

## **Frysing av pre-rigor laksefilet**

Kvalitet og holdbarhet under fryselagring og etter tining

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





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  
N-9291 Tromsø  
Telefon: 77 62 90 00  
Telefaks: 77 62 91 00  
E-post: [nofima@nofima.no](mailto:nofima@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://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  
N-9291 Tromsø  
Telefon: 77 62 90 00  
Telefaks: 77 62 91 00  
E-post: [marin@nofima.no](mailto:marin@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

# Rapport

<i>ISBN:</i> 978-82-7251-646-7	<i>Rapportnr.:</i> 15/2008	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
-----------------------------------	-------------------------------	--

<i>Tittel:</i> Frysing av pre-rigor laksefilet- kvalitet og holdbarhet under fryselagring og etter tining	<i>Dato:</i> 20.06.2008
	<i>Antall sider og bilag:</i> 30
<i>Forfatter(e):</i> Torbjørn Tobiassen, Leif Akse, Mats Carlehøg, Guro Eliertsen og Reidun Dahl	<i>Prosjektnr.:</i> 20316
<i>Oppdragsgiver:</i> FHS - Filetforum	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Roy Robertsen

*Tre stikkord:*  
Laksefilet, frysing, rigortilstand

*Sammendrag: (maks 200 ord)*

Prosjektet fokuserer på hvorvidt råstoffets rigortilstand ved innfrysning (pre- eller post-rigor) påvirker produktets kvalitet gjennom forventet holdbarhetstid under fryselagring og etter tining av frosne prøver. I prosjektet ble filetporsjoner av laks frosset inn henholdsvis pre- eller post-rigor, i to ulike fryseprosesser: TRUFRESH® og tunnelfrysing. Prøvene var filetstykker (≈150 gram) som ble produsert ved ulike rigortilstand og pakket i plast og vakuumpakket. Prøvene ble fryst inn kort tid etter produksjon. Prøveuttak ble gjennomført 6 ganger, hvor tiningen ble gjennomført etter en standard tineprosedyre (tining på kjølerom ved 0-2 °C). Etter tining ble det utført kvalitetsanalyser og ved enkelte av uttakene ble de tinte prøvene kjølelagret videre i 21 døgn ved 0-2 °C.

Råstoffets rigortilstand ved filetering og frysing påvirket signifikant resultatene ved sensorisk bedømmelse av kokte prøver. Pre-rigor prøvene skilte seg ut ved hardere konsistens og mindre spalting enn post-rigor prøvene, noe som ikke entydig gav positivt utslag på spisekvaliteten. Sensorikkpanelet vurderte post-rigor prøvene som mer saftige, bedre å tygge og med en bedre smak enn pre-rigor prøvene etter tining.

Drypptapet under tining ble påvirket av frysemetoden. Trufresh ga signifikant lavere dryp tap enn tunnelfrysing når en ser alle uttakene gjennom fryselagringsperioden under ett.

Under kjølelagring etter tining hadde pre-rigor gruppene lengst holdbarhet, både analysert mikrobiologisk og vurdert sensorisk.

*English summary: (maks 100 ord)*



# Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b>	<b>1</b>
1.1	Kvalitet etter tining	1
1.1.1	Effekter av fryseprosessen	1
1.1.2	Effekter av råstoffets rigortilstand	1
1.2	Holdbarhet under kjølelagring etter tining	2
<b>2</b>	<b>Innledning</b>	<b>3</b>
2.1.1	Mål og gjennomføring	3
<b>3</b>	<b>Material og metoder</b>	<b>5</b>
3.1	Forsøksoppsett	5
3.2	Analysermetoder	5
3.2.1	Sensorisk analyse av kokte prøver	5
3.2.2	Vekttap	7
3.2.3	Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks)	7
3.2.4	Mikrobiologi	7
3.2.5	Instrumentell fargemåling	7
3.2.6	Harskning (TBARS)	8
3.2.7	Statistiske metoder	8
<b>4</b>	<b>Resultater: kvalitet etter tining</b>	<b>9</b>
4.1	Sensorisk analyse av kokte prøver	9
4.1.1	0 uttak, 1 måned fryselagringstid (oktober 2006)	9
4.1.2	4 mnd fryselagringstid (februar 2007)	10
4.1.3	7 mnd fryselagringstid (mai 2007)	11
4.1.4	11 mnd fryselagring (september 2007)	12
4.1.5	14 mnd fryselagringstid (desember 2007)	13
4.1.6	18 mnd fryselagring (april 2007)	14
4.2	Drypptap under tining	15
4.3	Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks) etter tining	16
4.4	Instrumentell fargemåling etter tining	17
4.5	Harskning (TBARS) etter tining	18
<b>5</b>	<b>Resultater: holdbarhet under kjølelagring etter tining</b>	<b>19</b>
5.1	Mikrobiologiske analyser	19
5.1.1	0 uttak, 1 måned fryselagring (oktober 2006)	19
5.1.2	4 mnd fryselagring (februar 2007)	20
5.1.3	11 mnd fryselagring (september 2007)	22
5.2	Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks)	23
5.2.1	0 uttak, 1 mnd fryselagring (oktober 2006)	23
5.2.2	4 mnd fryselagring (februar 2007)	24
5.2.3	7 mnd fryselagring (mai 2007)	24
5.2.4	11 mnd fryselagring (september 2007)	25
5.3	Drypptap under kjølelagring	25
5.3.1	0 uttak, 1 mnd fryselagring (oktober 2006)	25
5.3.2	4 mnd fryselagring (februar 2007)	26
5.3.3	7 mnd fryselagring (mai 2007)	26
5.3.4	11 mnd fryselagring (september 2007)	27
5.4	Instrumentell fargemåling under kjølelagring	27

<b>6</b>	<b>Oppsummering</b> .....	<b>29</b>
6.1	Kvalitet etter tining.....	29
6.1.1	Effekter av fryseprosessen .....	29
6.1.2	Effekter av råstoffets rigortilstand .....	30
6.2	Holdbarhet under kjølelagring etter tining .....	30

# 1 Sammendrag

Prøvene var filetstykker (≈150 gram) som ble produsert ved ulik rigortilstand, pakket i plast og vakuumert. Prøvene ble fryst inn kort tid etter produksjon. Det ble produsert ca 200 prøver i hver av de fire prøvegruppene. Laksen ble slaktet ved Nordlaks Produkter AS, halvparten av prøvene ble filetert *pre-rigor* og halvparten ble lagret i fire dager før filetering (*post-rigor*). To frysemetoder; tunnel frysing og TRUFRESH® ble benyttet. Etter innfrysing ble prøvene sendt til Fiskeriforskning i Tromsø hvor de ble fryslagret i 18 mnd ved -25 °C.

Det ble foretatt 6 prøveuttak i lagringsperioden; etter 1, 4, 7, 11, 14 og 18 mnd fryselagring. Tining ble utført etter en standard prosedyre (tining på kjølerom ved 0-2 °C). Etter tining ble det utført kvalitetsanalyser på prøvene som skissert under. Ved enkelte av uttakene ble prøvene etter tining kjølelagret i 21 dager ved 0-2 °C. Dette ble gjort for å undersøke om råstoffets rigortilstand ved frysing, eller eventuelt de to fryseprosessene, påvirket produktets holdbarhet i kjølt tilstand etter tining.

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

- Sensorisk analyse av kokte prøver
- Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks)
- Vektendring (væskeslipp) etter tining og kjølelagring
- Instrumentell fargemåling
- Mikrobiologi
- Harskning (TBARS)

## 1.1 Kvalitet etter tining

Analysene ble utført fortløpende kort tid etter tining.

### 1.1.1 Effekter av fryseprosessen

I det første uttaket etter innfrysing påviste den sensoriske analysen av kokte prøver signifikant forskjell i farge avhengig av frysemetode ved at prøven som var frosset *pre-rigor* i tunnel var mer rød enn de andre prøvene. Dette understøttes for så vidt av instrumentell fargemåling der det i det første uttaket er en tendens til høyere fargemetning i *pre-rigor* tunnel prøven enn i de andre. Ved senere uttak under fryselagringstiden påviste ikke den sensoriske analysen av kokte prøver signifikante forskjeller i farge avhengig av frysemetode.

Filetindeksen, som er en sensorisk bedømmelse av rå prøver, påviste ikke signifikante forskjeller mellom de to ulike fryseprosessene i noen av prøveuttakene utover under fryselagringstiden.

### 1.1.2 Effekter av råstoffets rigortilstand

Råstoffets rigortilstand ved filetering og frysing (*pre-* og *post rigor*) påvirket signifikant resultatene fra sensorisk bedømmelse av kokte prøver i alle uttakene. *Post-rigor* produktene skilte seg ut i konsistens sammenlignet med produktene som ble fryst inn *pre-rigor*. Dette stemmer godt med resultatene fra filetindeks hvor det var forskjell mellom rigor-gruppene

med hensyn på konsistens og spalting. Filetindeksen viste at *pre-rigor* gruppene hadde hardere konsistens og var mindre spaltet enn *post-rigor* gruppene.

Hardere konsistens og mindre spalting behøver ikke å gi positivt utslag på spisekvaliteten, noe som vises ved måten det sensorikdommerne beskrev prøvene på. Sensorikkpanelet vurderte *post-rigor* prøvene som mer saftige, bedre å tygge og med en bedre smak enn *pre-rigor* prøvene frem til 7 mnd fryselagring hvor en får antydning til reduksjon i frisk lukt og smak. Etter 11 mnd. fryselagring er fortsatt de samme forskjellene i konsistens der mellom *pre-* og *post-rigor* gruppene. I tillegg begynner harsk lukt og smak og gjøre seg gjeldende og *post-rigor* gruppene kommer dårligst ut. Etter 18 mnd. fryselagring er fortsatt forskjellene i konsistens der og *post-rigor* gruppene er også nå vurdert til å ha høyest intensitet av harsk lukt og smak rett etter tining.

Drypptapet under tining ble påvirket av frysemetoden. Trufresh gav signifikant lavere drypptap enn tunnelfrysing når en ser alle uttakene gjennom fryselagringsperioden under ett. Det var ikke signifikant forskjell i drypptap mellom *pre-* og *post-rigor* som ble frosset inn i tunnel, mens prøvene som ble frosset inn *pre-rigor* i Trufresh gav signifikant lavere drypptap enn de som ble frosset inn *post-rigor* med samme metoden.

Den instrumentelle fargemålingen påviste gjennom hele fryselagringstiden bare små og lite systematiske forskjeller mellom de ulike prøvevariantene (frysemetode og rigor tilstand).

Harskning (TBARS) ble ikke påvirket av rigorstatusen ved innfrysing eller frysemetoden, men økte signifikant i alle prøvene utover under fryselagringsperioden.

## 1.2 Holdbarhet under kjølelagring etter tining

Fra uttakene etter 1, 4 og 11 måneder fryselagring ble prøver etter tining lagret kjølt i 21 dager ved 0-2 °C for å bestemme produktenes holdbarhet i "tinefersk" tilstand. Mikrobiologisk analyse av totalt kimtall (TVC) viste at *pre* Trufresh hadde lengst holdbarhet ved uttakene etter 1 og 4 mnd fryselagring, mens ved uttaket etter 11 mnd fryselagring hadde *pre* tunnel lengst holdbarhet.

Filetindeks ble vurdert også under kjølelagring og resultatene viste at *pre-rigor* gruppene kom best ut ved de fleste målingene. Til forskjell fra rigor statusen ser frysemetoden ikke ut til å ha systematisk innvirkning på filetindeksen under kjølelagring etter tining.

Det var kun små og ikke systematiske forskjeller i resultatene fra instrumentell fargemåling under kjølelagring etter tining.

Når det gjelder drypptap under kjølelagring indikerer resultatene at Trufresh gruppene også her har lavere drypptap, men resultatene varierer så mye at dette ikke er en klar konklusjon.



## 2 Innledning

### 2.1.1 Mål og gjennomføring

I prosjektet er det fokusert på om råstoffets rigortilstand ved innfrysning (*pre-* eller *post-rigor*) påvirker produktets kvalitet gjennom forventet holdbarhetstid under fryselagring og etter tining av frosne prøver. I prosjektet ble frosne filetporsjoner av laks benyttet, som ble fryst henholdsvis *pre-* eller *post-rigor* i to ulike fryseprosesser, TRUFRESH® og tunnelfrysing.

Følgende tre problemstillinger er undersøkt:

1. Sammenligning av de to fryseprosessene; TRUFRESH® og luftfrysing i tunnel.
2. Sammenligne produkter frosset inn *pre-rigor* og *post-rigor* for å dokumentere hvorvidt eventuelle kvalitetsforskjeller vedvarte gjennom holdbarhetstiden i fryst tilstand.
3. Dokumentere eventuelle forskjeller i holdbarhet og kvalitet under kjølelagring etter tining, avhengig av frysemetode og råstoffets rigortilstand ved frysing.

Prøvematerialet ble produsert i kommersiell skala hos Nordlaks Produkter AS, som har tilgang på *pre-rigor* råstoff av laks og fryseteknologien TRUFRESH®. Etter produksjon og innfrysning ble prøvene sendt til Fiskeriforskning i Tromsø der prøveuttak og analyser ble utført gjennom forventet holdbarhetstid. Lagringstiden i frosset tilstand var 18 mnd og antall prøveuttak var seks.

Prøvegruppene ble som følger:

Gruppe 1: *Pre-rigor* Trufresh

Gruppe 2: *Pre-rigor* Tunnel

Gruppe 3: *Post-rigor* Trufresh

Gruppe 4: *Post-rigor* Tunnel

TRUFRESH® er en relativt ny teknologi som også blir anvendt for innfrysing av fileter og porsjonsbiter av laks. Frysemetoden er utviklet av et amerikansk firma (TRUFRESH®) og teknikken gjør at det dannes svært lite iskrystaller i cellene under frysing, slik at celleveggene ikke ødelegges ved opptining. Derfor blir drypptapet lite og laksestykkene fremstår som mer ferske etter tining. Den ferdigpakkede TRUFRESH filetene blir dyppet i en patentert fryselake der den fryses meget raskt ved -40 °C. Til forskjell fra tradisjonell frysemetoder der danning av iskrystaller i fiskekjøttet medfører drypptap ved opptining, hevdes det at TRUFRESH® prosessen bedre bevarer ferskhet, smak, aroma, tekstur og farge i produktene.



## 3 Material og metoder

### 3.1 Forsøksoppsett

Prøvene var filetstykker ( $\approx 150$  gram) som ble produsert ved ulike rigor tilstand og pakket i plast og vakuumpakket. Prøvene ble fryst inn kort tid etter produksjon. Det ble produsert ca 200 prøver i hver av de fire prøvegruppene. Laksen ble slaktet ved Nordlaks Produkter AS, halvparten av prøvene ble filetert *pre-rigor* og halvparten ble lagret i fire dager før filetering (*post-rigor*). Videre ble både tunnel frysing og TRUFRESH® innfrysing benyttet. Etter frysing ble prøvene fraktet til Fiskeriforskning i Tromsø hvor de ble fryslagret i 18 mnd ved  $-25$  °C.

Det ble foretatt 6 prøveuttak i lagringsperioden; etter 1, 4, 7, 11, 14 og 18 mnd fryselagring. Tining ble utført på kjølerom ved  $0-2$  °C og stabil luftfuktighet. Etter tining ble det utført kvalitetsanalyser på prøvene som skissert under. Ved enkelte av uttakene ble prøvene etter tining kjølelagret ved  $0-2$  °C i 21 dager. Dette ble gjort for å undersøke om råstoffets rigortilstand ved frysing, eller eventuelt de to fryseprosessene, påvirket produktets holdbarhet etter tining.

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

- Sensorisk analyse av kokte prøver
- Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks)
- Drypptap under tining og under kjølelagring etter tining
- Instrumentell fargemåling
- Mikrobiologiske holdbarhetsanalyse
- Harskning (TBARS)

### 3.2 Analysermetoder

#### 3.2.1 Sensorisk analyse av kokte prøver

Prøver til varmebehandling ble tatt ut til tining i kjølerom dagen for analyse. Bein ble plukket ut av fileten og prøver med en bredde av 2,5 cm ble skjært ut. Prøver ble tilfeldig valgt ut og videre pakket in i aluminiumsfolie. Alle prøver ble merket med en tresifret kode, dampkokt i 12-15 minutter og servert varme i to eller tre gjentak til panelet.

Det ble utført en beskrivende sensorisk test. Metoden gir svar på hvilke og hvor store forskjeller det er mellom ulike produkter av laks. Definerings av relevante egenskaper for bedømmelse ble gjort i samarbeid mellom panel, panelleder og prosjektansvarlig. Laks med forskjellig grad av lagring og ulike grader av rigor var tilgjengelig under trening av panelet. Disse representerte til en viss grad mulige egenskaper som kunne forekomme og best karakterisere de ulike produkter av laks i forsøket. 15 sensoriske egenskaper ble bedømt på en ustrukturert linjeskala fra 0 til 10 poeng (ingen til høy intensitet). Beskrivelse av egenskaper og hvordan de ble brukt er vist i tabell 1.

Tabell 1 Forklaring til de ulike sensoriske egenskaper som ble bedømt av smakspanelet.

<b>Frisk lukt</b>	En fersk lukt med assosiasjoner til sjøen, sjø/tang og en søtlig fløteaktig lukt.
<b>Sur lukt</b>	Intensitet av en sur, skarp lukt i prøven.
<b>Harsk lukt</b>	Intensiteten i lukt fra harsk laks.
<b>Rødfarge</b>	Rosa-rød laksefarge som bedømmes på overflaten. Ingen intensitet: lys/svak lakserosa Tydelig intensitet: kraftig lakserosa
<b>Gul fargestyrke</b>	Innslag av gul farge i prøven. Helhetsinntrykk. Ingen intensitet: ingen intensitet Tydelig intensitet: tydelig intensitet
<b>Matthet</b>	Vurderes på overflaten av prøven. Ingen intensitet: glansaktig, gjennomsiktig Tydelig intensitet: tydelig matt
<b>Fasthet</b>	Hvor mye kraft trengs for å skive stykket i biter. Ingen intensitet: ingen kraft Tydelig intensitet: tydelig kraft
<b>Skivbarhet</b>	Hvor mye av stykket skiver seg i segmenter. Segmentene er samling av flere muskelfibrer, flak av fiskekjøttet.
<b>Frisk smak</b>	En frisk smak som minner om sjø/tang, søtlig fersk.
<b>Sur smak</b>	Intensitet av en sur, skarp smak i prøven.
<b>Harsk smak</b>	Intensiteten i smak av harsk laks.
<b>Saftighet</b>	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
<b>Klebrighet</b>	Bedøm i hvilken grad prøven limer/klistrer seg til tenner og munn under tygging.
<b>Melete</b>	Vurder i hvilken grad muskelfibrene løses opp under tygging. Ingen intensitet: fibret Tydelig intensitet: tydelig melaktig
<b>Tyggemotstand</b>	Vurder hvor mye prøven må tygges. Hvor mange tygg/hvor lang tid må til før det føles naturlig å svelge prøvebiten.

### 3.2.2 Vekttap

Vektendring som følge av væsketap under fryselagring og tining ble etter tining bestemt på følgende måte: Vekttap (g) = (Brutto pakningsvekt – (netto produktvekt + tom emballasje)). Under videre kjølelagring av produktene ble også vekttapet registrert.

### 3.2.3 Sensorisk vurdering 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 filetpålegg (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 todelt fra 0 (best) og 1 (dårligst). Samlet indeksverdi er summen av snittkarakterene for de fem karakterene for de fem kriteriene, best score er 0 og dårligste er 13 (tabell 3). Vurderingen ble utført av to trente dommere.

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

### 3.2.4 Mikrobiologi

For hver av de 4 gruppene ble 3 fisk analysert ved hvert uttak. 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 fortykning (1:5) i peptonvann tilsatt 0,9 % NaCl før videre homogenisering. For hver gruppe ble 2 fortykninger/paralleller sådd ut. Jernagar ble brukt som vekstmedium og agarskålene ble inkubert ved 12 °C i 5 dager før avlesning.

### 3.2.5 Instrumentell fargemåling

Fargemålinger ble utført rett etter tining og under videre kjølelagring. 3 punkter ble målt på hver av 3 biter fra hver av de 4 gruppene. Verdiene L, a\* og b\* ble målt og regnet om til følgende formler: Fargens vinkel ( $\text{Tan}^{-1}(b^*/a^*)$ ) og fargens 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 angir hvor gjennomsiktig (mettet) fargen er (høy verdi = mer mettet).

### **3.2.6 Harskning (TBARS)**

Harskning ble analysert som TBARS i enkeltprøver som var 3 pakninger (biter) fra hver av de 4 prøvegruppene. Prøvene til analysen ble fryst inn på minus 40 °C rett etter tining. Det ble også analysert prøver under kjølelagring etter tining.

### **3.2.7 Statistiske metoder**

De sensoriske data 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 multippel sammenligningstest på 5 % -nivå. ANOVA og Tukey's test ble utført i programvaren FIZZ, (BIOSYSTEMES, FRANCE).

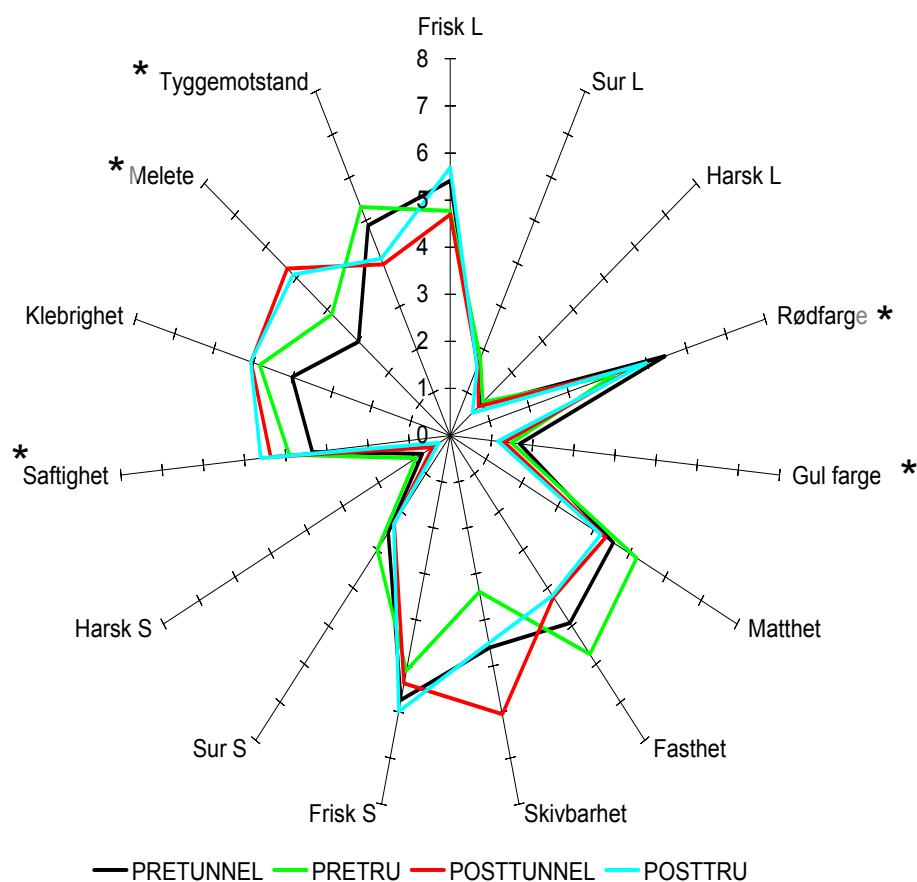
Med hensyn til andre analyseresultater enn de sensoriske, ble forskjeller mellom de ulike prøvevariantene analysert ved bruk av Students T-test for utvalg med antatt lik varians.

## 4 Resultater: kvalitet etter tining

### 4.1 Sensorisk analyse av kokte prøver

#### 4.1.1 O uttak, 1 måned fryselagringstid (oktober 2006)

Av 15 sensoriske egenskaper fant dommerpanelet signifikante forskjeller i fem (merket med \* i figuren). *Pre* tunnel var mest rød etterfulgt av *post* Trufresh, *post* tunnel og *pre* Trufresh. Når det gjelder gul farge hadde *post* Trufresh lavest verdi og var signifikant forskjellig fra *pre* tunnel. *Post* Trufresh var signifikant mer saftig og melete enn *pre* tunnel. *Pre* Trufresh hadde signifikant høyere tyggemotstand enn *post*- tunnel og *post*-Trufresh, figur 1.



Figur 1 Sensorisk profil av fire ulike produkter etter ca 1 måneders fryselagring. Egenskaper som var signifikant forskjellige er merket med \*.

De to produktene som er frosset inn *post-rigor* skiller seg ut i konsistens sammenlignet med de to produktene som er frosset inn *pre-rigor*. *Post-rigor* produktene oppleves som mer saftig å tygge, muskelfibrene løses lettere opp under tygging og kjøttet er lettere å tygge.

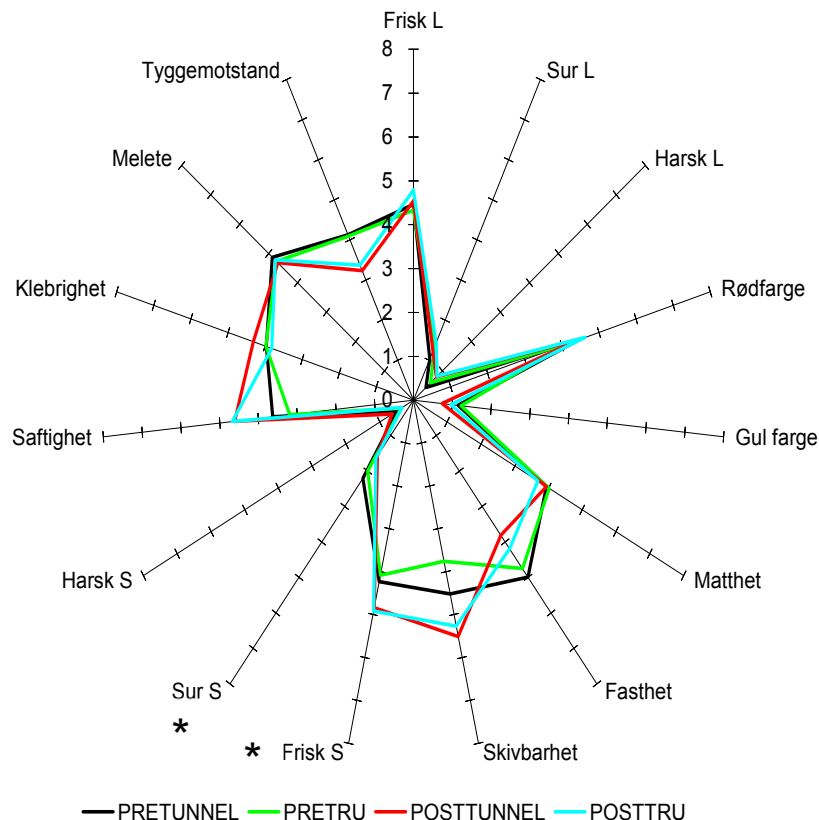
På dette tidspunktet er det liten forskjell i egenskapene som beskriver lukt og smak. Dommerne har kommentert de to produktene som er frosset inn *post-rigor* som mer fløteaktig og søtlig i lukt og smak. Dette stemmer overens med tidligere forsøk gjort på sensoriske forskjeller mellom *post*- og *pre-rigor* laks.

*Pre-rigor* tunnel er vurdert til å ha høyest rød farge og gul farge.

Det er en signifikant forskjell mellom fryseprosessene med hensyn til rød farge på *pre-rigor* prøvene, der *pre-rigor* tunnel etter tining er vurdert som mer rød enn *pre-rigor* Trufresh.

#### 4.1.2 4 mnd fryselagringstid (februar 2007)

Av 15 sensoriske egenskaper fant dommerpanelet to signifikante forskjeller: Gruppen *post-rigor* Trufresh hadde mest frisk smak og minst sur smak, figur 2.



Figur 2 Sensorisk profil av fire ulike produkter etter 4 måneders fryselagring. . Egenskaper som var signifikant forskjellige er merket med \*.

Dommerne kommenterte at de to produktene som var frosset inn *post-rigor* skilte seg ut i konsistens sammenlignet med de to produktene som var frosset in *pre-rigor*. *Post-rigor* produktene oppleves som mer saftig å tygge, kjøttet er lettere å tygge og stykkene skiver seg lettere ved trykk med gaffel. Dette samsvarer godt med uttaket etter 1 måned.

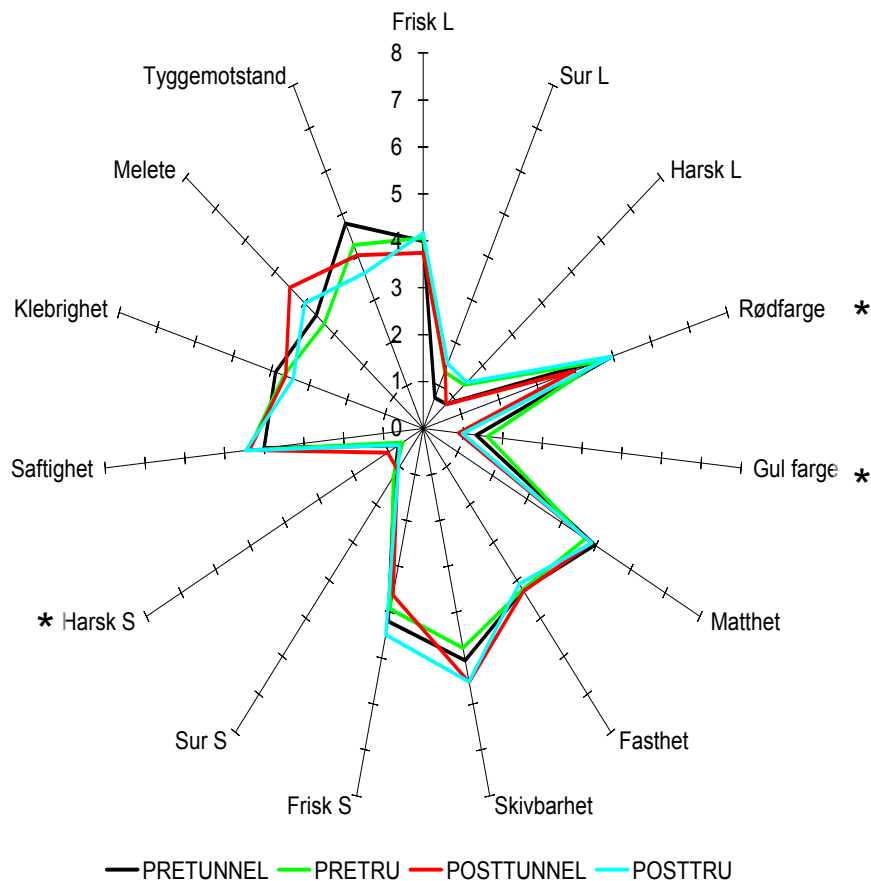
De to produktene som er frosset inn *post-rigor* ble vurdert av panelet til å ha en høyere intensitet av frisk smak samtidig som de hadde lavere sur smak under tygging. Dette samsvarer godt med uttaket etter 1 måned.

Panelet har ikke funnet noen forskjeller mellom de to ulike fryseprosessene etter 4 måneders fryselagring.



### 4.1.3 7 mnd fryselagringstid (mai 2007)

Av 15 sensoriske egenskaper fant dommerpanelet tre signifikante forskjeller: *Post* Trufresh var rødest, mens *pre* Trufresh var gulest. *Post* tunnel hadde mest harsk smak, figur 3.



Figur 3 Sensorisk profil av fire ulike produkter etter 7 måneders fryselagring. Egenskaper som var signifikant forskjellige er merket med \*.

Sammenlignet med to foregående uttakene er det etter 7 måneders fryselagring ikke like store forskjeller i konsistens mellom produktene som er frosset inn *post-rigor* respektive *pre-rigor*. Profilen er den samme ved at produktene som er frosset inn *post-rigor* oppleves som mer saftig å tygge, muskelfibrene løses lettere opp under tygging, kjøttet er lettere å tygge og laksestykkene skiver seg lettere ved trykk med gaffel.

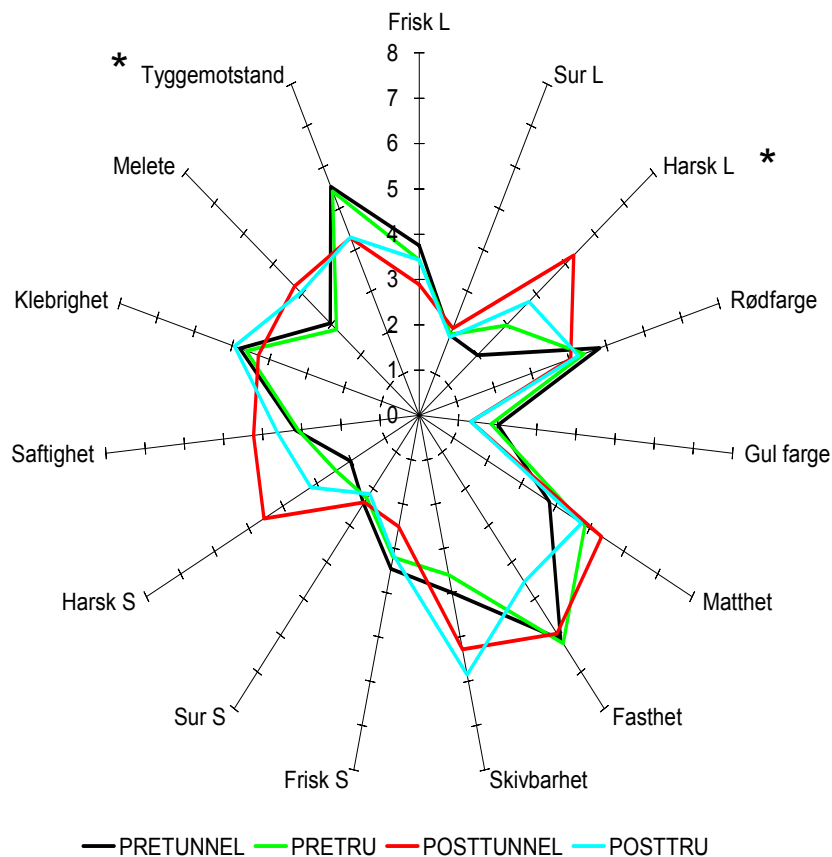
Selv etter 7 måneders fryselagring er det lite utvikling i egenskapene som beskriver lukt og smak. Det er en tendens til at intensiteten av frisk lukt og smak minsker og at intensiteten av harsk lukt og smak øker i produktene.

Produkt *post-rigor* tunnel er vurdert av panelet til å ha lavest rødfarge og gul farge i kjøttet.

Panelet har ikke funnet noen forskjeller mellom de to ulike fryseprosessene etter 7 måneders fryselagring.

#### 4.1.4 11 mnd fryselagring (september 2007)

Av 15 sensoriske egenskaper fant dommerpanelet to signifikante forskjeller: *Post* tunnel hadde mest harsk lukt og *pre* tunnel hadde størst tyggemotstand, figur 4.



Figur 4 Sensorisk profil av fire ulike produkter etter 11 måneders fryselagring. Egenskaper som var signifikant forskjellige er merket med \*.

De to produktene som er frosset inn *post-rigor* skiller seg ut i konsistens sammenlignet med de to produktene som er frosset inn *pre-rigor*. Dette samsvarer med tidligere uttak. *Post-rigor* produktene oppleves som mer saftig å tygge, muskelfibrene løses lettere opp under tygging, kjøttet er lettere å tygge og laksestykkene skiver seg lettere ved trykk med gaffel.

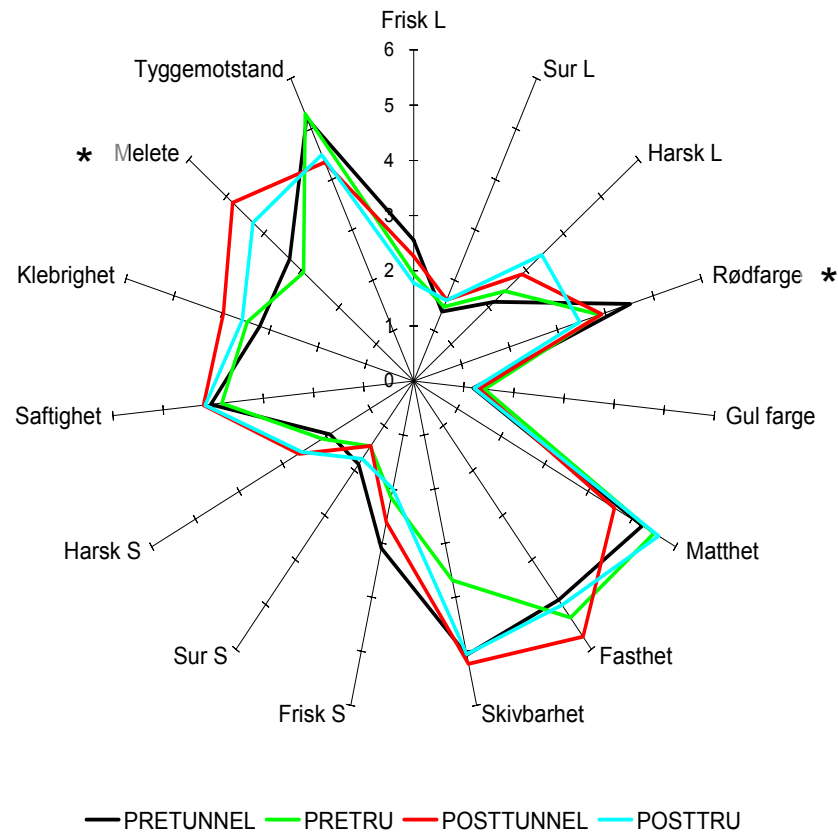
Etter 11 måneders fryselagring kan en se at panelet har bedømt produktene til å ha merkbar harsk lukt og smak og at intensiteten for frisk lukt og smak avtar. Her er det de to produktene som er frosset inn *post-rigor* som skiller seg ut med høy intensitet av harsk lukt og smak, og da spesielt *post-rigor* tunnel.

Produkt *post-rigor* tunnel er vurdert av panelet til å ha lavest rødfarge og gul farge i kjøttet.

Panelet har ikke funnet forskjeller mellom fryseprosessene etter 11 måneder fryselagring.

#### 4.1.5 14 mnd fryselagringstid (desember 2007)

Av 15 sensoriske egenskaper fant dommerpanelet to signifikante forskjeller: *Pre* tunnel var mest rød og *post* tunnel var mest melete, figur 5.



Figur 5 Sensorisk profil av fire ulike produkter etter 14 måneders fryselagring. Egenskaper som var signifikant forskjellige er merket med \*.

Sammenlignet med de tidligere uttakene er det også her de to produktene som er frosset inn *post-rigor* som skiller seg ut i konsistens. Under tygging av *post-rigor* produktene løses muskelfibrene lettere opp, kjøttet er lettere å tygge og laksestykkene skiver seg lettere ved trykk med gaffel.

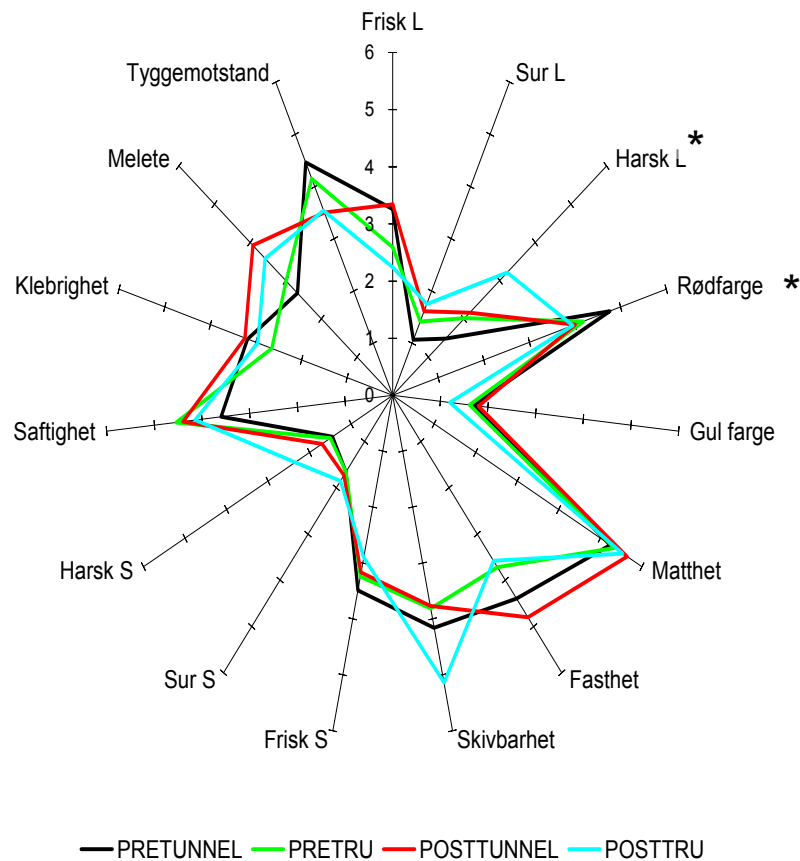
De ekstra 3 månedene med lagring har hatt liten effekt på lukt og smak. Panelet har bedømt produktene til å ha noe mindre frisk lukt men ellers ser det ikke ut til at intensiteten i harskhet har økt. De to produktene som er frosset inn *post-rigor* er vurdert av panelet til å ha høyest intensitet av harsk lukt og smak.

Produkt *pre-rigor* tunnel er vurdert av panelet til å ha høyest rødfarge i kjøttet. Mens *post* tunnel var mest melete.

Panelet har ikke funnet noen forskjeller mellom de to ulike fryseprosessene etter 14 måneders fryselagring.

#### 4.1.6 18 mnd fryselagring (april 2007)

Av 15 sensoriske egenskaper fant dommerpanelet to signifikante forskjeller: *Pre* tunnel hadde høyest rød farge og *post* Trufresh høyest intensitet av harsk lukt, figur 6.

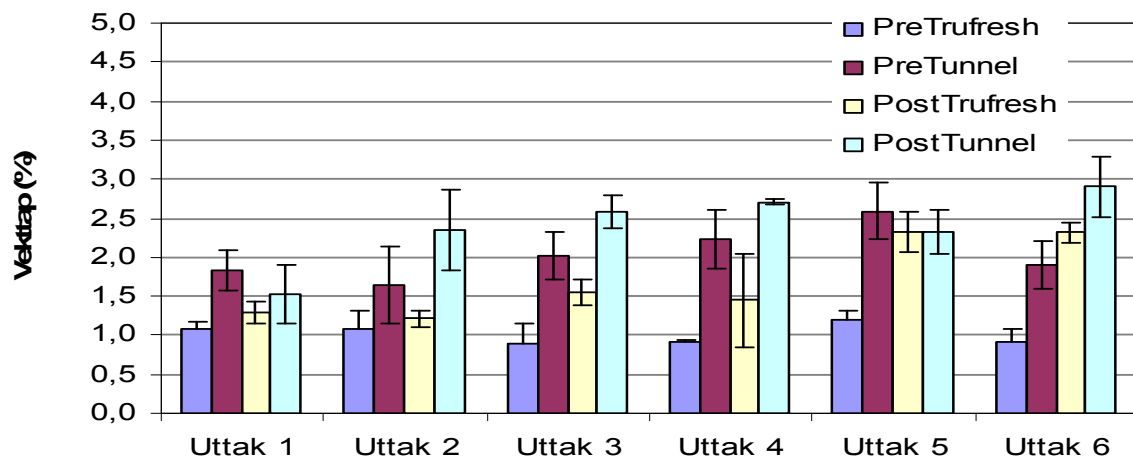


Figur 6 Sensorisk profil av fire ulike produkter etter 18 måneders fryselagring. Egenskaper som var signifikant forskjellige er merket med \*.

Sammenlignet med de tidligere uttakene er det også her de to produktene som er frosset inn *post-rigor* som skiller seg ut i konsistens men egentlig bare i egenskapene melete og tyggemotstand. Under tygging av *post-rigor* produktene løses muskelfibrene lettere opp og kjøttet er lettere å tygge.

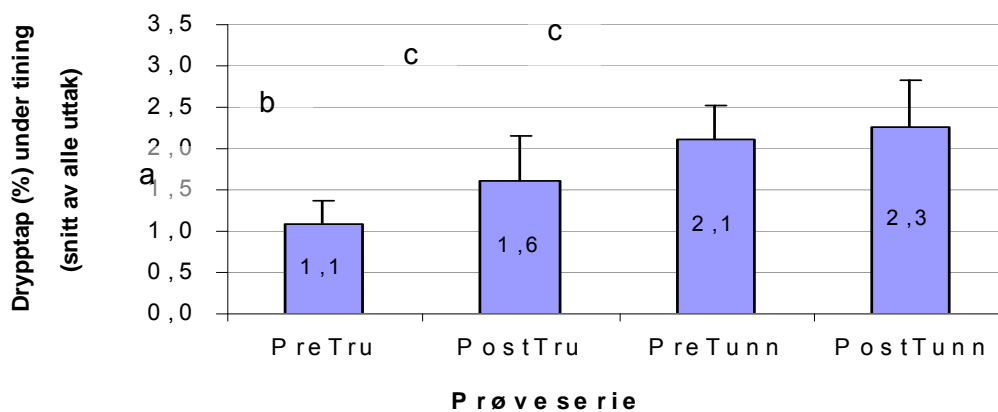
De ekstra 4 månedene med lagring har hatt liten effekt på lukt og smak. *Post-rigor* Trufresh er vurdert av panelet til å ha høyest intensitet av harsk lukt og smak. Produkt *pre-rigor* tunnel er vurdert av panelet til å ha høyest rødfarge i kjøttet. Panelet har ikke funnet noen forskjeller mellom de to ulike fryseprosessene etter 18 måneders fryselagring.

## 4.2 Drypptap under tining



Figur 7 Vektreduksjon under tining, uttak 1 etter ca 1 mnd. fryselagring, uttak 2 etter ca 4 mnd. fryselagring, uttak 3 etter ca 7 mnd. fryselagring, uttak 4 etter ca 11 mnd. fryselagring, uttak 5 etter ca 14 mnd. fryselagring og uttak 6 etter ca 18 mnd. fryselagring. N = 3.

Figuren viser at drypptapet for *pre-rigor* Trufresh er lavt og ikke endrer seg nevneverdig utover i fryselagringsperioden. For de andre gruppene er det en tendens til at drypptapet øker med økende fryselagringstid.



Figur 8 Vektreduksjon under tining for hver av prøvegruppene vist som gjennomsnitt av alle 6 fryselagringstidene. Ulike bokstaver viser signifikant forskjell. N = 18.

I snitt av alle uttakene under fryselagringstiden er det signifikant lavere drypptap fra *pre-rigor* Trufresh enn fra alle de tre andre prøvene.

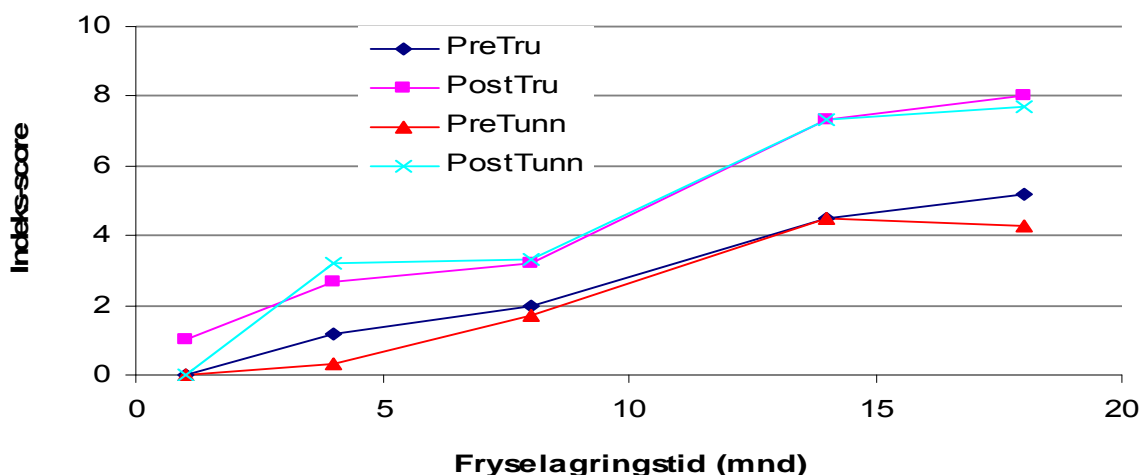
I snitt for alle uttakene var det også signifikant ( $p < 0,05$ ) lavere drypptap under tining fra *post*-Trufresh prøven enn fra *pre*-Tunnel og *post*-Tunnel.

Det var ingen signifikant forskjell mellom *pre*-Tunnel og *post*-Tunnel.

### 4.3 Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks) etter tining

Tabell 2 Filetindeks vurdert rett etter tining; uttak 1 etter ca 1 mnd. fryselagring, uttak 2 etter ca 4 mnd. fryselagring, uttak 3 etter ca 7 mnd. fryselagring, uttak 5 etter ca 14 mnd. fryselagring og uttak 6 etter ca 18 mnd. fryselagring. N = 3.

	Uttak 1	Uttak 2	Uttak 3	Uttak 5	Uttak 6
Pre-TruFresh	0	1,2 (0,3)	2,0 (0)	4,5 (0)	5,2 (0,3)
Pre-tunnell	0	0,3 (0,3)	1,7 (0,3)	4,5 (0)	4,3 (0,6)
Post-TruFresh	1	2,7 (0,3)	3,2 (1,6)	7,3 (1,6)	8,0 (0,5)
Post-tunnell	0	3,2 (0,3)	3,3 (0,3)	7,3 (0,8)	7,7 (0,3)

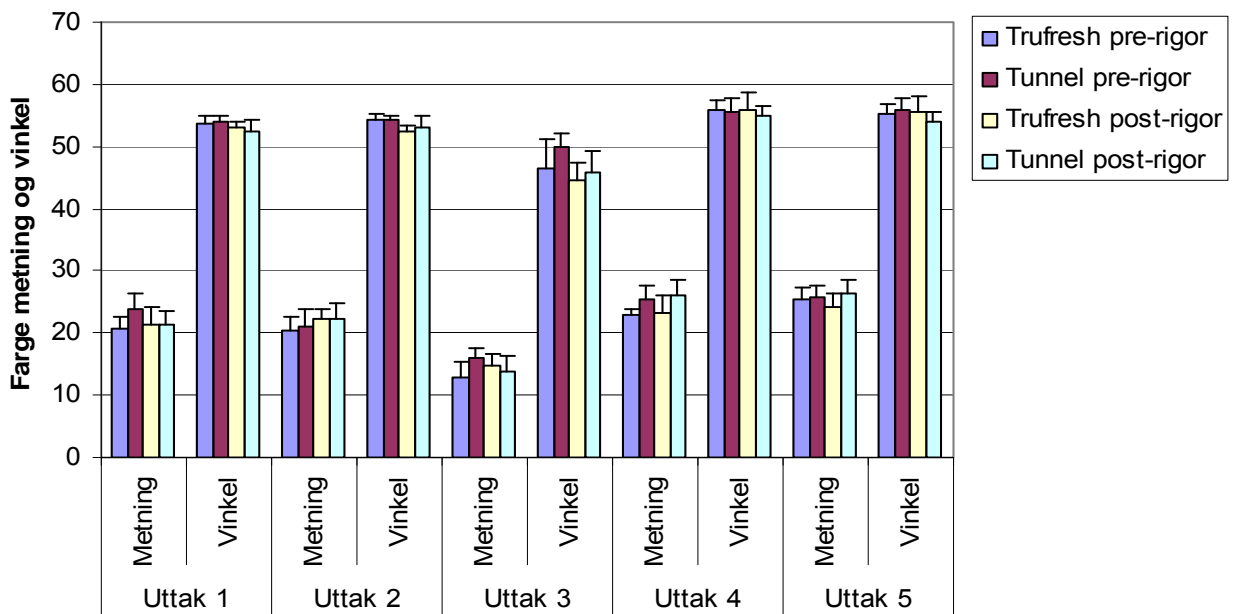


Figur 9 Filetindeks vurdert rett etter tining; uttak 1 etter ca 1 mnd. fryselagring, uttak 2 etter ca 4 mnd. fryselagring, uttak 3 etter ca 7 mnd. fryselagring, uttak 5 etter ca 14 mnd. fryselagring og uttak 6 etter ca 18 mnd. fryselagring. N = 3.

Resultatene for filetindeks viser at prøvene delte seg i to grupper, ved at *pre-rigor* gruppene gjennom hele fryselagringstiden kom bedre ut (laver indeksscore) enn *post-rigor* gruppene.

Spalting og konsistens var de egenskapene som utgjorde den største forskjellen mellom *pre-rigor* og *post-rigor* gruppene ved at *post-rigor* var mer spaltet og hadde bløtere konsistens enn *pre-rigor*. For alle gruppene var det harsk lukt som utviklet seg mest gjennom fryselagringstiden, men også fargen ble dårlige og overflaten noe mer oppløst.

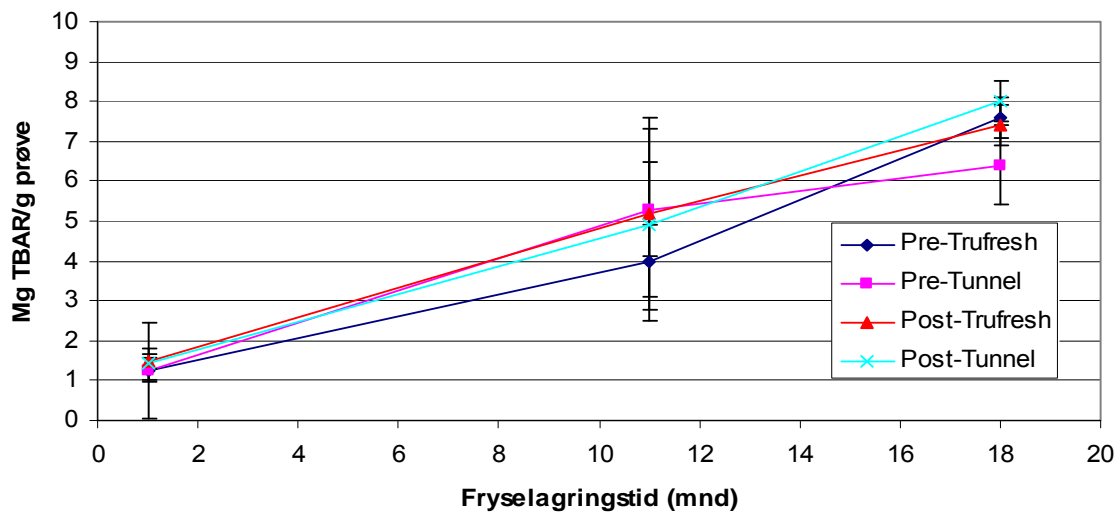
#### 4.4 Instrumentell fargemåling etter tining



Figur 10 Instrumentell fargemåling; metning og vinkel målt rett etter tining; uttak 1 etter ca 1 mnd. fryselaering, uttak 2 etter ca 4 mnd. fryselaering, uttak 3 etter ca 7 mnd. fryselaering, uttak 4 etter ca 11 mnd. fryselaering, uttak 5 etter ca 14 mnd. fryselaering. N = 3.

Resultatene fra fargemålingene viser ingen store forandringer gjennom fryselaeringstiden. Det var heller ingen systematiske forskjeller mellom de fire prøvegruppene. Vi kan se en svak økning i metning og vinkel fra første uttak til siste, noe som indikere at fargen på produktene er blitt mer gul og mer mett.

#### 4.5 Harskning (TBARS) etter tining



Figur 11 Harskning (TBARS): Utvikling av harskning gjennom fryselagringstid, målt rett etter tining.  $N = 3$ .

Det var ingen systematiske forskjeller i nivå mellom de fire prøvene ved hvert av uttakene utover under fryselagringstiden. Det var imidlertid signifikant økning i harskningsgrad for alle prøvene fra 1 mnd til 11 mnd og 18 mnd fryselagring.



## 5 Resultater: holdbarhet under kjølelagring etter tining

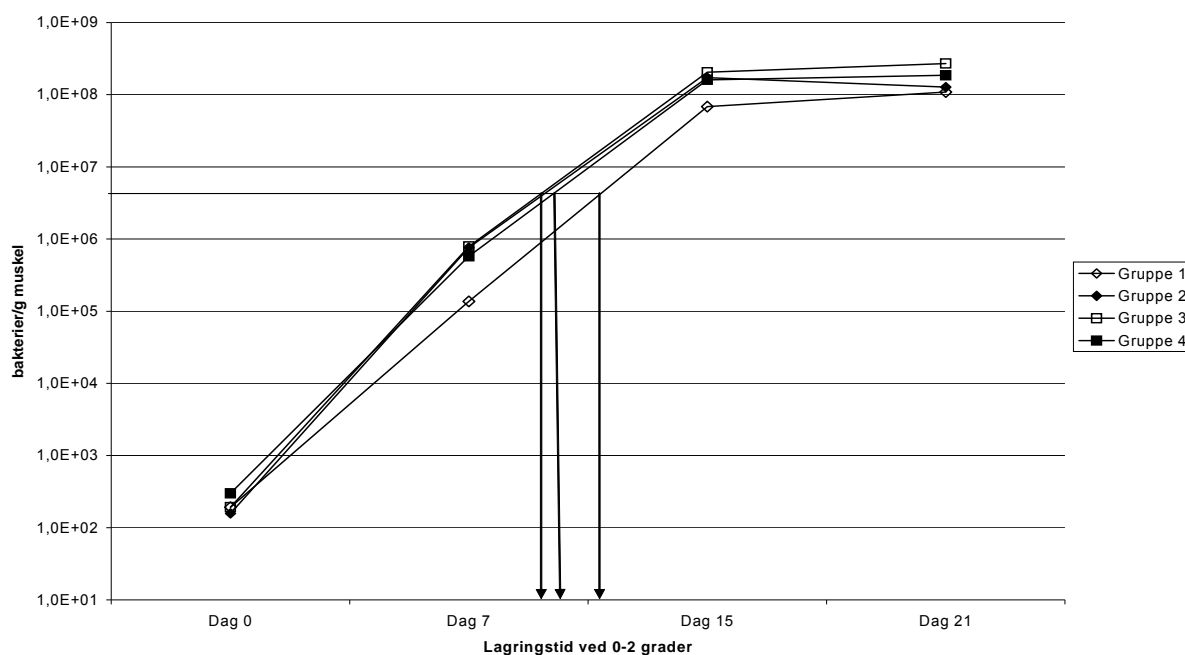
### 5.1 Mikrobiologiske analyser

#### 5.1.1 O uttak, 1 måned fryselagring (oktober 2006)

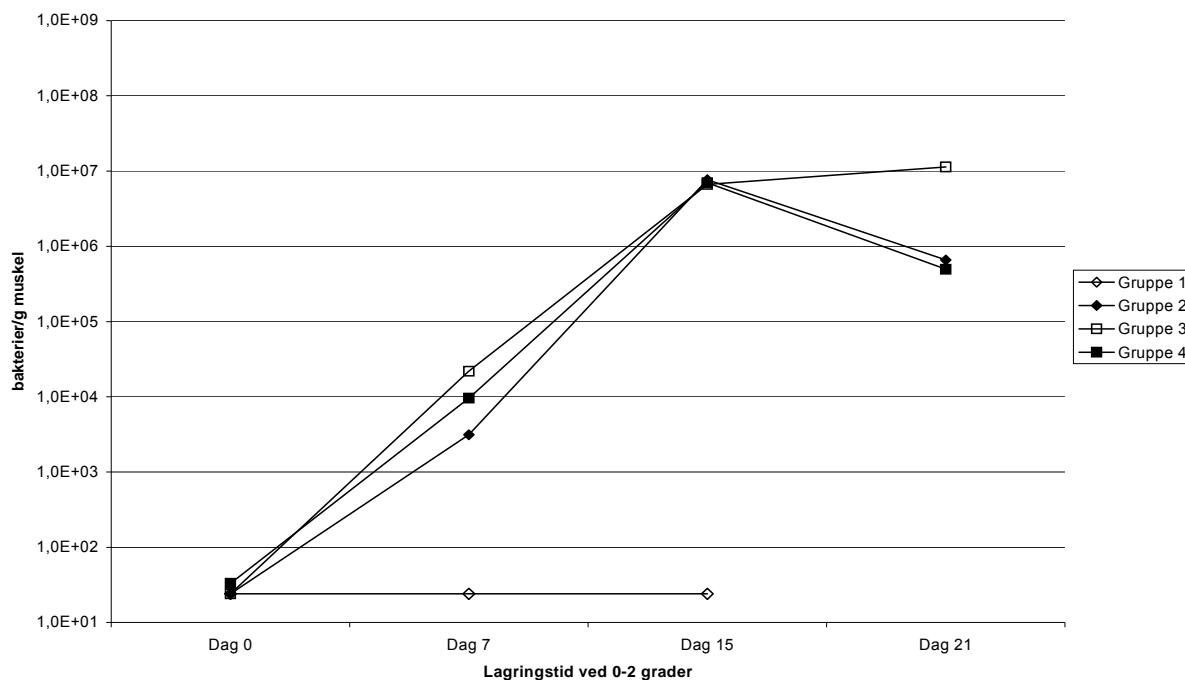
Kimtallsmålinger ble gjennomført dag 0 (ved opptining) og etter 7, 15 og 21 dagers lagring ved 0-2 °C. Utvikling i totalt kimtall og sulfidproduserende bakterier er vist i figur 12 og 13.

Ut fra totalt tillatte bakterieinnhold i fersk fisk (5 millioner per gram) var holdbarheten på gruppe 1 (*pre-rigor Trufresh*) lengst med rundt 11 dager. De 3 andre gruppene var relativt like med en holdbarhet på rundt 9 dager (Figur 12). Når det gjelder sulfidproduserende bakterier så ble denne type bakterier ikke funnet i gruppe 1 frem til og med dag 15 (Figur 13).

Ved dag 21 ble ikke oppnådd data på sulfidproduserende bakterier for gruppe 1 på grunn av høy fortynning av prøven. Nivået kan beskrives som mindre enn  $4,9 \times 10^5$  bakterier/g. At denne type bakterier ikke er tilstedeværende i gruppe 1 kan indikere at denne gruppen ble forringet saktere enn de andre gruppene. Det kan derimot også tenkes at andre spesifikke forråtnelsesbakterier tar over for de sulfidproduserende, for eksempel *Photobacterium*.



Figur 12 Utvikling i totalt kimtall for gruppe 1-4.  $n=3$  for hver gruppe og uttak. Grense for totalt tillatt bakterieinnhold i fersk fisk vist med sort horisontal linje og holdbarhetstid indikert med vertikale piler. Gruppe 1: Pre-rigor Trufresh. Gruppe 2: Pre-rigor tunnel. Gruppe 3: Post-rigor Trufresh. Gruppe 4: Post-rigor tunnel.



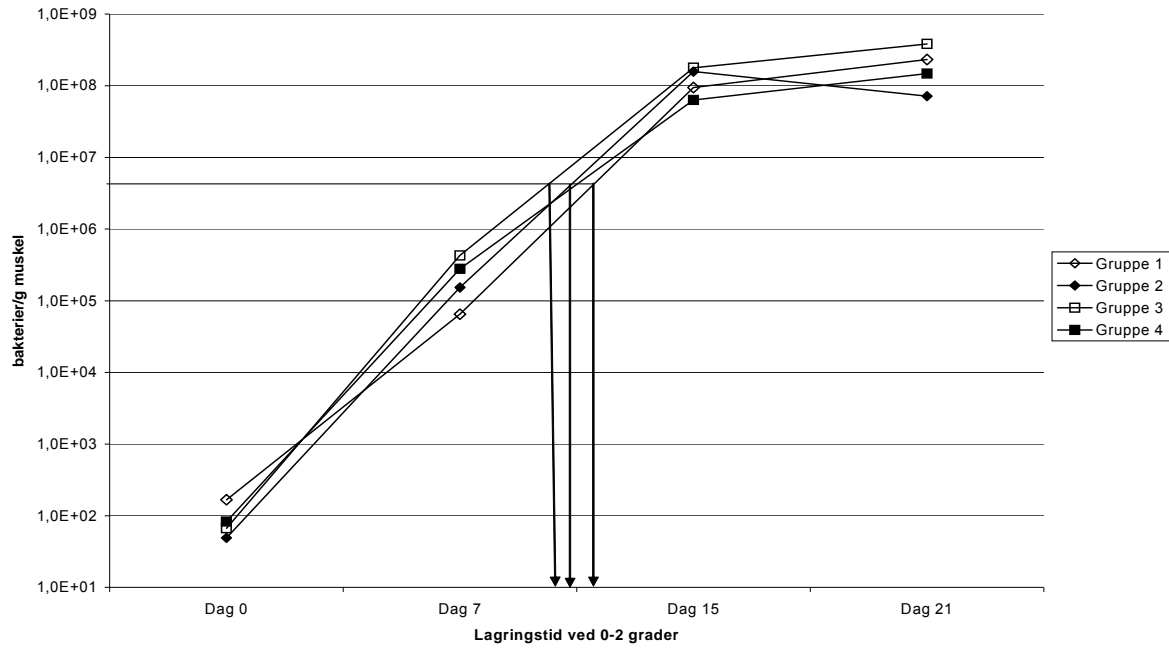
Figur 13 Utvikling i sulfidproduserende bakterier for gruppe 1-4.  $n=3$  for alle grupper og uttak. Gruppe 1: Pre-rigor Trufresh. Gruppe 2: Pre-rigor tunnel. Gruppe 3: Post-rigor Trufresh. Gruppe 4: Post-rigor tunnel.

### 5.1.2 4 mnd fryselagring (februar 2007)

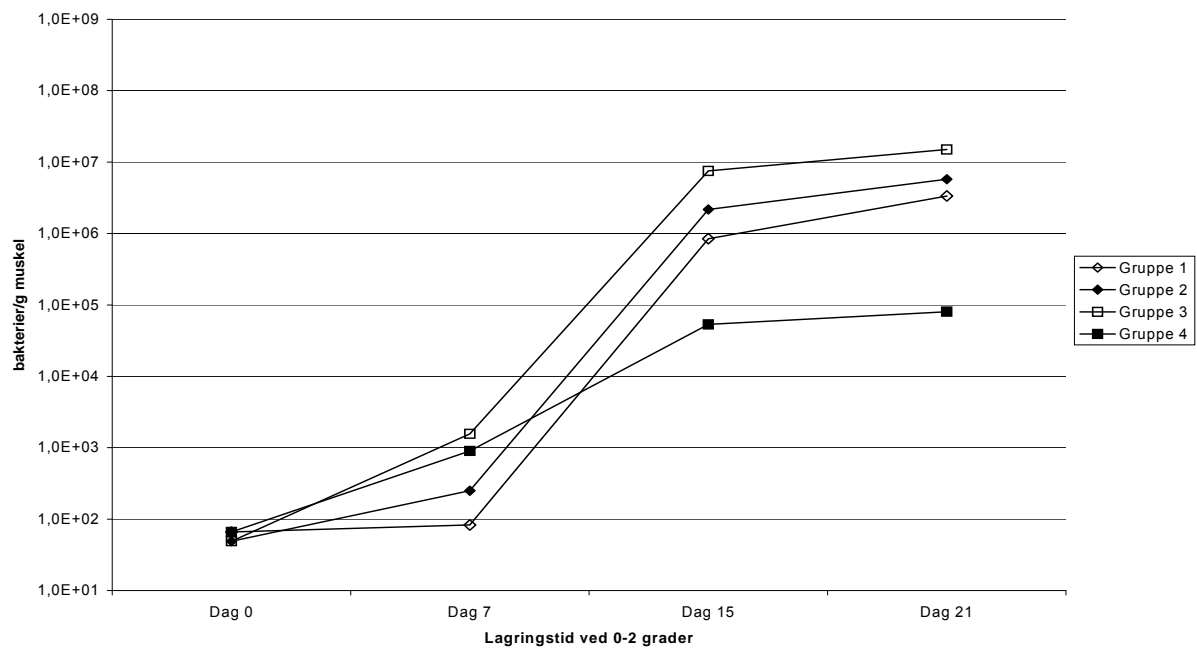
Kimtallsmålinger ble gjennomført som i det første uttaket ved dag 0 (tining) og så etter 7, 15 og 21 dagers lagring ved 0-2 °C. Utvikling i totalt kimtall og sulfidproduserende bakterier er vist i figurer 14 og 15.

Ut fra totalt tillatte bakterieinnhold i fersk fisk (5 millioner per gram) var holdbarheten på gruppe 1 (*pre-rigor* Trufresh) lengst med rundt 12 dager også for dette uttaket. Gruppe 2 (*pre-rigor* tunnel) og 4 (*post-rigor* tunnel) var relativt like med rundt 11 dagers holdbarhet mens gruppe 3 (*post-rigor* Trufresh) hadde kortest holdbarhet med om lag 9 dager ved 0-2 °C (Figur 14).

Når det gjelder sulfidproduserende bakterier så ble denne type bakterier funnet i varierende mengder under lagringsforsøket (Figur 15). Utviklingen var relativ lik for gruppe 1, 2 og 3 der forskjellen mellom høyeste verdi (gruppe 3) og laveste verdi (gruppe 1) var om lag log 1 ved dag 15. Gruppe 4 viste en saktere vekst av denne type bakterie og lå over 2 log-enheter under gruppe 3 ved dag 15. I det første uttaket ble det nesten ikke detektert sulfidproduserende bakterier i prøver fra gruppe 1. I uttak 2 var dette tilfelle for gruppe 4 der andelen av denne type bakterier var 0,08 % av totalt kimtall ved dag 15. For gruppe 1, 2 og 3 er andelen 0,9, 1,4 og 4,2 %.



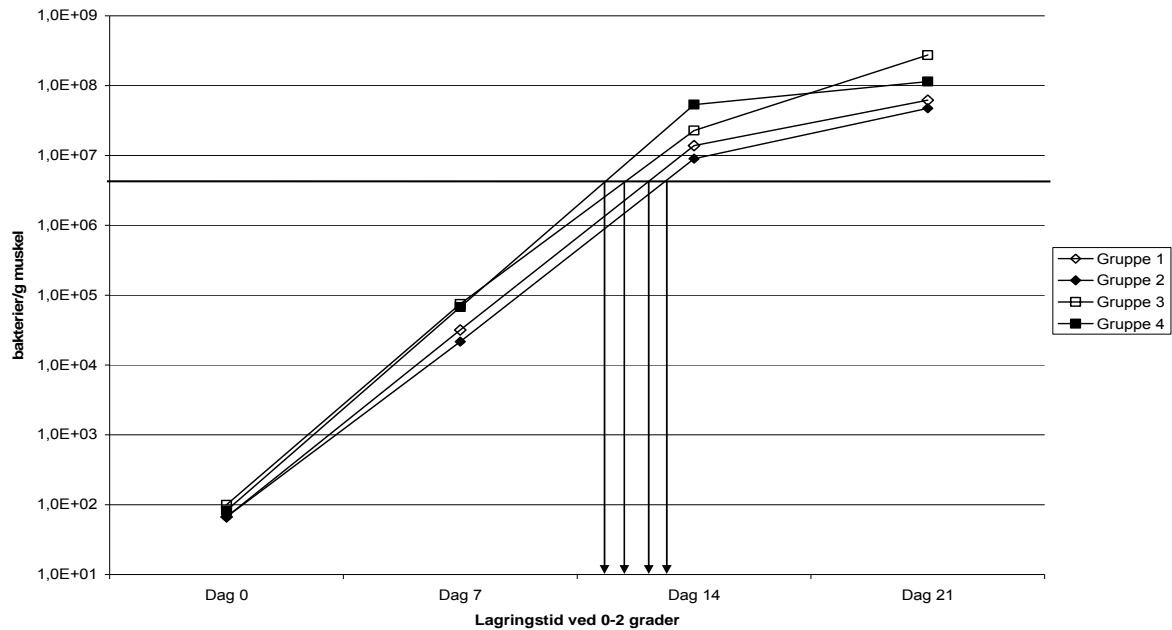
Figur 14 Utvikling i totalt kimtall for gruppe 1-4.  $n=3$  for hver gruppe og uttak. Grense for totalt tillatt bakterieinnhold i fersk fisk vist med sort horisontal linje og holdbarhetstid indikert med vertikale piler. Gruppe 1: Pre Trufresh. Gruppe 2: Pre tunnel. Gruppe 3: Post Trufresh. Gruppe 4: Post tunnel.



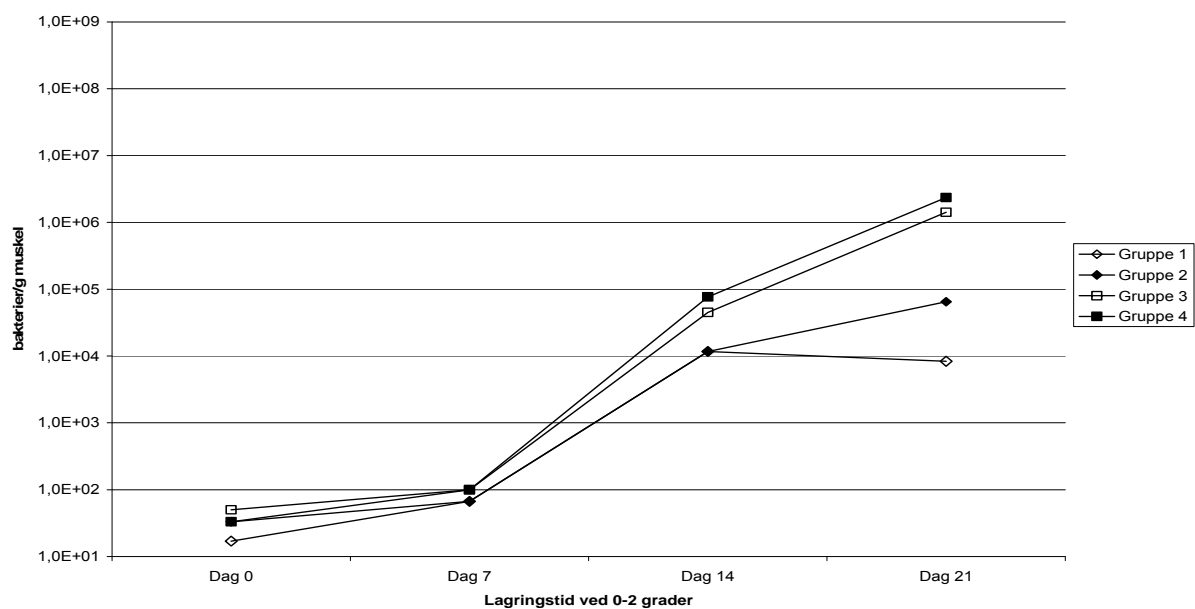
Figur 15 Utvikling i sulfidproduserende bakterier for gruppe 1-4.  $n=3$  for alle grupper og uttak. Gruppe 1: Pre Trufresh. Gruppe 2: Pre tunnel. Gruppe 3: Post Trufresh. Gruppe 4: Post tunnel.

### 5.1.3 11 mnd fryselagring (september 2007)

Resultater av de mikrobiologiske analysene i prøveuttak 4 (11 mnd) er vist i figur 16 og 17.



Figur 16 Utvikling i totalt kimtall for gruppe 1-4.  $n=3$  for hver gruppe og uttak. Grense for totalt tillatt bakterieinnhold i fersk fisk vist med sort horisontal linje og holdbarhetstid indikert med vertikale piler. Gruppe 1: Pre-rigor Trufresh. Gruppe 2: Pre-rigor tunnel. Gruppe 3: Pos-rigor Trufresh. Gruppe 4: Post-rigor tunnel.



Figur 17 Utvikling i sulfidproduserende bakterier for gruppe 1-4.  $n=3$  for alle grupper og uttak. Gruppe 1: Pre-rigor Trufresh. Gruppe 2: Pre-rigor tunnel. Gruppe 3: Post-rigor Trufresh. Gruppe 4: Post-rigor tunnel.

Kimtallsmålinger ble gjennomført som for uttak 1, ved dag 0 (ved opptining) og så etter 7, 15 og 21 dagers lagring ved 0-2 °C. Utvikling i totalt kimtall og sulfidproduserende bakterier er vist i figurer 16 og 17.

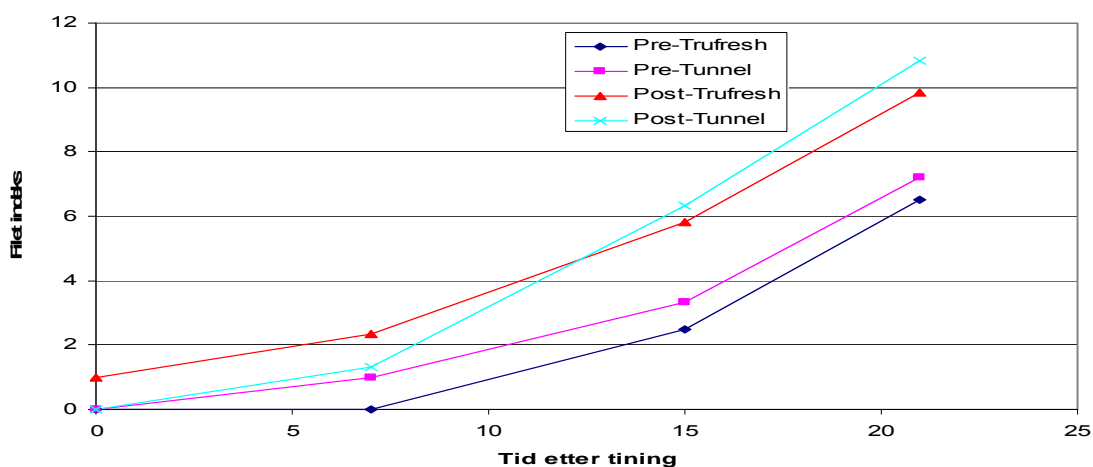
Ut fra totalt tillatte bakterieinnhold i fersk fisk (5 millioner per gram) var holdbarheten på gruppe 2 (*pre-rigor* tunnel) lengst med rundt 13 dager for dette uttaket. *Post-rigor* gruppene 3 og 4 var relativt like med rundt 11 dagers holdbarhet mens gruppe 1 (*pre-rigor* Trufresh) hadde en holdbarhet på rundt 12 dager ved 0-2 °C (Figur 16).

Når det gjelder sulfidproduserende bakterier så ble denne type bakterier funnet i varierende mengder under lagringsforsøket (Figur 17). Utviklingen var høyest og relativ lik for gruppe 3 og 4 med et sluttnivå på 6 mill/g. Lavest verdi gav gruppe 1 med et nivå ved dag 21 på 40 000/g. Andelen av denne type bakterier var 0,01, 0,14, 0,52 og 2,05 % av totalt kimtall ved dag 21 for gruppe 1-4.

Ved at det blir registrert et 100 ganger lavere nivå av sulfidproduserende bakterier i gruppe 1 enn gruppe 3 og 4 kan dette muligens gi en økt holdbarhet siden denne type bakterier i stor grad bidrar til forråtnelsen av fisk. Dette vil kunne avdekkes ved å sammenligne de sensoriske analyser og ved å kjøre analyser av *Photobacterium* som er en annen viktig forråtnelses bakterie hos fisk.

## 5.2 Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks)

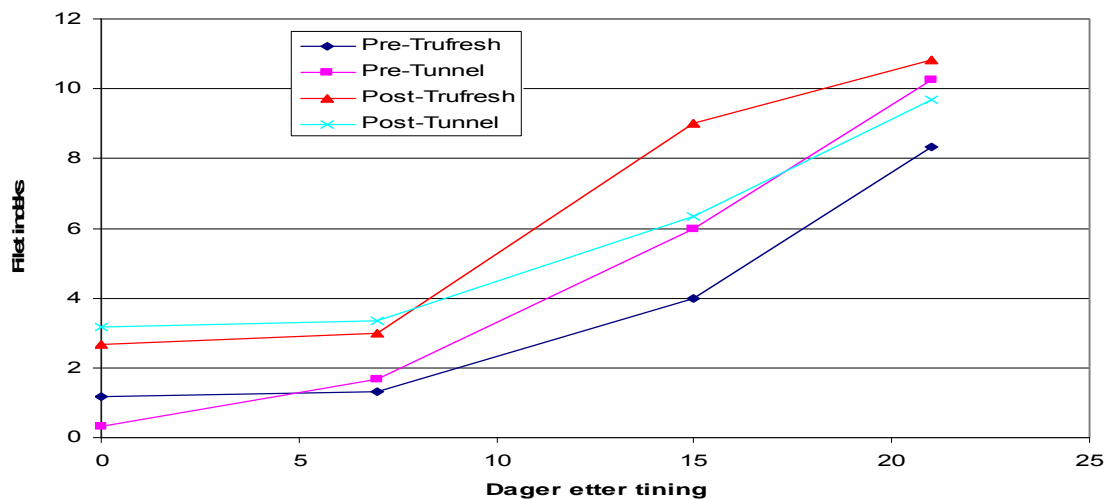
### 5.2.1 O uttak, 1 mnd fryselagring (oktober 2006)



Figur 18 Utvikling av filetindeks for alle gruppene etter ca 1 mnd fryselagring, tining og videre kjølelagring. N = 3.

Resultatene etter ca 1 måned fryselagring og påfølgende kjølelagring i 21 dager viser at *pre-rigor* gruppene kommer best ut med lavest score. Det er ikke stor forskjell rett etter tining men utover i kjølelagringstiden blir forskjellen mellom *pre-* og *post-rigor* gruppene klarere.

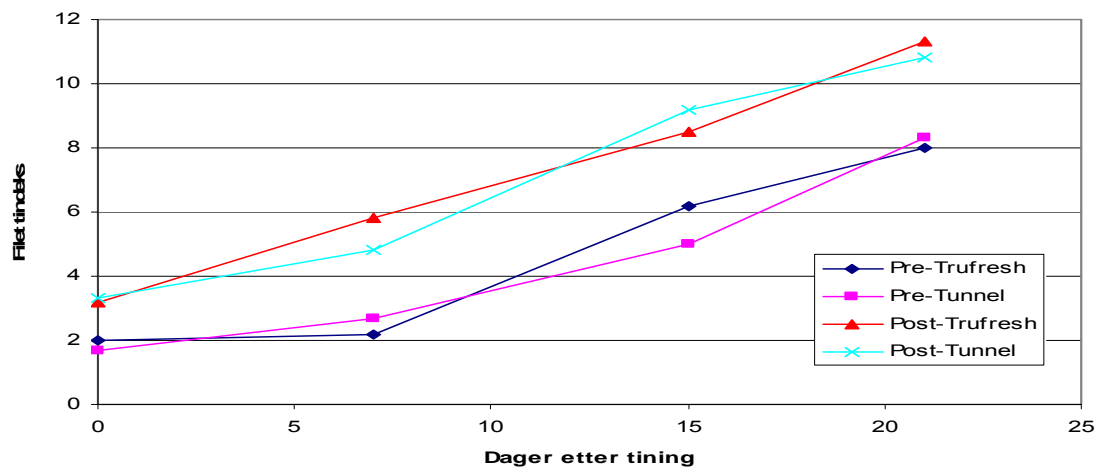
### 5.2.2 4 mnd fryselagring (februar 2007)



Figur 19 Utvikling av filetindeks for alle gruppene etter ca 4 mnd fryselagring, tining og videre kjølelagring. N = 3.

Etter fire måneder fryselagring og påfølgende kjølelagring er forskjellene mellom gruppene i hovedtrekk lik det første uttaket, foruten mot slutten av kjølelagringstiden der *pre-rigor* Trufresh skiller seg ut ved å ha lavere indeks-score (bedre kvalitet) enn alle de andre.

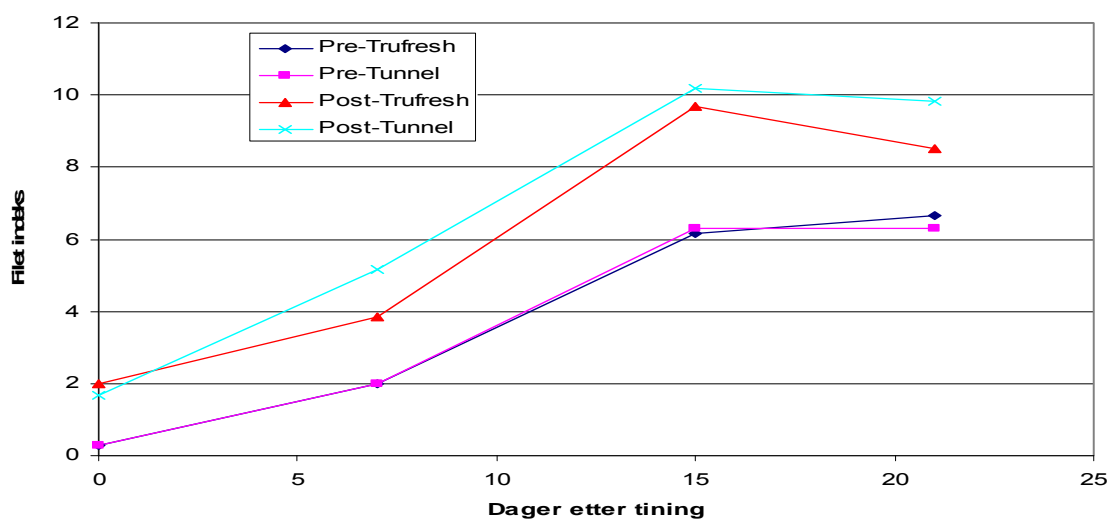
### 5.2.3 7 mnd fryselagring (mai 2007)



Figur 20 Utvikling av filetindeks for alle gruppene etter ca 7 mnd fryselagring, tining og videre kjølelagring. N = 3.

Filetindeksen for gruppene etter 7 måneder fryselagring viser en klar todeling av gruppene, begge *pre-rigor* gruppene kommer her klart best ut under hele kjølelagringsperioden.

## 5.2.4 11 mnd fryselagring (september 2007)

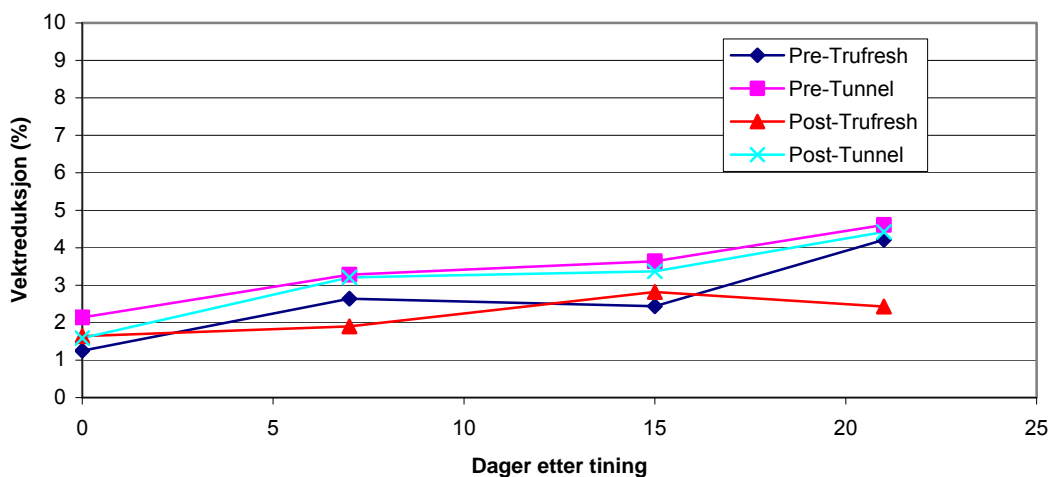


Figur 21 Utvikling av filetindeks for alle gruppene etter ca 11 mnd fryselagring, tining og videre kjølelagring. N = 3.

Resultatet for filetindeksen etter 11 måneder fryselagring viser tilsvarende resultater som for de tidligere uttakene. Pre-rigor gruppene har lavest score (best kvalitet) gjennom hele kjølelagringstiden.

## 5.3 Dryp tap under kjølelagring

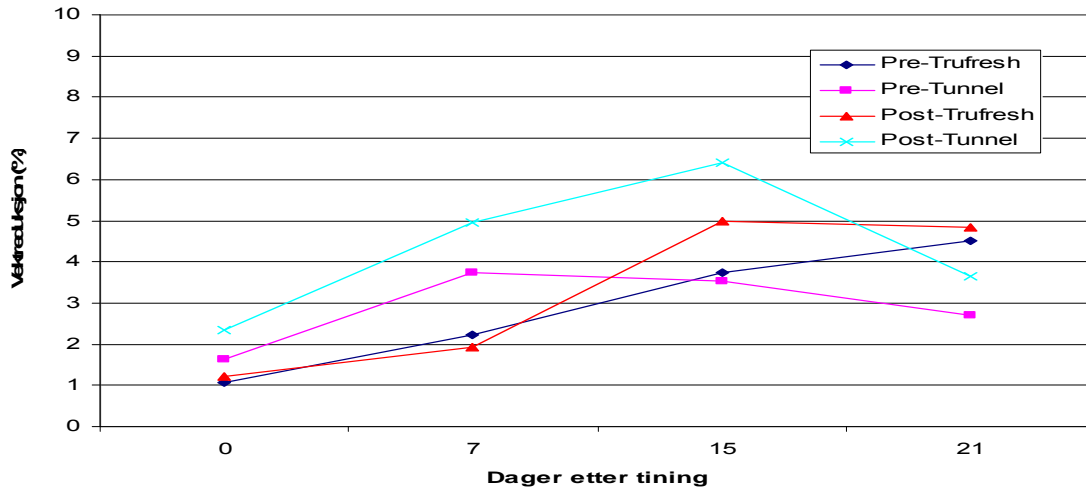
### 5.3.1 O uttak, 1 mnd fryselagring (oktober 2006)



Figur 22 Vektreduksjon for alle fire gruppene etter ca 1 mnd fryselagring; under tining og videre kjølelagring. N = 3.

Etter ca 1 måned fryselagring og påfølgende kjølelagring viser resultatene at gruppene *pre-* og *post-rigor* Trufresh gav det laveste vekttapet frem til 15 døgns lagring, mens *post-rigor* Trufresh gav lavest vekttap etter 21 døgn.

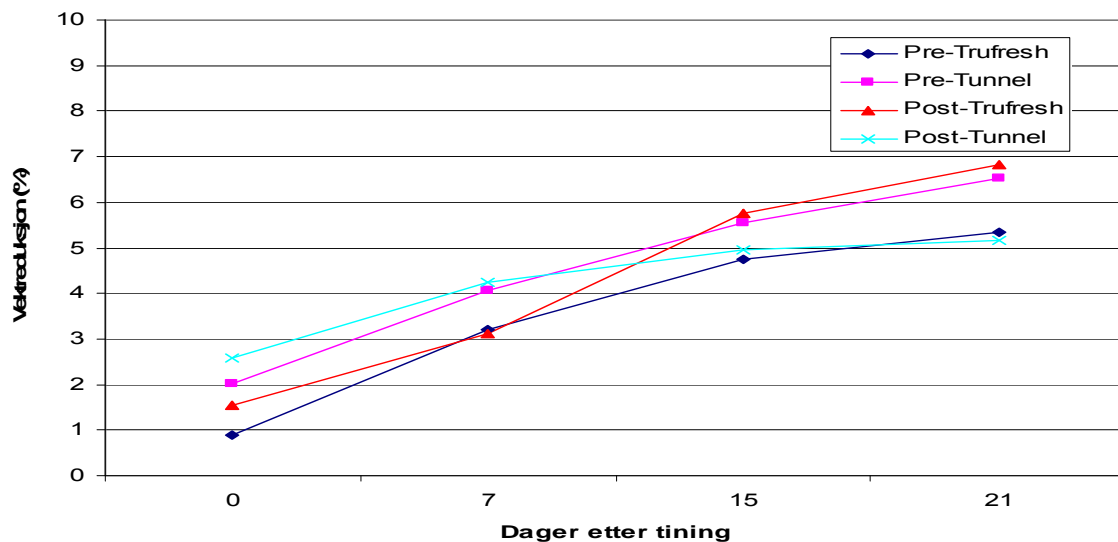
### 5.3.2 4 mnd fryselagring (februar 2007)



Figur 23 Vektreduksjon for alle fire gruppene etter ca 4 måneder fryselagring; under tining og videre kjølelagring. N = 3.

Under kjølelagringen etter tining i uttaket etter 4 måneder fryselagring er det så stor variasjon i resultatene at det er grunn til å anta at det kan foreligge målefeil.

### 5.3.3 7 mnd fryselagring (mai 2007)

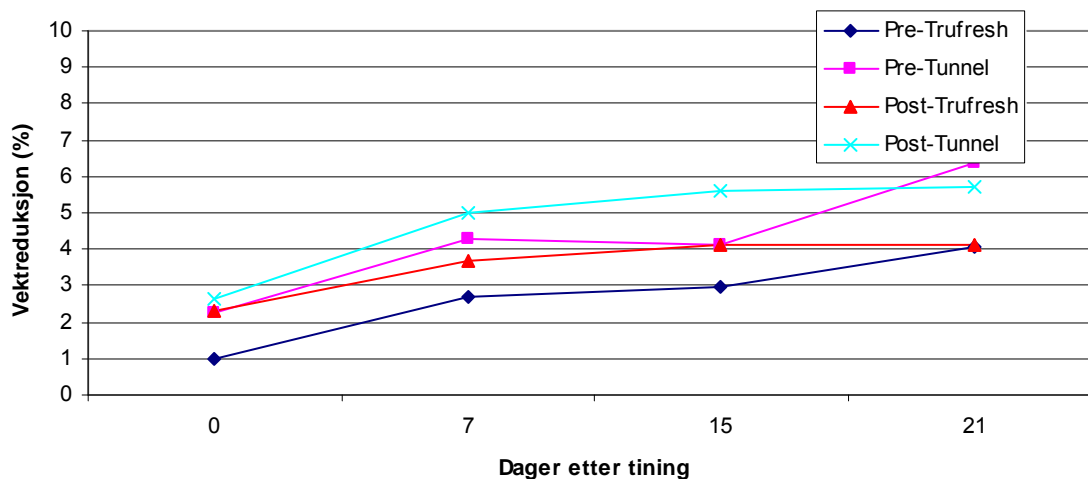


Figur 24 Vektreduksjon for alle fire gruppene etter ca 7 mnd fryselagring; under tining og videre kjølelagring. N = 3.



Etter 7 mnd fryselagring er det i starten av kjølelagringen en todeling av gruppene. *Pre-* og *post* Trufresh gir lavest vekttap i starten mens det ved de siste to uttakene er *pre* Trufresh og *post* tunnel som gir lavest vekttap.

#### 5.3.4 11 mnd fryselagring (september 2007)



Figur 25 Vektreduksjon for alle fire gruppene etter ca 11 mnd fryselagring; under tining og videre kjølelagring.

*Pre-rigor* Trufresh gir etter 11 måneder fryselagring lavest vekttap under kjølelagring, mens *pre-* og *post* tunnel gir høyest.

#### 5.4 Instrumentell fargemåling under kjølelagring

Med hensyn på fargens vinkel og metning viste resultatene fra de instrumentelle fargemålingene ikke forskjeller av betydning mellom gruppen ved noen av uttakene. Generelt for alle gruppene var en tendens til at fargemetningen økete under kjølelagring etter tining, noe som kan indikere at fargen til produktene blir mindre gjennomsiktig.



## 6 Oppsummering

Prøvene var filetstykker ( $\approx 150$  gram) som ble produsert ved ulike rigor tilstand og pakket i plast og vakuumpakket. Prøvene ble fryst inn kort tid etter produksjon. Det ble produsert ca 200 prøver i hver av de fire prøvegruppene. Laksen ble slaktet ved Nordlaks Produkter AS, halvparten av prøvene ble filetert *pre-rigor* og halvparten ble lagret i fire dager før filetering (*post-rigor*). Videre ble både tunnel frysing og TRUFRESH® innfrysing benyttet. Prøvene ble sendt til Fiskeriforskning i Tromsø hvor de ble fryslagret i 18 mnd ved  $-25$  °C.

Prøveuttak ble gjennomført 6 ganger under fryselagringen, hvor tiningen ble gjennomført etter en standard tineprosedyre (tining på kjølerom ved  $0-2$  °C). Straks etter tining ble det utført kvalitetsanalyser på prøvene som skissert under. Ved enkelte av uttakene ble prøvene etter tining kjølelagret i 21 dager ved  $0-2$  °C. Dette ble gjort for å undersøke om råstoffets rigortilstand ved frysing, eller eventuelt de to fryseprosessene, påvirket produktets holdbarhet i kjølt tilstand etter tining.

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

- Sensorisk analyse av kokte prøver
- Sensorisk vurdering av rå prøver (Filetindeks)
- Vektendring (væskeslipp) etter tining og kjølelagring
- Mikrobiologi
- Instrumentell fargemåling
- Harskning (TBARS)

Resultatene er presentert i to ulike kapitler, derfor gjøres også oppsummeringen av resultatene på denne måten.

### 6.1 Kvalitet etter tining

Alle analysene ble utført fortløpende etter tining.

#### 6.1.1 Effekter av fryseprosessen

I det første uttaket etter frysing påviste den sensoriske analysen av kokte prøver signifikant forskjell i farge avhengig av frysemetode ved at prøven som var frosset *pre-rigor* i tunnel var mer rød enn de andre prøvene. Dette understøttes for så vidt av instrumentell fargemåling ved at det i det første uttaket er en tendens til høyere fargemetning i *pre-rigor* tunnel prøven enn i de andre. Ved senere uttak under fryselagringstiden påviste ikke den sensorisk analysen av kokte prøver signifikante forskjeller i farge avhengig av frysemetode.

Filetindeksen, som er en sensorisk bedømmelse av rå prøver, påviste ikke signifikante forskjeller mellom de to ulike fryseprosessene i noen av prøveuttakene utover under fryselagringstiden.

### 6.1.2 Effekter av råstoffets rigortilstand

Råstoffets rigortilstand ved filetering og frysing (*pre-* og *post rigor*) påvirket signifikant resultatene fra sensorisk bedømmelse av kokte prøver i alle uttakene. *Post-rigor* produktene skilte seg ut i konsistens sammenlignet med produktene som ble fryst inn *pre-rigor*. Dette stemmer godt med resultatene fra filetindeks hvor det også var forskjell mellom disse gruppene med hensyn på konsistens og i tillegg spalting. Filetindeksen viste at *pre-rigor* gruppene hadde hardere konsistens og var mindre spaltet enn *post-rigor* gruppene.

Hardere konsistens og mindre spalting behøver ikke å gi positivt utslag på spisekvaliteten, noe som vises ved måten det sensoriske panelet beskrev prøvene på. Sensorikkpanelet vurderte *post-rigor* prøven som mer saftig, bedre å tygge og med en bedre smak enn *pre-rigor* produktene frem til 7 mnd frysing hvor en får antydning av reduksjon i frisk lukt og smak. Etter 11 mnd. frysing er fortsatt de samme forskjellene i konsistens der mellom *pre-* og *post-rigor* gruppene. I tillegg begynner harsk lukt og smak og gjøre seg gjeldende og *post-rigor* gruppene kommer dårligst ut. Etter 18 mnd. frysing er fortsatt forskjellene i konsistens der og *post-rigor* gruppene er også nå vurdert til å ha høyest intensitet av harsk lukt og smak.

Drypptapet under tining ble påvirket av frysemetoden. Trufresh gav i signifikant lavere drypptap enn tunnelfrysing når en ser alle uttakene gjennom frysingsperioden under ett. Det var ikke signifikant forskjell i drypptap mellom *pre-* og *post-rigor* som ble frosset inn i tunnel, mens prøvene som ble frosset inn *pre-rigor* i Trufresh gav signifikant lavere drypptap enn de som ble frosset inn *post-rigor*.

Den instrumentelle fargemålingen påviste gjennom hele frysingsperioden bare små og lite systematiske forskjeller mellom de ulike prøvevariantene (frysemetode og rigor tilstand).

Harskning (TBARS) ble ikke påvirket av rigorstatus eller frysemetode, men økte signifikant i alle prøvene utover under frysingsperioden.

## 6.2 Holdbarhet under kjølelagring etter tining

Fra uttakene etter 1, 4 og 11 måneder frysing ble prøver etter tining lagret kjølt i 21 dager ved 0-2 °C for å bestemme produktenes holdbarhet i "tinefersk" tilstand. Mikrobiologisk analyse av totalt kimtall (TVC) viste at *pre* Trufresh hadde lengst holdbarhet ved uttakene etter 1 og 4 mnd frysing, mens ved uttaket etter 11 mnd frysing hadde *pre* tunnel lengst holdbarhet.

Filetindeks ble vurdert også under kjølelagring og resultatene viste at *pre-rigor* gruppene kom best ut ved de fleste målingene. Til forskjell fra rigor statusen ser frysemetoden ikke ut til å ha systematisk innvirkning på filetindeksen under kjølelagring etter tining.

Det var kun små og ikke systematiske forskjeller i resultatene fra instrumentell fargemåling under kjølelagring etter tining.

Når det gjelder drypptap under kjølelagring indikerer resultatene at Trufresh gruppene også her har lavere drypptap, men resultatene varierer så mye at dette ikke er en klar konklusjon.



ISBN 978 82-7251-646-7  
ISSN 1890-579X