

Sulting og pre rigor filetering av loddetorsk

Effekt på filetspalting, drypptap og holdbarhet

Leif Akse, Frank Kristiansen, Torbjørn Tobiassen, Reidun Dahl og Guro Eilertsen





Nofima er et næringsrettet forsknings-konsern som skal øke konkurranse-kraften 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

Rapport

<i>ISBN:</i> 978-82-7251-650-4	<i>Rapportnr.:</i> 19/2008	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
-----------------------------------	-------------------------------	--

<i>Tittel:</i> Sulting og pre rigor filetering av loddetorsk Effekt på filetspalting, drypptap og holdbarhet	<i>Dato:</i> September 2008
	<i>Antall sider og bilag:</i> 23
<i>Forfatter(e):</i> Leif Akse, Frank Kristiansen, Torbjørn Tobiassen, Reidun Dahl og Guro Eilertsen	<i>Prosjektnr.:</i> 20576
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens servicekontor og Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Kristian Prytz
<i>Tre stikkord:</i> Loddetorsk, sulting, pre rigor, filetkvalitet	
<p><i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> Råstoffet var ikke typisk "loddetorsk" med hensyn til åteinhold, kondisjonsfaktor og leverinnhold.</p> <p>Under 4 uker sulting gikk kondisjonsfaktoren (rund og sløyd) og leveprosenten ned.</p> <p>Produksjonsforsøkene med post-rigor råstoff gav ikke sikkert grunnlag for å si at sulting reduserte filetspalting, men indikerte at andelen av ikke/lite spaltet filet økte og at andelen av mye spaltet filet ble redusert.</p> <p>Det som entydig redusert filetspalting var filetering før fisken gikk inn i rigor mortis. I alle prøveuttakene under sulting førte filetering pre-rigor til at nær 100 % av filetene var minimalt eller ikke spaltet. Pre-rigor filetering gav også høyest andel loins regnet av samlet produktvekt.</p> <p>I første lagringsforsøket, før sulting, hadde pre-rigor loins høyere drypptap under lagring etter filetering enn loins produsert post-rigor. I det siste lagringsforsøket, etter 4 uker sulting, var det ikke forskjell i drypptap mellom post- og pre-rigor prosesserte loins.</p> <p>Under lagring etter filetering var pH i filetene som var skåret av sultet råstoff, både post- og pre-rigor, høyere enn i filetene som ble skåret før sultingen startet. Det relativt høye pH nivået etter 4 uker sulting bidrar til å forklare hvorfor særlig pre-rigor loins nå kom ut med lavere drypptap enn i forsøket før sulting.</p> <p>Både før og etter sulting hadde pre-rigor produserte fileter noe lengre holdbarhet etter filetering og bedre kvalitet enn post-rigor filetene, både mikrobiologisk, kjemisk (TVN) og sensoriske (rå prøver).</p>	
<i>English summary: (maks 100 ord)</i>	

Innhold

1	Innledning	1
2	Material og metode.....	3
2.1	Forsøksmateriale, sulting og prøveuttak	3
2.2	Fileterings- og lagringsforsøk.....	3
2.3	Vurdering av filetspalting.....	4
2.4	Måling av drypptap.....	4
2.5	Temperatur og pH.....	4
2.6	Sensorisk analyse av rå prøver (Filetindeks).....	5
2.7	Mikrobiologiske analyser.....	6
2.8	Total flyktig nitrogen (TVN).....	6
3	Resultater.....	7
3.1	Biologiske data; hele materialet og hvert prøveuttak	7
3.2	Utvikling av kondisjonsfaktor og lever % under sulting	9
3.3	Filetspalting	11
3.4	Drypptap under kjølelagring	13
3.5	Holdbarhet under kjølelagring	15
3.5.1	Mikrobiologi	15
3.5.2	Total flyktig nitrogen (TVN).....	17
3.5.3	Filetindeks (sensorisk vurdering av rå prøver)	19
4	Oppsummering og konklusjon	21
5	Referanser.....	23

1 Innledning

Det er kjent at torsk i sterkt næringsopptak har en filetkvalitet som gjør det vanskelig å produsere ferske filetprodukter. Særlig er dette et problem i Finnmark under vårtorskefisket (loddetorsk), men også i andre distrikt og til andre tider på året, når torsken beiter på sild.

Fangst av levende torsk som settes inn i oppdrettsanlegg til oppforing er en bransje i vekst innenfor torskefiskeriene. Snurrevad er den mest aktuelle redskapstypen for levendefangst og det finnes i dag gode teknologisk løsninger tilgjengelig i alle faser av fangst, transport og lagring av levende fanget villtorsk. Etter vanlig oppfatning er det den umodne ungtorsken i vårfiskeriene utenfor Finnmark som egner seg best som utgangspunkt for levendefangst og oppforing i oppdrettsanlegg.

Et annet alternativ til langvarig foring av torsken er å fiske den levende og sette den inn i lagringsanlegg der den står uten foring frem til den blir slaktet (sulting). Regelverk for denne typen kort tids levende lagring av torsk er under utvikling og det er i dag anledning til å holde levende torsk i merd i inn til fire uker etter fangst uten at den blir tilbudt fôr.

Når åtesprengt loddetorsk blir fisket levende kan den som nevnt settes i merd og sultes før slaktning. Som for oppdrettsfisk vil en slik sulteperiode ha positiv effekt gjennom at fiskens tarmsystem tømmes før sløyning. I tillegg kan det være at sulting av torsk før slaktning har effekt på muskelkvaliteten som reduserer problemene med filetspalting og bløt konsistens. Dette er de viktigste kvalitetsfaktorene som i dag begrenser anvendelse av åtesprengt torsk til ferske filetprodukter.

Et annet forhold er at når levende torsk kan slaktes ut fra en lagringsmerd åpner det muligheten for å filetere fisken før dødsstivheten inntre (pre-rigor). Det er i flere forsøk vist at pre-rigor filetering reduserer problemene med filetspalting. Derfor kan pre-rigor filetering, eventuelt kombinert med sulting av fisken, åpne for økt anvendelse av åtesprengt loddetorsk til ferske filetprodukter. Dette kan få stor betydning for bedriftene langs kysten av Finnmark som har stort innslag av slikt problemråstoff i vårsesongen.

Tanken om at sulting av åtesprengt vill torsk og ordinær oppdrettstorsk, eventuelt kombinert med pre-rigor prosessering, kan forbedre filetkvaliteten er ikke ny:

Fiskeriforskning gjennomførte i 1990 og 1991 to forsøk i Båtsfjord der loddetorsk ble fisket levende med snurrevad og satt i merd der den sto uten foring i 44 døgn i 1990 og 73 døgn i 1991. I løpet av sulteperioden ble det begge år tatt ut prøver for registrering av endringer i fysiologiske og muskelkjemiske parameter (Akse mfl. 1992; 1997). Det ble også utført noen fileteringsforsøk der råstoffet var loddetorsk som hadde vært sultet i ca 2 uker. Filetutbyttet ble målt, mens den kanskje viktigste faktoren i forhold til fersk anvendelse, filetspalting, ikke ble dokumentert.

I 2005 gjennomførte Fiskeriforskning et forsøk der ordinær oppdrettstorsk ble sultet i inn til 12 uker. I forsøket ble utviklingen i fysiologiske, biologiske og muskelkjemiske parametre målt. Det ble også utført fileteringsforsøk der fisken ble håndfiletert pre- og post-rigor (Esaassen mfl. 2006).

I disse tidligere sulteforsøkene er det ikke utført ordinær maskinell pre- og post-rigor filetering av torsken under sulting. Bakgrunnen for at forsøket som rapporteres her ble satt i gang var derfor et ønske om å utføre tilnærmet fullskala fileteringsforsøk for å skaffe kunnskap om hvordan kvaliteten på ferske filetprodukter (loins) utviklet seg i en sulteperiode etter fangst, når fisken ble filetert post- eller pre-rigor. Den viktigste kvalitetsfaktoren var filetspalting, men også andre forhold som drypptap og holdbarhet under kjølelagring ble målt.

2 Material og metode

2.1 Forsøksmateriale, sulting og prøveuttak

Prøvematerialet i forsøket var torsk som ble fisket levende med snurrevad utenfor Båtsfjord siste uke i april 2008, tankført levende om bord på snurrevadbåten og satt inn i en flatbunnet mottaksmerd der den sto noen dager før den ble overført til ordinær lagringsmerd for vill torsk. Det første prøveuttaket til filetering (0-prøven) ble gjort kort etter overføring fra mottaksmerd til lagringsmerd, 3 - 4 døgn etter fangst. Fisken ble ikke foret i forsøksperioden som varte i 4 uker fra og med første slakting (02. mai – 29. mai 2008).

Følgende biologiske parametere ble målt ved innsetting av fisken i mottaksmerd og ved hvert uttak under sulting i fire uker.

- Lengde i cm
- Vekt rund
- Kjønn
- Vekt sløyd med hode
- Vekt sløyd hodekappet
- Gonadevekt
- Gonadeutvikling
- Levervekt
- Vekt mage/tarm
- Fyllingsgrad i magesekk
- Parasittinfeksjon (kveis) på lever

2.2 Fileterings- og lagringsforsøk

Det ble foretatt tre prøveuttak og produksjonsforsøk; - ved innsett, etter ca 2 uker sulting og etter ca 4 uker sulting. I hvert av prøveuttakene ble fisken håvet fra merd og bløgget opp i kar med sjøvann der den blødde godt ut. Fisken ble umiddelbart transportert fra oppdrettsanlegget til Båtsfjordbruket, der den var ferdig sløyd og vasket ca 3 timer etter avliving.

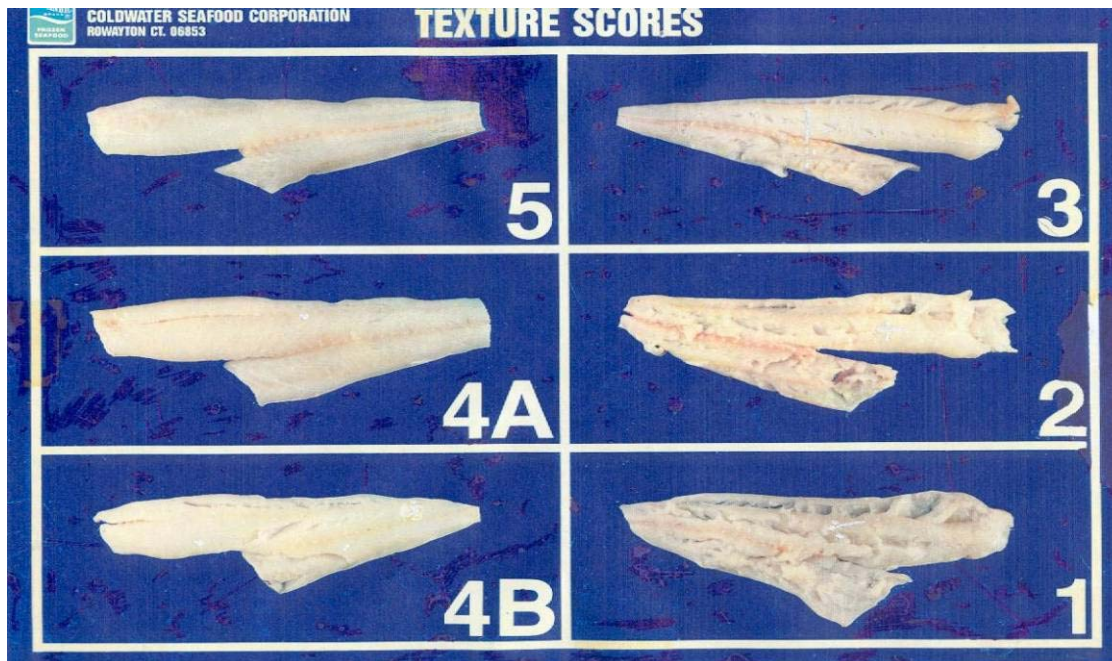
I hvert prøveuttak ble det slaktet 1,5 – 2 tonn fisk (rund vekt), som ble filetert, renskåret og kuttet på ordinær måte i filetlinja til Båtsfjordbruket. I hvert av prøveuttakene ble halvparten av fisken filetert pre-rigor mindre enn 4 timer etter slakting, mens den andre halvparten av prøveuttaket ble filetert post-rigor 3 døgn etter slakting. I denne tiden ble fisken oppbevart i kar med is og ferskvann, på kjølerom.

I alle fileteringsforsøkene ble temperaturen målt i råstoffet og i filetene. Spaltingsgraden ble vurdert sensorisk etter skinning av filetene. Total produktvekt og fordeling på ulike varianter (blokk, helfilet, loins og kutt) ble registrert i bedriftens ordinære produksjonsstyrings system. Tilsvarende data ble hentet ut for bedriftens ordinære produksjon av annet råstoff samme dag og resultatene fra prøveproduksjonen ble sammenlignet med disse.

I det første og det siste prøveuttaket (0 prøven og etter 4 uker sulting) ble filetprøver, hel filet og loins, pakket på ordinær måte med is i 5 kilos styropor esker og sendt med hurtigruta til Nofima i Tromsø for holdbarhetsanalyser i laboratoriet.

I holdbarhetsforsøkene ble det kjørt følgende analyser: Drypptap (på individmerkede loins), temperatur, pH, mikrobiologi (totalkim og sulfidproduserende bakterier), total flyktig nitrogen (TVN) og sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks).

2.3 Vurdering av filetspalting



Figur 1 Scoreskjemaet for grader av filetspalting som ble benyttet i prosjektet ved vurdering av filetene etter skinning.

Fileter med spaltingsgrad 4B, 4A og 5 (fig 1) vil uten problem kunne anvendes til produksjon av fersk loins av torsk.

Fileter med spaltingsgrad 3 vil vanligvis kunne anvendes til produksjon av frysst loins, eller eventuelt også ferske loins.

Fileter med score 1 og 2 defineres som sterkt ødelagt av filetspalting og ikke anvendelige til annet enn blokkfrysste produkter.

2.4 Måling av drypptap

Drypptap/vekttap under kjølelagring ble registrert ved at loins ble veid enkeltvis ved filetering og ved hvert av de etterfølgende prøveuttakene under kjølelagring i inn til 11 døgn.

2.5 Temperatur og pH

Temperaturer ble målt med stikktermometer direkte i muskelen på hel fisk, fileter og loins.

pH målingene ble utført med en stikkelektrode direkte i muskelen på hel fisk, fileter og loins. Instrument: WTW, pH 330 pH-meter.

2.6 Sensorisk analyse av rå prøver (Filetindeks)

For å dokumentere eventuelle forskjeller i produktkvalitet og holdbarhet mellom gruppene ble produktene evaluert sensorisk etter en standard poengskala utviklet av Fiskeriforskning for vurdering av rå filetpåvør (Filetindeks). Parametrene som inngår i Filetindeksen er: Lukt, farge, konsistens, overflatestruktur og spalting. Kriteriene lukt, farge, spalting og konsistens er gradert i en firedelt skala; fra 0 (best) til 3 (dårligst). Skalaen for overflate er tredelt fra 0 (best) og 2 (dårligst). Samlet indeksverdi er summen av snittkarakterene for de fem karakterene for de fem kriteriene, best score er 0 og dårligste er 14. Vurderingen ble utført av to trette dommere.

Parameter	Poengskala og beskrivelse
Lukt	0: Frisk lukt av sjø, blodfersk 1: Nøytral 2: Fiskelukt 3: Ammoniakk, sur
Spalting	0: Ingen spalting 1: Begynnende spalting 2: Noe spalting, løs filet 3: Mye spalting, usammenhengende filet
Farge	0: Fileten har naturlig (fersk) farge 1: Fileten har en melkehvit farge 2: Fileten har en gråaktig eller rødlig farge 3: Flekket, misfarget gul, gjennomsiktig
Konsistens	0: Fast, naturlig konsistens 1: Filetene er litt bløt 2: Fileten er bløt 3: Fileten er meget bløt
Overflate	0: Tørr, blank overflate 1: Har partier der overflaten er oppløst 2: Overflaten er meget oppløst

2.7 Mikrobiologiske analyser

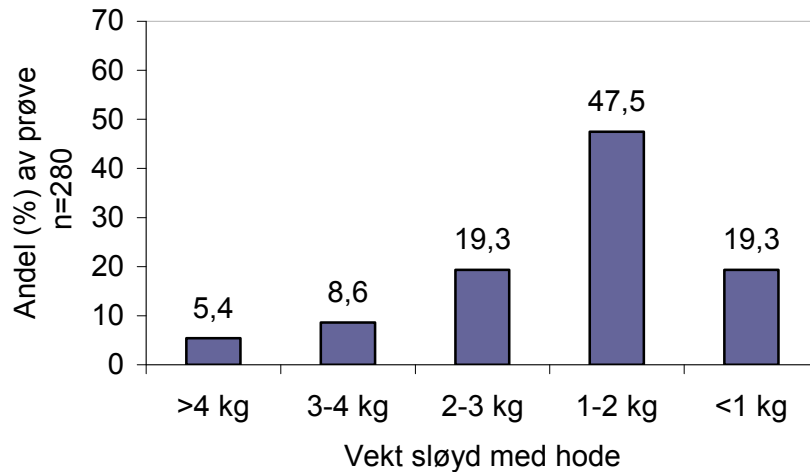
For de to prøvematerialene (pre- og post-rigor) ble det ved hvert uttak under kjølelagring utført separate analyser på 5 fileter/loins. Fra hver av disse prøvene ble det tatt ut 20-30 gram muskel til bestemmelse av totalt kimtall og mengde sulfidproduserende bakterier (*Shewanella putrefaciens*). Prøver ble tatt ut ved bruk av sterilteknikk og overført til stomacherposer for fortynning (1:5) i peptonvann tilsatt 0,9 % NaCl før videre homogenisering. For hver gruppe ble 2 fortynninger/paralleller sådd ut. Jernagar ble brukt som vekstmedium og agarskålene ble inkubert ved 12 °C i 5 dager før avlesning. Resultatene er presentert som gjennomsnitt for de 5 analyserte bitene.

2.8 Total flyktig nitrogen (TVN)

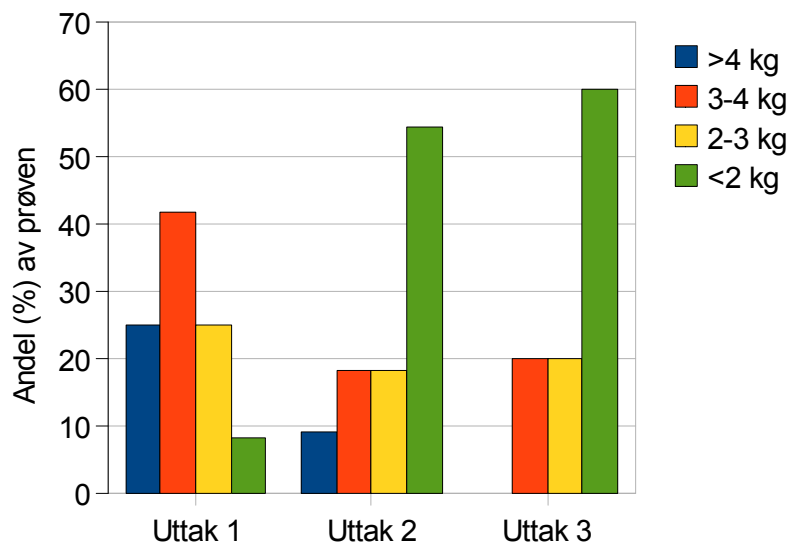
Total flyktig nitrogen (TVN) ble målt ved hvert prøveuttak under kjølelagring. Målingene ble utført som separate analyser på 5 fileter/loins (mgN/100g – Kjelttech) fra hvert av de to prøvematerialene (pre- og post-rigor). Resultatene er presentert som gjennomsnitt og standardavvik for de 5 prøvene ved hvert uttak.

3 Resultater

3.1 Biologiske data; hele materialet og hvert prøveuttak



Figur 2 Prøvematerialet gruppert etter fiskestørrelse (sløyd vekt med hode), gjennomsnitt prosentvis fordeling i prøver av sløyd fisk fra alle tre prøveuttakene i løpet av sulteperioden, n = 280.



Figur 3 Prosentvis fordeling av fisken i de tre prøveuttakene etter størrelse (rund vekt i kg).

Tabell 1 Andre biologiske data i de tre prøveuttakene under sulting, gjennomsnitt og standardavvik (stdav). Lever- og gonadevekt i % av rund vekt. Gonadeutvikling: umoden til gytende. Magefylling: 1 = tom mage, 4 = full mage. Uttak 1 ved innsetting, uttak 2 etter to uker sulting og uttak 3 etter fire uker sulting.

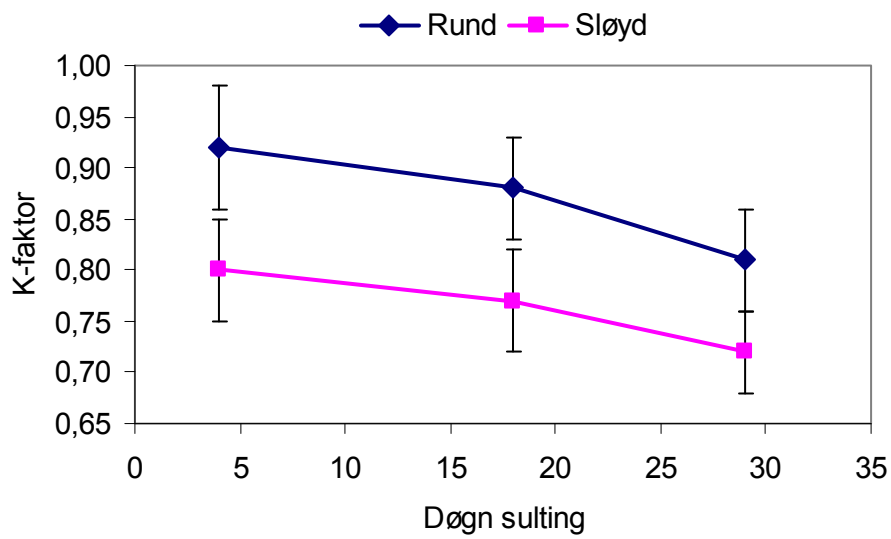
	Fordeling på kjønn	Lever %	Gonade %	Gonade utvikling	Magefylling 1: tom, 4: full
Uttak 1 N = 12	♀ = 58,3 %	7,4 (1,6)	1,0 (0,6)	Umoden/hvilende	1,4 (0,5)
	♂ = 41,7 %	7,9 (1,6)	0,6 (0,2)	Umoden/hvilende	1,2 (0,4)
Uttak 2 N = 11	♀ = 18,2 %	6,1 (1,5)	0,6 (0,0)	Umoden/hvilende	1,0 (0,0)
	♂ = 81,8 %	7,3 (1,4)	0,2 (0,2)	Umoden/hvilende	1,0 (0,0)
Uttak 3 N = 10	♀ = 50,0 %	5,8 (2,7)	1,4 (1,6)	Umoden/hvilende	1,0 (0,0)
	♂ = 50,0 %	6,5 (1,5)	0,3 (0,4)	Umoden/hvilende	1,0 (0,0)

Figur 2 viser hvordan hele prøvematerialet fordelte seg på ulike fiskestørrelser, i dette tilfelle angitt som sløyd vekt med hode. Figuren viser at det meste av prøvefangsten var relativt små fisk, under 2 kilo sløyd med hode. Med hensyn til fiskens størrelse var materialet som ble satt inn til sulting derfor representativt for ikke kjønnsmoden ung torsk, som vanligvis utgjør hovedkomponenten av torskefangstene i vårsesongen utenfor Finnmark.

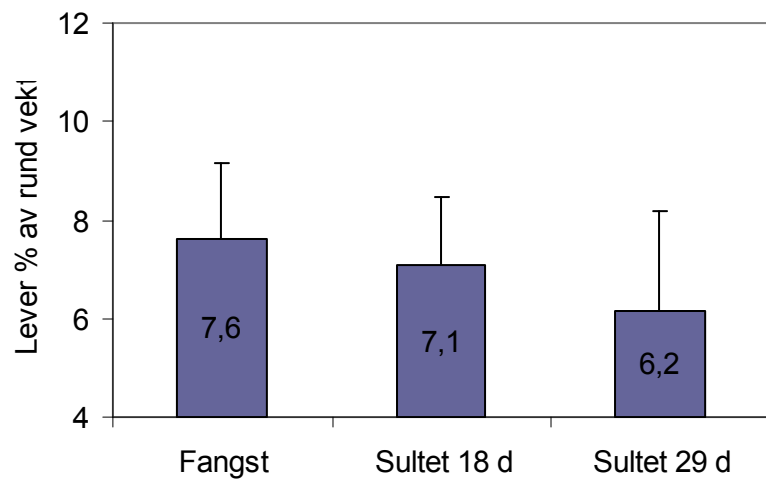
Tabell 1 viser at det ikke var spesielt mye åte i fisken da den ble fisket, fyllingsgraden i magen var lav men noen av fiskene i råstoffprøven hadde en del innhold i tarmen. Tabell 1 viser også en relativt lav leverprosent både i hanfisk og hofisk, noe som tyder på at torsken heller ikke i tiden rett før fangsten ble tatt hadde hatt særlig god tilgang på mat. Det var relativt lite lodde til stede på feltene utenfor Båtsfjord i den tiden prøvefangsten ble tatt sist i april. Konklusjonen er derfor at materialet i forsøket størrelsesmessig var representativt for råstoffet vi ønsket å teste, men innholdet av åte var for lavt til at det kunne betegnes som typisk "loddetorsk".

Figur 3 viser størrelsesfordelingen i de tre prøveuttakene. Av denne figuren ser en at fisken i det første produksjonsforsøket var noe atypisk i forhold til fordelingen i fangsten som helhet. De to siste prøveuttakene er mer representative i så måte. Det er likevel ingen grunn til å anta at ulik størrelsesfordeling i prøvene har påvirket graden av filetspalting, eller andre av parameterne som ble målt.

3.2 Utvikling av kondisjonsfaktor og lever % under sulting



Figur 4 Utvikling i kondisjonsfaktor (K-faktor) rund og sløyd under sulting i 28 døgn.



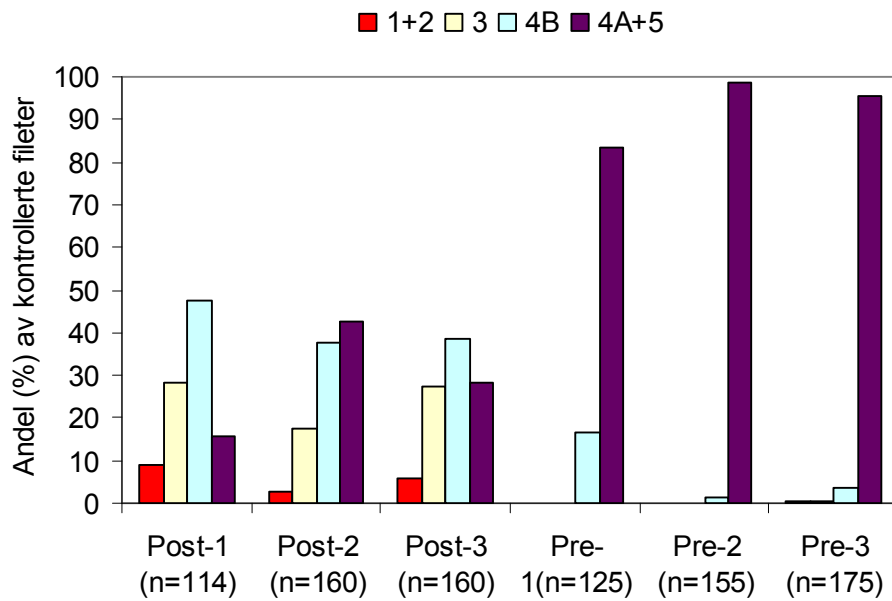
Figur 5 Utvikling i levermengde som prosent av rund vekt under sulting i 28 døgn.

Tidligere forsøk har vist at sulting av torsk i noen uker først fører til nedgang i leverinnhold og senere også til redusert kondisjonsfaktor og vekttap. I sulteforsøkene som Fiskeriforskning gjennomførte i 1990 og 1991 hadde torsken tapt ca 10 % av vekten etter sulting i ca 70 døgn og tilsvarende ble det registrert ca 10 % reduksjon i kondisjonsfaktor. Kjemiske analyser viste videre at mot slutten av sulteperioden var det en økning i vanninnholdet og reduksjon i proteininnholdet i muskelen (Akse mfl. 1997). Esaiassen mfl. (2005) påviste redusert leverinnhold i oppdrettet torsk som ble sultet og det ble også påvist nedgang i kondisjonsfaktor både for rund og sløyd fisk.

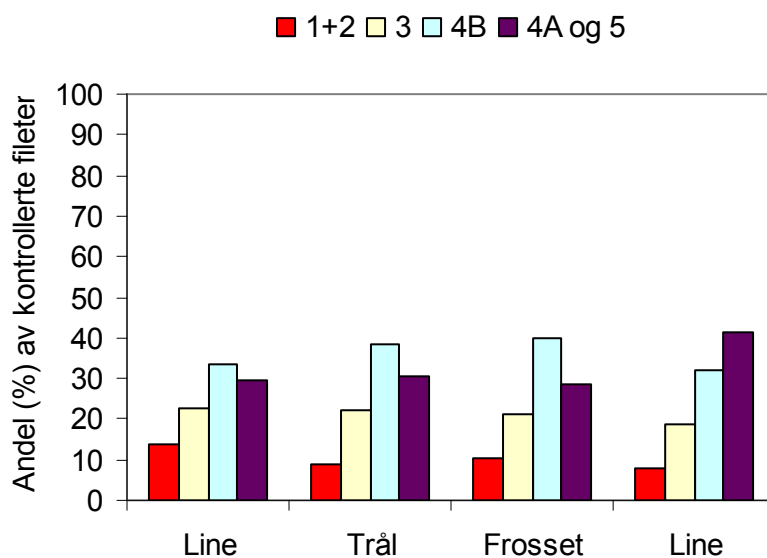
Figurene 4 og 5 viser at torsken i forsøket i Båtsfjord gjennom sulteperioden på ca 4 uker hadde en reduksjon i leverinnhold og kondisjon som samsvarer godt med det som er påvist i tidligere forsøk med sulting av vill- og oppdrettet torsk. Figur 4 viser at kondisjonsfaktoren, både rund og sløyd, falt gjennom hele sulteperioden og særlig bratt var fallet fra andre til tredje uttak (fra 2 til 4 uker sulting). Figur 5 viser at leverinnholdet i prosent av usløyd vekt falt fra 7,6 % rett etter fangst til 6,2 % etter 4 uker sulting.

Selv om ung torsk som i dette forsøket vokser noe i lengde i løpet av 4 uker vil den observerte nedgangen i kondisjon bety tapt vekt, både for rund og sløyd fisk.

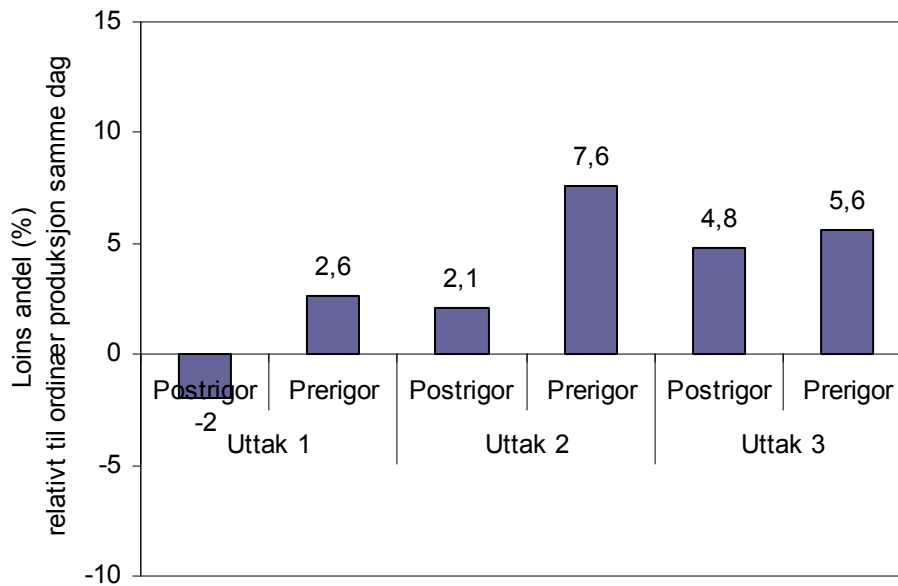
3.3 Filetspalting



Figur 6 Filetspalting målt etter post- og pre-rigor filetering i de tre prøveuttakene under sulting. Post-1: Filetert post-rigor i uttak 1. Post-2: Filetert post-rigor i uttak 2 (sultet to uker). Post-3: Filetert post rigor i uttak 3 (sultet 4 uker). Pre-1: Filetert pre-rigor i uttak 1. Pre-2: Filetert pre-rigor i uttak 2. Pre-3: Filetert pre-rigor i uttak 3. Y-aksen viser prosentvis andel av filetene som faller innenfor de ulike kategoriene med hensyn til spaltingsgrad: 1+2 = svært mye spaltet, 3 = mye spaltet, 4B = moderat spaltet, 4A+5 = meget lite/ikke spaltet.



Figur 7 Filetspalting målt i bedriftens ordinære produksjon av post-rigor ferskt råstoff fisket med line eller trål og frosset/tint råstoff. Spaltingsgrader som i Figur 6.



Figur 8 Figuren viser andelen (%) som ble pakket som loins i de tre prøveuttakene, relativt til bedriftens egen produksjon av annet råstoff samme dag. Verdiene er hentet fra bedriftens produksjonsdata, referansen som er andel loins i bedriftens ordinære produksjon samme dag er satt til 0 og figuren viser hvordan loinsandelen i prøveuttakene avviker fra denne referansen i positiv eller negativ retning ved post- eller pre-rigor filetering. I uttak 1 var fisken ikke sultet, i uttak 2 var den sultet i ca 2 uker og i uttak 3 i ca 4 uker.

Fileteringsforsøkene ble kjørt som vanlig fullskala produksjon, med full bemanning i filetlinja. Resultatene kan derfor sammenlignes med bedriftens ordinære produksjon samme dag, med hensyn til spaltingsgrad og produktmiks (andel loins, helfilet, blokk og kutt).

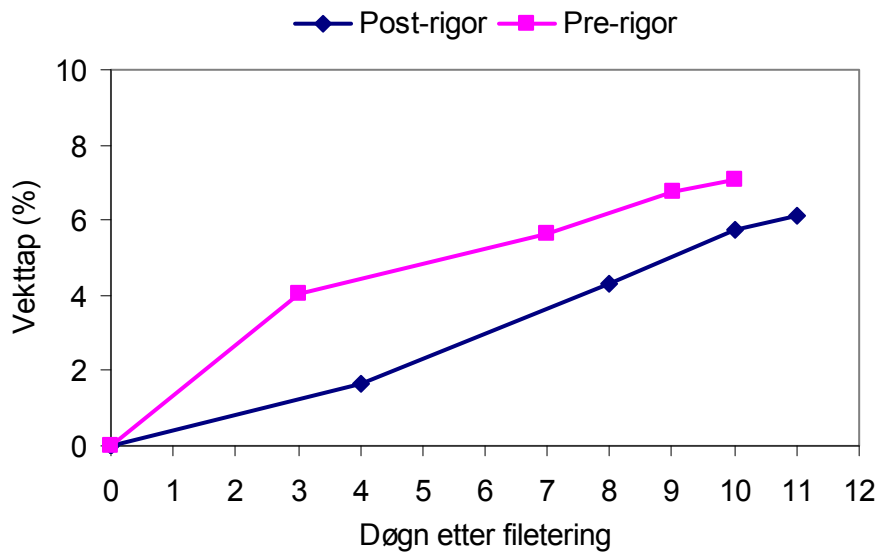
Med hensyn til endringer i spaltingsgrad ved post-rigor filetering, som følge av at fisken ble sultet, indikerer resultatene vist i Figur 6 en viss reduksjon i fraksjonen av mye spaltet filet (kode 1 og 2) utover i sulteperioden og en tendens til økning i fraksjonen av ikke spaltet filet (kode 4A og 5). Imidlertid gir ikke resultatene grunnlag for å trekke en entydig konklusjon om at sulting av fisken i inn til 4 uker før slaktning reduserte graden av filetspalting når fileteringen ble utført etter at råstoffet var ute av dødsstivheten (post-rigor).

Figur 7 viser at det også i bedriftens ordinære produksjon av ulike varianter av råstoff (line, trål, frosset/tint) var relativt høye innslag av lite spaltet filet (kode 4B og 4A+5), som ikke var mye lavere enn det som ble oppnådd ved post-rigor filetering i sulteforsøket.

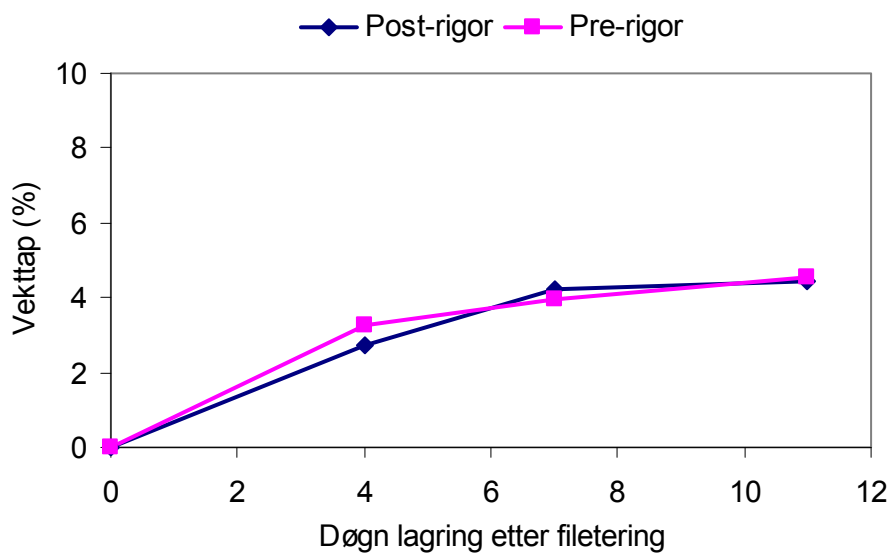
Det som entydig gav utslag i form av sterkt redusert filetspalting var filetering før fisken gikk inn i *rigor mortis* (pre-rigor). Figur 6 viser at i alle tre prøveuttakene under sulteperioden førte filetering pre-rigor til at nær 100 % av filetene var minimalt spaltet eller ikke spaltet i det hele tatt.

Figur 8 viser at i alle tre forsøksrundene kom pre-rigor fileterte prøver ut med høyere andel loins, regnet av total produktvekt, enn de som ble filetert post-rigor. Figuren viser også at både post- og pre-rigor filetering i sulteforsøket gjennomgående gav høyere andel loins enn bedriftens ordinære produksjon samme dag. Det er likevel grunn til å være oppmerksom på at direkte sammenligning av loinsandeler lett kan bli feil fordi kuttingen av filetene ikke nødvendigvis er utført etter samme spesifikasjon.

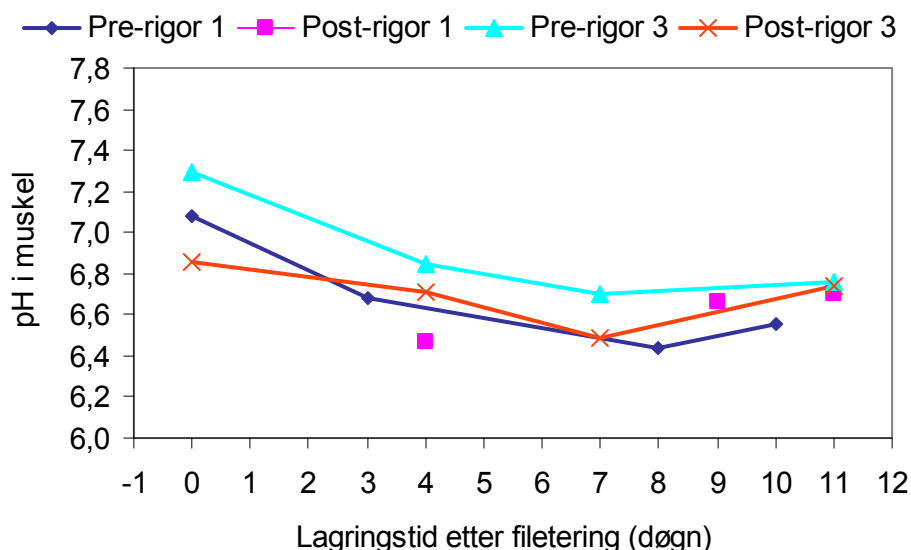
3.4 Drypptap under kjølelagring



Figur 9 *Drypptap registrert under kjølelagring av fileter skåret pre-rigor og post-rigor i uttak 1, helt i starten av sulteperioden (ikke sultet fisk). Figuren viser vekttap i % av filettevekten rett etter filetering.*



Figur 10 *Drypptap registrert under kjølelagring av fileter (loins) skåret pre-rigor og post-rigor i uttak 4, etter ca 4 uker sulting. Figuren viser vekttap i % av vekten rett etter filetering.*



Figur 11 Figuren viser pH målt i fileter (loins) under kjølelagring etter filetering pre-rigor og post-rigor i uttak 1 (ikke sultet) og i uttak 3 (sultet i 4 uker), $n = 5$.

I det første og det siste fileteringsforsøket ble prøver av ferdig kuttet filet pakket på ordinær måte og sendt til Tromsø for kontroll av drypptap og holdbarhet under lagring etter filetering. For kontroll av drypptap ble post- og pre-rigor lonsbiter veid, individmerket og pakket med is 5 kilos filetesker. Eskene ble sendt med hurtigruten til Tromsø der de ble lagret på kjølerom i inn til 11 døgn etter filetering. I løpet av denne lagringstiden ble hver av de individmerkede bitene veid flere ganger for å bestemme vekttapet.

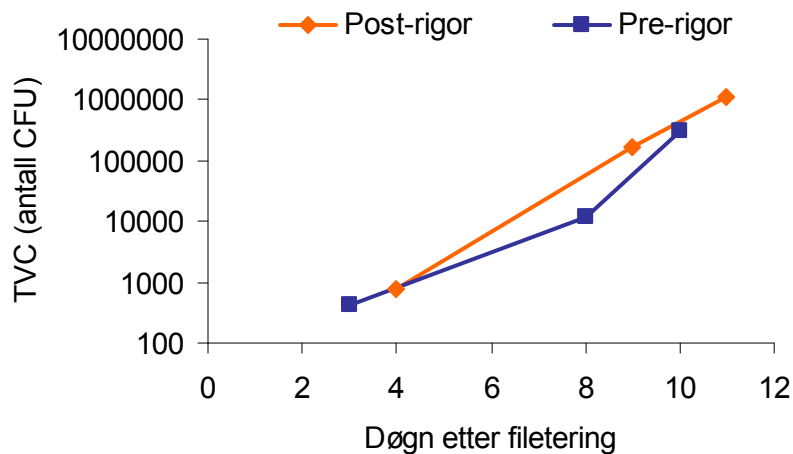
Figur 9 viser at i det første lagringsforsøket, der råstoffet ikke var sultet, var drypptapet fra loinsbitene som var skåret av post rigor råstoff i snitt 5,7 % etter 10 døgn og fra loinsbitene som var skåret pre-rigor i snitt 7,1 %. Forløpet til kurvene (Figur 9) viser at drypptapet gjennom hele lagringsperioden var høyest fra loins som var skåret pre-rigor. Et noe høyere drypptap fra pre-rigor produserte produkter er hva man skulle forvente ut fra tilsvarende resultater i forsøk med pre-rigor filetering av oppdrettstorsk (Kristoffersen et al. 2006, 2007).

Figur 10 viser at i det siste lagringsforsøket, der råstoffet hadde vært sultet i 4 uker, var det ingen forskjell i drypptap mellom pre- og post-rigor produserte loins. Etter 11 døgn kjølelagring hadde post-rigor loins i snitt tapt 4,4 % vekt mens pre-rigor hadde tapt 4,5 %. Dette viser også at drypptapet under kjølelagring nå var betydelig lavere enn i det første lagringsforsøket der råstoffet var fisk som ikke var sultet, både for post- og pre-rigor prosesserte loins.

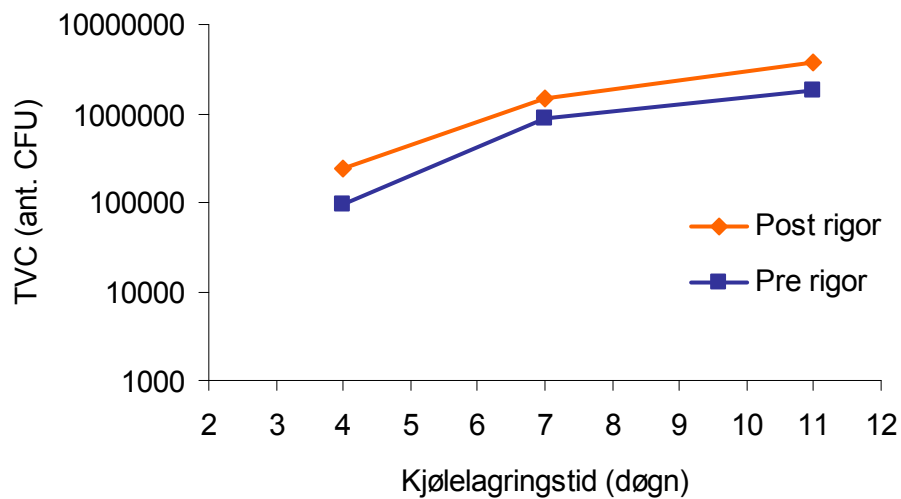
Figur 11 viser at under kjølelagring etter filetering var pH i fileter som var skåret av sultet råstoff, både post- og pre-rigor, høyere enn i fileter som ble skåret før sultingen startet. Særlig er dette tydelig for loins som ble skåret pre-rigor. Esaiassen mfl. (2006) viste det samme for sultet oppdrettstorsk, der det ble registrert signifikant høyere pH i sultet enn i fôret fisk. Det er påvist sammenheng mellom lav muskel-pH og lav vannbindingsevne (Ofstad mfl. 1995). Det relativt høye pH nivået som ble målt i det siste lagringsforsøket etter 4 uker sulting er derfor en faktor som kan bidra til å forklare hvorfor særlig de pre-rigor prosesserte loinsbitene kom ut med lavere drypptap enn i det første lagringsforsøket.

3.5 Holdbarhet under kjølelagring

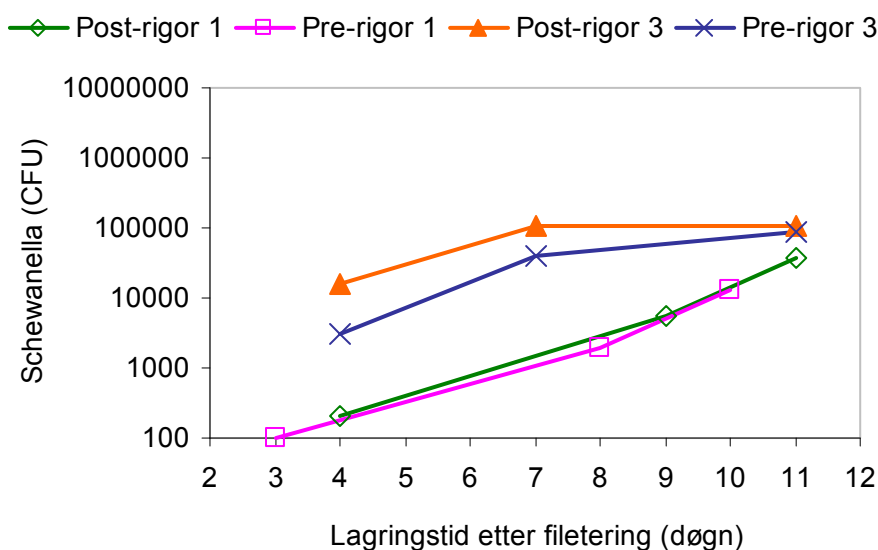
3.5.1 Mikrobiologi



Figur 12 Totalkim målt under kjølelagring av fileter som ble skåret pre-rigor og post-rigor i uttak 1 (ikke sultet fisk), $n = 5$.



Figur 13 Totalkim målt under kjølelagring av fileter (loins) som ble skåret pre-rigor og post-rigor i uttak 3 (etter 4 uker sulting), $n = 5$.



Figur 14 *Schewanella* (CFU) målt under kjølelagring av torskefileter som ble skåret pre-rigor og post-rigor i uttak 1 (før sulting) og uttak 3 (etter 4 uker sulting), $n = 5$.

Resultatene fra de mikrobiologiske analysene av totalt kimtall og den spesifikke bedervelsesbakterien *Schewanella Putrefaciens* er vist i figurene 12, 13 og 14.

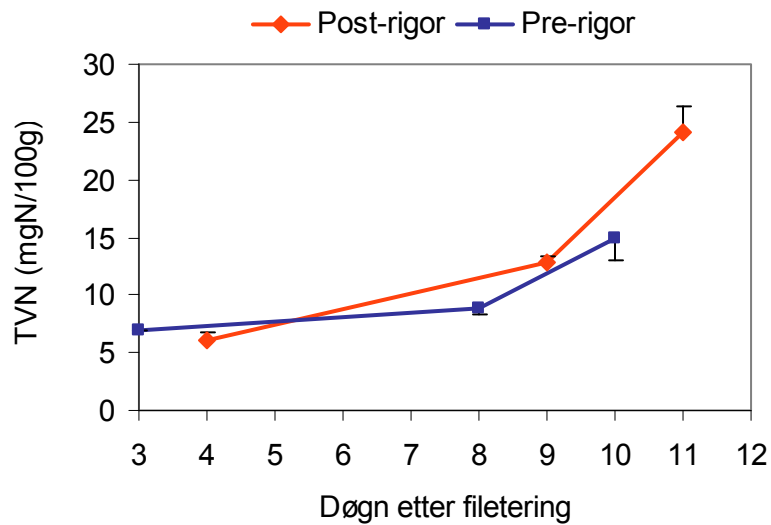
Figur 12 viser at under det første lagringsforsøket med fileter som var skåret post- og pre-rigor av råstoff som ikke var sultet var det totale bakterietallet (TVC) jevnt over litt høyere i filetene som var skåret post-rigor enn i filetene som var skåret pre-rigor. Imidlertid hadde verken de post- eller pre-rigor prosesserte filetene passert øvre holdbarhetsgrense på 10×10^6 CFU etter 10 - 11 døgn kjølelagring etter filetering.

I det siste lagringsforsøket ble loins som var skåret post- eller pre-rigor av sultet råstoff lagret i 11 døgn etter filetering. Figur 13 viser et gjennomgående høyere totalt kimtall i begge variantene i dette lagringsforsøket. Også her ligger de pre-rigor prosesserte produktene gjennomgående lavere i totalt kimtall enn produktene som var prosessert av det tre døgn eldre post-rigor råstoffet.

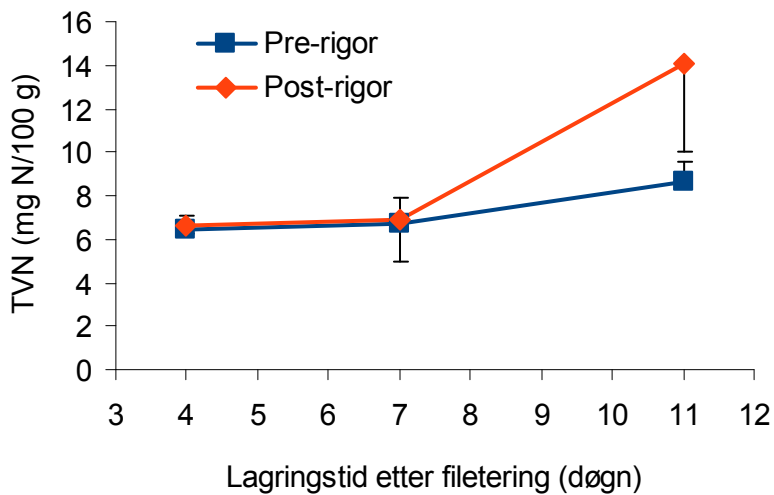
Figur 14 viser resultatene for *Schewanella* i de to lagringsforsøkene. I det første forsøket var det ingen forskjell mellom post- og pre-rigor prosesserte fileter. I det andre lagringsforsøket var det som for totalkim et høyere nivå også for *Schewanella* og nå var bakterietallet noe lavere i pre-rigor prosesserte loins enn i post-rigor.

Oppsummert indikerer de mikrobiologiske analysene at hele fileter og loins som ble skåret av pre-rigor råstoff hadde noe lengre holdbarhet under kjølelagring etter filetering, enn de tilsvarende produktene som ble prosessert post-rigor av tre døgn eldre råstoff.

3.5.2 Total flyktig nitrogen (TVN)



Figur 15 TVN-utvikling under kjølelagring av fileter skåret pre-rigor og post-rigor i uttak 1, før sulting. Snittverdier og standardavvik, $n = 5$.



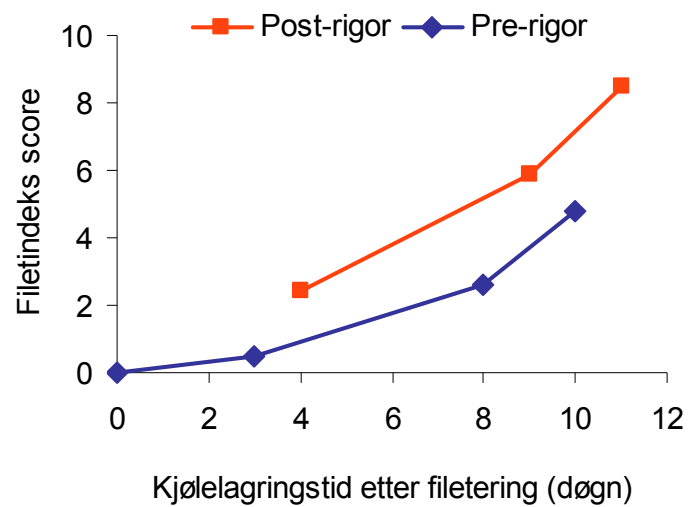
Figur 16 TVN-utvikling under kjølelagring av fileter (loins) skåret pre-rigor og post-rigor i uttak 3, etter ca 4 uker sulting. Snittverdier og standardavvik, $n = 5$.

TVN (total flyktig nitrogen) er også en vanlig brukt indikator på ferskhetsgrad og holdbarhet under kjølelagring av torsk og annen hvitfisk. I forskriftene er det fastsatt en øvre grense på TVN innhold (35 mgN/100 g prøve) for når torsk ikke lenger kan anvendes til humant konsum (Mattilsynet).

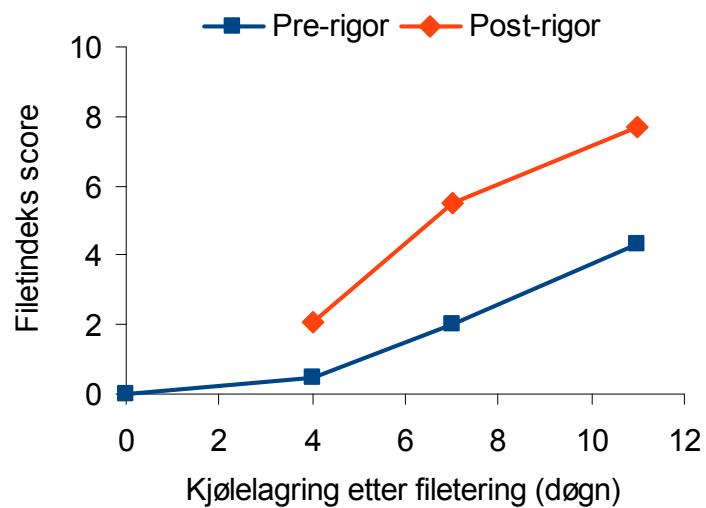
Figur 15 og Figur 16 viser at i begge lagringsforsøkene var det sterk økning i TVN innholdet mot slutten av kjølelagringstiden på 11 døgn etter filetering. TVN økte mest i de post-rigor prosesserte filetene, noe som kan forklares ved at dette råstoffet allerede hadde vært lagret 3 døgn etter slakting da fileteringen ble foretatt, mens pre-rigor råstoffet var nyslaktet. De to figurene viser imidlertid også at verken i de post-rigor eller i de pre-rigor prosesserte produktene hadde TVN innholdet oversteget grensen for humant konsum i løpet av 11 døgn kjølelagring etter filetering.

Også for TVN er det verd å merke seg forskjellene i nivå mellom de to lagringsforsøkene, før og etter sulting. Figur 15 og Figur 16 viser at innholdet av total flyktig nitrogen (TVN) var betydelig høyere mot slutten av kjølelagringstiden i det første forsøket der råstoffet ikke var sultet, enn i det siste forsøket der råstoffet var sultet i 4 uker før slakting.

3.5.3 Filetindeks (sensorisk vurdering av rå prøver)



Figur 17 Filetindeks score under kjølelagring av fileter skåret pre-rigor og post-rigor i det første uttaket, før sulting, $n = 5$.



Figur 18 Filetindeks score under kjølelagring av fileter (loins) skåret pre-rigor og post-rigor i det tredje uttaket, etter ca 4 uker sulting, $n = 5$.

Filetindeks er en poengskala for sensorisk vurdering av rå filetprøver. Parametrene som inngår indeksen er lukt, farge, konsistens, overflatestruktur og spalting. Kriteriene er gradert i skalaer der 0 er best og 3 dårligst. Samlet indeksverdi er summen av snittkarakterene for de fem parameterne, slik at beste indeksscore er 0 og dårligste 14.

Figurene 17 og 18 viser at i begge lagringsforsøkene, der fileter og loins ble lagret i inn til 11 døgn etter filetering, kom de pre-rigor prosesserte produktene best ut kvalitetsmessig i denne sensoriske evalueringen. De parameterne som i størst grad bidrar til denne forskjellen mellom post- og pre-rigor fileterte produkter er lukt og filetspalting, men også med hensyn til konsistens og farge kom pre-rigor produktene bedre ut. Den åpenbare forklaringen på at post-rigor filetene raskere utvikler dårlig lukt og bløt konsistens under kjølelagring etter filetering er at ved filetering var dette råstoffet var tre døgn eldre etter slakting enn pre-rigor råstoffet.

Med hensyn til effekt av sulting indikerer verken forløpet av kurvene eller nivåene på samlet indeksscore i figurene 17 (ikke sultet) og 18 (sultet 4 uker) at levende lagring av torsken i 4 uker uten foring i vesentlig grad påvirket den sensoriske kvaliteten til filetene under 11 døgn kjølelagring etter prosessering.

4 Oppsummering og konklusjon

- Det levende råstoffet i forsøket hadde riktig størrelse men var ikke typisk "loddetorsk" med hensyn til åteinhold, kondisjonsfaktor og leverinnhold.
- I løpet av 4 uker sulting gikk kondisjonsfaktoren ned både for rund og sløyd fisk, og leveprosenten gikk ned. Dette samsvarer godt med påvist utvikling i andre tilsvarende forsøk med sulting av vill og oppdrettet torsk.
- Redusert kondisjonsfaktor vil gi vekttap i løpet av sulteperioden, både som rund og sløyd fisk.
- Resultatene produksjonsforsøk som ble utført med post-rigor råstoff gir ikke sikkert grunnlag for å si at sulting reduserte graden av filetspalting, men det er indikasjoner på at andelen av ikke/lite spaltet filet økte og at andelen av svært mye spaltet ble redusert utover i sulteperioden.
- Det som entydig redusert filetspaltingen sterkt var filetering før fisken gikk inn i *rigor mortis* (pre-rigor). I alle tre prøveuttakene under sulteperioden førte filetering pre-rigor til at nær 100 % av filetene var minimalt spaltet eller ikke spaltet i det hele tatt.
- Pre-rigor filetering gav også høyest andel loins regnet av samlet produktvekt. Det er likevel grunn til å være oppmerksom på at sammenligning av loinsandeler kan bli feil fordi kuttingen ikke nødvendigvis er utført etter samme spesifisering hver gang.
- I det første lagringsforsøket, der råstoffet ikke var sultet hadde pre-rigor produserte loins høyere drypptap under kjølelagring etter filetering enn loins produsert post-rigor. I det siste lagringsforsøket, der råstoffet hadde vært sultet i 4 uker var denne forskjellen i drypptap mellom post- og pre-rigor prosesserte loins forsvunnet.
- Under kjølelagring etter filetering var pH i filetene som var skåret av sultet råstoff, både post- og pre-rigor, høyere enn i filetene som ble skåret før sultingen startet. Særlig er dette tydelig for loins som ble skåret pre-rigor. Det er påvist sammenheng mellom lav muskel-pH og høyt drypptap. Det relativt høye pH nivået i lagringsforsøket etter 4 uker sulting kan derfor bidra til å forklare hvorfor særlig pre-rigor loins kom ut med lavere drypptap enn i lagringsforsøket før sulting.
- I begge lagringsforsøkene (før og etter sulting) hadde pre-rigor produserte fileter noe lengre holdbarhet etter filetering og bedre kvalitet enn post-rigor produserte fileter, både ut fra mikrobiologiske, kjemiske (TVN) og sensoriske kvalitetskriterier.

5 Referanser

- Akse L., Midling K. Ø. (1997). Live capture and starvation of caplin cod (*Gadus Morhua* L.) in order to improve the quality. In Seafood from producer to consumer, integrated approach to quality, Eds. Luten J. B., Børresen J., Oehlenschläger J., Elsevier 1997.
- Esaiassen M., Akse L., Joensen S., Midling K. Ø., Tobiassen T., Wilhelmsen K., Aas K. (2006). Sulting av oppdrettstorsk. Rapport 26/2006 Fiskeriforskning.
- Kristoffersen S., Tobiassen T., Esaiassen M., Olsson G. B., Godvik L., Seppola M., Olsen R. L. (2006) Effects of pre rigor filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, 2006, 37, 1556-1564.
- Kristoffersen S., Vang B., Larsen L., Olsen R. L. (2007) Pre-rigor filleting and drip loss from fillets of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, 2007, 1-11.
- Ofstad R. (1995). Microstructure and Liquid-Holding Capacity in Cod (*Gadus morhua* L.) and Salmon (*Salmo salar*) Muscle; effects of heating. Dr. Scient thesis, 1995, Institute of Medical Biology, University of Tromsø.
- Tobiassen T., Akse L., Midling 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*, eds. J.B Luten, C. Jacobsen, K. Bekaert., A. Søbø, J. Oehlenschläger, pp 149-159, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.

