

**RAPPORT 02/2006, Juli 2006**

**Pre-rigor filet av laks som råstoff til salting og røyking**

Dokumentasjon av kvalitetsegenskaper i *pre-rigor* injeksjonssaltet og røykt laksefilet – en sammenligning med *post-rigor* kontroll

Sveinung Birkeland og Leif Akse

## RAPPORT 02/2006, Juni 2006

<b>Rapportnr.:</b>	02/2006		
<b>Tilgjengelighet:</b>	Åpen		
<b>Tittel:</b>	Anvendelse av pre-rigor filet av laks som råstoff til salting og røyking Dokumentasjon av kvalitetsegenskaper i <i>pre-rigor</i> saltet og røykt laksefilet – en sammenligning med <i>post-rigor</i> råstoff		
<b>Forfatter(e):</b>	Sveinung Birkeland (Norconserv AS), Leif Akse (Fiskeriforskning AS)		
<b>Prosjektnr.:</b>	1065 (NC) og 20156 (FF)	<b>Prosjektnavn:</b>	Pre-rigor laks
		<b>Dato:</b>	06.07.06
Ansvarlig sign.:		<b>Omfang:</b>	21 sider
<b>Oppdragsgiver:</b>	Norske Sjømatbedrifters Servicekontor Boks 639, Sentrum 7406 Trondheim	<b>Referanse:</b>	Sigurd Bjørge
<b>Hovedinnhold:</b>	Rapporten beskriver et forsøk der <i>pre-rigor</i> råstoff av laks injeksjonssaltes og kaldrøykes (to varianter) og sammenlignes med <i>post-rigor</i> injeksjonssaltet og røykte fileter. Kvalitetsparametrene som undersøkes er utbytte, krymping, gaping, farge, sensorikk, tekstur, mikrobiologi og saltinnhold og –fordeling. Det ble generelt sett funnet små forskjeller i de undersøkte parametrene mellom de tre ulike variantene av røykte produkter,		
<b>Stikkord:</b>	Laks	<i>Pre-rigor</i>	<i>Post-rigor</i>
	Injeksjonssalting	Røyking	Kvalitet

# INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1.0 BAKGRUNN FOR FORSØKENE</b> .....	4
<b>2.0 EKSPERIMENTELT</b> .....	5
2.1 Råstoff.....	5
2.2 Injeksjonssalting.....	5
2.3 Kjølslagring.....	5
2.4 Røyking.....	5
2.5 Vakuumpakking.....	5
2.6 Målinger og analyser.....	6
2.7 Forsøksoppsett.....	6
<b>3.0 RESULTATER</b> .....	8
3.1 Vektendring etter injeksjon.....	8
3.2 Gaping score etter injeksjon.....	8
3.3 Filetkrymping etter injeksjon.....	9
3.4 Utbytte etter røyking.....	10
3.5 Gaping score i røykte fileter.....	11
3.6 Væskeslipp ved lagring i vakuum.....	12
3.7 Total filetkrymping etter prosessering.....	13
3.8 Instrumentell farge (Minolta L*a*b*).....	14
3.9 Teksturegenskaper i røykt filet.....	16
3.10 Mikrobiologi.....	16
3.11 Sensorisk kvalitet av røykt filet.....	17
3.12 Saltinnhold og –fordeling i røykt filet.....	19
<b>4.0 OPPSUMMERING</b> .....	21

## 1.0 BAKGRUNN FOR FORSØKENE

Tidligere forsøk i prosjektet (NC/FF Rapport 9, August 2005 og NC/FF Rapport 20/2005, Oktober 2005) har vist at injeksjonssalting er en egnet metode for å tilføre salt til *pre-rigor* fileter av laks med hensyn til totalt saltinnhold og fordelingen av salt i muskelen. Egnetheten av fileter saltet *pre-rigor* (<6 timer etter slakt) til kaldrøyking (20-30°C) og kvalitetsegenskapene i de røykte produktene er derimot lite dokumentert. De antatte kvalitetsforskjellene mellom røykte produkter etter *pre-rigor* og ”tradisjonell” *post-rigor* prosessering er også lite dokumentert. En dokumentasjon av de eventuelle forskjellene mellom disse produktene og egnetheten av *pre-rigor* råstoff til kaldrøyking vil danne grunnlaget for en videre utvikling og optimalisering av en prosesseringsprotokoll for *pre-rigor* fileter av laks og ørret.

Et viktig aspekt ved prosjektet, foruten å undersøke mulighetene for å produsere ”*pre-rigor* røykelaks”, er å se på mulige løsninger for å øke graden av videreforedling av laks i Norge. En mulig løsning er å salte fileter *pre-rigor* for så å eksportere saltede fileter til røykerier i Europa. Under transport vil da filetene gjennomgå en ”saltmodning” der saltet fordeles ytterligere i muskelen samtidig som fileten gjennomgår *rigor* og filetene blir røykt i *post-rigor* tilstand.

Et forsøk ble satt opp der tre ulike produksjonsprotokoller ble anvendt (”Direkte prosessering”, ”*Post-rigor* kontroll” og ”Saltlagret filet”) og kvalitetsegenskapene i de røykte produktene dokumentert:

”Direkte prosessering”: *Dag 0*: slakt, filetering, salting, røyking, pakking

”*Post-rigor* kontroll”: *Dag 0*: slakt, filetering *Dag 4*: salting, røyking, pakking

”Saltlagret filet”: *Dag 0*: slakt, filetering, salting *Dag 4*: røyking, pakking

## **2.0 EKSPERIMENTELT**

### **2.1 Råstoff**

Laks av superior kvalitet (3-4 kg, n=15) ble hentet ved et lokalt slakteri og filetert maskinelt i *pre-rigor* tilstand (<6 timer etter slakt) ved Norconserv AS.

### **2.2 Injeksjonssalting**

Filetene ble injeksjonssaltet (25 % saltlake, ca. 10-12°C) i *pre-* eller *post-rigor* tilstand med en Guenther Brine Injector ved bruk av et injeksjonstrykk på 1.5 bar og en nålehastighet på 30 slag/min (0.4 L lake/nåleslag). Filetene ble kjørt en gang gjennom injektoren (standard nåletetthet).

### **2.3 Kjølelagring**

Filetene som utgjorde ”*post-rigor* kontroll” og ”saltlagret filet” gruppene ble lagret i isoporkasser med is i 4 dager før røyking. Filetene ble dekket med plast for å unngå kontakt mellom filetene og med isen.

### **2.4. Røyking**

Samtlige fileter i dette forsøket ble tørket og røykt på samme røykevogn. Dette for å oppnå identiske prosessbetingelser (tid, temperatur, relativ luftfuktighet og lufthastighet) og dermed rettferdiggjøre en direkte sammenligning av kvalitetsegenskapene i de ulike produktene. Røykeprogrammet som ble brukt inneholdt 7 tørke- og 6 røykesekvenser, og er utviklet ved NC for å simulere en kommersielt anvendt prosessprotokoll. Prosessen starter med en 120 min tørkesekvens, etterfulgt av 6 alternerende røyke- og tørkesekvenser a henholdsvis 50 og 10 minutter. Total prosessetid er 480 minutter og gjennomsnittlig temperatur og luftfuktighet var 27.3°C og 45.2 %. Lufthastigheten var 0.4-0.8 m/s.

### **2.5 Vakuumpakking**

Etter røyking ble filetene satt ved romtemperatur (ca. 15°C) i 30-45 minutter før vakuumpakking ved 99 % vakuum (Poser: PA/PE 90 µ). Filetene ble kjølelagret (3-4°C) i 14 dager før videre analyser ble utført.

## 2.6 Målinger og analyser

Målinger som ble utført under forsøket var; vektøkning etter injeksjon (%), krymping av saltet filet (lengde %), gaping saltet filet (%), skala 1 - 3), prosessutbytte (vekt %), instrumentell overflatefarge (Minolta L\*a\*b\*), instrumentelle teksturmålinger (Texture Analyzer 9), gaping røykt filet (%), skala 1-3), veskeslipp under vakuumlaging (vekt %), krymping røykt filet (lengde %), saltinnhold og fordeling (Dicromat saltmåler).

### 2.6.1 Mikrobiologi

Kimtall er en vanlige brukt parametere for å beskrive mikrobiologisk kvalitet i produkter av røykt laks. Kimtallet er totalmengden av koloniformende bakterieenheter/g filet (CFU/g) og mengden av psykrotrofe-, melkesyre- og H<sub>2</sub>S-produserende bakterieenheter/g. Mengden av koloniformende bakterieenheter (CFU) oppgis som log<sub>10</sub> til CFU/g (log<sub>10</sub> CFU/g = 1 = 10 koloniformende enheter/g, log<sub>10</sub> CFU/g = 2 = 100 koloniformende enheter/g, o.s.v.).

### 2.6.2 Sensorisk analyse

Den sensoriske analysen ble utført av et panel bestående av 4 trenede dommere. Det ble brukt en beskrivende sensorisk metode som gir svar på hvilke og hvor store forskjeller det er mellom ulike grupper av røkt laks. 16 relevante egenskaper for røkt laks ble definert bedømt på en linjeskala fra 0 til 10 poeng (ingen til høy intensitet). Prøver, 1 x 3 x 4 cm, ble skåret ut fra en spesifisert del av filetene. Prøvene ble servert romtemperert i plastbeger med lokk. Hver dommer ble servert i tilfeldig rekkefølge i tre gjentak. Data ble registrert elektronisk ved bruk av programvaren FIZZ (BIOSYSTEMES, FRANCE).

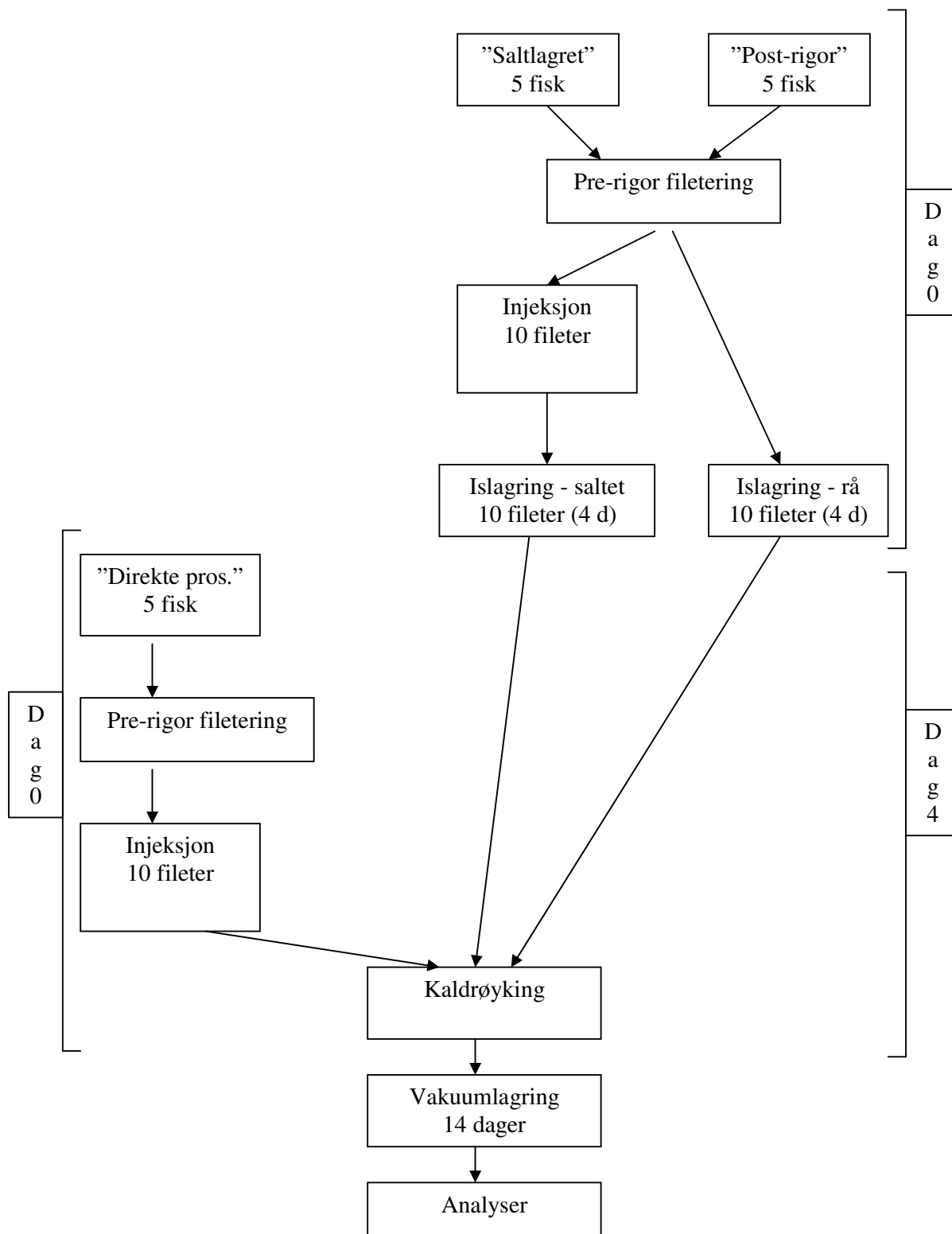
## 2.8 Forsøksoppsett

Et forsøk der tre ulike varianter av prosessprotokoller skulle undersøkes ble satt opp (Figur 1). Variantene som ble undersøkt skulle representere fileter som ble "Direkte prosessert", "Post-rigor kontroll" og fileter som ble eksportert som saltet filet til røykerier i utlandet ("Saltlagret filet"):

"Direkte prosessering": *Dag 0*: slakt, filetering, salting, røyking, pakking

"Post-rigor kontroll": *Dag 0*: slakt, filetering *Dag 4*: salting, røyking, pakking

"Saltlagret filet": *Dag 0*: slakt, filetering, salting *Dag 4*: røyking, pakking

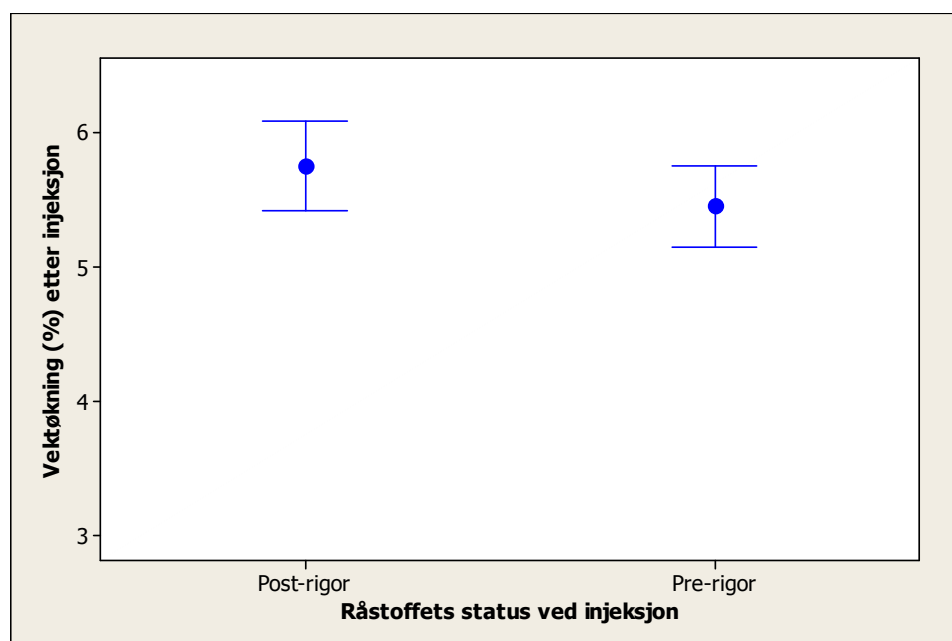


**Figur 1.** Flytskjema over de ulike prosessprotokollene i forsøket.

## 3.0 RESULTATER

### 3.1 Vektøkning etter injeksjon

Den gjennomsnittlige vektøkningen etter injeksjonssalting var henholdsvis på 5.8 % og 5.5 % for *post-rigor* (n=10) og *pre-rigor* (n=20) råstoff (Figur 2). I gruppen for *pre-rigor* injiserte fileter er inkludert fileter fra både ”Direkte prosessert” og ”Saltlagret filet” gruppen siden alle disse filetene ble injisert *pre-rigor*. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller (P=0.198) i vektøkning for fileter med ulik fysiologisk status ved injeksjon.

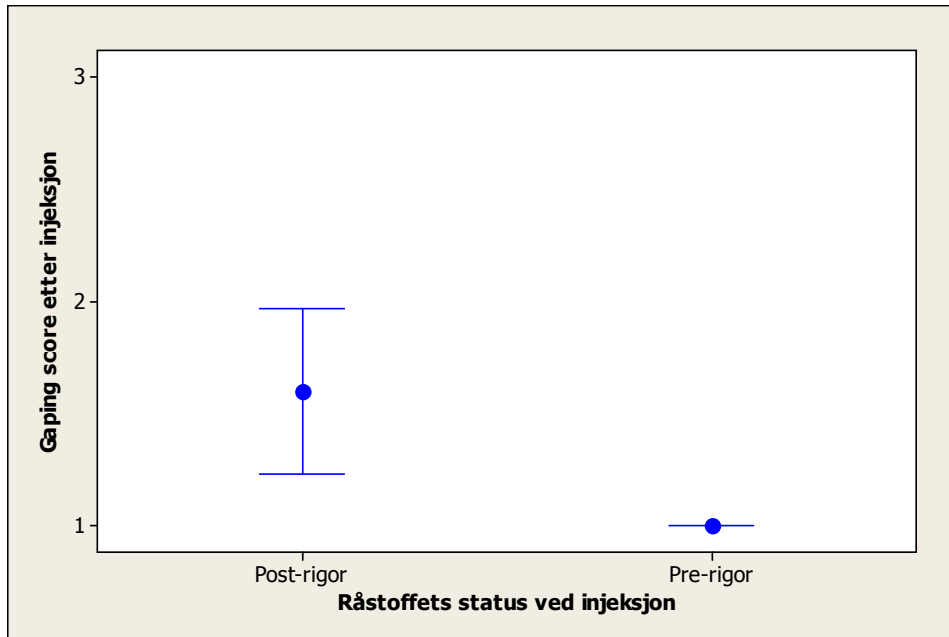


**Figur 2.** Vektøkning i laksefileter med ulik fysiologisk status (*post-rigor* og *pre-rigor*) ved injeksjonssalting. Figuren viser gjennomsnittsverdi (•) med 95 % konfidensintervaller.

### 3.2 Gaping score etter injeksjon

Gjennomsnittlig gaping score i *post-rigor* og *pre-rigor* fileter etter injeksjon var henholdsvis 1.6 og 1.0, der forskjellen var statistisk signifikant (P<0.001). *Pre-rigor* fileter viser ingen tegn til gaping etter injeksjonssalting ved de anvendte betingelsene og er mer motstandsdyktige med hensyn til mekanisk stress (trykk) sammenlignet med *post-rigor* fileter. I gruppen for *pre-rigor* injiserte fileter er inkludert fileter fra både ”Direkte prosessert” og ”Saltlagret filet” gruppen siden alle disse filetene ble injisert *pre-rigor*.

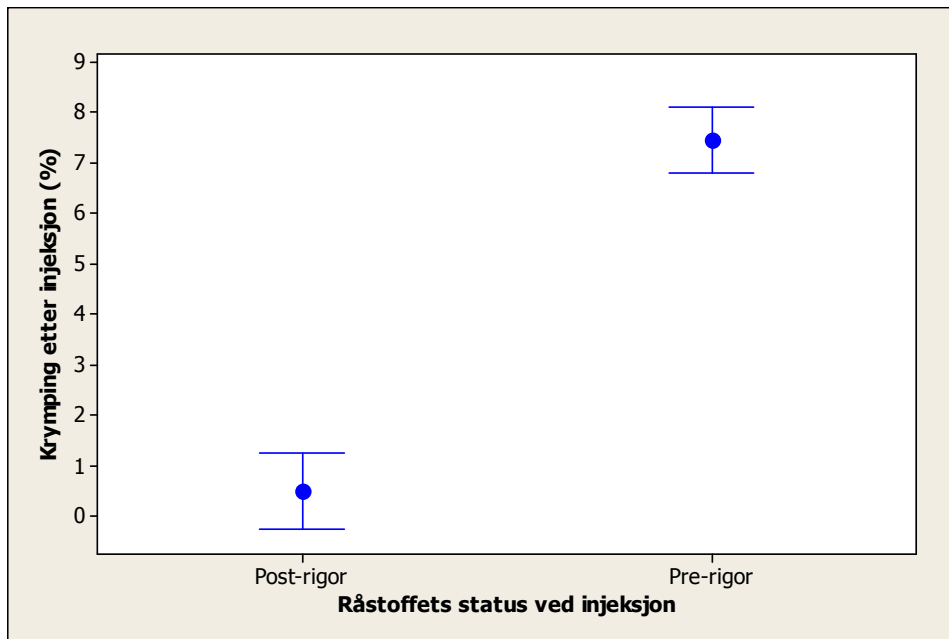




**Figur 3.** Gaping score i laksefileter med ulik fysiologisk status (*pre-rigor* og *post-rigor*) ved injeksjon. 1 = ingen gaping, 2 = litt gaping og 3 = mye gaping. Figuren viser gjennomsnittsverdi (●) med 95 % konfidensintervaller.

### 3.3 Filetkrymping etter injeksjon

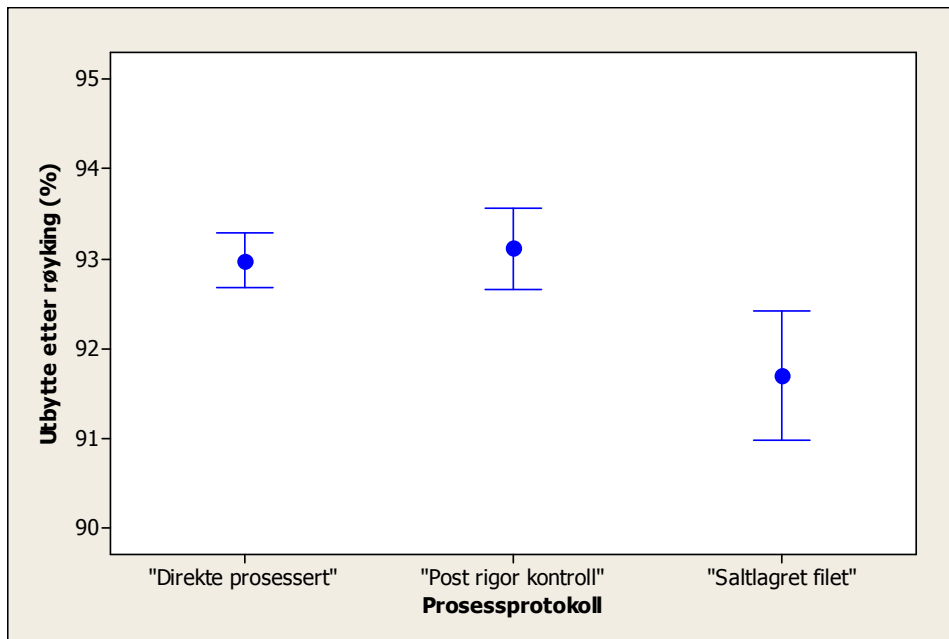
Krymping av filetene i lengderetning (% av opprinnelig lengde av rå filet) etter injeksjon (30 minutt) var signifikant større ( $P < 0.001$ ) for *pre-rigor* råstoff (7.5 %) sammenlignet med *post-rigor* råstoff (0.5 %) (Figur 4). Den umiddelbare krympingen av *pre-rigor* filetene kan føre til at noe av den injiserte saltlaken presses ut av muskelen og dermed påvirke saltinnholdet i filetene. Utseendet av filetene etter krymping var ikke merkbart ”unormal” sammenlignet med *post-rigor* filetene. I gruppen for *pre-rigor* injiserte fileter er inkludert fileter fra både ”Direkte prosessert” og ”Saltlagret filet” gruppen siden alle disse filetene ble injisert *pre-rigor*.



**Figur 4.** Grad av krymping (lengderetning) i laksefileter med ulik fysiologisk status (*pre-rigor* og *post-rigor*) ved injeksjon. Figuren viser gjennomsnittsverdi (•) med 95 % konfidensintervaller.

### 3.4 Utbytte etter røyking

Utbytte etter røyking (%) var signifikant forskjellig mellom de tre ulike variantene av røykte produkter ("Direkte prosesserte", "*Post-rigor* kontroll" og "Saltlagrede fileter") (Figur 5). "Saltlagrede fileter" hadde et signifikant lavere ( $P < 0.001$ ) utbytte (91.7 %) sammenlignet med "Direkte prosesserte" (93.0 %) og "*Post-rigor* kontroll" (93.1 %) fileter. Det var ingen forskjell mellom "Direkte prosesserte" og "*Post-rigor* kontroll" fileter med hensyn til utbytte etter røyking. Årsaken til det noe lavere utbytte (1.3 %-poeng) hos de "Saltlagrede filetene" kan være at disse filetene har mistet noe vekt pga avrenning og fordamping av vann/lake under lagringen på kjølerom (4 dager). Utbytte beregnes på bakgrunn av filetenes vekt etter filetering/trimming og tørking/røyking.

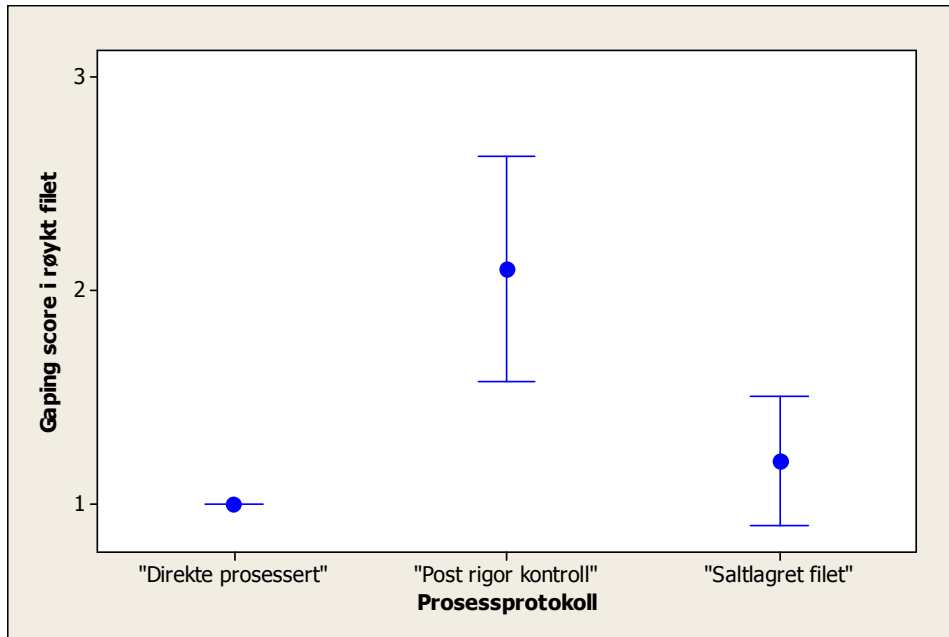


**Figur 5.** Utbytte etter røyking (%) i laksefileter ved bruk av prosessprotokollene "Direkte prosessert", "Post-rigor kontroll" og "Saltlagret filet". Figuren viser gjennomsnittsverdi (●) med 95 % konfidensintervaller.

### 3.5 Gaping score i røykte fileter

"Post-rigor kontroll" filetene hadde signifikant høyere ( $P < 0.001$ ) gaping score sammenlignet med fileter fra prosessprotokollene "Direkte prosesserte" og "Saltlagret filet" (Figur 6).

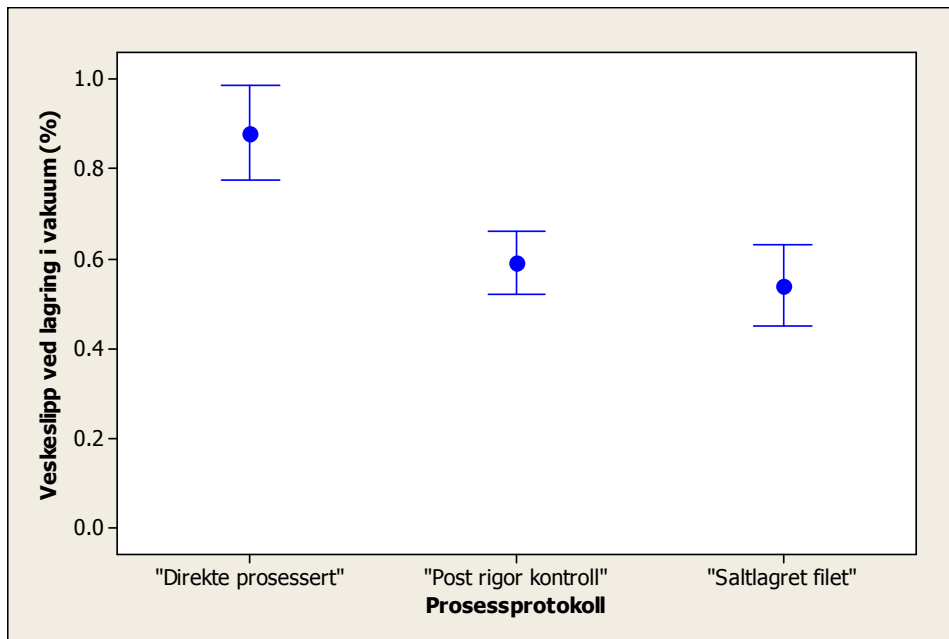
Gjennomsnittlig gaping score i "Post-rigor kontroll", "Direkte prosesserte" og "Saltlagret filet" filetene var på henholdsvis 2.1, 1.0 og 1.2, der 1 = ingen gaping, 2 = litt gaping og 3 = mye gaping. En høyere gaping score i "Post-rigor kontroll" filetene sammenlignet med de to andre variantene ble også observert etter injeksjon, og bekrefter at ved de anvendte prosessprotokollene er *pre-rigor* råstoff bedre egnet med hensyn til grad av gaping. Den observerte gaping scoren i filetene etter røyking viste generelt en liten økning i forhold til det som ble observert etter injeksjon for alle variantene.



**Figur 6.** Gaping score i laksefileter ved bruk av prosessprotokollene "Direkte prosessert", "Post-rigor kontroll" og "Saltlagret filet". 1 = ingen gaping, 2 = litt gaping og 3 = mye gaping. Figuren viser gjennomsnittsverdi (•) med 95 % konfidensintervaller.

### 3.6 Væskeslipp ved lagring i vakuum

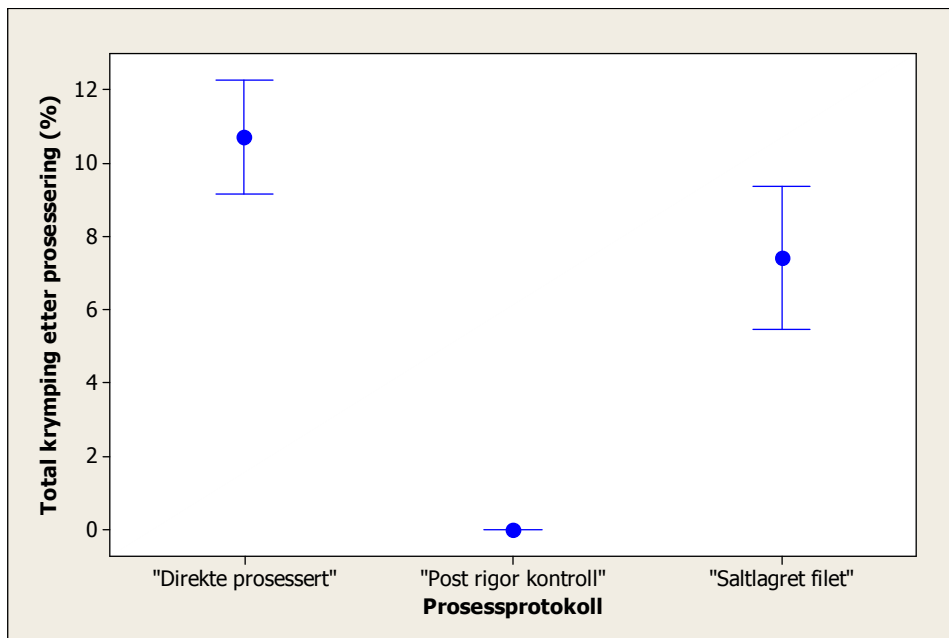
"Direkte prosesserte" fileter hadde et signifikant høyere ( $P < 0.001$ ) væskeslipp (%) ved lagring i vakuum sammenlignet med fileter produsert med prosessprotokollene "Post-rigor kontroll" og "Saltlagret filet" (Figur 7), der væskeslippet var på henholdsvis 0.9 %, 0.6 % og 0.5 %. Det var ingen signifikant forskjell mellom filetene fra gruppene "Post-rigor kontroll" og "Saltlagret filet".



**Figur 7.** Væskeslipp ved lagring i vakuum (14 dager, 3-4°C) i laksefileter ved bruk av prosessprotokollene ”Direkte prosessert”, ”*Post-rigor* kontroll” og ”Saltlagret filet”. 1 = ingen gaping, 2 = litt gaping og 3 = mye gaping. Figuren viser gjennomsnittsverdi (•) med 95 % konfidensintervaller.

### 3.7 Total filetkrymping under prosessering

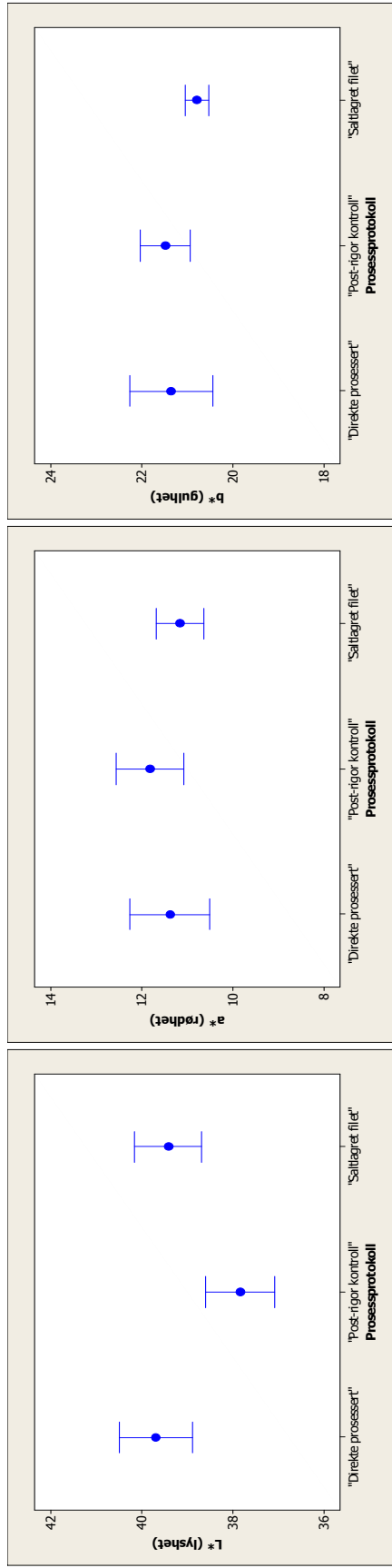
Total krymping av fileten i lengderetning etter prosessering (injeksjonssalting, tørking/røyking og lagring i vakuum) ble beregnet på bakgrunn av filetenes lengde før injeksjonssalting og etter lagring i vakuum som røykt fileten. Krymping av *pre-rigor* skåret fileter som forekommer under kjølelagring (4 dager), og som blir injeksjonssaltet *post-rigor*, blir dermed ikke tatt hensyn til i utregningene. En relativt stor grad av krymping under kjølelagring av *pre-rigor* skåret fileter av laks har blitt vist i litteraturen (10-15 %). Det var signifikante forskjeller ( $P < 0.001$ ) i grad av krymping etter lagring i vakuum mellom alle de tre variantene av røykte produkter (Figur 8). ”Direkte prosesserte” fileter krymper mest (10.7 %), ”Saltlagret filet” mindre (7.4 %) og ”*Post-rigor* kontroll” minst (0 %). Dette bekrefter observasjonene som ble gjort etter injeksjonssalting, at *pre-rigor* prosessert råstoff krymper mer sammenlignet med *post-rigor* prosessert. På bakgrunn av informasjonen som finnes i litteraturen kan man anta at den totale krympingen (%) av fileten i tidsrommet fra umiddelbart etter *pre-rigor* filetering til prøveuttak etter 14 dagers lagring i vakuum er relativt lik uavhengig av om filetene saltes/røykes som *pre-rigor* eller *post-rigor* fileten, men dette bør dokumenteres bedre. Visuell inspeksjon av de ulikt produserte filetenes geometriske utforming etter lagring i vakuum viste ingen tydelige tegn til ulik krymping.



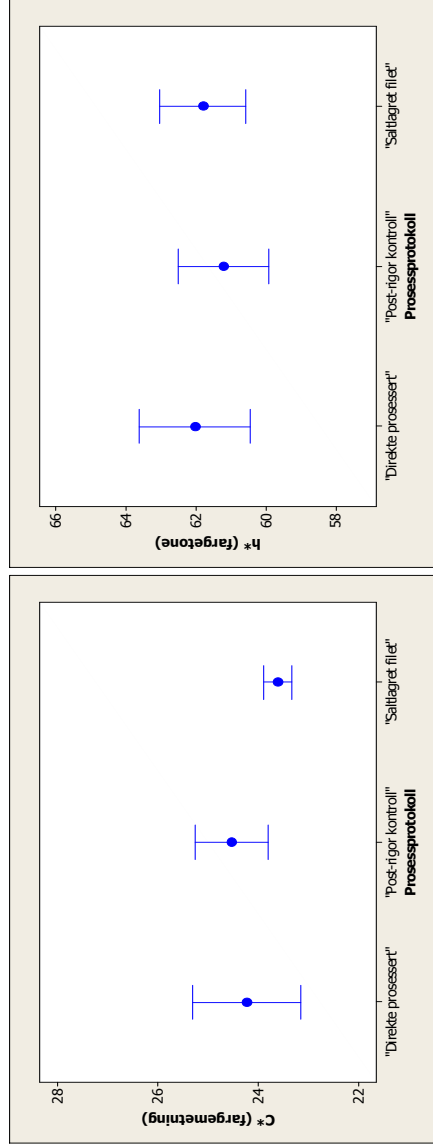
**Figur 8.** Total krymping (lengderetning) i laksefileter etter injeksjonssalting, tørking/røyking og lagring i vakuum (14 dager, 4°C) ved bruk av prosessprotokollene "Direkte prosessert", "Post-rigor kontroll" og "Saltlagret filet". Figuren viser gjennomsnittsverdi (•) med 95 % konfidensintervaller.

### 3.8 Instrumentell farge (Minolta L\*a\*b\*)

De instrumentelle fargeparametrene lyshet ( $L^*$ ), rødhhet ( $a^*$ ), gulhet ( $b^*$ ), fargemetning ( $C^*$ ) og fargetone ( $h^*$ ) ble målt i overflaten av de røykte filetene (Figur 9A og 9B). "Post-rigor kontroll" filetene ( $L^* = 37.8$ ) var signifikant ( $P=0.001$ ) mindre lyse sammenlignet med "Saltlagret filet" ( $L^* = 39.4$ ) og "Direkte prosesserte" ( $L^* = 39.7$ ) fileter. Det var ingen signifikant forskjell i overflatens lyshet mellom "Saltlagret filet" og "Direkte prosesserte" fileter. Ingen signifikante forskjeller ble observert i filetenes rødhhet, gulhet, fargemetning og fargetone mellom de tre ulike variantene av røykte produkter. I litteraturen blir den instrumentelle fargeparameteren  $h^*$  (fargetone) regnet som å korrelere bra med den fargen som en forbruker oppfatter når han ser på produktet.



**Figur 9A.** Instrumentelt målt lyshet ( $L^*$ ), rødhet ( $a^*$ ) og gulhet ( $b^*$ ) i overflaten av laksefileter etter injeksjons-salting, tørking/røyking og lagring i vakuum (14 dager, 4°C) ved bruk av prosessprotokollene "Direkte prosessert", "Post-rigor kontroll" og "Saltlagret filet". Figuren viser gjennomsnittsverdi (●) med 95 % konfidensintervaller.



**Figur 9B.** Instrumentelt målt fargemetning ( $C^*$ ) og fargetone ( $h^*$ ) i overflaten av laksefileter etter injeksjons-salting, tørking/røyking og lagring i vakuum (14 dager, 4°C) ved bruk av prosessprotokollene "Direkte prosessert", "Post-rigor kontroll" og "Saltlagret filet". Figuren viser gjennomsnittsverdi (●) med 95 % konfidensintervaller.

### 3.9 Teksturegenskaper i røykt filet

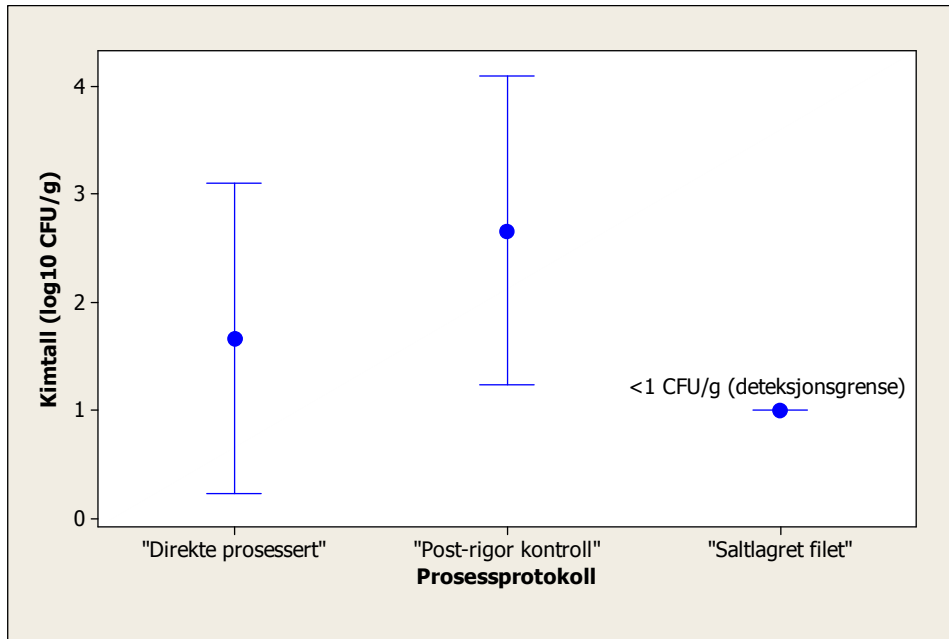
Teksturegenskapene i de røykte filetene ble målt instrumentelt med en Texture Analyser. 9 ulike egenskaper som beskriver filetenes tekstur ble undersøkt; adhesiveness ("klebrighet"), springiness ("elastisitet"), cohesiveness ("strekbarhet"), gumminess ("tyggbarhet"), resilience ("recovery etter nedtrykk"), kraft (g) ved 80, 60 og 40 % kompresjon av prøvens høyde (hardhet) og bruddpunkt (proben bryter gjennom filetenes overflate). Kraften (g) når proben trenger gjennom filetenes overflate (bruddpunkt) for "Direkte prosesserte" (1369 g) fileter var signifikant lavere ( $P=0.019$ ) sammenlignet med "Saltlagrede fileter" (1500 g) og "Post-rigor kontroll" (1477 g) fileter. Ingen av de andre undersøkte egenskapene ble funnet å være signifikant forskjellig mellom de ulike variantene av røykte fileter. Resultatene viser at det generelt sett er veldig liten forskjell i teksturegenskapene mellom de ulike variantene, men en forskjell i bruddpunkt antyder at filetenes overflate kan ha en noe ulik beskaffenhet. Dette må undersøkes / vurderes mer detaljert i de videre forsøkene i prosjektet.

### 3.10 Mikrobiologi

Vanlige parametere som forteller noe om mengden av bakterier, og dermed den mikrobiologiske kvaliteten av røykt laks er kimtallet. Mengden av psykrotrofe-, melkesyre- og  $H_2S$ -produserende bakterier forteller også noe om produktets mikrobiologiske kvalitet. Mengden av bakterier i produktet oppgis som  $\log_{10}$  av koloniformende bakterieenheter (CFU) per gram prøve ( $\log_{10} \text{CFU/g} = 1 = 10$  koloniformende enheter/g,  $\log_{10} \text{CFU/g} = 2 = 100$  koloniformende enheter/g, o.s.v.). Mattilsynets "Mikrobiologiske retningslinjer" ([www.mattilsynet.no](http://www.mattilsynet.no)) for røykt laks med hensyn til kimtall ved et "ikke standardisert analysetidspunkt" er  $5 \log_{10} \text{CFU/g}$  (god kvalitet) og  $6 \log_{10} \text{CFU/g}$  (dårlig kvalitet). Ved siste holdbarhetsdag for god og dårlig kvalitet er retningslinjene for kimtall på henholdsvis  $6 \log_{10} \text{CFU/g}$  og  $6.7 \log_{10} \text{CFU/g}$ .

"Post-rigor kontroll" filetene hadde signifikant høyere ( $P=0.014$ ) verdier for kimtall sammenlignet med de andre to variantene av produkter (Figur 10). Kimtallet var på henholdsvis  $2.7 \log_{10} \text{CFU/g}$ ,  $1.7 \log_{10} \text{CFU/g}$  og  $<1.0 \log_{10} \text{CFU/g}$  for "Post-rigor kontroll", "Direkte prosesserte" og "Saltlagrede fileter". Det var ingen signifikant forskjell i kimtall mellom "Saltlagrede fileter" og "Direkte prosesserte" fileter. I forhold til "Mattilsynets retningslinjer" har alle produktene et kimtall som tilsier at den mikrobiologiske kvaliteten er god.





**Figur 10.** Kimtall (log<sub>10</sub> CFU/g) i laksefileter etter injeksjonssalting, tørking/røyking og lagring i vakuum (14 dager, 4°C) ved bruk av prosessprotokollene "Direkte prosessert", "Post-rigor kontroll" og "Saltlagret filet". Figuren viser gjennomsnittsverdi (•) med 95 % konfidensintervaller.

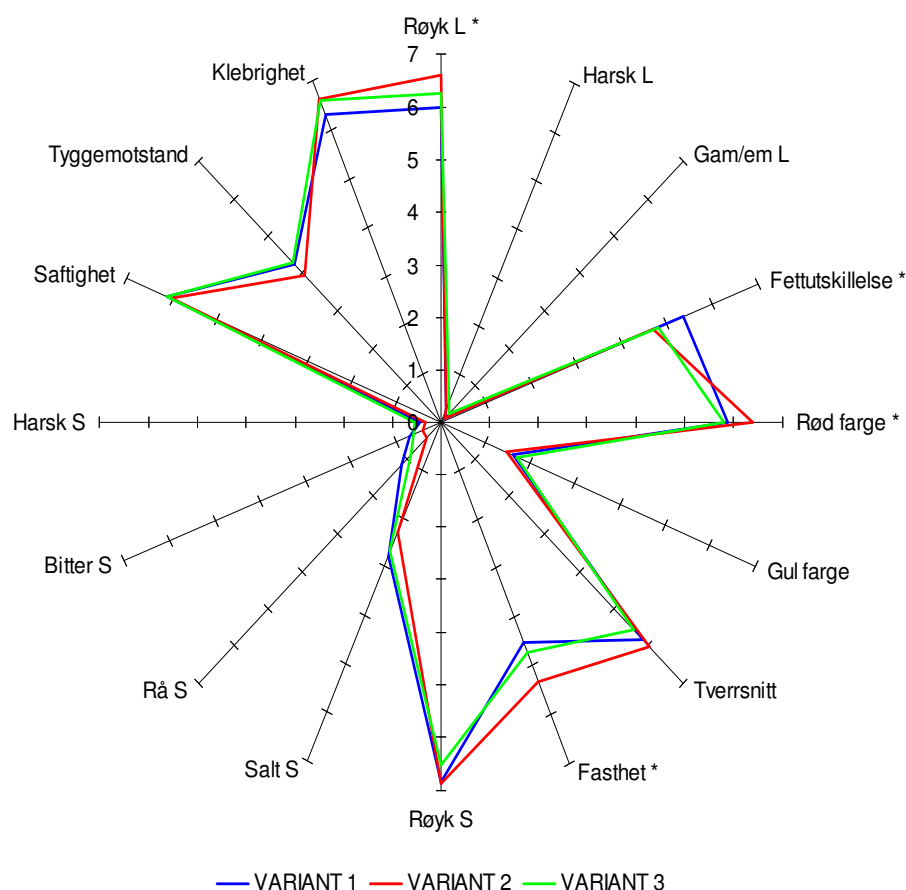
Nivået av psykrotrofe bakterier var høyere i "Post-rigor kontroll" filetene (2.7 log<sub>10</sub> CFU/g) sammenlignet med de to andre variantene (2.0 log<sub>10</sub> CFU/g), men forskjellen ble ikke funnet å være statistisk signifikant forskjellig. Det ble ikke positivt detektert koloniformende enheter av melkesyrebakterier eller H<sub>2</sub>S-produserende bakterier i produktene (<1 log<sub>10</sub> CFU/g = deteksjonsgrensen).

### 3.11 Sensorisk kvalitet av røykt filet

De tre variantene av røykte produkter ble bedømt ved bruk av en beskrivende sensorisk metode. Metoden gir svar på hvilke og hvor store forskjeller (intensitet fra ingen til høy, skala: 1-10) det er mellom de ulike variantene. De sensoriske egenskapene som ble bedømt var røyklukt, harsk lukt, gammel/emmen lukt, fettutskillelse på snittflaten, rødfarge, gulfarge, tverrsnitt (homogenitet av farge), fasthet/elasticitet, røyksmak, saltsmak, bitter smak, harsk smak, rå smak, saftighet, tyggemotstand og klebrighet.

For 4 av de 16 sensoriske egenskapene ble det funnet signifikante forskjeller (P<0.05) mellom de ulike variantene av røykt produkt (Figur 11). "Saltlagrede fileter" (intensitet: 6.6) ble bedømt til å ha en signifikant høyere intensitet av røykt lukt sammenlignet med "Post-rigor kontroll" (6.0) filetene. Det var ingen forskjell i intensiteten av røykt lukt mellom "Saltlagrede

fileter” og ”Dirrekte prosesserte” (6.3) fileter. ”*Post-rigor* kontroll” (5.3) hadde en signifikant høyere intensitet av fettutskillelse i snittflaten enn de to andre variantene (4.7 og 4.8). ”Saltlagrede fileter” (6.4 / 5.3) hadde en signifikant høyere intensitet av rødfarge og fasthet sammenlignet med ”*Post-rigor* kontroll” (5.9 / 4.5) og ”Direkte prosessert” (5.8 / 4.7) fileter. Resultatene viser at den sensoriske kvaliteten til de tre ulike variantene av røykt laks er av panelet bedømt som veldig lik basert på de betingelser som er satt opp i forsøksdesignet. For de 4 egenskapene der det ble avdekket forskjeller er disse ikke store i forhold til bedømt intensitet.

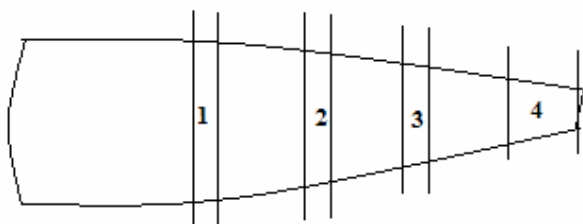


**Figur 11.** Sensorisk sammenligning av laksefileter etter injeksjonssalting, tørking/røyking og lagring i vakuum (14 dager, 4°C) ved bruk av prosessprotokollene ”*Post-rigor* kontroll” (VARIANT 1), ”Saltlagret filet” (VARIANT 2) og ”Direkte prosessert” (VARIANT 3). Figuren viser gjennomsnittverdier av dommerkarakterene ved bedømmelse av intensiteten for de ulike sensoriske egenskapene. L = lukt, S = smak, \* = egenskap med signifikant forskjell ( $P < 0.05$ ) mellom varianter.

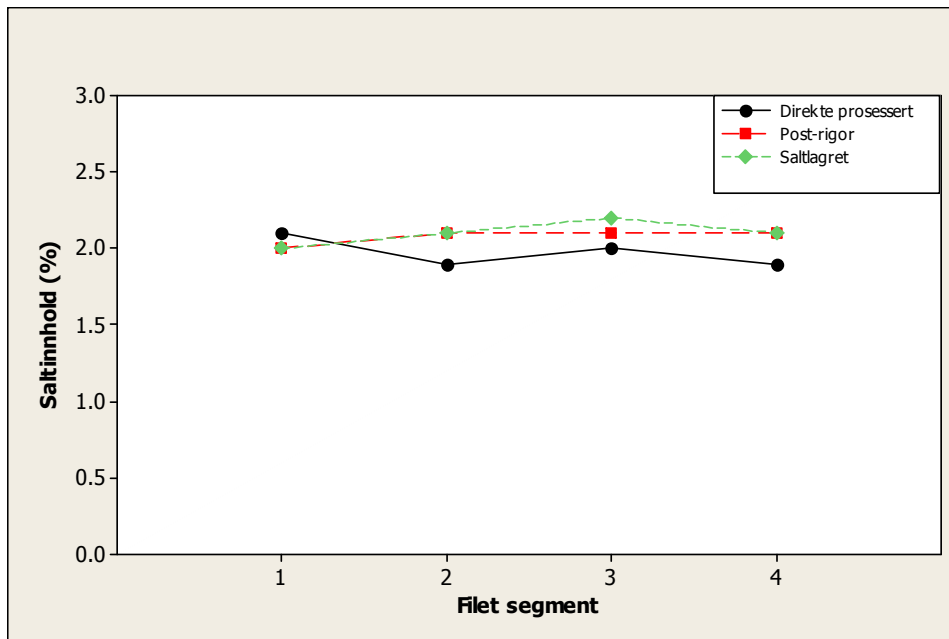
### 3.12 Saltinnhold og -fordeling i røykt filet

Saltinnholdet i de røykte filetene ble analysert i samleprøver av de ulike variantene av produkter. Et utsnitt (ca. 3 cm bredt) foran NQC av 5 fileter fra hver behandling ble homogenisert til en masse, og saltinnholdet ble analysert. Dette gir et svar på det gjennomsnittlige saltinnholdet i røykte fileter fra de ulike behandlingene. Saltinnholdet (%) i ”Post-rigor kontroll” var  $2.0 \pm 0.01$  %, i ”Saltlagrede fileter”  $2.1 \pm 0.05$  % og i ”Direkte prosessert”  $2.0 \pm 0.01$  %. Dette viser at gjennomsnittlig saltinnhold i de røykte produktene er lik i det definerte muskelutsnittet, uavhengig av hvilken prosessprotokoll som ble brukt.

Innholdet av salt i ulike segmenter i filetene i hode-hale retning forteller noe om homogeniteten av salt i muskelen. 4 segmenter fra 2 fileter fra hver variant ble analysert for saltfordeling (Figur 12). Det ble valgt å fokusere på områdene fra begynnelsen av ryggfinner og bakover til halen. Innholdet av fett avtar og innholdet av vann øker bakover mot halen i dette området, og det er kjent at det er i dette området man finner den største gradienten av salt i røykte produkter ved bruk av tørrsalting (økende saltinnhold bakover mot halen). Se også Rapport 20/2005, Oktober 2005 (forprosjektet), der saltfordelingen i kommersielt røykte produkter ble undersøkt.



**Figur 12.** Prøveuttak til undersøkelse av saltfordeling i røykte fileter.



**Figur 13.** Saltinnhold (%) i 4 ulike segmenter av røykt filet produsert etter ”Direkte prosessert”, ”Post-rigor” og ”Saltlagret” prosessprotokoll. (Se Figur 12 for forklaring av segmentplassering).

Det gjennomsnittlige saltinnholdet i alle de undersøkte segmentene (n=24) fra de tre ulike variantene av røykte fileter var på  $2.1 \pm 0.1\%$  (min. verdi: 1.8% og max. verdi: 2.2%). Det var ingen signifikant forskjell i saltinnholdet mellom de ulike segmentene innen hver filet fra de ulike variantene. Dette viser at det ved bruk av injeksjonssalting blir et homogent saltinnhold i røykte fileter i hode-hale retning og at den anvendte prosessprotokollen ikke påvirker homogeniteten av salt i muskelen. Dette ble også bekreftet for injeksjonssaltede fileter som ikke var røykt i Rapport 20/05 (forprosjektet). I den nevnte rapporten ble det også funnet at saltinnholdet i kommersielt røykte fileter (4 ulike produsenter), som kan antas å være tørrsaltet og røykt *post-rigor*, varierte kraftig. Saltinnholdet økte generelt bakover mot halen, der innholdet av salt i ”hodestykket” var i intervallet ca. 2.6-3.6% og i ”halestykket” i intervallet ca. 3.5-6.2%. Fileten som hadde den minst homogene fordelingen av salt i muskelen hadde et saltinnhold på 2.6% og 5.4% i henholdsvis ”hode-” og ”halestykket”.

## 4.0 OPPSUMMERING

- Graden av gaping (muskelspalting) i injeksjonssaltede fileter og i ferdig røykt produkt er signifikant lavere for *pre-rigor* råstoff sammenlignet med *post-rigor* råstoff
- Injeksjonssalting av *pre-rigor* fileter fører til en rask/umiddelbar krymping av filetene i lengderetningen (7-8 %). Den totale krympingen av *pre-rigor* fileter etter røyking og lagring var på 7-11 %. *Post-rigor* fileter krymper ubetydelig gjennom hele prosessen.
- Ingen forskjeller i utbytte (%) etter røyking ble funnet mellom ”*Post-rigor* kontroll” og ”Direkte prosesserte” fileter.
- Væskeslipp ved lagring i vakuum var signifikant høyere (0.3-0.4 %-poeng) for de ”Direkte prosesserte” filetene sammenlignet med de to andre variantene av røykte produkter.
- ”*Post-rigor* kontroll” filetene var signifikant mindre lyse i overflaten sammenlignet med ”Direkte prosesserte” og ”Saltlagrede fileter”. Ingen signifikante forskjeller ble funnet for fargeparametrene rødhet, gulhet, fargemetning og fargetone.
- Den målte kraften for å bryte gjennom filetenes overflate med en 20 mm sylindrisk probe (bruddpunkt) var signifikant lavere for ”Direkte prosesserte” fileter sammenlignet med de to andre gruppene. Filetoverflatens beskaffenhet bør derfor undersøkes i de videre forsøkene.
- ”*Post-rigor* kontroll” filetene hadde et signifikant høyere kimtall etter 14 dagers kjølelagring i vakuum sammenlignet med de to andre variantene, men alle variantene av røykte produkter har en mikrobiologisk kvalitet som er god i følge Mattilsynets anbefalinger (5 log<sub>10</sub> CFU/g) for hva som er god kvalitet ved et ikke standardisert analysetidspunkt.
- Små forskjeller mellom de ulike variantene av røykte produkter ble funnet ved sensorisk bedømmelse av produktene. Signifikante forskjeller i intensitet ble funnet for parametrene røykt lukt, fettutskillelse i snittflate, rød farge og fasthet.
- Gjennomsnittlig saltinnhold i de røykte filetene fra de ulike prosessprotokollene var likt (2.0-2.1 %), og fordelingen av salt i hode-hale retningen var meget homogen og lik (min: 1.8 % og max: 2.2 %) i fileter fra de ulike protokollene.
- I det videre arbeidet må det undersøkes effektene av temperatur under tørke og røykeprosessen på kvalitetsegenskapene og om kombisalting (injeksjon + tørrsalting) vil kunne bidra til å endre røykte fileters overflateegenskaper