



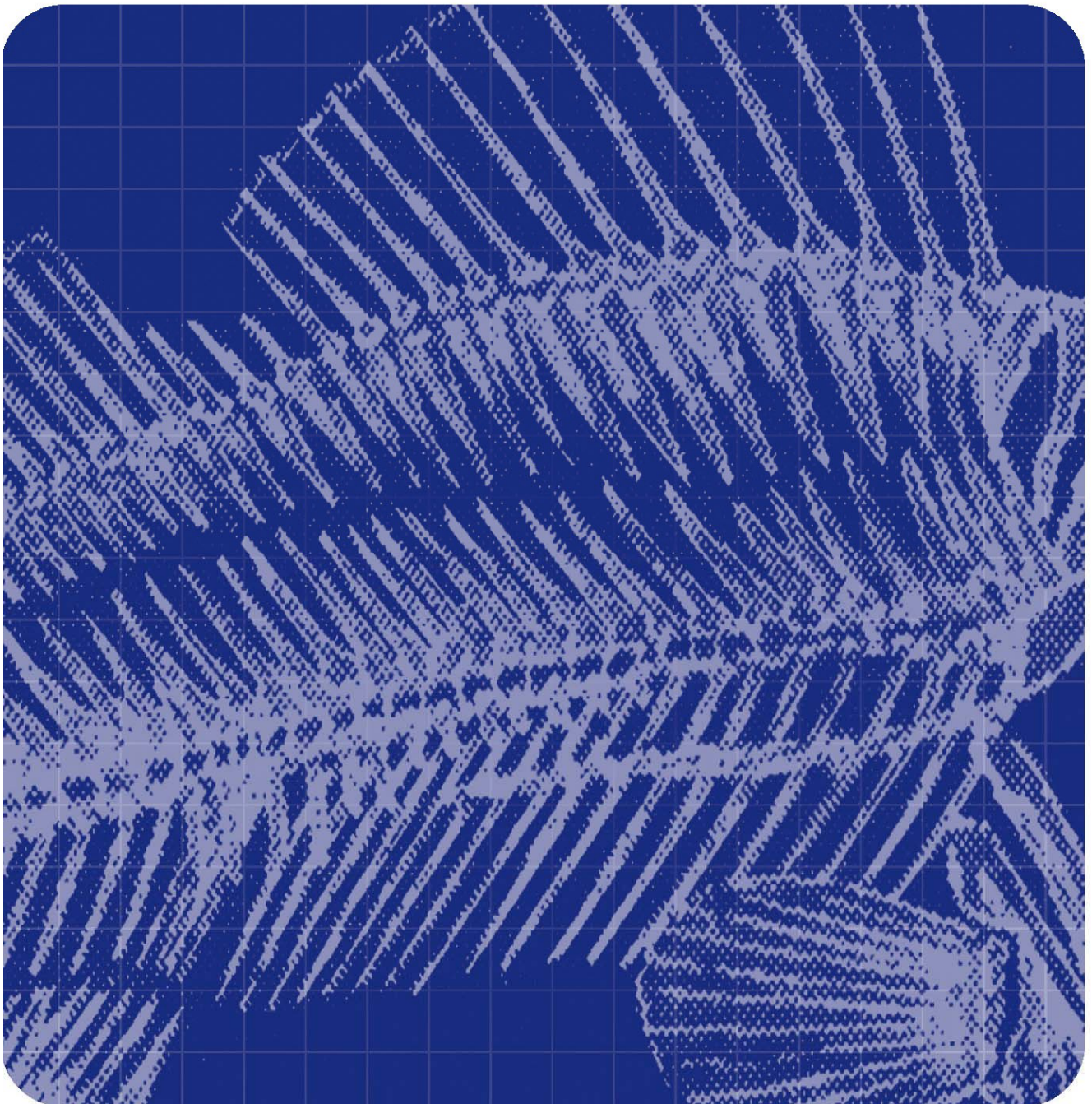
Fiskeriforskning

RAPPORT 14/2007 • Utgitt september 2007

Pre-rigor kjølt laksefilet

Sensorisk kvalitet og holdbarhet

Leif Akse, Mats Carlehög, Torbjørn Tobiassen, Guro Eilertsen og Reidun Dahl





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

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



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

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

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

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

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

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

Internett: www.fiskeriforskning.no

RAPPORT

<i>ISBN:</i> 978-82-7251-619-1	<i>Rapportnr:</i> 14/2007	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Tittel:</i> Pre-rigor kjølt laksefilet - Sensorisk kvalitet og holdbarhet	<i>Dato:</i> 12. september 2007	<i>Antall sider og bilag:</i> 26
	<i>Forskningssjef:</i> Even Stenberg	
<i>Forfatter(e):</i> Leif Akse, Mats Carlehög, Torbjørn Tobiassen, Guro Eilertsen og Reidun Dahl	<i>Prosjektnr.:</i> 20343	
<i>Oppdragsgiver:</i> FHF / FHL-Filetforum	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Roy Robertsen	
<i>Tre stikkord:</i> Pre-rigor laksefilet, sensorisk kvalitet og holdbarhet		
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> Prosjektet undersøker hvorvidt produsenter, kunder og konsumenter kan forvente forskjeller i sensorisk kvalitet og holdbarhet på kjølte stykninger av laksfilet når de er tilvirket av <i>pre-rigor</i> eller <i>post-rigor</i> råstoff. Det første forsøket analyserte sensorisk kvalitet og holdbarhet for biter av skinnlaksefilet under kjølelagring i forseglede skåler (vanlig atmosfære). Forsøket omfattet både stykninger av laksefilet skåret <i>pre-rigor</i> , <i>i-rigor</i> eller <i>post-rigor</i> og hel laks som ble lagret sløyd på is frem til filetering 13 og 18 døgn etter slakting. I tillegg til sensorisk kvalitet og mikrobiologi ble også harskning, farge, krymping, spalting og vekttap målt. Det andre forsøket ble gjennomført som en enkel forbrukertest der ferske, kokte biter av <i>pre-rigor</i> og <i>post-rigor</i> laksefilet ble sammenlignet i et panel av tilfeldig utvalgte konsumenter. Filetprodukter tilvirket <i>pre-rigor</i> hadde en sensorisk profil som var forskjellig fra produkter tilvirket <i>post-rigor</i> og dette vedvarte ut lagringsperioden 18 døgn etter slakting. Sensoriske egenskaper som særlig kjennetegnet <i>pre-rigor</i> produktene til forskjell fra <i>post-rigor</i> var høyere fasthet, høyere tyggemotstand og mer kornete konsistens. Forbrukertesten viste at flertallet av konsumentene signifikant ($P < 0,05$) foretrakk produktet som var produsert <i>post-rigor</i> fremfor det som var produsert <i>pre-rigor</i> . Utfallet må imidlertid tolkes med forsiktighet siden det er metodiske svakheter forbundet med en enkel test som dette.		

INNHold

1	Sammendrag	1
2	Innledning	2
2.1	Mål og gjennomføring	3
3	Material og metode	4
3.1	Forsøksoppsett del 1.....	4
3.1.1	Råstoff, filetering, kutting og pakking.....	4
3.2	Forsøksoppsett del 2 (enkel forbrukertest)	5
3.3	Analysemetoder	6
3.3.1	Sensorisk analyse av kokte prøver.....	6
3.3.2	Sensorisk forbrukertest av kokte prøver.....	7
3.3.3	Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks).....	8
3.3.4	Mikrobiologi	9
3.3.5	Harskning	9
3.3.6	Vekttap (væskeslipp).....	9
3.3.7	Instrumentell fargemåling	9
3.3.8	Vann, fett og protein	9
3.3.9	Krymping, blodflekker og filetspalting	9
4	Resultater	10
4.1	Sensorisk kvalitet bedømt på kokte prøver	10
4.1.1	Uttak 1: 4 dager etter slakting.....	10
4.1.2	Uttak 2: 13 dager etter slakting.....	11
4.1.3	Uttak 3: 18 dager etter slakting.....	12
4.1.4	Konklusjon sensorisk analyse på kokte prøver	13
4.2	Enkel forbrukertest av kokte prøver (pre- og post-rigor)	13
4.3	Sensorisk kvalitet vurdert på rå prøver (Filetindeks).....	15
4.4	Instrumentell fargemåling (Minolta).....	16
4.5	Mikrobiologisk holdbarhet	17
4.6	Harskning (TBARS).....	18
4.7	Vekttap (væskeslipp) kjølte filetstyknings og hele fileter	19
4.8	Spalting, krymping og blodflekker i hele fileter.....	20
5	Diskusjon	23
5.1	Sensorisk kvalitet	23
5.2	Holdbarhet etter slakting	24
5.2.1	Mikrobiologisk.....	24
5.2.2	Harskning	24
5.3	Krymping, filetspalting, drypptap og blodflekker.....	25
6	Referanser	26

1 Sammendrag

Prosjektet undersøker hvorvidt produsenter, kunder og konsumenter kan forvente forskjeller i sensorisk kvalitet og holdbarhet på kjølte stykninger av laksfilet når de er tilvirket av *pre-rigor* eller *post-rigor* råstoff.

To forsøk er gjennomført:

Det første forsøket analyserte sensorisk kvalitet og holdbarhet for biter av skinnlaksefilet under kjølelagring i forseglede skåler (vanlig atmosfære). Forsøket omfattet både stykninger av laksefilet skåret *pre-rigor*, *i-rigor* eller *post-rigor* og hel laks som ble lagret sløyd på is frem til filetering 13 og 18 døgn etter slakting. I tillegg til sensorisk kvalitet og mikrobiologi ble også harskning, farge, krymping, spalting og vekttap målt.

Det andre forsøket ble gjennomført som en enkel forbrukertest der ferske, kokte biter av *pre-rigor* og *post-rigor* laksefilet ble sammenlignet i et panel av tilfeldig utvalgte konsumenter.

Vurdert til samme tidspunkt etter slakting viser resultatene at:

Filetprodukter som var tilvirket *pre-rigor* hadde en sensorisk profil som var forskjellig fra produkter som var tilvirket *post-rigor* og dette vedvarte ut hele lagringsperioden (18 døgn etter slakting). De sensoriske egenskapene som særlig kjennetegnet *pre-rigor* produktene til forskjell fra *post-rigor* var høyere fasthet, høyere tyggemotstand og mer kornete konsistens. Det var også en ikke signifikant tendens til at *pre-rigor* bitene var mindre saftige og hadde mindre frisk lukt enn *post-rigor*.

Hel sløyd laks som ble lagret iset i kasser frem til filetering 13 døgn og 18 døgn etter slakting ble vurdert som forskjellige fra filetvariantene med hensyn til sensorisk profil og overveiende var dette forskjeller i positiv retning for hel fisk i forhold til alle filetvariantene.

Resultatet av forbrukertesten som ble gjennomført på dag 5 etter slakting viste at flertallet av konsumentene signifikant ($P < 0,05$) foretrakk produktet som var produsert *post-rigor* fremfor det som var produsert *pre-rigor*. Dette utfallet må imidlertid tolkes med betydelig forsiktighet siden det er flere metodiske svakheter forbundet med en slik enkel test som dette.

Alle filetprøvene passerte 13-14 døgn etter slakting Mattilsynets mikrobiologiske grenseverdi for humant konsum ($TVC = 5 \times 10^6$), uansett om de var produsert *pre-rigor*, *i-rigor* eller *post-rigor*. Tilsvarende holdbarhet etter filetering var dermed ca 9 døgn for *post-rigor*, 11-12 døgn for *i-rigor* og 13-14 døgn for *pre-rigor* produktene.

Relativt høy lagringstemperatur ($\approx 2,5^\circ\text{C}$) er sannsynligvis en del av forklaringen på den relativt korte holdbarhetstiden til alle filetprøvene, mye kortere enn for hel laks iset i kasser (ca 0°C). Ved det tidspunkt TVC i filetstykingene passerte øvre grense for humant konsum var de tilsvarende verdier i den hele laksen bare så vidt over nedre deteksjonsgrense (1×10^2). Først 20 døgn etter slakting hadde TVC i den hele laksen oversteget Mattilsynets grenseverdi for god ferskhet ($TVC = 5 \times 10^5$).

Alle filetproduktene harsknet betydelig raskere enn laks som ble lagret hel. De *pre-rigor* produserte produktene krympet mer, var mindre spaltet og hadde et noe høyere vekttap under kjølelagring enn tilsvarende produkter produsert *i-rigor* eller *post-rigor*.

2 Innledning

Norske produsenter av hel filet og filestykninger av laks møter sterk konkurranse i viktige markeder, fra næringsmiddelindustri nær konsumentene og fra filetbedrifter i lavkostland som baserer sin produksjon på import av frosset råstoff.

Pre-rigor filetering er en ny mulighet som kan gi bedrifter lokalisert nær den levende fisken og slakteriene konkurransefortrinn med hensyn til rasjonell distribusjon og produktkvalitet. Det er et mål for næringen at norsk industri, gjennom å utnytte fordelene ved produksjon av laks og ørret filet *pre-rigor* i en integrert prosess med slakting skal skaffe seg fortrinn i den internasjonale konkurransen.

I 2006 gjennomførte Fiskeriforskning et forprosjekt der litteratur om *pre-rigor* bearbeiding av fisk ble oppsummert (Akse 2006). Konklusjonen er at mye er gjort, men at det fortsatt er for lite dokumentert hvordan *pre-rigor* bearbeiding påvirker de sensoriske egenskapene og holdbarheten til ferske produkter, for eksempel kjølte filestykninger uten skinn.

Norconserv og Fiskeriforskning har nylig slutført et prosjekt som undersøkte *pre-rigor* råstoff som utgangspunkt for lettsalting og røyking av laks (Birkeland et al. 2007). Fiskeriforskning har også under arbeid et annet prosjekt som ser på effekter av råstoffets rigortilstand ved innfrysing av filestykninger med to ulike frysemetoder, TruFresh® og tunnelfrysing.

Pre-rigor filet, med eller uten skinn, kan også bearbeides direkte videre til vektgraderte ferske stykninger før *rigor mortis* inntreffer, - som så distribueres og omsettes i kjølt tilstand.

Fileteringstidspunktet kan være bestemmende for sensoriske egenskaper og kvalitetstap under kjølelagring etterpå. Det er kjent at fete fiskeslag som laks og ørret kan trenge en viss modningstid etter slakting og det er derfor ikke gitt at konsumentene vil oppfatte en superfersk, *pre-rigor* bearbeidet filet som den beste. Krymping av *pre-rigor* fileter er velkjent og tekstur og farge kan bli forskjellig i *pre-* og *post-rigor* produserte fileter. Skjervold et.al 2001 viste at tidlig filetering (*pre-rigor*) i betydelig grad reduserte graden av filetspalting i laksefileter og hadde positiv effekt på fargen og tekturen. Også drypptapet, regnet fra vekt ved slakting, vil være forskjellige når man sammenligner fileter og filestykninger som er tilvirket henholdsvis *pre-* eller *post-rigor* (Tobiassen et.al 2006).

Et mål med *pre-rigor* filetering er å nå konsumentene med ferskere produkter som også har lang holdbarhet. Med hensyn til total holdbarhet etter slakting er det grunn til å anta at tidlig filetering og skinning vil ha negativ effekt på den mikrobielle aktiviteten. Dette er dokumentert på torskefilet (Tobiassen et.al 2006). Årsaken er at ved *pre-rigor* filetering åpnes fiskemuskelens tidligere og er dermed mer eksponert for kontaminering og mikrobiell vekst enn når råstoffet lagres som hel fisk gjennom *rigor*, eller videre frem til filetering på et ennå senere tidspunkt. Gevinsten ved *pre-rigor* filetering og distribusjon av kjølte produkter ligger eventuelt i at selv om den totale holdbarheten ikke øker, eller til og med reduseres, vil holdbarhetstiden etter filetering øke fordi skjæring, kutting og pakking kan utføres 4-5 døgn tidligere enn i tradisjonell *post-rigor* produksjon.

I to eksperimenter sammenlignet Rosnes *et. al* (2003) fileter av Atlantisk laks tilvirket *pre-*, *i-* og *post-rigor*, med hensyn til mikrobiell vekst, lukt, drypptap, tekstur og filetspalting. Før slakting ble laksen kjølt levende til kjernetemperatur <2,5°C. Etter slakting ble hel laks lagret

kjølt på is (0°C) frem til filetering *pre-rigor* (4 timer etter slakting), *i-rigor* (2 dager etter slakting) og *post-rigor* (5 dager etter slakting). Etter filetering ble filetene lagret inn til 14 døgn ved 0°C, enten i luft eller vakuumpakket. Resultatene viste at til samme tid etter filetering hadde de *pre-rigor* produserte filetene som ble lagret i luft lavere bakterietall enn de to andre (totalkim, H₂S-produserende og psycrotrofe bakterier). For mesteparten av prøvene var dette tilfelle også for de vakuumpakkede filetene. Sensoriske evalueringer på rå fisk viste at de *pre-rigor* produserte filetene fikk høyere score for fersk lukt, lavere score for filetspalting, men høyere drypptap (målt som vektreduksjon), alt vurdert til samme tidspunkt etter filetering. Konklusjonen var at til samme tidspunkt etter filetering var kvaliteten på fileter som var filetert *pre-rigor* 4 timer etter slakting bedre med hensyn til mikrobiologisk vekst, lukt og filetspalting, sammenlignet med fileter som var filetert *i-rigor* 2 dager etter slakting eller *post-rigor* 5 dager etter slakting.

Med hensyn til blodflekker på overflaten av fileterprodukter indikerer forsøk som er utført av Fiskeriforskning at dette problemet kan være større når laks og ørret både blir filetert og vakuumpakket i "blodfersk" tilstand før *rigor mortis* inntreffer (Herland et.al 2002).

2.1 Mål og gjennomføring

Målet i prosjektet er å avklare om produsenter, kunder og konsumenter kan vente forskjeller i sensorisk kvalitet og holdbarhet på kjølte, skinnfrie stykninger av laksfilet når de er tilvirket av *pre-rigor* eller *post-rigor* råstoff.

Det er grunn til å anta at tekstur, farge, lukt og smak fører til at konsumenter oppfatter *pre-* og *post-rigor* prosesserte produkter som ulike med hensyn til sensorisk kvalitet. Prosjektet skal undersøke om det er tilfelle og hva de sensoriske ulikhetene i så fall består i.

Prosjektet er gjennomført som to separate forsøk:

Forsøk 1 ble utført hos Fiskeriforskning i april 2007 med laks fra Havbruksstasjonen i Tromsø som råstoff:

Målet var å avklare hvordan rigortilstand ved filetering påvirket sensorisk kvalitet og holdbarhet for stykninger av skinnnet laksefilet under kjølelagring i luft. Forsøket omfattet både stykninger av filet skåret *pre-rigor*, *i-rigor* eller *post-rigor* og hel laks som ble lagret sløyd på is frem til to senere fileteringstidspunkt.

I tillegg til sensorisk kvalitet og mikrobiologi ble også andre egenskaper målt, som harskning, farge, krymping, spalting og vekttap (væskeslipp).

Forsøk 2 ble utført hos Fiskeriforskning i juni 2007 som en enkel forbrukertest der ferske, kokte biter av *pre-rigor* og *post-rigor* laksefilet ble sammenlignet av et tilfeldig utvalgt panel av konsumenter, også nå med laks fra Havbruksstasjonen i Tromsø som råstoff.

3 Material og metode

3.1 Forsøksoppsett del 1

Prøvene var filetstyknings (≈200 gram) som ble produsert ved ulike rigortilstand og pakket i forseglede beger, med naturlig atmosfære (fig. 1). Prøvene ble lagret kjølt ved temperatur +2,5°C (stdav +/-1,0°C) i inn til 20 døgn etter slakting. Temperaturen ble valgt ut fra at dette er et relativt typisk nivå i en vanlig god kjølekjede for ferske fiskeprodukter. Noen hele fileter ble også vakuumpakket og lagret til kontroll av krymping, blodflekker, spalting og vekttap.

Laks fra sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø ble slaktet i havbruksstasjonens slakteri og så filetert, skinnnet og kuttet hos Fiskeriforskning ved ulike rigor tilstand (*pre-rigor*, *i-rigor* og *post-rigor*). Noen hele fisker ble også lagret videre iset i kasser og så filetert ved tre senere analysetidspunkt (13, 17 og 20 døgn etter slakting).

Følgende analyser og målinger ble utført i alle eller i noen av prøveuttakene i forsøk 1:

- Sensorisk profil kokte prøver (Fiskeriforsknings sensoriske laboratorium).
- Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks).
- Instrumentell fargemåling (Minolta).
- Mikrobiologisk holdbarhet: Aerobt kimtall (TVC).
- Harskning (TBARS).
- Vektendring (væskeslipp) under kjølelagring.
- Krymping, filetspalting og blodflekker.
- Fett, vann og protein i råstoffet.

3.1.1 Råstoff, filetering, kutting og pakking

Råstoffet var 2-4 kilos oppdrettslaks som før slakting var sultet i en uke. Etter slakting ble fisken kjørt til Fiskeriforskning der den ble håndfiletert, skinnnet (ikke dypskinnet) og kuttet i porsjonsbiter (≈200 gram) ved ulike rigortilstand:

- Pre-rigor: <4 timer etter slakting
- I-rigor: 1 døgn etter slakting
- Post-rigor: 4 døgn etter slakting
- Hel sløyd laks lagret iset i kasser frem til 13 og 18 døgn e/slakting.

Tabell 1 Fett, vann og protein i prøver tatt ut samme dag som fisken ble slaktet.

% Protein	% Fett	% Vann	Sum
18,8	16,0	64,0	98,8

Straks etter filetering og kutting ble stykningene lagt i plastskåler med absorbent i bunnen (figur 1). Skålene ble forseglet i en Vebomatic begerforsegler, plassert på rent, tørt kjølerom (temp ≈2,5°C) og lagret der i inn til 20 døgn etter slakting.



Figur 1 Ferdig forseglede skåler stabled i trau under lagring på kjølerom. Som det fremgår av bildet samlet det seg en del dugg på innsiden av filmen som forseglet toppen av begeret. Under lagringstiden på inn til 20 døgn etter filetering samlet det seg lite vann i absorbenten og det var ikke løsvann i bunnen av begeret.

3.2 Forsøksoppsett del 2 (enkel forbrukertest)

Del to av prosjektet ble utført som en enkel forbrukertest. Hensikten var å få inntrykk av hvorvidt vanlige forbrukere vil oppfattet de sensoriske forskjellene mellom *pre-rigor* og *post-rigor* produserte filetstykninger og om de foretrakk den ene varianten fremfor den andre. For ikke å introdusere nye forskjeller ble det benyttet råstoff fra samme oppdrettsanlegg (Havbruksstasjonen i Tromsø) som i første del av prosjektet.

Laks, 2-4 kilo, ble etter slakting kjørt til Fiskeriforskning der den ble håndfiletert, dypskinnnet og kuttet i porsjonsbiter ved ulik rigortilstand: Pre-rigor (<4 timer etter slakting) og post-rigor (5 dager etter slakting).

Pre-rigor filetering, skinning og kutting ble utført mindre enn 4 timer etter slakting. Filetene ble dypskinnnet slik at (tilnærmet) alt fett på skinnsiden var fjernet, kuttet i biter (ca 200 g) og pakket i forseglede beger som ble oppbevart på kjølerom frem til testen 5 dager senere.

Råstoffet til *post-rigor* prøvene ble lagret sløyd på is frem til analysedagen da tilsvarende filetering, dypskinning og kutting som for *pre-rigor* prøvene ble utført.

Forbrukerpanelet i testen besto av 29 tilfeldig utvalgte ansatte hos Fiskeriforskning (frivillige). Forberedelsen av testen, tilbereding av prøvene, gjennomføring av analysen og behandling av data ble utført av, og i, Fiskeriforskningens sensoriske laboratorium.

3.3 Analysemetoder

3.3.1 Sensorisk analyse av kokte prøver

En beskrivende sensorisk analyse ble utført i Fiskeriforsknings laboratorium (figur 2). Denne metoden gir svar på hvilke og hvor store forskjeller det er mellom de ulike produktene av laks. Definerings av relevante egenskaper for bedømmelse ble gjort i samarbeid mellom panel, panelleder og prosjektleder. Laks med forskjellig ferskhetsgrad, som representerte egenskaper som var forventet å karakterisere de ulike produktene i forsøket, var tilgjengelig under trening av panelet.

Tolv sensoriske egenskaper ble bedømt på en ustrukturert linjeskala fra 0 til 10 poeng (fra ingen til høy intensitet). Beskrivelse av egenskaper og hvordan de ble brukt er vist i tabell 2.

Dataanalyse: De sensoriske dataene er behandlet statistisk. For den beskrivende metoden ble middelerverdier over dommere og gjentak sammenlignet for hvert produkt og sensorisk egenskap i en toveis variansanalyse (ANOVA) med samspill og dommere som tilfeldige effekter. Det ble også utført en Tukey's multipl sammenligningstest på 5 % -nivå. ANOVA og Tukey's test ble utført i programvaren FIZZ, (BIOSYSTEMES, Frankrike).



Figur 2 Tilberedning av prøver i Fiskeriforsknings sensoriske laboratorium.

Tabell 2 Forklaring til de ulike sensoriske egenskaper som ble bedømt av smakspanelet.

Frisk lukt	En fersk lukt med assosiasjoner til sjøen, sjø/tang og en søtlig fløteaktig lukt
Gammel/emmen lukt	Intensitet av en sur, kvalmende, svovel lukt
Matthet	Vurderes på overflaten av prøven Ingen intensitet: glansaktig, gjennomsiktig Tydelig intensitet: tydelig matt
Harsk lukt	Intensiteten i lukt fra harsk laks
Rødfarge	Rosa-rød laksefarge som bedømmes på overflaten Ingen intensitet: lys/svak lakserosa Tydelig intensitet: kraftig lakserosa
Sammenhengbarhet	Vurdering av hvor godt muskelfibrene henger sammen i segmentene Ingen intensitet: segmentene blir til mos Tydelig intensitet: robust og tåler mye behandling
Fasthet	Vurderes ved å bite gjennom produktet mellom øvre og undre fortenner. Hvor mye kraft en må bruke før prøven går i to stykker. Ingen intensitet: som å bite gjennom smør. Tydelig intensitet: gummiaktig
Frisk smak	En frisk smak som minner om sjø/tang, søtlig fersk
Gammel/emmen smak	Intensitet av en sur, kvalmende, svovel, bitter smak
Saftighet	En saftig prøve inneholder en del væske og dette er bundet slik at fiskekjøttet avgir væske jevnt ved tygging. Vurder prøvens evne til å virke saftig under de første 15 tygg Ingen intensitet: ingen væske avgitt fra prøven, tørr Tydelig intensitet: tydelig saftig
Kornete	Vurder i hvilken grad kjøttet deler opp sig i små korn/partikler under tygging Ingen intensitet: jevn, limete masse Tydelig intensitet: masse små korn spredt i munn
Tyggemotstand	Vurder hvor mye prøven må tygges. Hvor mange tygg/hvor lang tid må til før det føles naturlig å svelge prøvebiten

3.3.2 Sensorisk forbrukertest av kokte prøver

I siste del av prosjektet ble det utført en enkel forbrukertest, for å få et inntrykk av om vanlige forbrukere oppfattet sensoriske forskjeller mellom *pre-rigor* og *post-rigor* produserte filetstykninger og om de foretrakk den ene varianten fremfor den andre.

Forbrukerne i testen var 29 tilfeldig utvalgte ansatte på Fiskeriforskning (frivillige). Hver deltaker fikk servert 1 par med *pre-rigor* og *post-rigor* produserte prøver i to omganger.

Metoden som ble brukt var en to-sidig partest. Forbrukerens oppgave var å velge ut den prøven i paret som ble foretrukket. I tillegg ble forbrukerne bedt om å velge hvilken eller hvilke av et antall sensoriske egenskaper som forklarte valget deres. Helt til slutt hadde de muligheten til å skrive en kommentar.

Testmetoden, prosedyre for gjennomføring og sensoriske egenskaper for å begrunne valget mellom produktene ble gjennomgått grundig med alle deltakerne samlet før analysen startet.

3.3.3 Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks)

Produktkvalitet og holdbarhet ble evaluert sensoriske etter en standard poengskala utviklet av Fiskeriforskning for vurdering av rå filetpåre (Filetindeks). Parameterne 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 todelt, 0 (best) og 1 (dårligst). Samlet indeksverdi er summen av snittkarakterene for de fem kriteriene, beste indeksscore er 0 og dårligste 13 (tabell 3). Vurderingen ble utført av to trenede dommere.

Tabell 3 Forklaring til de ulike sensoriske egenskaper som ble bedømt på rå prøver.

Parameter	Poengskala og beskrivelse
Lukt	0: Fileten har en nøytral lukt
	1: Lukt av agurk og melon
	2: Lukter surt, minner om fermentering
	3: Lukter råttent, råttent kål, harsk
Spalting	0: Ingen spalting
	1: Begynnende spalting
	2: En del spalting, som gir en "løs" filet
	3: Mye spalting, meget usammenhengende filet
Farge	0: Fileten har en mørkerød farge
	1: Fileten har en lyserød farge
	2: Blekede områder, begynner å bli misfarget gul
	3: Flekket, med misfargede gule og gjennomsiktige partier
Konsistens	0: Fast, naturlig konsistens
	1: Fileten er litt bløt
	2: Fileten er bløt
	3: Fileten er meget bløt
Overflate	0: Tørr, blank overflate
	1: Har partier der overflaten er oppløst

3.3.4 Mikrobiologi

Totalt aerobt kimtall ble analysert i hver av produktvariantene. Prøver til mikrobiologisk analyse ble tatt ut ved bruk av steril teknikk ved dag 4, 10, 13, 17 og 20 etter slakting. I hvert uttak ble Totalt kimtall (TVC) analysert i 6 filetbiter fra hver produktgruppe. Analysene ble utført separat på enkeltbiter, med to paralleller for å kunne beskrive spredning i materialet. Til å bestemme totalt aerobt kimtall (TVC) ble Iron Agar (Oxoid CM 964) benyttet.

Mattilsynets mikrobiologiske retningslinjer definerer totalkim $\geq 5 \times 10^6$ /g som øvre grenseverdi (**M**) som ikke skal overskrides, mellom annet i kjølt fiskefilet til humant konsum. De samme retningslinjene definerer totalkim 5×10^5 /g som en grenseverdi (**m**) som ikke bør overskrides. Lavere verdier enn dette kan betegnes som ”god ferskhet”.

3.3.5 Harskning

Harskning er analysert som TBARS i samleprøver av 6 biter fra hver av produktgruppene. Analysene ble utført 0, 13 og 20 døgn etter slakting. Harskning er angitt som nmol TBAR/g prøve (Witte et. al 1970, Dulavik et. al 1998).

3.3.6 Vekttap (væskeslipp)

Vektendring som følge av væskeslipp fra filetbitene under lagring i skålene ble bestemt etter følgende formel: Vekttap (g) = (Brutto pakningsvekt – (netto produktvekt + tom emballasje)). Vekttapet (g) er omregnet til % av netto produktvekt ved pakking.

3.3.7 Instrumentell fargemåling

4 og 17 døgn lagring etter slakting ble filetfargen målt med Minolta Chromameter CR-200, i 3 punkter på 6 biter fra hvert fileteringstidspunkt. Resultatene ble omregnet til fargens vinkel ($\text{Tan}^{-1}(b^*/a^*)$) og -metning ($\sqrt{((a^*)^2 + (b^*)^2)}$). Når vinkelen nærmer seg 0 grader er fargen mer rød og når den nærmer seg 90 grader mer gul. Metningen er et uttrykk for hvor ”gjennomsiktig” fargen er (høy verdi = mer mett).

3.3.8 Vann, fett og protein

Fiskeriforsknings standard metoder.

3.3.9 Krymping, blodflekker og filetspalting

Krymping: Prosentvis endring i lengden av hele fileter skåret og skinnet *pre-rigor*, *i-rigor* og *post-rigor*, målt umiddelbart etter filetering og videre 4, 7 og 9 døgn etter slakting.

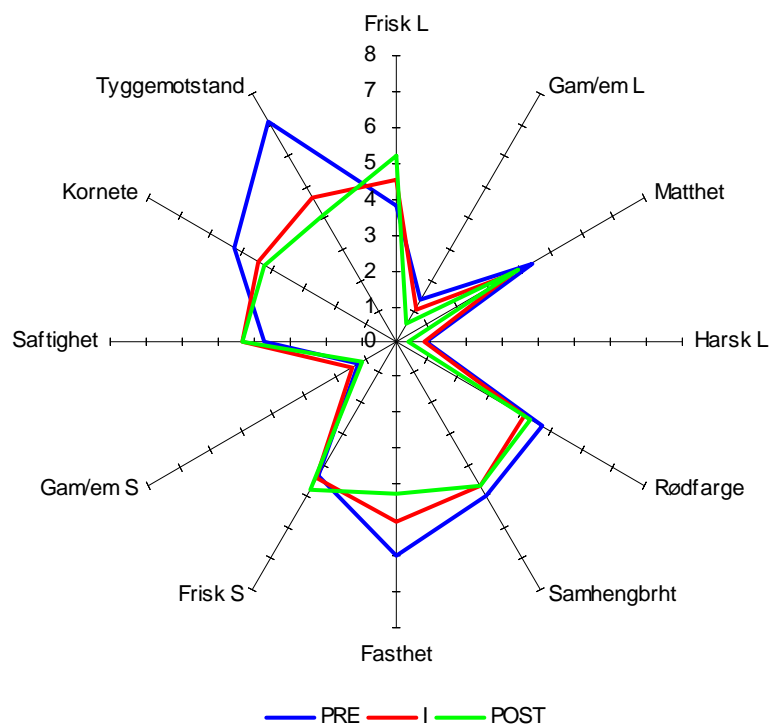
Antall blodflekker på overflaten av filetene ble registrert før vakuumering og etter lagring.

Filetspalting: 0 = ingen spalting, 1 = begynnende spalting, 2 = noe spalting, 3 = mye spalting.

4 Resultater

4.1 Sensorisk kvalitet bedømt på kokte prøver

4.1.1 Uttak 1: 4 dager etter slakting



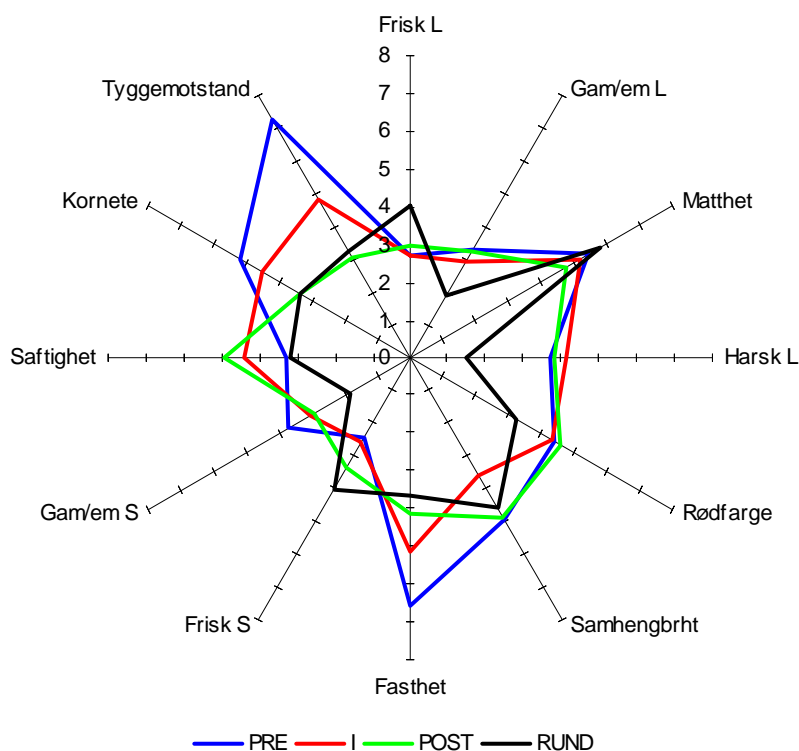
Figur 3 Sensorisk profil av tre ulike produkter etter 4 dagers lagring (blå = *pre-rigor*, rød = *i-rigor* og grønn *post-rigor*).

Av 12 sensoriske egenskaper klarte dommerpanelet å finne signifikante forskjeller i 2 stykker; fasthet og tyggemotstand (figur 3).

Laksen som var filetert og pakket *pre-rigor* skilte seg ut som veldig fast å bite igjennom og med høy tyggemotstand under tygging. Også i de andre egenskapene for konsistens skilte *pre-rigor* seg ut som mindre saftig og mer kornet under tygging. Dette bekreftes av dommernes kommentarer som beskriver *pre-rigor* som gummiaktig og seig å tygge.

Laksen som var filetert etter rigor ble bedømt som mer frisk i lukt og smak i forhold til de to andre produktene (*pre-* og *i-rigor*) og ble videre bedømt med mindre intensitet i egenskapene for gammel/emmen lukt og smak og harsk lukt. Også dette bekreftes av dommernes kommentarer som beskriver *post-rigor* som mer søtlig og frisk i smaken. *Pre-rigor* ble vurdert til å ha høyest rød farge.

4.1.2 Uttak 2: 13 dager etter slakting



Figur 4 Sensorisk profil av fire ulike produkter etter 13 dagers lagring.

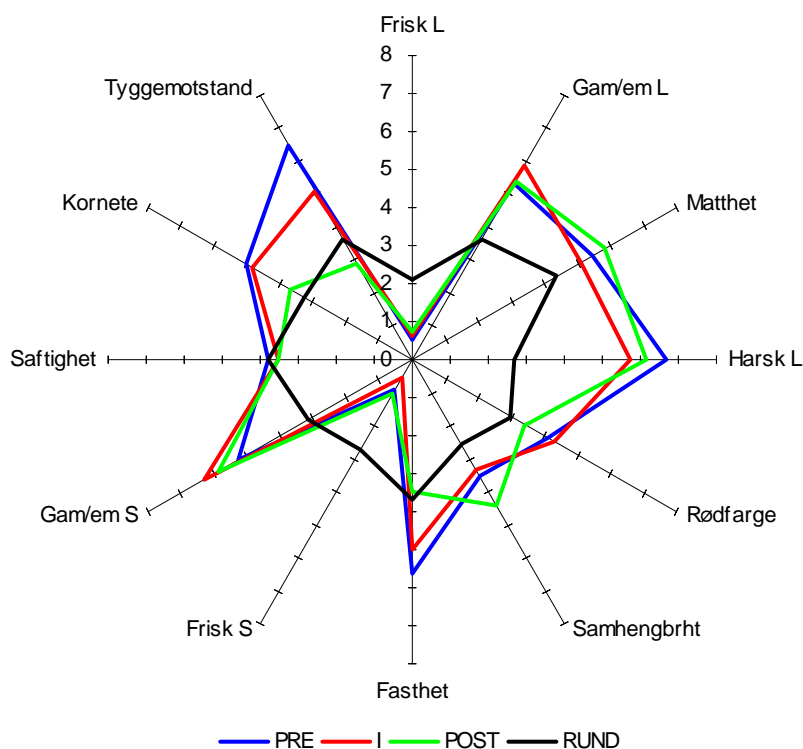
Dommerpanelet klarte i dette uttaket ikke å finne signifikante forskjeller mellom de ulike lakseproduktene etter 13 dagers lagring (figur 4). Selv om panelet i mange egenskaper bedømte lakseproduktene til å ha store forskjeller i middelverdiene har ikke variansanalysen registrert noe signifikans mellom produktene. Årsaken til dette er at det var for få smakdommere til stede under bedømmelsen, det vil si at modellen statistisk sett er svak. Sammenlignet med resultat etter 4 dagers lagring ser vi allikevel en del gjentakelser:

De to produktene, *i*- og spesielt *pre-rigor*, skiller seg ut i konsistens som fortsatt veldig fast å bite igjennom, kjøttet oppleves som kornete under tygging og produktene er veldig seige å tygge. Også her er dette kommentert av panelet som seigt å tygge.

Laksen som var lagret hel og ble filetert analysedagen er det produktet som skiller seg mest ut i forhold til de tre andre (figur 4). Den er vurdert som mer frisk i lukt og smak, mindre harsk, mindre lukt og smak av gammelt/emment og lettere å tygge. Den er bedømt til å ha mindre rød farge i kjøttet.

Mange av prøvene av *pre*-, *i*- og til dels *post-rigor* filetene ble av panelet kommentert til å ha mye harsk lukt og smak.

4.1.3 Uttak 3: 18 dager etter slakting



Figur 5 Sensorisk profil av fire ulike produkter etter 18 dagers lagring.

Av 12 sensoriske egenskaper klarte dommerpanelet å finne signifikante forskjeller i 6 stykker; frisk lukt og smak, matthet, harsk lukt, gammel/emmen smak og tyggemotstand, (figur 5).

Som i uttaket 13 dager etter slakting var det også her laksen som var lagret rund og filetert analysedagen som skilte seg mest ut. Spesielt forskjellene i egenskapene for lukt og smak var forsterket siden forrige uttak. Produkt rund skilte seg klart ut som mer friskt i lukt og smak og ble av panelet vurdert til å ha klart mindre gammel/emmen lukt og smak og mindre harsk lukt. De tre andre produktene ble bedømt likt i egenskapene lukt og smak. Typiske kommenterte dommerne produktene av *pre-*, *i-* og *post-rigor* filet med ord som sur, harsk og stikkende.

De to produktene, *i-* og spesielt *pre-rigor*, skiller seg fortsatt ut i konsistens som veldig fast å bite igjennom, kjøttet oppleves som kornet under tygging og produktene er veldig seige å tygge. Også her er de kommentert av panelet som seige å tygge. Produktet *post-rigor* er i dette og de andre uttakene det produktet som ligner mest på konsistensen til fisk som var lagret hel, som oppleves som lett og fibret å tygge.

Produkt rund ble vurdert til å ha lavest rød farge i kjøttet både i dette og det forrige uttaket.

4.1.4 Konklusjon sensorisk analyse på kokte prøver

Produktene av laks ble vurdert av dommerpanelet ved 4, 13 og 18 dagers kjølelagring etter slakting. En svakhet i analysen er et lavt antall dommere i panelet under alle de tre uttakene, spesielt uttaket etter 13 dager. Det må tas hensyn til dette ved tolkning av resultatene. Det faktum at mange av resultatene går igjen i de ulike uttakene tyder imidlertid på at panelet i gjennomsnitt var enige om vurderingene av forskjellene mellom produktene.

I alle tre uttakene er konsistensen til produktene som var filetert *pre-rigor* og *i-rigor* vurdert som forskjellige fra de *post-rigor* prosesserte produktene. Særlig *pre-rigor* prøvene er vurdert som harde å bite igjennom og seige å tygge.

Rødfargen er høyere i produktene som var filetert (*pre-*, *i-* og *post-rigor*), sammenlignet med produktene av laks som ble lagret hel. Også for egenskapene lukt og smak ble produktet av hel laks vurdert som forskjellig fra filetproduktene, og da med mindre dårlig lukt og smak.

En anmerkning gjort under forsøket etter oppvarming av prøvene var at produktet *pre-rigor* hadde mye koagulert protein på overflaten av biten sammenlignet med de andre produktene.

4.2 Enkel forbrukertest av kokte prøver (pre- og post-rigor)

Resultatet fra par-testen viste at et flertall av konsumentene, signifikant (*:p< 0,05), foretrakk *post-rigor* produktet fremfor *pre-rigor* produktet (tabell 4). Det må imidlertid utvises en viss forsiktighet i denne tolkingen av testresultatene siden hver forbruker fikk to par prøver å bedømme, noe som kan bety at besvarelsene fra de enkelte forbrukerne ikke er uavhengige av hverandre.

Tabell 4 Resultat fra par-testen der deltakerne var nødt til å peke ut ett av to produkter (*pre-* og *post-rigor*) med hensyn til hvilket produkt de foretrakk. Resultatene er basert på 58 besvarelser og er analysert med binomial fordeling.

Produkt	Antall svar for hvert produkt	Signifikans
PRE-RIGOR	21	0,0479*
POST-RIGOR	37	

Forbrukerne ble også bedt om å angi hvilken eller hvilke egenskaper som best forklarte deres valg av produkt (tabell 5 a og b). Resultat i de to tabellene viser eksempelvis at med hensyn til smak og farge er det flere av forbrukerne som foretrekker *pre-rigor* laksen enn *post-rigor* laksen. Med hensyn til lukt og tekstur i munnen er det derimot flere som foretrekker *post-rigor* laksen enn *pre-rigor* laksen.

Disse resultatene viser noe av det samme som det sensoriske panelet kom frem til etter 4 dagers lagring i den første forsøksrunden, der *post-rigor* laksen da ble vurdert til å ha en mer frisk lukt mens *pre-rigor* laksen ble vurdert som mer rød i fargen.

Mer utfyllende kommentarer som ble gitt av noen av deltakerne i forbrukertesten nevner også at de foretrekker *pre-rigor* prøvene på grunn av at de er mer røde i fargen, mens noen sier at *post-rigor* produktene har (bedre) mer karakteristisk lukt og tyggemotstand.

Tabell 5 Histogram over de 10 sensoriske egenskaper som konsumentene kunne bruke som begrunnelse for valget de gjorde mellom *pre-rigor* og *post-rigor* prøvene. Tabell 5a viser resultatene for de som foretrakk *pre-rigor* produktene (n=21) og tabell 5b tilsvarende resultater for de som foretrakk *post-rigor* produktene (n=37).

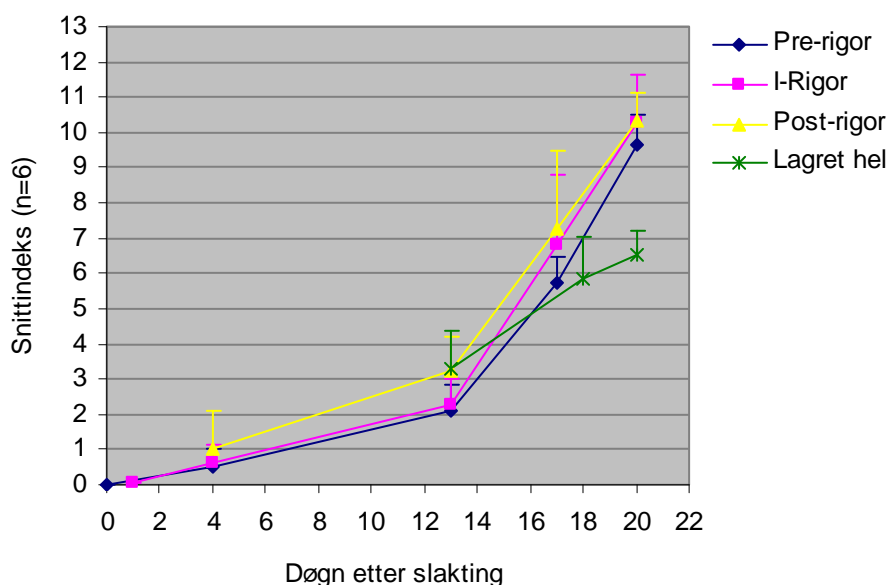
5a: Pre-rigor

Egenskaper (<i>pre-rigor</i>)	Frekvens (%)	Histogram
LUKT	6	***
SMAK	27	*****
FARGE	13	*****
UTSEENDE	8	****
HARDHET	2	*
SAFTIGHET	17	*****
FIBERAKTIGHET	4	**
TYGGEMOTSTAND	10	*****
TEKSTUR/MUNN	13	*****
INGEN FORSKJELL	0	
Total	100	

5b: Post-rigor

Egenskap (<i>post-rigor</i>)	Frekvens (%)	Histogram
LUKT	12	*****
SMAK	20	*****
FARGE	4	**
UTSEENDE	3	*
HARDHET	6	***
SAFTIGHET	19	*****
FIBERAKTIGHET	5	**
TYGGEMOTSTAND	11	*****
TEKSTUR/MUNN	21	*****
INGEN FORSKJELL	0	
Total	100	

4.3 Sensorisk kvalitet vurdert på rå prøver (Filetindeks)



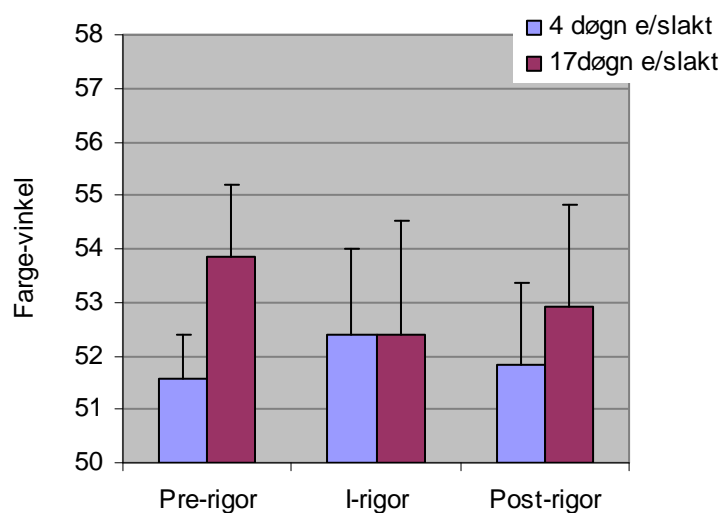
Figur 6 Filetindeks registrert i de fire prøvegruppene ved samme tidspunkt etter slakting, lave indeksverdier indikerer god kvalitet. Indeksverdi 13 er lik summen av dårligst mulige score for samtlige enkeltparameter som ble vurdert (n=6).

Det var relativt stor spredning i indeks score mellom enkeltprøvene i alle de tre prøveseriene som ble filetert (*pre-*, *i-* og *post-rigor*) og det var dermed ingen signifikant forskjell mellom disse partiene. Mot slutten av lagringstiden (18 - 20 døgn) var imidlertid samlet indeks score signifikant lavere (bedre) for rå prøvene av laks som ble lagret hel, sammenlignet med alle de fileterte prøvene. Dette samsvarer med den sensoriske analysen av kokte prøver (figur 5).

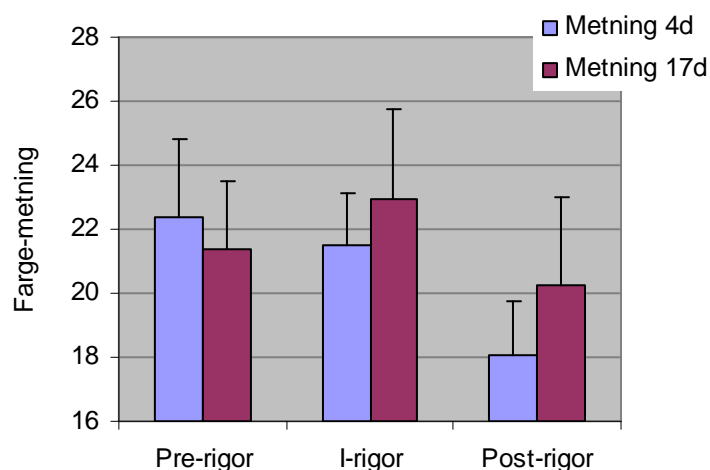
Selv om samlet score for Filetindeks ikke viste signifikant forskjell mellom filetgruppene avhengig av rigortilstanden ved filetering så viser en separat vurdering av resultatene for de to egenskapene lukt og konsistens at også i rå tilstand ble prøvene som var skåret *pre-rigor* og *i-rigor* vurdert som fastere/hardere enn prøvene som var skåret *post-rigor*. Prøvene som var skåret *pre-* og *i-rigor* utviklet også dårlig lukt tidligere enn filetpøver skåret *post-rigor* og særlig prøver av laks som ble lagret hel (data ikke vist). Dette samsvarer med de sensoriske analysene av kokte prøver (fig. 3, 4 og 5).

Filetpøvene som var skåret *post-rigor* og prøvene som ble skåret av laks som var lagret hel, hadde også mer spalting enn filetpøvene som var skåret *pre-* og *i-rigor* (figur 13 og 14).

4.4 Instrumentell fargemåling (Minolta)



Figur 7 Fargevinkel beregnet for målinger utført 4 døgn og 17 døgn etter slakting, for hver av produktgruppene *pre-rigor*, *i-rigor* og *post-rigor* (n=6).

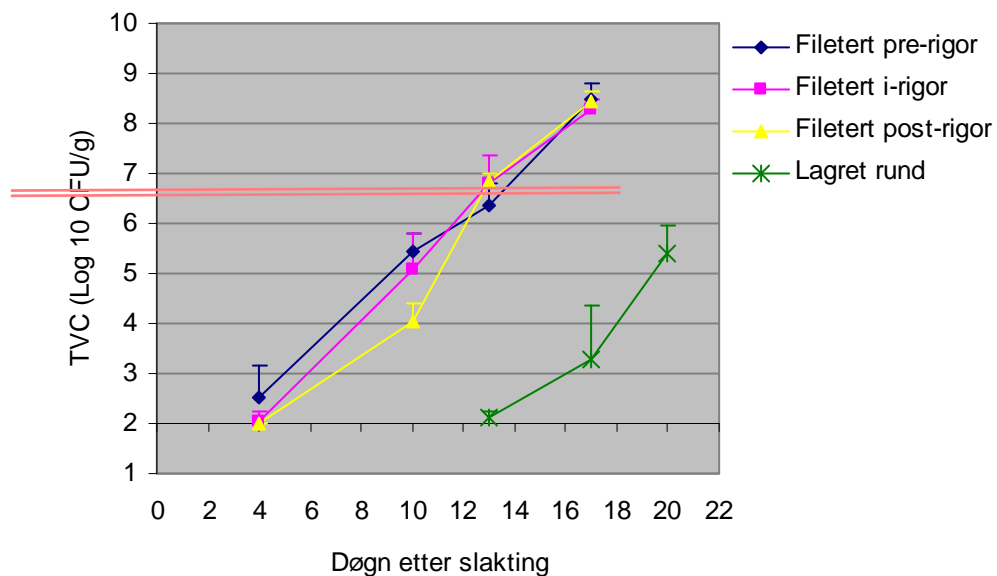


Figur 8 Fargemetning beregnet for målinger utført 4 døgn og 17 døgn etter slakting, for hver av produktgruppene *pre-rigor*, *i-rigor* og *post-rigor* (n=6).

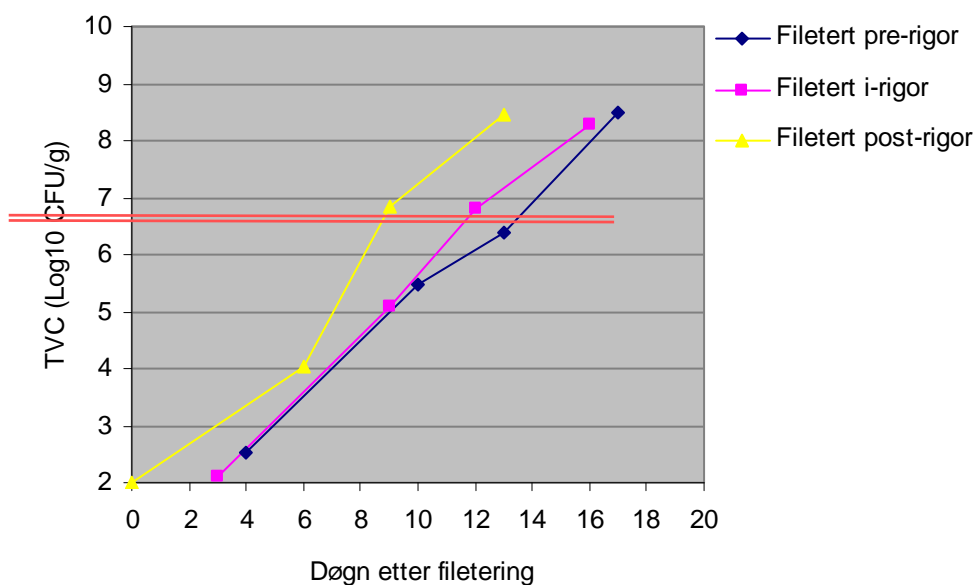
Fire døgn etter slakting var fargevinkelen i *pre-rigor* produktene signifikant ($P < 0,05$) lavere (mer rød) enn *i-rigor*, men ikke *post-rigor*; 17 døgn etter slakting var fargevinkelen i *pre-rigor* produktene signifikant høyere (mer gulaktig) enn både *i-rigor* og *post-rigor*.

Fire døgn etter slakting hadde *post-rigor* produktene signifikant ($P < 0,05$) lavere fargemetning enn både *pre-rigor* og *i-rigor*; 17 døgn etter slakting hadde *post-rigor* signifikant lavere fargemetning enn *i-rigor* men ikke *pre-rigor*.

4.5 Mikrobiologisk holdbarhet



Figur 9 Totalt aerobt kimtall (TVC) analysert 4, 10, 13, 17 og 20 døgn etter slakting, i rund fisk og fileter som ble produsert *pre-rigor* (dag 0), *i-rigor* (dag 1) og *post-rigor* (dag 4) n = 6. Nedre deteksjonsgrense for metoden: Log 10 = 2. Det røde feltet indikerer ca øvre grense for anvendelse til humant konsum (TVC=5x10⁶).



Figur 10 Totalt aerobt kimtall (TVC) til ulike tidspunkt etter filetering, i fileter produsert *pre-rigor*, *i-rigor* eller *post-rigor*. N = 6. Den røde linjen i figuren viser ca øvre grense for omsetning til humant konsum (TVC = 5x10⁶).

Relativt høy lagringstemperatur ($\approx 2,5^{\circ}\text{C}$) kan være en medvirkende årsak til hurtig vekst i totalkim (TVC) i alle filetprøvene. Mikrobiologisk vekst i filetprøvene var som ventet mye raskere enn i hel sløyd laks som ble lagret iset i kasser (ca 0°C).

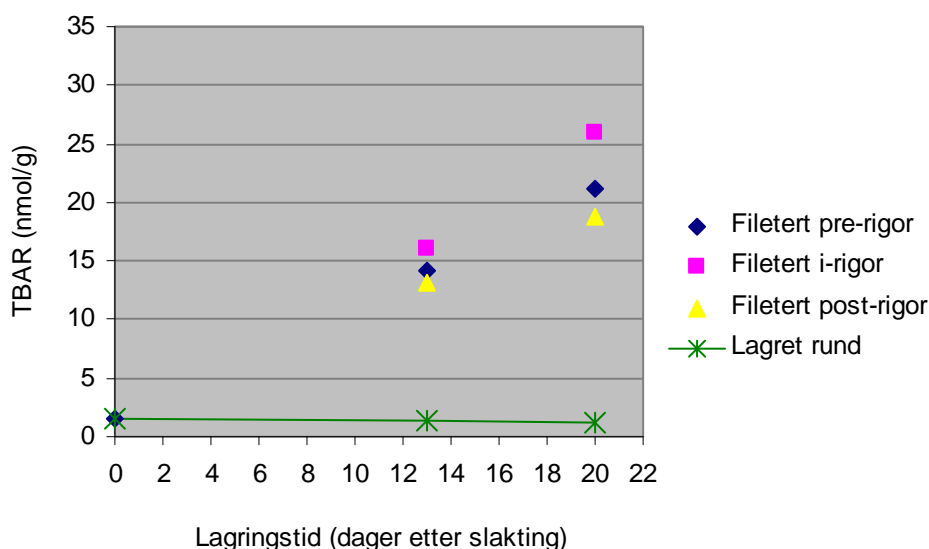
Det var lavere TVC verdier i de *post-rigor* produserte filetprøvene fra 4 til 10 døgn etter slakting, men ingen forskjell fra 13 døgn og utover (figur 9). Dette var også som ventet og er i samsvar med det Rosnes et al. (2003) fant i ett av sine eksperimenter.

Prøvene fra alle tre fileteringstidspunktene (*pre-*, *i-* og *post-rigor*) har overskredet øvre grense (**M**) for humant konsum (TVC= 5×10^6) 13-14 døgn etter slakting (figur 9). Den tilsvarende holdbarhetstiden etter filetering var følgelig ca 9 døgn for *post-rigor*, 11-12 døgn for *i-rigor* og 13-14 døgn for *pre-rigor* produktene (figur 10).

Ved det tidspunkt TVC i filetstykingene passerte øvre akseptable grense (**M**) var de tilsvarende verdier i den runde laksen bare så vidt over nedre deteksjonsgrense (TVC= 1×10^2) for denne analysemetoden (figur 9). Først 20 døgn etter slakting hadde TVC i den hele laksen oversteget grenseverdien (**m**) for god ferskhets (TVC= 5×10^5) men var fortsatt godt under den øvre grensen for hva som er akseptabelt for humant konsum (figur 9).

Sammenlignet med resultatene hos Rosnes et.al (2003) har filetbitene i vårt forsøk relativt kort holdbarhet. I deres forsøk overskred laksefilet og biter med skinn som var skåret *i-rigor* og *post-rigor* og lagret i luft, grensen for mikrobiologisk holdbarhet 13-14 dager etter filetering (15-19 dager etter slakting). 14 dager etter slakting/filetering lå hele fileter og biter (med skinn) som var skåret *pre-rigor* ennå godt under holdbarhetsgrensen med hensyn til totalkim. Hos Rosnes et. al (2003) ble laksen først kjølt levende før/under slakting og fileter og filetbiter ble etterpå lagret med skinn på ved $\approx 0^{\circ}\text{C}$.

4.6 Harskning (TBARS)



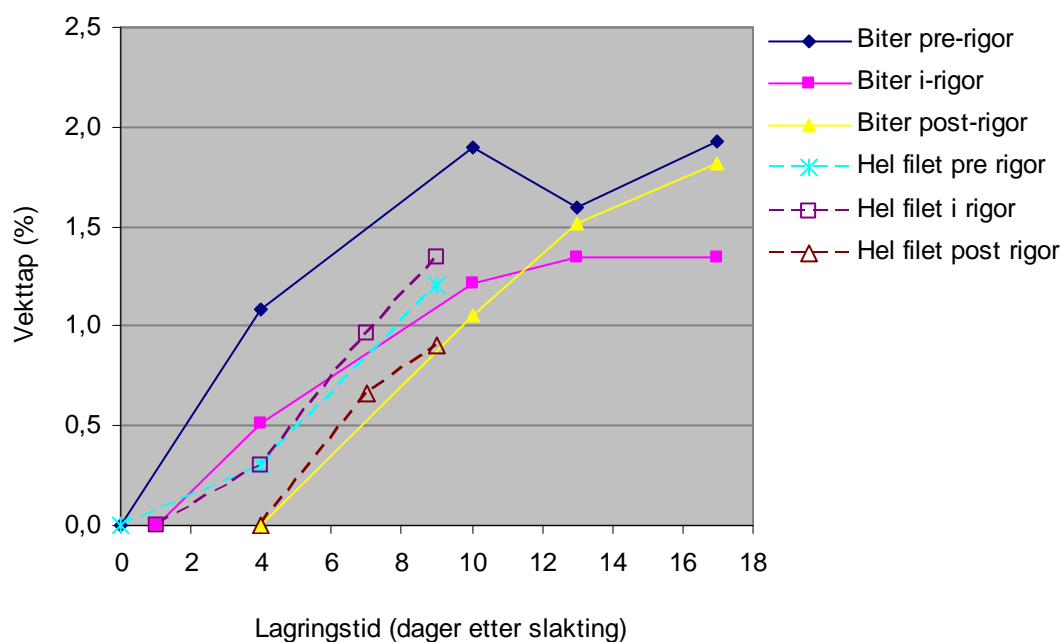
Figur 11 Harskning (TBAR nmol/g) i biter av laksefilet skåret *pre-rigor*, *i-rigor* eller *post-rigor*, sammenlignet med hel laks som var lagret i is like lenge etter slakting.

Harskning ble analysert som TBARS ved starten av forsøket og senere 13 døgn og 20 døgn etter slakting, både på hel fisk og biter uten skinn. Harskningen ble analysert i samleprøver fra 6 filetbiter eller fisker og resultatene beskriver derfor ikke spredning mellom filetstyknings eller hele enkeltfisker (figur 11).

TBARS verdiene var relativt høye i alle filetprøvene 13 og 20 døgn etter slakting, ekstremt mye høyere enn i tilsvarende prøver fra hel laks (sløyd med hode) som hadde vært lagret like lenge iset i kasser (figur 11). Analysene er foretatt i den første forsøksrunden, der filetene ikke ble dypskinnet. Mengden fett på skinnsiden av bitene varierte derfor mye fra prøve til prøve. Det er meget sannsynlig at grundig dypskinning, som fjernet fett under skinnen fra filetene, ville ha redusert harskningen vi fant i filetbitene mye og dermed gjort forskjellen til hel laks mindre. Lagringstemperaturen var også forskjellig for filetstykningsene ($\approx 2,5$ °C) og for hel laks iset i kasser (≈ 0 °C).

Den sensoriske vurderingen av rå prøver viste at fett på filetstykningsene raskt ble misfarget/gult og luktet harskt. Dette var ikke tilfelle for fett under skinnen på laksen som ble lagret hel iset i kasser. I den første analyserunden på sensorikklaboratoriet ble harsk lukt nevnt av dommerne som en negativ kvalitetsegenskap for flere av filetvariantene. I den andre forsøksrunden ble alle prøvebitene til forbrukertesten grundig dypskinnet, for at harsknende fett ikke skulle virke forstyrrende inn på resultatet.

4.7 Vekttap (væskeslipp) kjølte filetstyknings og hele fileter

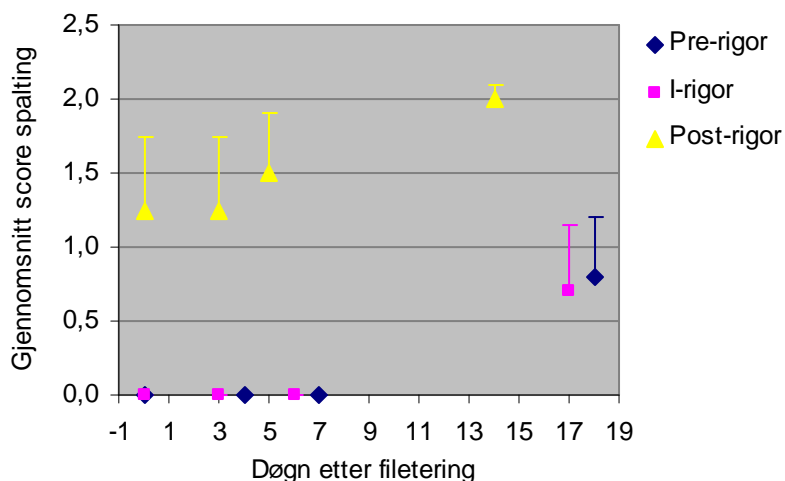


Figur 12 Vekttap (væskeslipp) målt under kjølelagring av filetstyknings i forseglede skåler og helefileter i poser på is.

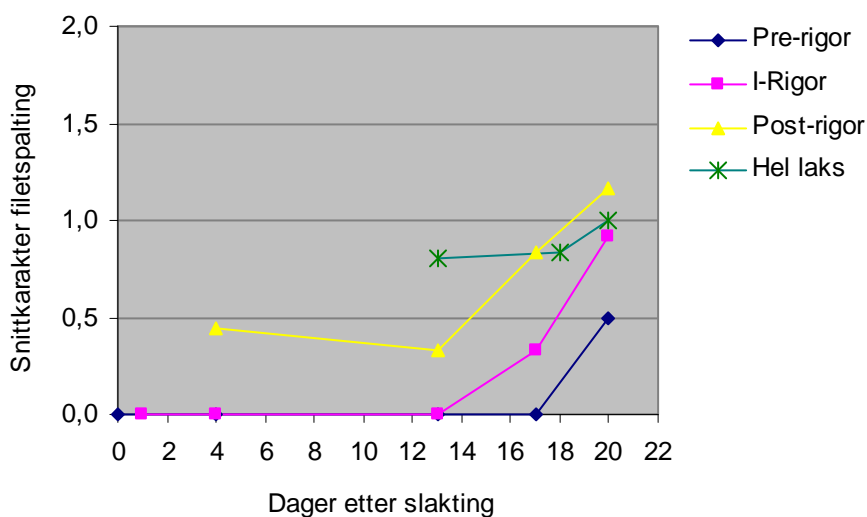
Regnet fra slaktetidspunktet taper *pre-rigor* produserte filetbiter i forseglede beger mest vekt under kjølelagring (figur 12). Gjennom hele holdbarhetstiden etter slakting (ca 13 døgn p.m.) gir *post-rigor* filetering relativt lavt vekttap, både for filetstyknings og hele fileter, sammenlignet med *pre-rigor* og *i-rigor* filetering.

De registrerte vekttapene er som forventet og på nivå med det andre har funnet for tilsvarende lagring av kjølte produkter av laks. I sitt forsøk fant Rosnes et al. (2003) at *pre-rigor* produserte laksefileter med skinn hadde tapt 1,9 % av vekten etter 14 døgn kjølelagring i luft. Også i deres forsøk tapte fileter som var produsert *i-rigor* og *post-rigor* mindre vekt.

4.8 Spalting, krymping og blodflekker i hele fileter

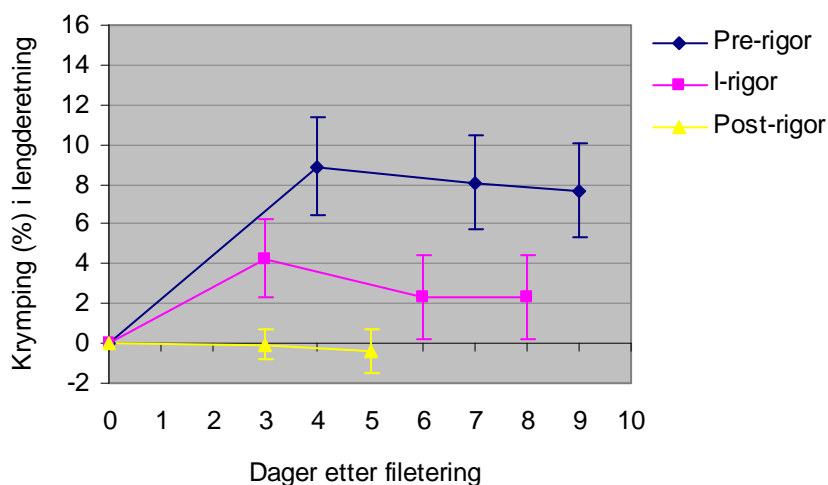


Figur 13 Gjennomsnittlig score og standardavvik for spalting vurdert i hele fileter til ulike tidspunkt etter filetering, 0=ingen spalting, 1=litt spalting, 2=mye spalting (løs filet) og 3=kraftig spaltet og usammenhengende fileter (n=4).



Figur 14 Gjennomsnittlig score for spalting i filetbiter under lagring etter filetering og i hel laks vurdert umiddelbart etter filetering (13, 17 og 20 døgn etter slakting). 0=ingen spalting, 1=litt spalting, 2=mye spalting (løs filet) og 3=kraftig spaltet og usammenhengende fileter (n=6).

Både de hele filetene og filetstykningene var lite spaltet i dette forsøket, men som ventet var *post-rigor* produserte hele fileter og biter mer spaltet enn tilsvarende produkter produsert *pre-rigor* og *i-rigor*. Graden av spalting øke på utover under lagringstiden (figur 13 og 14).



Figur 15 Krymping av hele fileter produsert *pre-rigor*, *i-rigor* eller *post-rigor*, målt som % reduksjon i filetens lengde (n = 4).

Hele fileter skåret *pre-rigor* krympet 8–10 % i lengderetning, som er relativt moderat for laksefileter skåret av *pre-rigor* råstoff. Filetene som ble skåret *i-rigor* krympet bare ca 4 %, mens filetene som ble skåret *post-rigor* ikke krympet i det hele tatt (figur 15 og 16).



Figur 16 Bilde tatt etter krymping av fileter skåret henholdsvis *pre-rigor*, *i-rigor* og *post-rigor*. Alle filetene hadde i utgangspunktet tilnærmet lik lengde og vekt.

I tidligere forsøk er det relativt kort tid etter vakuumpakking av pre-rigor laks- og ørretefileter påvist et uakseptabelt høyt antall blodflekker på overflaten av fileten (Herland 2002). For å teste dette også i vårt forsøk ble noen fileter vakuumpakket rett etter filetering henholdsvis *pre-rigor*, *i-rigor* og *post-rigor*. Vi fant ikke tilsvarende problemer som Herland (2002) med blodflekker på overflaten av filetene, de få flekkene vi så i dette forsøket var meget små og helt overfladiske. Det var (kanskje) en tendens til noen flere slike småflekker på *pre-rigor* filetene enn på *post-rigor* filetene, men forskjellen var ubetydelig (data ikke vist).

5 Diskusjon

5.1 Sensorisk kvalitet

Den sensoriske profilen til filetstykningsproduktet *pre-rigor* var forskjellig fra profilen til stykninger produsert *post-rigor*, vurdert til samme tidspunkt etter slakting. Dette forholdet vedvarte gjennom hele lagringsperioden fra første prøveuttak 4 dager etter slakting til tredje prøveuttak 18 dager etter slakting.

De sensoriske egenskapene som særlig kjennetegnet *pre-rigor* produktene til forskjell fra *i-rigor* og *post-rigor* var høyere fasthet, høyere tyggemotstand og mer kornete konsistens. I de to første uttakene, 4 og 13 døgn etter slakting, var det også en ikke signifikant tendens til at *pre-rigor* bitene var mindre saftige og hadde mindre frisk lukt enn de andre filetvariantene. Ingen av disse sensoriske forskjellene kan uten videre karakteriseres som positive i favør av de *pre-rigor* produserte produktene, heller tvert om.

Den sensoriske vurderingen av rå prøver bekreftet forskjellen i konsistens ved at de *pre-rigor* produserte filetstykningsproduktene gjennom hele perioden etter filetering var hardere og mindre elastiske enn stykninger produsert *post-rigor*.

Hel sløyd laks ble lagret iset i kasser frem til filetering 13 døgn og 18 døgn etter slakting. Ved begge disse tidspunktene ble stykninger av fisk som var lagret rundt frem til analyse vurdert som forskjellige fra filetvariantene med hensyn til sensorisk profil, særlig for egenskapene lukt og smak men også konsistens. Bortsett fra rødfarge (begge uttak), saftighet (dag 13) og sammenhengbarhet (dag 18) var alt dette forskjeller i positiv retning for hel fisk i forhold til filetvariantene.

Siste delen av prosjektet ble gjennomført som en enkel forbrukertest. Hensikten var å få en føling med om forbrukere vil oppfatte de sensoriske forskjellene mellom *pre-rigor* og *post-rigor* produserte filetstykningsproduktene og hvilken av disse som i så fall ble foretrukket. Testen ble utført ved at 29 forbrukere i to omganger fikk servert 1 par med *pre-rigor* og *post-rigor* filetbiter. Metoden som ble brukt var et to-sidig partest der forbrukerens oppgave var å velge ut den prøven i paret som ble foretrukket. I tillegg ble forbrukerne bedt om å angi sensoriske egenskaper som forklarte valget deres.

Resultatet av par-testen som ble gjennomført på dag 5 etter slakting viste at flertallet av konsumentene signifikant ($P < 0,05$) foretrakk produktet som var produsert *post-rigor* fremfor det som var produsert *pre-rigor*. Dette utfallet må imidlertid tolkes med betydelig forsiktighet siden det er flere metodiske svakheter forbundet med en slik enkel test som dette. Utfallet av denne testen er derfor først og fremst et solid argument for at det bør gjennomføres flere og større forbrukertester for å få mer sikkert kunnskap om hvorvidt de særegne sensoriske egenskapene til *pre-rigor* produserte filetprodukter blir oppfattet som positive eller negative i forhold til tradisjonelle produkter tilvirket *post-rigor*.

5.2 Holdbarhet etter slakting

5.2.1 Mikrobiologisk

Prøvene fra alle tre fileteringstidspunktene (*pre-*, *i-* og *post-rigor*) overskrider Mattilsynets mikrobiologiske grenseverdi for humant konsum ($TVC=5 \times 10^6$) 13-14 døgn etter slakting. Tilsvarende holdbarhet etter filetering er følgelig ca 9 døgn for *post-rigor*, 11-12 døgn for *i-rigor* og 13-14 døgn for *pre-rigor* produktene.

Relativt høy lagringstemperatur ($\approx 2,5^\circ\text{C}$) er sannsynligvis en del av forklaringen på den relativt korte holdbarhetstiden til alle filetprøvene, mye kortere enn for hel laks iset i kasser (ca 0°C). Ved det tidspunkt TVC i filetstykingene passerte øvre grense for humant konsum var de tilsvarende verdier i den runde laksen bare så vidt over nedre deteksjonsgrense (1×10^2). Først 20 døgn etter slakting hadde TVC i den hele laksen oversteget Mattilsynets grenseverdi for god ferskhet ($TVC=5 \times 10^5$) men var ennå langt under øvre akseptable grense for humant konsum.

Det var lavere TVC verdier i de *post-rigor* produserte prøvene fra 4 til 10 døgn etter slakting, men ingen forskjell fra 13 døgn og utover (figur 9). Dette var som ventet og er i samsvar med det Rosnes et. al (2003) fant i sitt andre eksperiment.

Sammenlignet med Rosnes et. al (2003) er holdbarhetstiden for filetbitene i vårt forsøk relativt kort. I deres forsøk overskred laksefilet og filetbiter med skinn, som var skåret *i-rigor* og *post-rigor* og lagret i luft, grensen for mikrobiologisk holdbarhet 13-14 dager etter filetering (15-19 dager etter slakting). 14 døgn etter slakting/filetering lå hele fileter og biter (med skinn) som var skåret *pre-rigor* ennå godt under holdbarhetsgrensen med hensyn til total kim. I Rosnes et. al sitt forsøk ble laksen først kjølt levende og filetene/bitene ble etterpå lagret med skinnen på ved $\approx 0^\circ\text{C}$.

5.2.2 Harskning

TBARS verdiene i alle filetprøvene var relativt høye 13 og 20 døgn etter slakting, ekstremt mye høyere enn i prøver fra hel laks (sløyd med hode) som hadde vært lagret like lenge iset i kasser. Harskning ble analysert bare i den første forsøksrunden der filetene ikke ble skikkelig dypskinnet. Fettmengden på skinnsiden av bitene varierte derfor fra prøve til prøve. Det er meget sannsynlig at grundig dypskinning som fjerner tilnærmet alt fett på skinnsiden av filetene vil redusere harskningen mye og gjøre forskjellen til hel laks mindre.

Sensoriske vurdering av rå prøver viste at gjenværende fett på skinnsiden av filetstykingene raskt ble misfarget/gult og luktet harskt. Dette var ikke tilfelle for fett under skinnen på laksen som ble lagret hel iset i kasser. Kvalitetsmessig gav dette et uheldig inntrykk av filetbitene, med tiltagende harsk lukt utover under lagringstiden. I de sensoriske analysene av kokte prøver ble harsk lukt påpekt av dommerne som en negativ kvalitetsegenskap for flere av filetvariantene.

I den andre forsøksrunden ble alle prøvebitene til forbrukertesten grundig dypskinnet for at ikke harsknende fett skulle virke forstyrende inn på resultatet.

5.3 Krymping, filetspalting, drypptap og blodflekker

Tidligere forsøk har vist at kjølelagrede *pre-rigor* produserte laksefileter normalt vil krympe 14 – 16 % i lengderetning når de går inn i rigor (Sørensen et al. 1997, Einen et al. 2002). I vårt forsøk førte *pre-rigor* filetering til at filetene krympet 8 – 10 %, som er en moderat krymping. Filetene som ble skåret *i-rigor* en dag etter slakting krympet ca 4 %, mens filetene som ble skåret *post-rigor* ikke krympet i det hele tatt. I vårt forsøk ble laksen slaktet på en skånsom måte, med lite slaktestress, i forhold til kommersiell slakting og dette kan ha medvirket til at *pre-rigor* filetene krympet relativt lite etterpå.

Det er kjent fra fiskeindustrien at kvalitetsproblemer på grunn av filetspalting øker med tiden fra fangst/slakting til bearbeiding av kjølt råstoff. Det er også grundig dokumentert at *pre-rigor* filetering langt på vei eliminerer problemet med filetspalting både for laks og andre arter (Skjervold 2001, Tobiassen et al. 2006), både fordi råstoffet både er helt ferskt og at krymping ytterligere hindrer spalting. Også resultatene i vårt forsøk underbygger dette.

Med hensyn til totalt vekttap under kjølelagring etter slakting er det vist at (*pre-rigor*) filetering av laks fører et større tap (væskeslipp) enn når fileteringen blir utført på et senere tidspunkt, etter gjennomgang av *rigor mortis* (Rosnes et al. 2003). Dette er tilfelle også i vårt forsøk (figur 12) der vekttapet regnet fra slaktetidspunktet var lavest når fileteringen ble utført *post-rigor*, både for hele fileter og for filetstyknings.

Etter filetering i dette forsøket forløper vekttapet etter filetering og kutting relativt likt uansett om filetene var skåret *pre-rigor*, *i-rigor* eller *post-rigor*.

Herland (2004) påviste uakseptabelt høyt antall blodflekker på overflaten etter vakuumering av *pre-rigor* laks- og ørretfileter. Vi testet dette også i vårt forsøk men fant ikke tilsvarende problemer. De få flekkene vi registrerte på filetene var meget små og helt overfladiske. Det var (kanskje) en tendens til noen flere slike småflekker på vakuumerte *pre-rigor* fileter enn på *post-rigor* fileter, men forskjellen var ubetydelig (data ikke vist). At filetene i vårt forsøk krympet relativt lite etter filetering kan også fremkastes som en mulig forklaring på at synlige blodflekker ikke oppsto etter vakuumering *pre-rigor*.

6 Referanser

- Akse, L. (2006) Forprosjekt: Litteraturstudie. Pre-rigor produserte kjølte og frosne produkter av laks. Oppdragsrapport Fiskeriforskning februar 2006.
- Birkeland S., Akse L., Joensen S., Tobiassen T., Skåra T. (2007b); Injection-Salting of *pre-rigor* Fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science*, 2007, 72, 1, 29-35.
- Birkeland, S., Akse, L. (2007a); Pre-rigor filet av laks som råstoff til salting og røyking, sammendrag og anbefalinger. NORCONSERV – rapport 3/2007, februar 2007
- Einen, O., Guerin, T., Fjæra, S.O., Skjervold, P.O. (2002) Freezing of pre-rigor fillets of Atlantic salmon. *Aquaculture* 212, 129-140.
- Herland, et.al (2002) Pre-rigor filetering av laks, utblødningsforsøk. Fiskeriforskning, Arbeidsnotat 2-3, prosjekt nr. 8575, 2002.
- Rosnes, J.T., Vorre, Aa., Folkvord L., Hovda M., Skjervold, P.O. (2003) Effects of pre-, in- or post-rigor filleted Atlantic salmon (*Salmo salar*) on microbial spoilage and quality characteristics during chilled storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 12 (2); 17-32.
- Skjervold, et.al (2001a) Properties of salmon flesh from different locations on pre- and post-rigor fillets. *Aquaculture* 201 (2001) 91-106.
- Skjervold, et.al (2001b) Effects of pre-, in-, or post-rigor filleting of live chilled Atlantic salmon. *Aquaculture* 194 (2001) 315-326.
- Sørensen, N.K., Brataas, R., Nyvold, T., Lauritzen, K. (1997) Influence of early processing (pre-rigor) on fish quality. In *Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality*. Eds. Luten, J.B., Børresen, T., Oehlenschläger, J.
- Tobiassen T., Akse L., Midling K.Ø., Aas K., Dahl R., Eilertsen G. (2006); The effect of pre-rigor processing of cod (*Gadus morhua* L.) on quality and shelf life. In: *J.B. Luten, C. Jacobsen, K. Bekaert, J. Oehlenschläger, A. Sæbø, (eds.) "Seafood from fish to dish, Quality, safety and processing of wild and farmed fish"*. ISBN-10: 90-8686-005-2 ISBN-13: 978-90-8686-005-0. (2006, 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 82-7251-619-1
ISSN 0806-6221