78,7	1,2	99,7
Dag 6	19,4	80,2	1,1	100,7
Dag 8	20,1	79,0	1,2	100,3
Dag 10	20,3	78,5	1,2	100,0
Dag 12	20,2	79,3	1,1	100,6
<i>Post-rigor (dag 4)</i>				
Dag 4	20,0	79,0	1,2	100,2
Dag 6	19,4	80,0	1,2	100,6
Dag 8	20,3	79,4	1,2	100,9
Dag 10	19,6	79,0	1,0	99,6
Dag 12	20,5	79,0	1,0	100,5
<i>Hel fisk</i>				
12 døgn	20,5	79,7	1,1	101,3

Analyser av protein, vann og aske i samleprøver av 5 fisker påviste ingen signifikant forskjell i muskelsammensetning, verken mellom de ulike fileteringstidspunktene eller under lagring av filetene etter filetering.

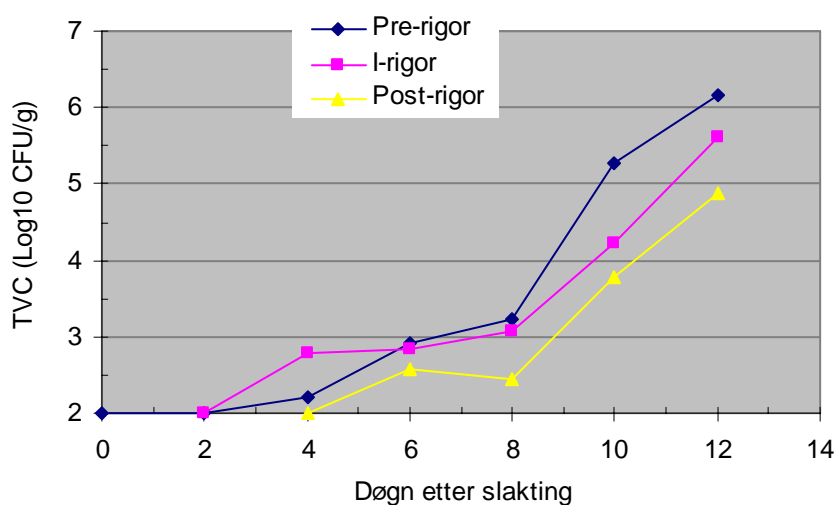
Det gjennomsnittlige vanninnholdet i muskelen ($\approx 79\%$) hos denne villtorsken som hadde vært fôret med lodde i $\frac{3}{4}$ år er noe lavt sammenlignet med det som vanligvis blir funnet i ordinære fangster av vill torsk. I likhet med lav pH er også lavt vanninnhold i muskelen mer i samsvar med det som ofte blir funnet hos ordinær yngelbasert oppdrettstorsk.

4.3 Holdbarhet

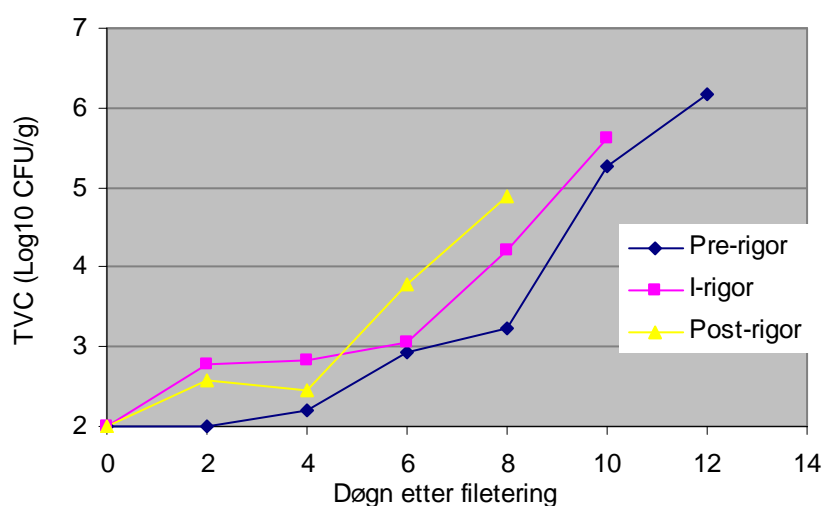
4.3.1 Mikrobiologi

Tabell 4 Totalt kimtall (TVC) registrert under inn til 12 døgn kjølelagring av filet som var skåret pre-rigor (dag 0), i rigor (dag 2) eller post rigor (dag 4). N=5. Deteksjonsgrense er $>\log 2$, verdier under deteksjonsgrensen er markert med i.d.

Rigorstatus ved filetering	Døgn etter slakting / TVC (Log ₁₀ CFU/g prøve)						
	0 d	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d
Pre-rigor	i.d.	i.d.	2,2	2,9	3,2	5,3	6,2
I-rigor		i.d.	2,8	2,8	3,1	4,2	5,6
Post-rigor			i.d.	2,6	2,4	3,8	4,9



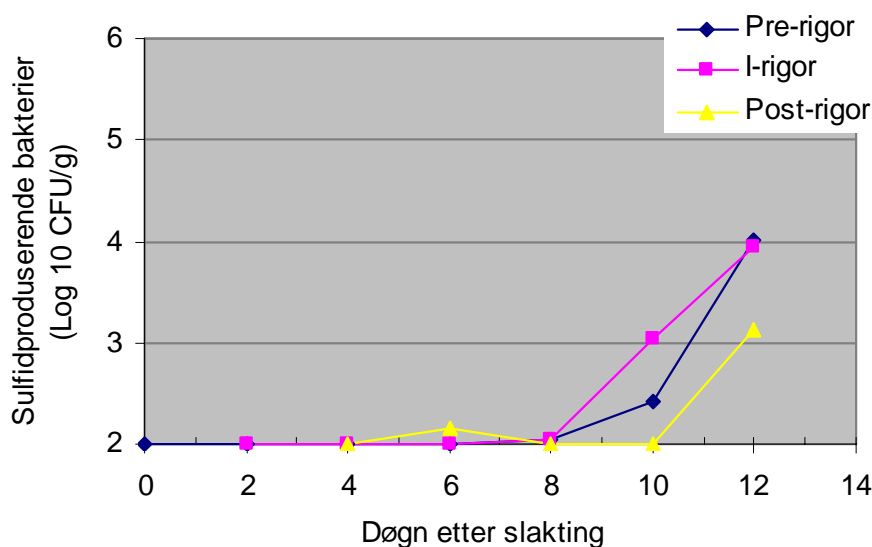
Figur 2 Totalt kimtall (TVC) analysert i filet 0-12 døgn etter slakting. Verdier lik log 2 CFU eller lavere er under deteksjonsgrensen for metoden.



Figur 3 Totalt kimtall (TVC) analysert i filet 0-12 døgn etter filetering. Verdier lik log 2 CFU eller lavere er under deteksjonsgrensen for metoden.

Tabell 5 Sulfidproduserende bakterier registrert under inn til 12 døgn kjølelagring av filet som var skåret pre-rigor (dag 0), i rigor (dag 2) eller post rigor (dag 4). N=5. Deteksjonsgrense >log 2, verdier under deteksjonsgrensen er markert med i.d.

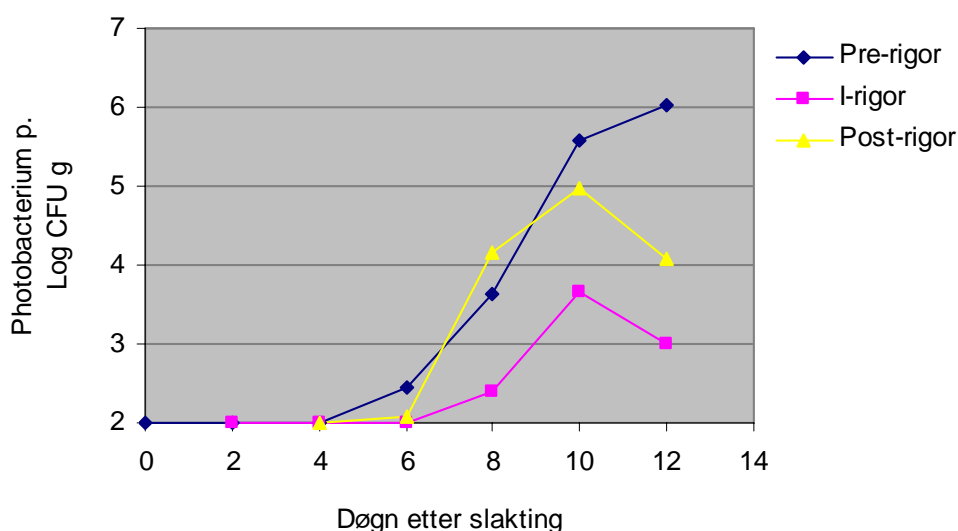
Rigorstatus ved filetering	Døgn etter slaktning / TVC (Log 10 CFU/g prøve)						
	0 d	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d
Pre-rigor	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	2,04	2,41	4,01
I-rigor		i.d.	i.d.	i.d.	2,04	3,04	3,94
Post-rigor			i.d.	2,15	i.d.	2,00	3,13



Figur 4 Sulfidproduserende bakterier i filet 0-12 døgn etter slaktning. Verdier lik log 2 CFU eller lavere er under deteksjonsgrensen for metoden.

Tabell 6 *Photobacterium Phosphoreum* (LogCFUg) under 12 døgn kjølelagring av filet, filetert dag 0 (pre rigor), dag 2 (i rigor) eller dag 3 (post rigor) etter slaktning (n=5). Verdier under deteksjonsgrensen er markert med i.d.

	LogCFU-g, 0 til 12 dager etter slaktning						
	Dag 0	Dag 2	Dag 4	Dag 6	Dag 8	Dag 10	Dag 12
Filetert pre rigor	i.d.	i.d.	i.d.	2,44	3,64	5,57	6,03
Filetert etter 2 døgn i is		i.d.	i.d.	i.d.	2,40	3,67	3,01
Filetert etter 4 døgn i is			i.d.	2,07	4,15	4,98	4,07



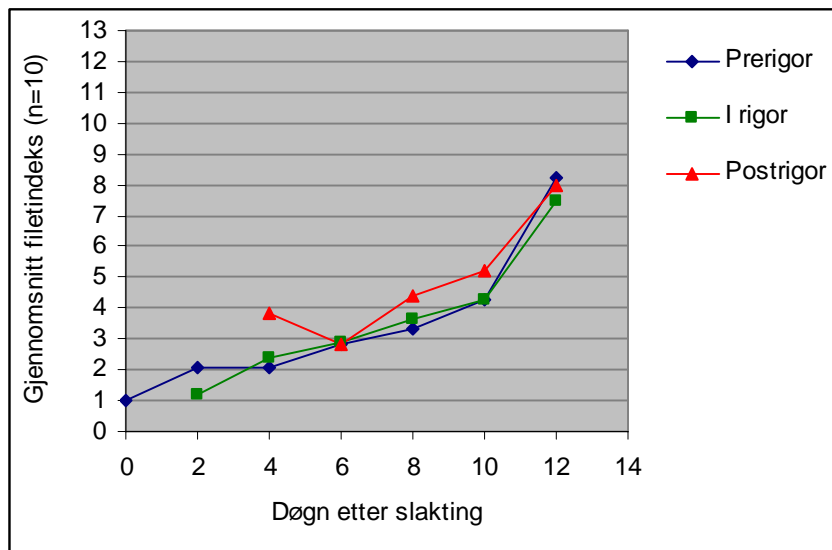
Figur 5 *Photobacterium*, utvikling i filet 0-12 døgn etter slakting.

Tabell 4 og figur 2 viser at med hensyn til totalt kimtall (TVC) passerte ingen av de tre filetvariantene øvre grense for akseptabel konsumkvalitet (TVC = log 6,7) i løpet av 12 døgn etter slakting. Figur 2 viser imidlertid at TVC i filetene som ble skåret pre-rigor ved slakting og så ble lagret som fileter i hele perioden, hadde oversteget log 6 på dag 12 *post mortem*. De to andre filetvariantene, som ble skåret 2 og 4 døgn etter slakting, hadde ennå ikke passert dette nivået, til dels med god margin. Konklusjonen ut fra dette må være at filetering pre-rigor umiddelbart etter slakting i dette tilfellet forkortet den totale holdbarhetstiden sammenlignet med lagring av råstoffet som hel fisk frem til 2 og 4 døgn *post mortem* før filetering.

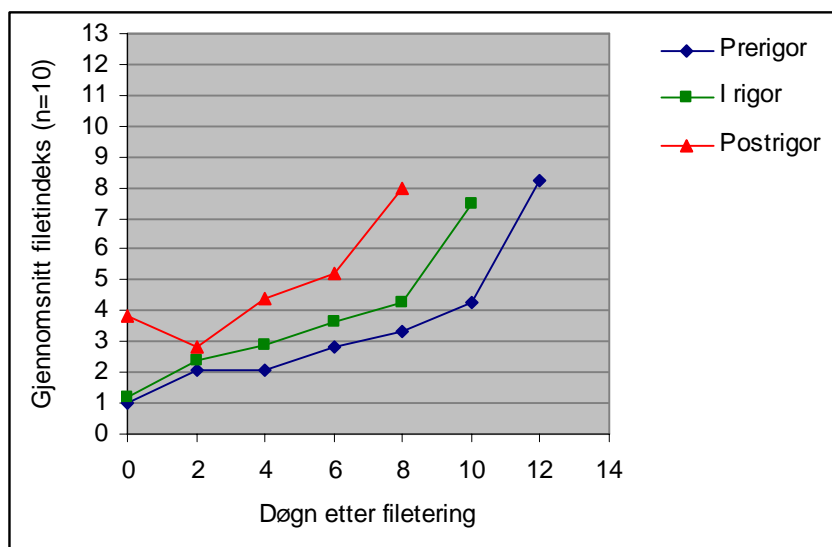
I forhold til praktisk anvendelse av pre-rigor filetering og distribusjon av fileter fra produsent, er det mer interessant å se på filetenes kvalitetsutvikling og holdbarhetstid etter filetering. Figur 3 viser utvikling av totalt kimtall (TVC) under kjølelagring av de ulike variantene etter filetering i dette forsøket. Figur 3 viser at TVC i filetene som ble filetert post-rigor var i ferd med å passere log 5 (grense for god kvalitet) 8 døgn etter filetering. Ved samme tidspunkt etter filetering var TVC betydelig lavere i de to andre filetvariantene, særlig i filetene som var skåret pre-rigor. Først to døgn senere, 10 døgn etter filetering, hadde filetene som var skåret i-rigor (2 døgn etter slakting) eller pre-rigor (ved slakting) passert grensen for TVC = log 5. Dette viser at når filetering blir utført i Norge er det mulig å nå konsumentene i det europeiske markedet med fileter som har bedre ferskhet og lengre restholdbarhet når filetering blir utført pre-rigor, i stedet for å lagre råstoffet til det er ute av rigor før filetering.

Tabell 5 og 6, viser sammen med Figur 4 og 5 at fra og med ca 8 døgn etter slakting utgjør sulfidproduserende bakterier og *Photobacterium phosphoreum* en betydelig andel av mikrofloraen i filetene. Oppblomstring av disse spesifikke bedervelsesorganismene utover under kjølelagringen er som forventet, nivåene er imidlertid ikke spesielt høye før 10 døgn etter slakting..

4.3.2 Filetindeks



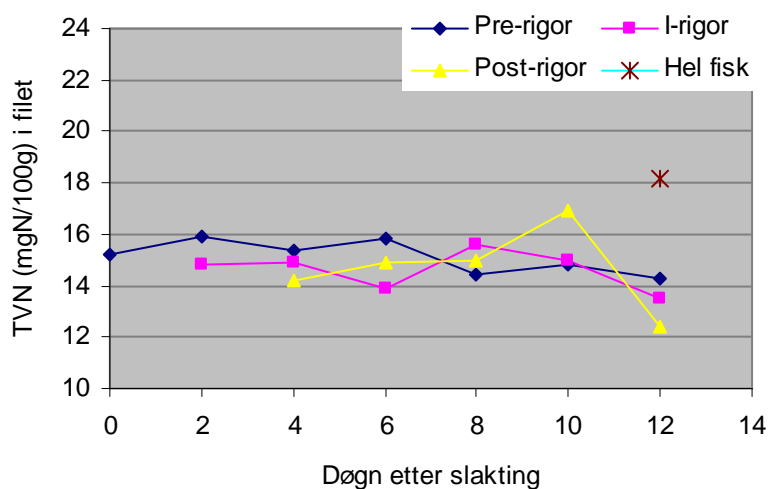
Figur 6 Gjennomsnitt filetindeks av 10 fileter (5 fisker) for hver av de tre parallellene. Figuren viser snittindeks i forhold til tid (døgn) etter slakting.



Figur 7 Gjennomsnitt filetindeks av 10 fileter (5 fisker) for hver av de tre parallellene. Figuren viser snittindeks i forhold til tid (døgn) etter filetering.

Filetindeksen gir en snittkarakter sensoriske kvalitetsegenskaper. For hver egenskap er karakteren gradert fra 0 (best) til 3 (dårligst). Karakterene summeres og dårligst mulig indeksscore er 13. Figur 6 og figur 7 viser at i dette forsøket kom filetene som var skåret post rigor dårligst ut med hensyn til kvalitetsutvikling under kjølelagring, både regnet i forhold til tid etter slakting og tid etter filetering. Regnet fra og med filetering kommer pre-rigor filetene best ut med hensyn til sensorisk kvalitet. Dette samsvarer godt med mikrobiologi resultatene.

4.3.3 Totalt flyktig nitrogen (TVN)



Figur 8 Total flyktig nitrogen (TVN) målt i samleprøver under kjølelagring av fileter u/skinn, skåret pre rigor, i-rigor eller post-rigor (mgN/100g).

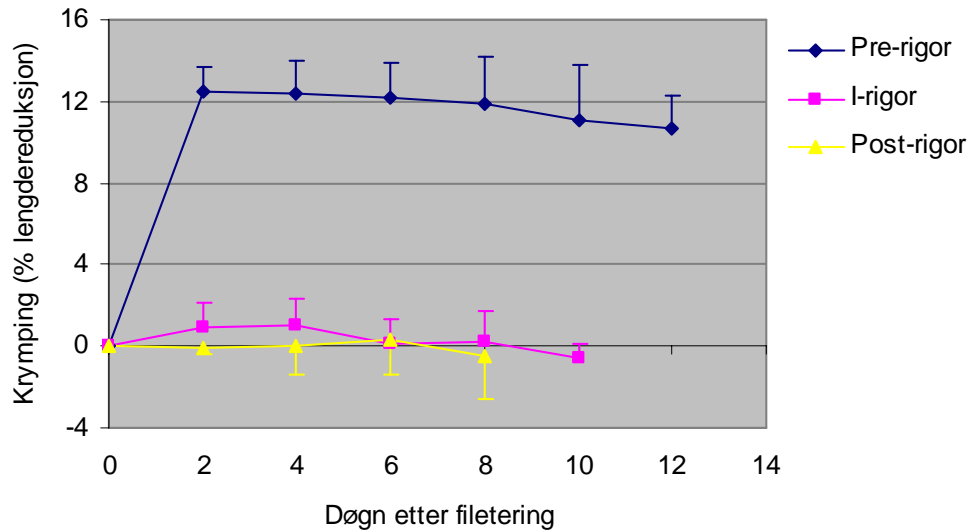
Analysene av total flyktig nitrogen (TVN) viser ingen økning i løpet av 12 døgn kjølelagring etter slakting (figur 8). Det er ingen forskjeller mellom de tre filetvariantene og TVN-nivået er hele tiden langt under forskriftskravet på 35 mgN/100 g som er øver grense for anvendelse til humant konsum.

4.4 Filetkvalitet (andre parametere)

4.4.1 Krymping etter filetering

Tabell 7 Krymping (gjennomsnitt og standardavvik), målt som % reduksjon i filetlengde under kjølelagring inn til 12 døgn etter filetering, n=10.

Rigorstatus ved filetering	Døgn etter filetering / krymping (snittverdi % lengdereduksjon)						
	0	2	4	6	8	10	12
Pre-rigor	0,0	12,5	12,4	12,2	11,9	11,1	10,7
I-rigor	0,0	0,9	1,0	0,1	0,2	-0,6	i.d.
Post-rigor	0,0	-0,1	0,0	0,3	-0,5	i.d.	i.d.
Stdav pre-rigor	0,0	1,2	1,6	1,8	2,3	2,7	1,6
Stdav i-rigor	0,0	1,3	1,4	1,2	1,5	0,7	i.d.
Stdav post-rigor	0,0	0,3	1,4	1,7	2,1	i.d.	i.d.



Figur 9 Krymping (snittverdi og standardavvik) målt som % reduksjon i filetlengde, under kjølelagring av fileter inn til 12 døgn etter filetering, fôret villtorsk, n=10.

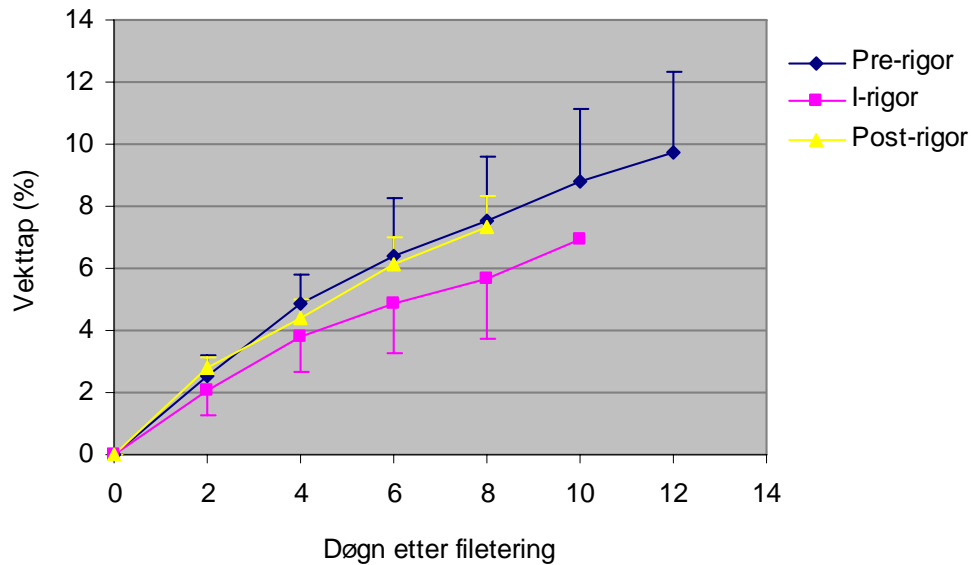
To døgn etter pre-rigor filetering hadde filetene i snitt krympet 12-13 % i lengderetning. Fremover til 8 døgn etter filetering var denne lengdereduksjonen stabil, for så å gå litt tilbake ved målingene 10 og 12 døgn etter filetering. Maksimal krymping på 12-13 % for fileter som ble skåret straks etter slakting samsvarer godt med det som ble målt i andre forsøk i samme prosjekt (Akse og andre 2006). Gjentatt håndtering av filetene ved hvert måletidspunkt kan være en medvirkende årsak til at krympingen gikk noe tilbake ved de to siste målingene.

Filetene som ble skåret mens råstoffet var i-rigor (2 døgn etter slakting) eller post-rigor (4 døgn etter slakting) krympet minimalt eller ikke i det hele tatt. Dette samsvarer også i godt med tilsvarende resultater i andre forsøk (Akse og andre 2006).

4.4.2 Vekttap etter filetering

Tabell 8 Vekttap etter filetering (%), snittverdier og standardavvik målt på enkeltfileter under inn til 12 døgn kjølelagring etter filetering, n = 10.

Rigortilstand ved filetering	Døgn etter filetering / vekttap etter filetering (%)						
	0 d	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d
Pre-rigor	0,0	2,5	4,9	6,4	7,6	8,8	9,7
I-rigor	0,0	2,1	3,8	4,8	5,7	6,9	
Post-rigor	0,0	2,8	4,4	6,1	7,3		
Stdav. pre-rigor	0,0	0,7	0,9	1,9	2,0	2,3	2,6
Stdav. i-rigor	0,0	0,3	0,6	0,9	1,0	1,2	
Stdav. Post-rigor	0,0	0,8	1,2	1,6	1,9		



Figur 10 Vekttap etter filetering (%), snittverdier og standardavvik målt på enkeltfileter under inn til 12 døgn kjølelagring etter filetering, n = 10.

Drypptapet ble målt som vektreduksjon under kjølelagring etter filetering (tabell 8, figur 10). Filetene som ble skåret i-rigor, 2 døgn etter slakt, hadde signifikant lavere drypptap under 10 døgn kjøle-lagring etter filetering enn filetene som ble skåret pre-rigor ($P < 0,006$) og filetene som ble skåret post-rigor ($P < 0,002$). Det var ikke signifikant forskjell i drypptap mellom filetene som var skåret pre-rigor og de som var skåret post-rigor.

Sammenlignet med andre forsøk i samme prosjektet (Akse og andre 2006), der råstoffet var levendefanget vill torsk som ikke var fôret, tapte både pre-rigor og post-rigor variantene nå mer vekt under lagring. Vekttapet i filetene som ble skåret i-rigor var mer i samsvar med det som ble funnet i de andre forsøkene.

Lav muskel-pH, høy K-faktor og gjentatt håndtering av filetene under lagring er forhold som kanskje kan bidra til å forklare hvorfor filetene i dette forsøket tapte mer vekt, enn i andre forsøk der råstoffet var levendefanget torsk som ikke var fôret.

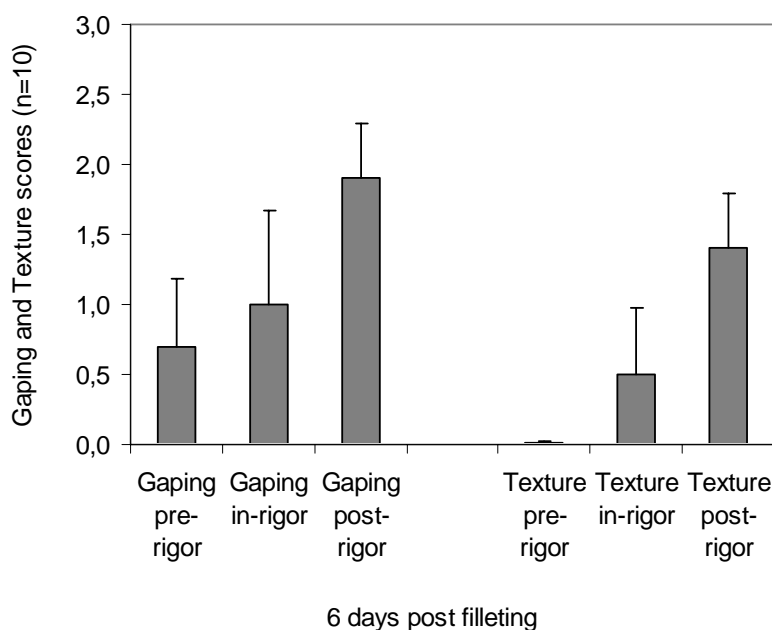
4.4.3 Filetspalting og konsistens

Tabell 9 Spalting vurdert sensorisk under 8 døgn kjølelagring etter filetering, av fileter som var produsert pre-rigor (0 døgn), i-rigor (2 døgn) eller post-rigor (4 døgn).

Rigortilstand ved filetering	Døgn etter filetering				
	0 d	2 d	4 d	6 d	8 d
Pre-rigor	0,0	0,1	0,1	0,7	0,9
I-rigor	0,2	0,4	0,5	1,0	1,3
Post-rigor	0,9	0,8	1,4	1,9	2,1
Stdav pre-rigor	0,00	0,3	0,3	0,5	0,9
Stdav i-rigor	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8
Stdav post-rigor	0,3	0,4	0,7	0,6	0,6

Tabell 10 Tekstur vurdert sensorisk under 8 døgn kjølelagring etter filetering, av fileter som var produsert pre-rigor (0 døgn), i-rigor (2 døgn) eller post-rigor (4 døgn).

<i>Rigortilstand ved filetering</i>		<i>Døgn etter filetering</i>				
		<i>0 d</i>	<i>2 d</i>	<i>4 d</i>	<i>6 d</i>	<i>8 d</i>
Tekstur	Pre-rigor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	I-rigor	0,0	0,0	0,4	0,5	0,8
	Post-rigor	0,9	1,1	1,3	1,4	1,9
	Stdav pre-rigor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	Stdav i-rigor	0,0	0,0	0,5	0,5	0,6
	Stdav post-rigor	0,2	0,4	0,6	0,4	0,3

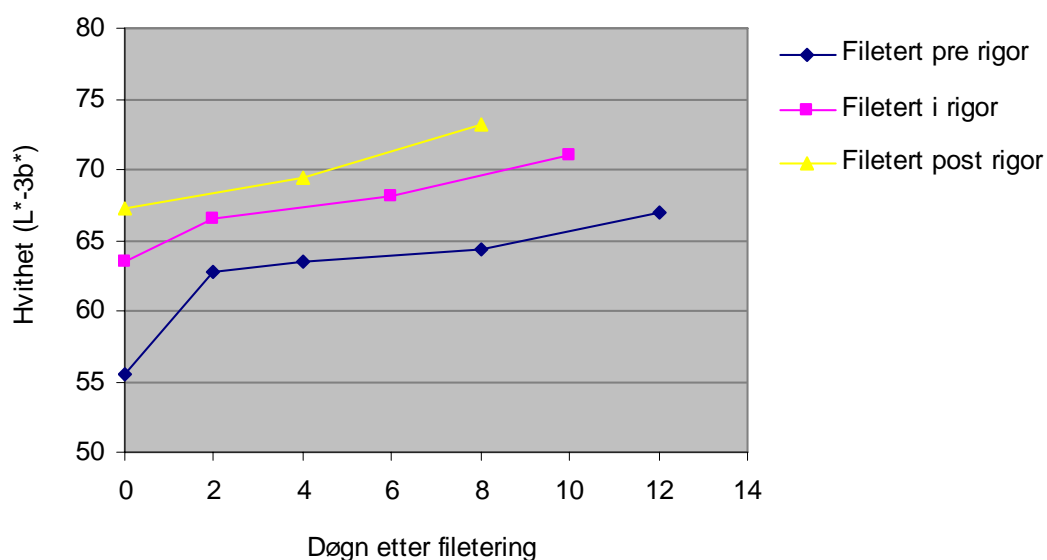


Figur 11 Spalting og tekstur (gjennomsnitt og standardavvik) vurdert sensorisk etter 6 døgn lagring av fileter som var produsert henholdsvis pre-rigor, i-rigor eller post-rigor. Spalting: 0 = ikke spaltet, 3= mye spaltet. Tekstur: 0 = fast, normal, 3 = bløt filet. N = 10.

Tabell 9, tabell 10 og figur 11 viser at det var klar sammenheng mellom fileteringstidspunkt, graden av filetspalting og filetenes fasthet (tekstur). Uansett fileteringstidspunkt økte graden av filetspalting utover under kjølelagringen og filetene ble bløtere.

Filetene som ble skåret post-rigor var mer spaltet enn filetene som ble skåret pre-rigor eller i-rigor, både rett etter filetering og utover under lagringsperioden. Post-rigor filetene var også hele tiden noe bløtere enn filetene som ble skåret pre-rigor eller i-rigor.

4.4.4 Filetfarge målt instrumentelt



Figur 12 Hvithet (L^*-3b^*) målt med Minolta CR-200, gjennomsnitt av 10 fileter (5 fisker). Figuren viser utvikling i hvithet i forhold til tid (døgn) etter slakting.

Instrumentell fargemåling ble bare utført på fileter 0, 2, 4, 8 og 12 døgn etter slakting. Resultatene i figur 12 viser at hvithet målt umiddelbart etter filetering tiltok med økende tid etter slakting, slik at filetene som ble skåret pre-rigor var minst hvite og filetene som ble skåret post-rigor mest hvite umiddelbart etter filetering. Under kjølelagring etter filetering er det en entydig trend at hvithet øker med økende lagringstid og at rangeringen mellom gruppene som fremkom i målingen ved filetering ble opprettholdt gjennom hele måleperioden.

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 – mellomlagringsløsninger for den mindre kystflåten. Fiskeriforskning rapport nr 22/2005.
- Midling K, Aas K (2006) Vekst og utvikling av skader hos linefanget torsk – mellomlagringsløsninger 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 82-7251-609-2
ISSN 0806-6221