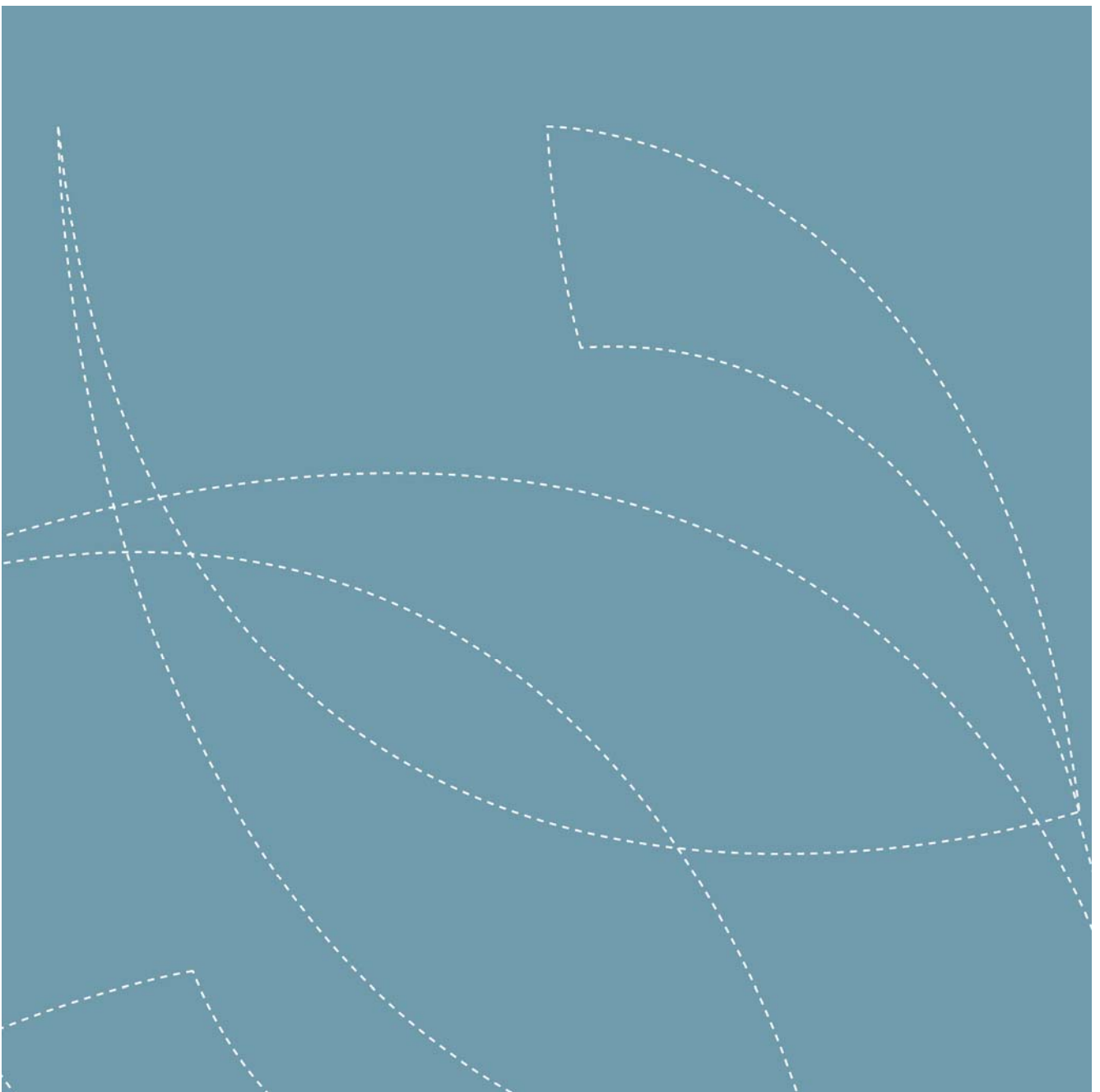


Torsk fra merd: Pre-rigor produksjon av loins med skinn

Silje Kristoffersen, Frank Kristiansen, Guro Eilertsen og Ragnar L. Olsen





Nofima er et næringsrettet forskningskonsern som sammen med akvakultur-, fiskeri- og matnæringen bygger kunnskap og løsninger som gir merverdi. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked, og har om lag 470 ansatte. 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> 978-82-7251-677-1	<i>Rapportnr.:</i> 13/2009	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Tittel:</i> Torsk fra merd: Pre-rigor produksjon av loins med skinn	<i>Dato:</i> Mars 2009		<i>Antall sider og bilag:</i> 16
<i>Forfatter(e):</i> Silje Kristoffersen, Frank Kristiansen, Guro Eilertsen & Ragnar L.Olsen	<i>Prosjektnr.:</i> 20458		
<i>Oppdragsgiver:</i> Grunnbevilgning og NT-programmet	<i>Oppdragsgivers ref.:</i>		
<i>Tre stikkord:</i> Pre-rigor filetering, Loins med skinn, levendelagret torsk			
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> I dette forsøket ble torsk fanget levende og lagret i merd hvor den ble fôret med hhv. lodde og kommersielt torskefôr i 3 måneder. Etter skånsom slaktning og utblødning i 30 minutter, ble fisken sløyd og de biologiske data registrert før maskinell filetering enten pre-rigor (innen 2 timer etter død) og post-rigor (etter 4 dagers is-lagring av sløyd fisk). Det ble produsert ryggfileter (Loins) enten med eller uten skinn. Vekt og lengde på ryggfiletene ble registrert ved filetering og på dag 4, 9 og 14 for de pre-rigor produserte filetene, mens de samme målingene ble gjort på dag 9 og 14 for de post-rigor produserte filetene. Resultatene viser at pre-rigor produserte loins med skinn taper mindre vann og krymper mindre. Det var ingen signifikant forskjell i muskel pH og vanninnhold mellom de ulike gruppene. Vannbindingsevnen var signifikant lavere i pre-rigor produserte loins. Fisken som hadde fått tørrfôr hadde signifikant lysere muskel uavhengig av fileteringstidspunktet. Profesjonelle kokker vurderte kvaliteten av loins fra både den tørrfôrede og den loddeforede torsken som meget god.			
<i>English summary: (maks 100 ord)</i> In this experiment, wild captured cod were fed either capelin or commercial dry feed for 3 months prior to either pre-rigor filleting or post-rigor filleting where loins with or without skin on were produced. During a 14 days storage period in ice, the pre-rigor produced loins without skin lost more weight due to the formation of drip. This group also shrank the most. No significant differences were detected in muscle pH and water content between the groups. However, the water holding capacity was significantly lower in the pre-rigor produced loins. The quality of the loins from all groups was evaluated as very good by a group of professional chefs.			

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 Analyser	5
	3.3.1 Biologiske parametere.....	5
	3.3.2 Vekt og lengdeendringer	5
	3.3.3 pH i muskel og drypp tap.....	5
	3.3.4 Vanninnhold.....	5
	3.3.5 Vannbindingsevne	5
	3.3.6 Fargemålinger	5
	3.3.7 Sensorisk kvalitet.....	5
	3.3.8 Kokkenes kvalitetsvurdering.....	6
4	Resultat og diskusjon	7
	4.1 Vekttap etter filetering	7
	4.2 Krymping etter filetering	9
	4.3 pH i drypptap og muskel	10
	4.4 Vannbindingsevne, vanninnhold og lyshet.....	11
	4.5 Sensorisk kvalitet	12
	4.6 Kokkenes dom	13
5	Referanser	14
6	Appendix	15

1 Sammendrag

Hovedmålet med prosjektet var å dokumentere hvordan pre-rigor produksjon av loins med og uten skinn påvirket drypptap og krymping i løpet av en 14 dagers kjølelagringsperiode. Vi undersøkte også om førkilde påvirket disse parametrene. Det var også et delmål å dokumentere andre ulikheter i produktkvalitet avhengig av råstoffets rigor tilstand ved filetering; som filetspalting, farge og konsistens.

I dette forsøket ble torsk fanget levende og lagret i merd hvor den ble fôret med hhv. lodde og kommersielt torskefôr i 3 måneder. Etter skånsom slakting og utblødning i 30 minutter, ble fisken sløyd og de biologiske data registrert før maskinell filetering enten pre-rigor (innen 2 timer etter død) eller post-rigor (etter 4 dagers is-lagring av sløyd fisk). Det ble produsert ryggfileter (Loins) enten med eller uten skinn. Vekt og lengde på ryggfiletene ble registrert ved filetering og på dag 4, 9 og 14 for de pre-rigor produserte filetene, mens de samme målingene ble gjort på dag 9 og 14 for de post-rigor produserte filetene.

Oppsummert viser resultatene følgende:

Krymping

Loins krympet mellom 10 og 14 % i lengderetning etter pre-rigor filetering. For begge gruppene av fisk, krympet loins uten skinn mest for pre-rigor produserte loins, mens det motsatte var tilfelle for de post-rigor produserte. Den fisken som ble filetert på dag 4 pm, hadde minimal krymping (1-2 %).

Vekttap

Det var ingen signifikant forskjell mellom fileteringstidspunkt/førkilde og tap av vekt, men drypptapet (4-6 %) var høyere i loins uten skinn.

Vanninnhold, vannbindingsevne og lyshet

Pre-rigor produsert loins hadde signifikant dårligere vannbindingsevne enn post-rigor produsert. På samme tid post mortem, ser vanninnholdet ut til å være noe høyere (ikke signifikant) i post-rigor produsert loins. Den tørrfôrede torskens hadde signifikant lysere muskel uavhengig av fileteringstidspunkt.

Sensorisk kvalitet

Det var små forskjeller i lukt, spalting, farge, overflate og konsistens mellom de ulike gruppene. Det var imidlertid signifikant mer spalting og dårligere konsistens i post-rigor produsert torskeloins uten skinn sammenlignet med pre-rigor produsert både med og uten skinn i den loddeforede gruppa.

pH i muskel og drypptap

pH i det oppsamlede dryppet steg signifikant fra 6.4 til 6.8 for den lodde fôrede torskens fra dag 4 til dag 14. For den tørrfôrede torskens var trenden den samme, men kun signifikant for loins med skinn. En slik økning i pH kan tyde på økt bakterievekst ut i lagringsperioden.

Kvalitet vurdert av profesjonelle kokker.

Kokkene konkluderte med at begge typene fôr hadde gitt en fisk av meget god kvalitet som de gjerne skulle sett mer av. Kokkene var meget positive til å få loins med skinn fordi de da kunne ha flere anvendelsesområder for fisken. Deres oppfatning var at loins med skinn var saftigere og hadde bedre holdbarhet.

2 Innledning

Torsk fôret i merd (oppdrettstorsk eller villfanget fôret torsk) er en lovende næring og antas å ha et betydelig potensial for økt verdiskapning, særlig for mellomlagring og oppføring av villfanget torsk. Man håper at denne produksjonen kan gi fortrinn i forhold til markedstilpasning, stabilisering av industriens tilgang til gode råvarer og bidra til økt lønnsomhet ved produksjon av ferske fiskeprodukter. Til nå har det vært vanlig å sende oppfôret/oppdrettet torsk sløyd fersk til markedene hvor den har blitt prosessert manuelt til koteletter eller filet før salg. I framtida vil produksjonsvolumene forhåpentligvis bli såpass store at maskinell bearbeiding av slik torsk blir nødvendig.

Tradisjonelt har både vill og oppdrettet fisk blitt filetert etter at dødsstivheten har gått ut av fisken, dvs. minimum 3-4 dager etter avlivning (post-rigor filetering). Forbedrede slakterutiner av oppdrettsfisk har imidlertid forlenget tida før dødsstivheten inntreer så mye at det nå er mulig å filetere fisken før den inntreer. Pre-rigor filetering blir allerede praktisert i laksenæringen ut fra blant annet følgende begrunnelser:

- Mindre transportkostnader ved at man eksporterer filet istedenfor sløyd fisk
- Lokale arbeidsplasser ved videre foredling
- Bedriften kan selv utnytte hode og rygg
- Ferskere laksefilet blir tilgjengelig for markedet pga man ikke trenger å vente i 3-4 dager før man fileterer laksen
- Pre-rigor filetering av laks gir mindre filetspalting enn ved post-rigor filetering
- Fastere filet antagelig pga at fileten er kortere og noe tykkere fordi den gjennomgår dødsstivheten etter at den er frigjort fra ryggraden
- Laks har så god vannbindingsevne at vekt tapet (væskeslippet) i pre-rigor produserte fileter blir lavt (2-3 % maks) og ikke signifikant forskjellig fra det man får i post-rigor produsert filet

I Tromsø har vi ved Nofima Marin og Norges Fiskerihøgskole i flere år undersøkt utfordringene ved slaktning og filetering av fôret torsk og vi har utgitt en rekke artikler, rapporter og hovedfagsoppgaver om temaene. Generell viten og kunnskapen vi har skaffet oss om fôret vill og oppdrettet torsk tilsier at flere av argumentene som benyttes for pre-rigor filetering av laks faktisk er enda viktigere for torsk:

Høyere reduksjon av transportutgifter fordi filetutbytte er mindre hos torsk (50 %) enn hos laks (70 %).

Velfôdd torsk (samt sei og hyse) har dårlig teknologisk muskekvalitet. I motsetning til hos oppdrettslaks vil maskinell post-rigor filetering av fôret torsk gi så dårlig filet kvalitet (lite sammenhengende filet med mye filetspalting) at slik bearbeiding vanskelig kan anbefales med dagens utstyr. Dersom velfôdd torsk skal bearbeides maskinelt, bør det skje før dødsstivheten inntreer.

Pre-rigor filetering av fôret torsk gir betydelig mindre filetspalting enn post-rigor filetering

Vannbindingsevnen hos torsk er dårligere enn hos laks. Torskefileter blir normalt produsert som skinnfri fileter og resultater viser at drypptapet 10 dager etter slakting er 10 % for pre-rigor produserte skinnfrie torskefileter. Dette er svært høyt (fileten selges etter vekt) og vil sannsynligvis også påvirke sensoriske egenskaper som fasthet, tyggemotstand og tørrhet.

Vi vet at sløyd fersk torsk som is-lagres forskriftsmessig, ikke taper vekt. Det er først når filetene er produsert at de begynner å tape væske (vekt). Man vet imidlertid ikke om vekttap fra loins er avhengig av om skinnet er på eller ikke. Hovedmålet med prosjektet var å få svar på om pre-rigor produserte loins med skinn har et redusert drypptap sammenlignet med loins uten skinn. Vi benyttet villfanget torsk fra samme fangst, som ble holdt levende i merd og fôret med hhv. lodde og kommersielt tørrfôr.

Følgende spørsmål ble undersøkt:

- Får man et redusert drypptap fra loins med skinn?
- Blir det mindre filetspalting av at skinnet blir værende på?
- Hvordan påvirkes sammentrekningen av loinsen?
- Vil profesjonelle kokker foretrekke torsk som var fôret med lodde eller tørrfôr?
- Vil profesjonelle kokker foretrekke loins med eller uten skinn?

2.1 Mål

Hovedmålet med prosjektet var å dokumentere hvordan pre-rigor produksjon av loins med og uten skinn påvirket drypptap og krymping i løpet av en 14 dagers kjølelagringsperiode. Vi undersøkte også om fôrkilde påvirket disse parametrene. Det var også et delmål å dokumentere andre ulikheter i produktkvalitet avhengig av råstoffets rigor tilstand ved filetering som filetspalting, farge og konsistens.

3 Material og metode

3.1 Råstoff

Fisken som ble benyttet i forsøket ble fanget med snurrevad i Finmark i mai 2007 og deretter satt ut i 2 merder der de ble fôret med henholdsvis lodde og tørrfôr. I merden hvor torsken ble fôret med lodde, ble det satt ut 25 tonn. Ved slakting 3 mnd seinere var det 34 tonn, altså en tilvekst på 40 %. I merden hvor torsken ble gitt tørrfôr, ble det satt ut 5 tonn. Etter 3 mnd fôring var det 8 tonn, altså 60 % tilvekst. Før slakting ble fisken sultet i 9 dager.

Tabell 1 *Biologiske data for råstoffet.*

	Torsk fôret på lodde	Torsk fôret på tørr fôr
Vekt (g)	3601 ± 1045	3867 ± 1242
Sløyd vekt (g)	2505 ± 803	2757 ± 1150
Lengde (cm)	71 ± 6	73 ± 7
HSI	11 ± 3	10 ± 4
GSI	0.9 ± 0.5	1.0 ± 0.5
K-faktor	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.2

n = 24 fisk i hver gruppe

3.2 Gjennomføring av forsøket

Fisken ble tatt i avkast, håvet ut og avlivet med et slag i hodet. Den ble så bløgget og fikk blø ut i rennende sjøvann i 30 min. Alle biologiske data ble registrert (vekt, lengde, kjønn, vekt av lever og gonader), før fisken ble sløyd. Muskel pH ble registrert før 12 fisk (i hver gruppe) ble maskinelt filetert pre-rigor (innen 2 timer etter slakt). Den andre gruppen fisk ble pakket i is med buken ned og lagret til dag 5 etter slakt. Muskel pH ble så registrert før maskinell filetering. I begge gruppene ble det produsert loins med og uten skinn. Vekt og lengde av loins ble registrert før hver ble pakket i doble lynlås poser og lagret i is i 14 dager. Etter filetering, ble vekt- og lengdeforandringer av loins registrert på dag 4, 9 og 14 for pre-rigor produserte loins, mens for post-rigor fileterte, ble analysene foretatt på dag 9 og 14. pH i muskel ble registrert på dag 4 og dag 14 for både pre og post-rigor produsert fisk, mens pH i drypp ble gjort på dag 4 og 14 for pre-rigor produsert fisk og på dag 14 for den post-rigor produserte fisken. Ved slakting og etter 14 dagers kjølelagring, ble det tatt muskelprøver for måling av vanninnhold for begge gruppene fisk. Sensorisk kvalitet ble vurdert på rå loins på dag 9.

3.3 Analyser

3.3.1 Biologiske parametere

Kondisjonsfaktor (Fultons K-faktor) for rund fisk ble beregnet etter følgende formel:

$$\text{Kondisjonsfaktor} = [(\text{Rund vekt (g)} / \text{Lengde (cm)}^3) \times 100]$$

$$\text{Gonadosomatisk indeks (GSI)} = [(\text{Gonade vekt (g)} / \text{rund vekt (g)}) \times 100]$$

$$\text{Lever indeks (HSI)} = [(\text{Lever vekt (g)} / \text{rund vekt (g)}) \times 100]$$

3.3.2 Vekt og lengdeendringer

Drypptap under kjølelagring og krymping ble registrert ved at loins ble veid/målt umiddelbart etter filetering og ved de etterfølgende måletidspunktene. Vekttapet ble beregnet som prosentvis vekt av loinsvekt ved filetering.

3.3.3 pH i muskel og drypp tap

Muskel pH ble målt direkte i muskel og oppsamlet drypp med et pH-meter WTW 330/Set-1 pH-meter med en Hamilton double pore glass elektrode.

3.3.4 Vanninnhold

Vanninnhold ble målt i begge gruppene ved forsøkets start (dag 0) og slutt (dag 14) i prøver fra 5 fisk i hver gruppe.

3.3.5 Vannbindingsevne

Vannbindingsevne ble bestemt på 6 fisk fra hver gruppe på dag 14 ved sentrifugering og uttrykt som væskeslipp på våtvekts basis (Rørå *et al.* 2003).

3.3.6 Fargemålinger

Filetfarge ble målt instrumentelt i 5 punkter på hver filet, med et Chromameter CR-200 på dag 8.

3.3.7 Sensorisk kvalitet

Sensorisk bedømmelse av kvalitetsegenskapene: Lukt, farge, overflate struktur, konsistens og spalting ble utført på loins med og uten skinn fra begge fôr gruppene. Analysen ble utført på dag 9. Karakterene fra hver av egenskapene er gradert fra 0 (best) til 3 (dårligst).

Tabell 2 Skjema for vurdering av sensorisk kvalitet.

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

3.3.8 Kokkenes kvalitetsvurdering

I dette forsøket ble pre-rigor filetert torskeloins med og uten skinn fra begge merdene levert til Store Norske Fiskekompagni i Tromsø for evaluering. Kokkene ble opplyst om hvor lenge fisken var fôret og slaktetidspunktet. De ble så bedt om å evaluere kvaliteten mellom de ulike gruppene. Fisken ble levert i isopor kasser med is i bunn og plast mellom loins og is. Det var hull i eskene slik at eventuelt smeltevann kunne renne ut. Fisken ble levert som loins med og uten skinn på dag 2 etter slakting. Samme kveld ble det arrangert et kokkemøte hvor 8 kokker undersøkte fisken og tilberedte måltider med fisk fra de ulike gruppene.

4 Resultat og diskusjon

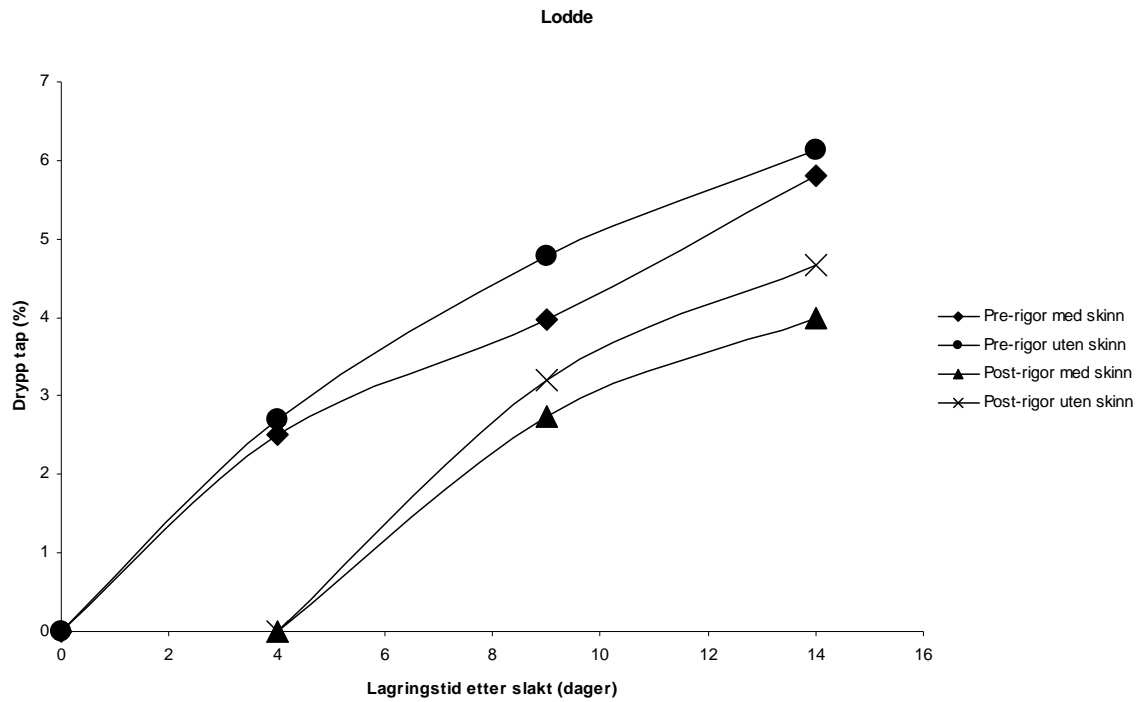
4.1 Vekttap etter filetering

Vekttap etter filetering er vist i tabell 3 samt figur 1A og 1B. Det var ingen signifikant forskjell mellom fileteringstidspunkt og tap av vekt. Det var heller ingen signifikant forskjell i vekttap under kjølelagring mellom fisk som var fôret med lodde eller tørrfôr. Vi observerte store individuelle forskjeller i hver gruppe, noe som kan forklare de store standardavvikene (Standardavvik ikke vist i figur 1A og B). (Se appendix 1-4).

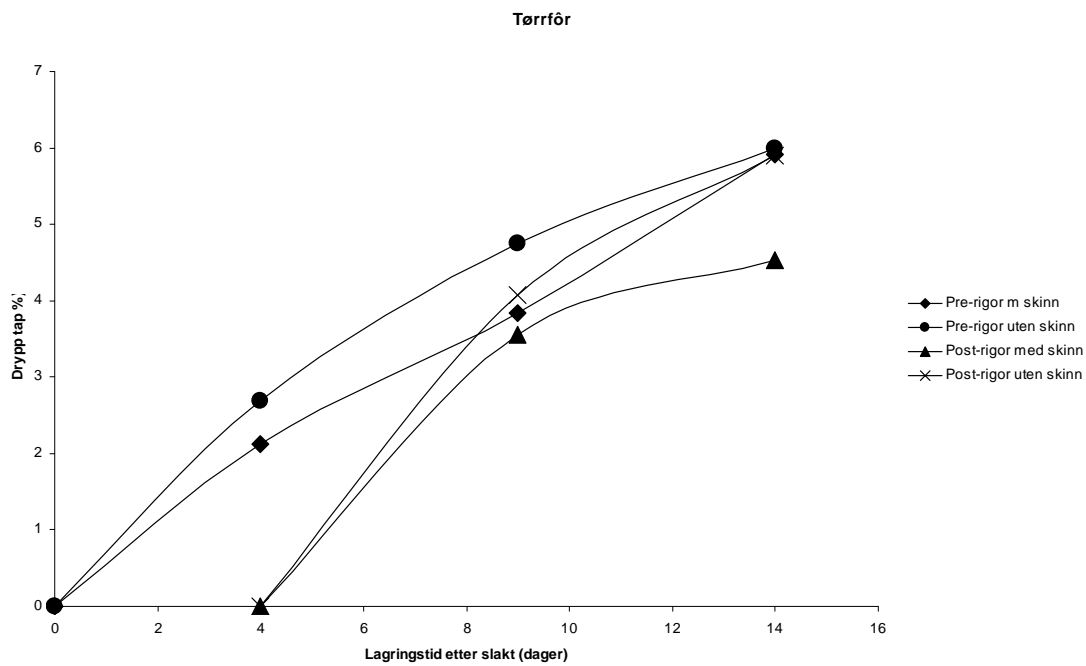
Tabell 3 Drypptap fra loins av pre- og post-rigor produsert fôret torsk. Vektendring angitt i % av vekt ved filetering.

	Loddefôret torsk n = 12		Tørrfôret torsk n = 12	
	Loins med skinn på	Loins uten skinn	Loins med skinn på	Loins uten skinn
Pre-rigor filetert				
Dag 4	2.5 ± 0.8	2.7 ± 0.6	2.2 ± 1.5	2.7 ± 0.5
Dag 9	1.5 ± 1.0	2.1 ± 1.4	1.7 ± 0.8	2.1 ± 1.2
Dag 14	1.9 ± 0.9	1.4 ± 0.7	2.2 ± 0.9	1.4 ± 0.7
Totalt	5.9 ± 1.6	6.2 ± 1.9	6.1 ± 1.1	6.1 ± 1.1
Post-rigor filetert				
Dag 9	2.7 ± 0.6	3.2 ± 1.5	3.6 ± 1.2	4.1 ± 1.6
Dag 14	1.3 ± 0.8	1.5 ± 0.9	1.0 ± 0.7	1.9 ± 1.4
Totalt	4.0 ± 2.2	4.7 ± 2.0	4.6 ± 1.6	6.0 ± 2.5

Som vist i figur 1A og tabell 3 er drypptapet i loins produsert pre-rigor høyere enn i loins produsert post-rigor. Videre er drypptapet høyere i loins uten skinn. Det endelige drypptapet på mellom 4-6 % avhengig av fileteringsstidspunkt og om loins var med eller uten skinn, viser imidlertid at dersom man produserer loins istedenfor filet, kan man redusere drypptapet betraktelig. Det er tidligere rapportert drypptap på rundt 10 % etter 14 dagers kjølelagring av pre-rigor produsert filet uten skinn (Kristoffersen *et al.* 2007). Denne forskjellen i drypptap mellom filet og loins kan muligens forklares med en redusert overflate som vannet kan dryppe av og at tykkfisken er sterkere og derved holder bedre på vannet i muskelen.



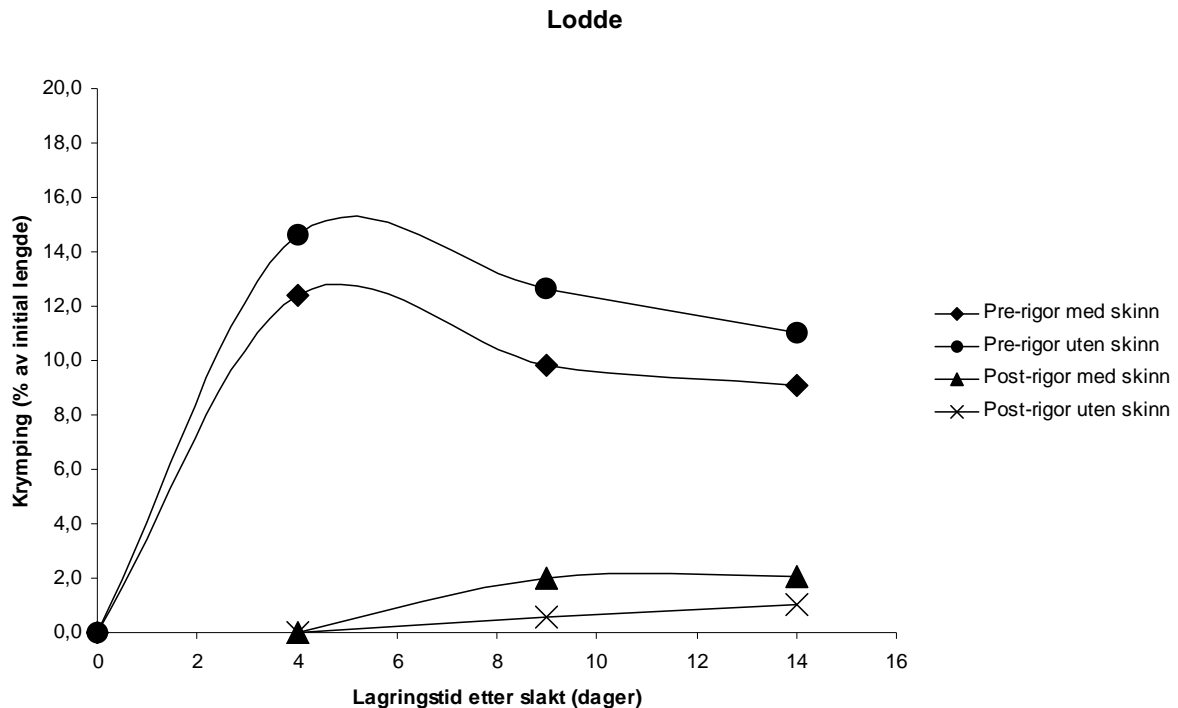
Figur 1A *Drypptap (% vekt tap) fra loins av loddefôret torsk i løpet av 14 dagers kjølelagring etter slakt. n = 12 i hver gruppe.*



Figur 1B *Drypptap (% vekt tap) fra loins fra tørrfôret torsk produsert pre- og post-rigor i løpet av 14 dagers kjølelagring n = 12 i hver gruppe.*

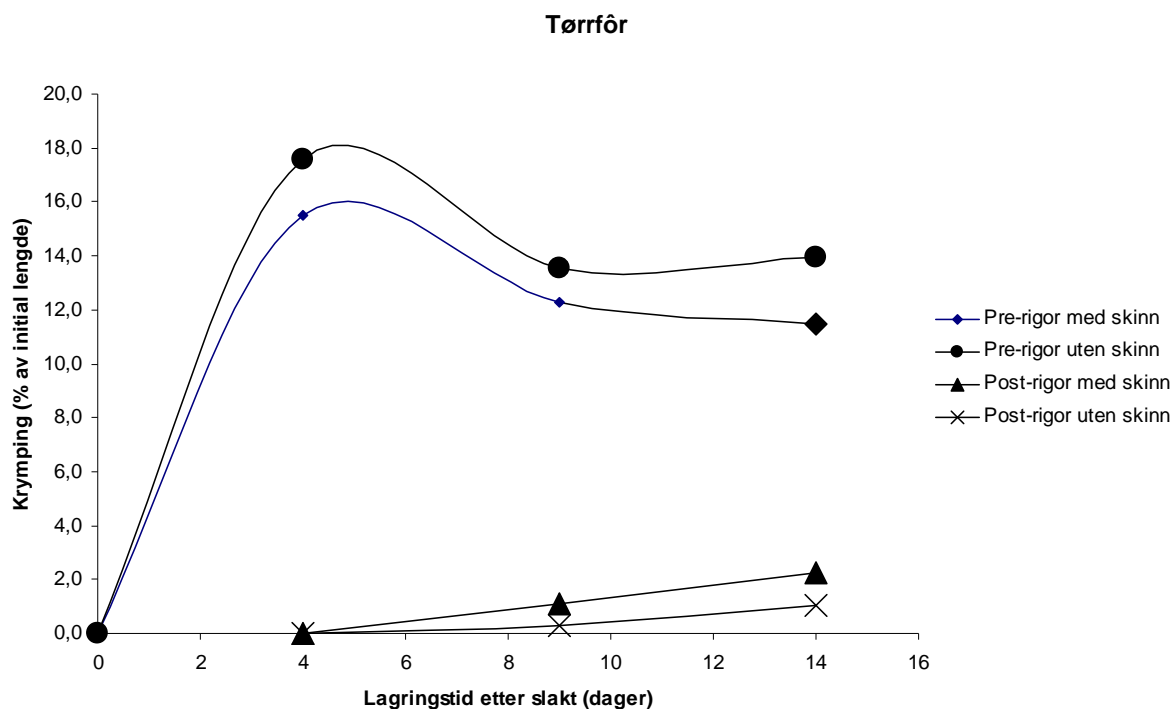
4.2 Krymping etter filetering

Figur 2A og 2B viste at loins krympet mellom 10 og 14 % i lengderetning etter pre-rigor filetering. For begge gruppene av fisk, krympet loins uten skinn mest for pre-rigor produserte loins, mens det motsatte var tilfelle for de post-rigor produserte. Den fisken som ble filetert på dag 4 pm, hadde minimal krymping (1-2 %).



Figur 2A Krymping (% av initial lengde) av loins fra pre- og post-rigor produsert loddefôret torsk løpet av 14 dagers kjølelagring. $n = 12$ i hver gruppe.

Resultatene er som forventet og den totale krympingen er noe mindre enn rapportert tidligere (22 %) (Kristoffersen *et al.* 2006a; Mørkøre *et al.* 2006; Kristoffersen *et al.* 2007). Dette kan tyde på at ved å produsere loins istedenfor filet kan man redusere noe av den kraftige sammentrekningen av lengden i løpet av lagringsperioden for pre-rigor prosessert fisk. Det kan og se ut som om fisken som var gitt tørrfôr hadde en noe sterkere sammentrekning enn den som ble gitt lodde. Disse forskjellene var imidlertid ikke signifikante.



Figur 2B Krymping (% av initial lengde) av loins fra pre- og post-rigor produsert tørrfôret torsk løpet av 14 dagers kjølelagring. $n = 12$ i hver gruppe.

4.3 pH i drypptap og muskel

Som vist i tabell 4 steg pH i det oppsamlede dryppet signifikant fra 6.4 til 6.8 for den loddefôrede torsken fra dag 4 til dag 14. For den tørrfôrede torsken var trenden den samme, men kun signifikant for loins med skinn. En slik økning i pH kan tyde på økt bakterievekst ut i lagringsperioden.

Tabell 4 pH i oppsamlet drypp fra pre- og post-rigor produsert fôret torsk.

		Loddefôret torsk $n = 12$		Tørrfôret torsk $n = 12$	
		Loins med skinn på	Loins uten skinn	Loins med skinn på	Loins uten skinn
Pre-rigor filetert	Dag 4	6.4 ± 0.2**	6.4 ± 0.1**	6.4 ± 0.3	6.3 ± 0.2**
	Dag 14	6.8 ± 0.2a	6.8 ± 0.2	6.7 ± 0.2	6.7 ± 0.2
Post-rigor filetert	Dag 14	6.6 ± 0.1	6.6 ± 0.4	6.7 ± 0.2	6.7 ± 0.2

Signifikant forskjell mellom dag 4 og dag 14

**($P < 0.01$)

Signifikant forskjell mellom pre og post rigor produserte fileter dag 14

a($P < 0.01$)

Som vist i tabell 5 var det ingen signifikant forskjell i muskel pH mellom de ulike gruppene fisk relatert til fileteringstidspunktet.

Tabell 5 pH i muskel i fileter fra pre-og post-rigor produsert torsk, analysert dag 4 og 14 etter slakting, n = 12 i hver gruppe.

		Loddefôret torsk n = 12		Tørrfôret torsk n = 12	
		Loins med skinn på	Loins uten skinn	Loins med skinn på	Loins uten skinn
Pre-rigor filetert	Dag 4	6.3 ± 0.2	6.3 ± 0.2	6.3 ± 0.3	6.3 ± 0.3
	Dag 14	6.4 ± 0.1	6.4 ± 0.2	6.4 ± 0.2	6.4 ± 0.2
Post-rigor filetert	Dag 4	6.3 ± 0.1		6.2 ± 0.3	
	Dag 14	6.4 ± 0.1	6.3 ± 0.1	6.4 ± 0.3	6.3 ± 0.2

Dette resultatet er i tråd med tidligere publikasjoner av andre (Esaassen *et al.* 2007), men står i motsetning til våre tidligere publikasjoner (Kristoffersen *et al.* 2006a; Kristoffersen *et al.* 2007). Den målte muskel pH er i det området som tidligere er rapportert for foret torsk (Rustad 1992; Stien *et al.* 2005; Kristoffersen *et al.* 2006a; Kristoffersen *et al.* 2006b; Kristoffersen *et al.* 2007).

4.4 Vannbindingsevne, vanninnhold og lyshet

Vannbindingsevnen (uttrykt som % væskeslipp) ble påvirket av tidspunkt for filetering. Pre-rigor produsert loins m/u skinn fra loddefôret torsk og loins med skinn fra tørrfôret torsk hadde signifikant lavere vannbindingsevne (tabell 6). Disse hadde i tillegg mistet mer vann enn de post-rigor produserte som vist i figur 1A og 1B. Dette er i tråd med våre tidligere publiserte resultater (Kristoffersen *et al.* 2006a; Kristoffersen *et al.* 2007). På samme tid post mortem, ser vanninnholdet (tabell 7) ut til å være noe høyere (ikke signifikant) i post-rigor produserte loins. Det gjennomsnittlige vanninnholdet på 79 % hos torsken i vårt forsøk er noe lavt sammenlignet med det som vanligvis blir funnet i ordinære fangster av vill torsk.

Tabell 6 Vannbindingsevne (% væske slipp) ved 5°C i pre og post-rigor produsert muskel fra fôret torsk analysert dag 14 etter slakting.

		Loddefôret torsk n = 6		Tørrfôret torsk n = 6	
		Loins med skinn på	Loins uten skinn	Loins med skinn på	Loins uten skinn
Pre-rigor filetert		7.4 ± 1.8*	8.4 ± 2.0**	8.3 ± 3.0**	7.8 ± 3.7
Post-rigor filetert		5.5 ± 2.0	6.5 ± 2.3	5.8 ± 2.0	5.6 ± 2.3

Signifikant forskjell mellom pre og post rigor produserte fileter

*(P < 0.05)

** (P < 0.01)

Tabell 7 Vanninnhold (%) i muskel fra pre- og post-rigor produsert fôret torsk.

	Loddefôret torsk n = 6		Tørrfôret torsk n = 6	
	Loins med skinn på	Loins uten skinn	Loins med skinn på	Loins uten skinn
Pre-rigor filetert Dag 0	79.7 ± 0.6		78.8 ± 1.7	
Dag 14	78.0 ± 3.8	79.6 ± 0.7	79.2 ± 1.7	79.5 ± 1.6
Post-rigor filetert dag 14	79.7 ± 0.7	79.7 ± 0.7	79.8 ± 1.5	79.6 ± 1.4

Instrumentell fargemåling ble utført på fileter på dag 8 etter slakting og som vist er den tørrforede torsken signifikant lysere i muskelen, både for pre- og post-rigor produserte loins (tabell 8). Visuelt så vi det samme ved fileterings tidspunktet. Tidligere publikasjoner på Atlantisk laks hvor L* var signifikant lavere i pre-rigor produsert filet (Skjervold *et al.* 2001a; Skjervold *et al.* 2001b; Skjervold *et al.* 2001c) er i tråd med våre resultater. I et av våre tidligere arbeider (Kristoffersen *et al.* 2006a), så vi ikke signifikante forskjeller i L* avhengig av fileteringstidspunktet, selv om vi fikk en sammenheng dersom vi relaterte lyshet i muskel til ultimat muskel pH.

Tabell 8 Lyshet (L*) i muskel fra loddefôret og tørrfôret Atlantisk torsk filetert ved 2 timer post-mortem (pre-rigor) og 4 dager post-mortem (post-rigor), bestemt 8 dager etter slakting.

	Loddefôret torsk n = 6	Tørrfôret torsk n = 6
Pre-rigor filetert	64.2 ± 0.3	67.2 ± 3.6**
Post-rigor filetert	65.5 ± 2.5	70.3 ± 1.6**

Signifikant forskjell mellom tørrfôr og lodde fôret loins filetert pre og post-rigor
 **(P < 0.01)

4.5 Sensorisk kvalitet

Tabell 9 og 10 viser sensorisk kvalitet for loins med og uten skinn fra torsk foret med tørrfôr eller lodde, filetert pre- eller post-rigor.

Som vist er det små forskjeller i lukt, spalting, farge, overflate og konsistens mellom de ulike gruppene. Det er imidlertid signifikant mer spalting og dårligere konsistens i post-rigor produsert torskeloins uten skinn sammenlignet med pre-rigor produsert både med og uten skinn i den loddeforede gruppa. Kvaliteten på fisken i dette forsøket, ble imidlertid vurdert som meget god uavhengig av fôrkilde og fileteringstidspunkt.

Tabell 9 Sensorisk kvalitet for loins fra lodde fôret torsk filetert pre- og post-rigor. Analysen ble utført på dag 9 pm.

		LUKT	SPALTING	FARGE	OVERFLATE	KONSISTENS
Pre-rigor	m skinn	1.0 ± 0.1	0.5 ± 0.4	0.3 ± 0.5	0.2 ± 0.3	0.08 ± 0.1
	u skinn	1.1 ± 0.2	0.6 ± 0.3	0.3 ± 0.5	0.1 ± 0.2	0.3 ± 0.5
Post-rigor	m skinn	0.8 ± 0.6	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.5	0 ± 0	0.2 ± 0.3
	u skinn	0.7 ± 0.5	0.8 ± 0.2**	0.4 ± 0.5	0 ± 0	0.6 ± 0.1*

Signifikant forskjell mellom pre og post rigor produserte fileter

*(P < 0.05)

** (P < 0.01)

Tabell 10 Sensorisk kvalitet for loins fra torsk fôret med tørr fôr filetert pre- og post-rigor. Analysen ble utført på dag 9 pm.

		LUKT	SPALTING	FARGE	OVERFLATE	KONSISTENS
Pre-rigor	m skinn	1.4 ± 0.6	0.3 ± 0.3	0.3 ± 0.5	0.1 ± 0.1	0.4 ± 0.3
	u skinn	1.3 ± 0.1	0.2 ± 0.3	0.4 ± 0.4	0.04 ± 0.1	0.4 ± 0.2
Post-rigor	m skinn	1.1 ± 0.8	1.5 ± 0.4	0.4 ± 0.4	0.2 ± 0.3	1.0 ± 0.3
	u skinn	1.2 ± 0.9	1.1 ± 0.6	0.4 ± 0.5	0 ± 0	0.8 ± 0.6

Signifikant forskjell mellom pre og post rigor produserte fileter

*(P < 0.05)

** (P < 0.01)

4.6 Kokkenes dom

Fisken som ble levert til Store Norske Fiskekompani i Tromsø, var meget fersk (2 dager etter slakt), noe som ble kommentert som veldig positivt. Kokkene greide ikke å bli enige om hvilke fôrtype som gav den beste kvaliteten av fisken. Noen mente at den loddefôrede var fastere i muskelen og litt hardere å tygge, mens andre mente at den torsken som hadde spist tørrfôr var saftigere og flaket seg tidligere. Smaksmessig greide de ikke å finne forskjell mellom gruppene. Uansett konkluderte de med at begge typene fôr hadde gitt en fisk av meget god kvalitet som de gjerne skulle sett mer av. I løpet av den påfølgende uken, serverte de fisken fra begge gruppene i restauranten og mottok positive tilbakemeldinger fra kundene. Kokkene var meget positive til å få loins med skinn fordi de da kunne ha flere anvendelsesområder for fisken. Deres oppfatning var at loins med skinn var saftigere og hadde bedre holdbarhet.

5 Referanser

- Esaiassen, M., Dahl, R., Eilertsen, G., Gundersen, B. & Sivertsvik, M. (2007). Pre-rigor filleting and brining of farmed cod: Influence on quality and storage stability. *LWT-Food Science and Technology* doi: **10.1016/j.lwt.2007.05.009**.
- Kristoffersen, S., Tobiassen, T., Esaiassen, M., Olsson, G.B., Godvik, L.A., Seppola, M. & Olsen, R.L. (2006a). Effects of pre-rigor filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research* **37**, 1556-1564.
- Kristoffersen, S., Tobiassen, T., Steinsund, V. & Olsen, R.L. (2006b). Slaughter stress, post mortem muscle pH and rigor development in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *International Journal of Food Science and Technology* **41**, 861-864.
- Kristoffersen, S., Vang, B., Larsen, R. & Olsen, R.L. (2007). Pre-rigor filleting and drip loss from fillets of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research* **38**, 1721-1731.
- Mørkøre, T., Hansen, S.J. & Rørvik, K.A. (2006). Relevance of storage temperature for contraction and gaping of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua* L.). In: *Seafood research from fish to dish*. Luten, J.B., Jacobsen, C., Bekaert, K., Sæbø, A. & Oehlenschläger, J. (Eds.). Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 173-184.
- Rustad, T. (1992). Muscle chemistry and the quality of wild and farmed cod. In: *Quality assurance in the fish industry*. Huss, H.H. (Ed.). Elsevier Science Publishers B.V, pp. 19-27.
- Rørå, A.M.B., Regost, C. & Lampe, J. (2003). Liquid holding capacity, texture and fatty acid profile of smoked fillets of Atlantic salmon fed diets containing fish oil or soybean oil. *Food Research International* **36**, 231-239.
- Skjervold, P.O., Fjæra, S.O., Østby, P.B. & Einen, O. (2001a). Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* **192**, 265-280.
- Skjervold, P.O., Fjæra, S.O., Østby, P.B., Isaksson, T., Einen, O. & Taylor, R. (2001b). Properties of salmon flesh from different locations on pre- and post-rigor fillets. *Aquaculture* **201**, 91-106.
- Skjervold, P.O., Røra, A.M.B., Fjæra, S.O., Vegusdal, A., Vorre, A. & Einen, O. (2001c). Effects of pre-, in-, or post-rigor filleting of live chilled Atlantic salmon. *Aquaculture* **194**, 315-326.
- Stien, L.H., Hirmas, E., Bjørnevik, M., Karlsen, Ø., Nortvedt, R., Rørå, A.M.B., Sunde, J. & Kiessling, A. (2005). The effects of stress and storage temperature on the colour and texture of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research* **36**, 1197-1206.

6 Appendix

Appendix 1A. Drypptap (%) fra loins med skinn av pre-rigor produsert loddefôret torsk

Fisk nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dag 4	2,79	1,71	2,47	2,73	2,33	3,80	3,80	2,31	2,02	1,12	2,04	2,89
Dag 9	0,86	1,74	0,63	0,00	3,81	1,32	1,32	1,57	1,47	1,14	3,13	1,19
Dag 14	0,87	0,88	1,27	2,25	1,98	2,67	2,67	0,00	3,29	2,30	2,15	2,41

Appendix 1B. Drypptap (%) fra loins uten skinn av pre-rigor produsert loddefôret torsk

Fisk nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dag 4	3,27	2,44	3,16	2,09	2,25	2,45	4,06	2,13	2,39	3,09	2,48	2,67
Dag 9	1,54	3,33	4,58	1,07	2,76	3,52	3,93	0,72	1,63	0,00	1,52	1,10
Dag 14	1,25	1,72	1,37	1,08	3,32	1,04	1,26	0,73	1,39	1,06	1,55	1,11

Appendix 2A. Drypptap (%) fra loins med skinn av pre-rigor produsert tørrfôret torsk

Fisk nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dag 4	3,18	1,73	6,56	0,83	1,90	2,34	1,89	1,38	2,37	1,91	0,74	2,08
Dag 9	2,35	2,35	1,24	2,52	2,42	1,87	1,60	2,10	0,61	2,27	0,00	1,06
Dag 14	3,37	1,20	3,35	0,86	1,98	2,17	2,61	1,43	2,44	0,66	2,22	3,57

Appendix 2B. Drypptap (%) fra loins uten skinn av pre-rigor produsert tørrfôret torsk

Fisk nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dag 4	3,40	2,31	3,31	3,28	2,35	2,88	2,33	2,13	3,05	1,89	2,38	2,93
Dag 9	1,76	1,18	0,85	1,69	2,40	0,81	*	3,62	1,89	1,29	4,88	2,59
Dag 14	2,24	1,20	0,86	0,86	1,97	1,63	*	2,26	1,28	1,30	0,00	1,33

Appendix 3A. Drypptap (%) fra loins med skinn av post-rigor produsert tørrfôret torsk

Fisk nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dag 9	3,87	4,50	4,55	2,88	4,86	4,60	2,87	2,03	4,03	4,93	2,38	1,24
Dag 14	1,34	0,94	0,87	2,22	0,85	1,32	0,00	0,83	1,40	1,73	0,00	0,63

Appendix 3B. Drypptap (%) fra loins uten skinn av post-rigor produsert tørrfôret torsk

Fisk nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dag 9	5,07	7,07	4,74	3,82	6,30	4,64	3,31	2,79	3,05	3,52	1,72	2,78
Dag 14	1,53	2,17	2,76	1,59	5,50	0,66	2,29	1,23	2,36	1,12	1,75	0,00

Appendix 4A. Drypptap (%) fra loins med skinn av post-rigor produsert loddefôret torsk

Fisk nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dag 9	2,00	2,33	3,69	2,40	2,62	2,99	1,74	2,44	3,26	3,52	2,59	3,36
Dag 14	0,68	1,79	2,87	1,64	1,08	0,51	0,59	1,67	2,25	0,81	1,52	0,00

Appendix 4B. Drypptap (%) fra loins uten skinn av post-rigor produsert loddefôret torsk

Fisk nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dag 9	2,27	2,96	3,52	2,14	2,59	7,77	2,58	2,88	2,84	2,94	2,39	3,59
Dag 14	1,55	1,22	2,08	2,18	0,53	3,16	0,66	2,54	1,75	1,30	0,82	0,47

