

**RAPPORT 7/2006, Desember 2006**

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

Effekten av ulike prosessbetingelser på kvalitet av røykte produkter –  
grunnlag for prosessoptimalisering

Sveinung Birkeland og Leif Akse

## RAPPORT 7/2006, Desember 2006

<b>Rapportnr.:</b>	7/2006		
<b>Tilgjengelighet:</b>	Åpen		
<b>Tittel:</b>	Pre-rigor filet av laks som råstoff til salting og røyking Effekten av ulike prosessbetingelser på kvalitet av røykte produkter – grunnlag for prosessoptimalisering		
<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>Ansvarlig sign.:</b>		<b>Dato:</b>	22.11.06
		<b>Omfang:</b>	16 sider
<b>Oppdragsgiver:</b>	Norske Sjømatbedrifters Servicekontor Boks 639, Sentrum 7406 Trondheim	<b>Referanse:</b>	Håvard Jørgensen

## INNHALDSFORTEGNELSE

1.0 EKSPERIMENTELT.....	4
1.1 Råstoff.....	4
1.2 Salting.....	4
1.3 Røyking.....	4
1.4 Vakuumpakking.....	5
1.5 Målinger og analyser.....	5
1.6 Forsøksoppsett.....	6
2.0 RESULTATER.....	6
2.1 Forsøk I – Effekt av temperatur og lufthastighet under tørking/røyking på kvalitet av pre-rigor injeksjonssaltede fileter.....	6
2.1.1 Vektendring etter salting.....	6
2.1.2 Hoved- og kombinasjonseffekter av temperatur og luft- hastighet på prosessutbytte og væskeslipp under lagring.....	6
2.1.3 Hoved- og kombinasjonseffekter av temperatur og luft- hastighet på sensoriske egenskaper (sensorisk profil).....	7
2.1.4 Hoved- og kombinasjonseffekter av temperatur og luft- hastighet på teksturegenskaper.....	9
2.2 Forsøk II – Effekt av saltemetode og temperatur under tørking/røyking på kvalitet i røykte fileter.....	10
2.2.1 Vektendring etter salting.....	11
2.2.2 Hoved- og kombinasjonseffekter av saltemetode og temperatur på prosessutbytte og væskeslipp under lagring.....	11
2.2.3 Hoved- og kombinasjonseffekter av saltemetode og temperatur på sensoriske egenskaper (senorisk profil).....	12
2.2.4 Hoved- og kombinasjonseffekter av saltemetode og temperatur på teksturegenskaper.....	13
2.2.5 Fordeling av salt i røykte produkter.....	15
3.0 OPPSUMMERING/KONKLUSJON.....	16

## 1.0 EKSPERIMENTELET

### 1.1 Råstoff

Laks av superior kvalitet ( $4408 \pm 367$ g,  $n=24$ ) ble hentet ved et lokalt slakteri og filetert maskinelt i pre-rigor tilstand (<6 timer etter slakt) ved Norconserv AS og umiddelbart saltet.

### 1.2 Salting

Filetene ble injeksjonssaltet (25 % saltlake, ca. 10-12°C) i pre-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. 16 fileter ble også tørrsaltet pre-rigor (24t, 3-4°C).

### 1.3. Røyking

Umiddelbart etter salting (injeksjon/tørr) ble filetene røykt under ulike prosessbetingelser (temperatur og lufthastighet) (Tabell 1).

**Tabell 1.** Gjennomsnitt av logget<sup>1</sup> temperatur (°C), lufthastighet (m/s) og relativ fuktighet (%) under prosessering av de ulike gruppene av røykte fileter.

Saltemetode	Temperatur (°C)	Lufthastighet (m/s)	Relativ. Fukt. (%)
Injeksjon	20.1±0.7	0.5	68±8
Injeksjon	20.8±0.7	1.0	73±4
Injeksjon	26.6±2.3	0.5	55±9
Injeksjon	27.1±1.4	1.0	49±5
Tørr	20.1±0.7	0.5	68±8
Tørr	26.6±2.3	0.5	55±9

<sup>1</sup>Logginger ble utført hvert minutt gjennom hele prosessen.

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 prosestetid er 480 minutter.

## 1.4 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.

## 1.5 Målinger og analyser

Målinger og analyser som ble utført under forsøket var; vektendring etter salting (%), prosessutbytte (%), instrumentelle teksturmålinger, veskeslipp under vakuumlagring (%), fordeling av salt og sensoriske egenskaper.

Teksturegenskapene hardhet, frakturabilitet (bruddpunkt) og skjærkraft ble kvantifisert ved bruk av en Texture Analyser (TA.TX. Plus Texture Analyser, Stable Microsystems Ltd., Surrey, UK). 17 ulike sensoriske egenskaper for utseende, lukt, smak og konsistens ble evaluert av et dommerpanel (Tabell 2). Panelet bestod av 4 dommere, og det ble gjennomført to gjentak for hvert produkt. Dommerkarakterene ble gitt på en skala fra 1 til 9, der 1 = lav intensitet og 9 = høy intensitet av den vurderte responsen. Dommerpanelet var på forhånd trent til å vurdere sensoriske egenskaper i "tradisjonelle" post-rigor tørrsaltede og røykte produkter.

**Tabell 2.** Profileringskjema for røykt laks.

Respons	Dommercore	
	1	9
Farge	Gul	Rød
Fargefordeling	Ujevn	Jevn
Overflatehinne	Lite	Mye
Røyklukt	Svak	Sterk
Harsklukt	Ingen	Mye
Gammel/emmen lukt	Ingen	Mye
Råsmak	Ingen	Mye
Røyksmak	Svak	Sterk
Røyksmak	Syrlig	Søt
Saltsmak	Lite	Mye
Harsksmak	Ingen	Mye
Bismak	Ingen	Mye
Fasthet	Myk	Fast
Saftighet	Tørr	Saftig
Oljeaktig	Lite	Mye
Tyggemotstand	Lite	Mye
Kleberighet	Lite	Mye

## **1.6 Forsøksoppsett**

To forsøk ble satt opp, der man i Forsøk I ønsket å undersøke effekten av tørke/røyketemperatur (20 og 27°C) og lufthastighet under prosessering (0.5 og 1.0 m/s) på kvalitetsegenskaper i pre-rigor injeksjonssaltede fileter, mens man i Forsøk II ønsket å undersøke effektene av saltemetode (pre-rigor tørrsalting og pre-rigor injeksjonssalting) og tørke/røyketemperatur (20 og 27°C) på ulike kvalitetsegenskaper.

## **2.0 RESULTATER**

### **2.1. Forsøk I – Effekt av temperatur og lufthastighet under tørking/røyking på kvalitet av pre-rigor injeksjonssaltede fileter**

Formålet med forsøket var å undersøke hvilke effekter temperatur (20 og 27°C) og lufthastighet (0.5 og 1.0 m/s) under tørke/røykeprosessen har på utvalgte kvalitetsparametere i direkteprosesserte fileter av laks (pre-rigor filetering og injeksjon; <6 t etter slakt, tørking/røyking; umiddelbart etter injeksjon).

#### *2.1.1 Vektendring etter salting*

Vektendringen (%) (vektendring av saltet filet i forhold til vekt av rå filet) etter injeksjonssalting ved konstante betingelser (Guenther Brine Injector, trykk: 1.5 bar, nålehastighet: 30 slag/min, lakestyrke: 25 %) av alle filetene (n=32) som ble brukt i forsøket var  $+5.2 \pm 0.9$  %. En vektøkning av pre-rigor fileter etter injeksjon på 5.2 % ved de anvendte injeksjonsbetingelsene samsvarer med observasjonene som ble gjort i de foregående forsøkene i prosjektet.

#### *2.1.2 Hoved- og kombinasjonseffekter av temperatur og lufthastighet på prosessutbytte og væskeslipp under lagring i vakuum*

Høy temperatur (27°C) eller høy lufthastighet (1.0 m/s) fører til et signifikant ( $P < 0.001$ ) lavere prosessutbytte (3 %-poeng) sammenlignet med henholdsvis lavt temperatur (20°C) og lav lufthastighet (0.5 m/s) (Tabell 3).

Det ble også observert signifikante ( $P < 0.001$ ) kombinasjonseffekter av temperatur og lufthastighet på prosessutbytte. Kombinasjonen av høy temperatur og høy lufthastighet fører til en ytterligere reduksjon i prosessutbytte (95 %) mens kombinasjonen av lav temperatur og lav lufthastighet fører til en ytterligere økning i prosessutbytte (102 %).

Dette viser at relativt enkle justeringer av prosessprotokollen (temperaturer og lufthastigheter) kan brukes til å styre/varierte prosessutbyttet med hele 7 %-poeng (fra 95 til 102 %).

Det ble ikke observert signifikante effekter av temperatur eller lufthastighet på væskeslipp (range; 0.9-1.2 %) under lagring i vakuum (14 d, 3-4°C) (Tabell 3).

Prosessutbytte ble bestemt som vekt av røykt filet i forhold til vekt av rå filet mens væskeslipp ble bestemt som vekt av væske i vakuumposen i forhold til vekt av ulagret røykt filet.

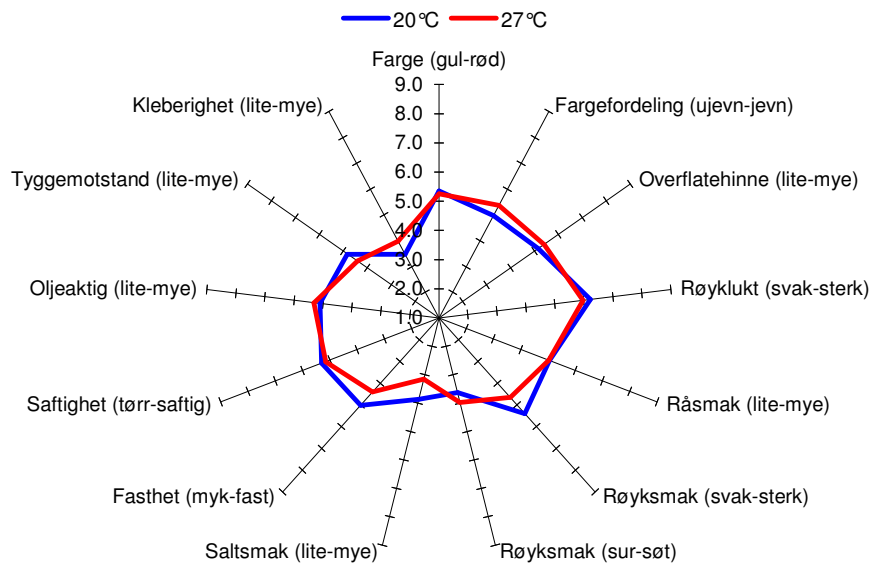
**Tabell 3.** Hovedeffekter av temperatur og lufthastighet under tørking/røyking på prosessutbytte (%) og væskeslipp (%) under lagring i vakuum (14 d, 3-4°C) av pre-rigor injeksjonssaltede fileter.

	Prosessutbytte (%)	Væskeslipp (%)
<b>Temperatur (°C)</b>		
20	101±1.2	0.9±0.3
27	98±2.3	1.2±0.4
<i>P-verdi</i> <sup>1</sup>	<0.001	0.058
<b>Lufthastighet (m/s)</b>		
0.5	101±1.3	1.1±0.3
1.0	98±1.9	1.0±0.5
<i>P-verdi</i> <sup>1</sup>	<0.001	0.753

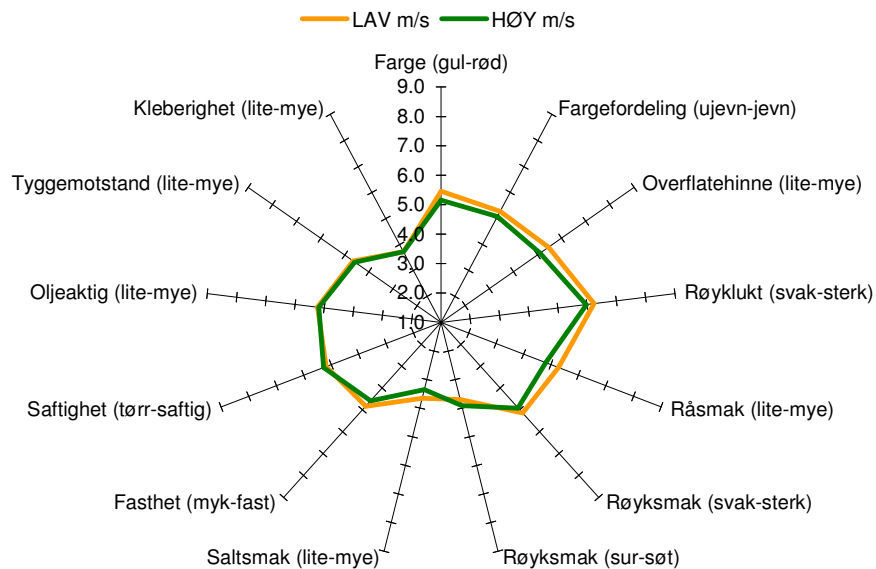
<sup>1</sup>P-verdi <0.05 angir signifikante forskjeller mellom behandling.

### 2.1.3 Hoved- og kombinasjonseffekter av temperatur og lufthastighet på sensoriske egenskaper (sensorisk profil)

De sensoriske egenskapene utseende, lukt, smak og konsistens (totalt 17 responser) ble vurdert i de røykte filetene. Panelet bestod av 4 dommere, og det ble gjennomført to gjentak for hvert produkt. Dommerkarakterene ble gitt på en skala fra 1 til 9, der 1 = lav intensitet og 9 = høy intensitet av den vurderte responsen. Dommerpanelet var på forhånd trent til å vurdere sensoriske egenskaper i ”tradisjonelle” post-rigor tørrsaltede og røykte produkter. Det ble ikke observert noen signifikante effekter av temperatur (20 og 27°C) eller lufthastighet (0.5 og 1.0 m/s) på de sensoriske egenskapene av de røykte filetene (Figur 1A og 1B).



**Figur 1A.** Hovedeffekter av tørke/røyketemperatur (20 og 27 °C) på den sensoriske profilen av pre-rigor injeksjonssaltede fileter. Dommerkarakterene ble gitt på en skala fra 1 til 9, der 1 = lav intensitet og 9 = høy intensitet av den vurderte responsen.



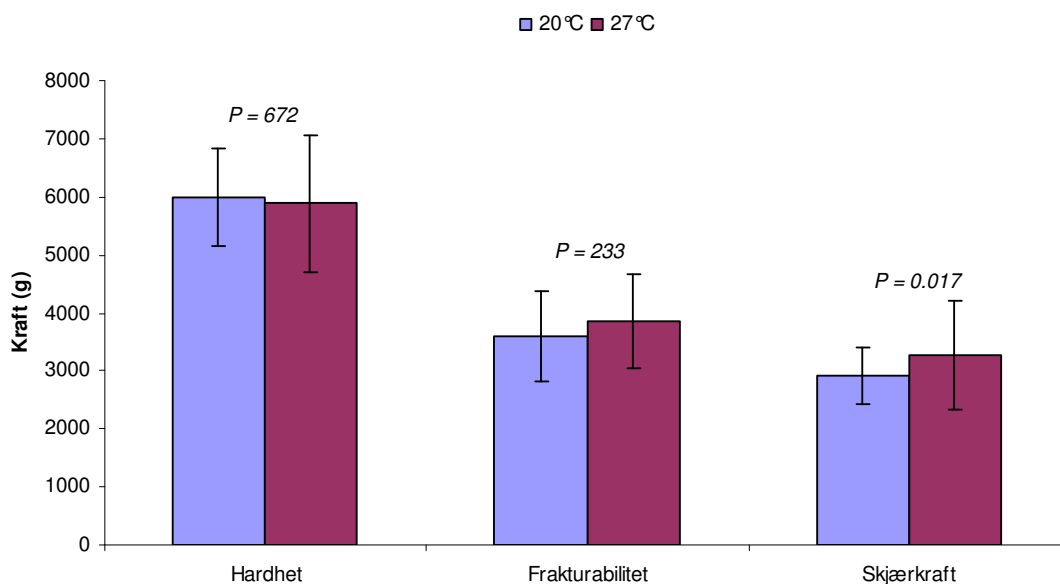
**Figur 1B.** Hovedeffekter av lufthastighet (0.5 og 1.0 m/s) under tørke/røykeprosessen på den sensoriske profilen av pre-rigor injeksjonssaltede fileter. Dommerkarakterene ble gitt på en skala fra 1 til 9, der 1 = lav intensitet og 9 = høy intensitet av den vurderte responsen.



Et viktig aspekt med hensyn til de sensoriske egenskapene av produktet, basert på observasjoner ved tidligere forsøk i prosjektet, var produktets overflatebeskaffenhet (grad av røykehinne/hinnedannelse). Ulike kombinasjoner av de undersøkte tørke/røyketemperaturer og lufthastigheter under prosessering hadde ingen effekt på grad av hinnedannelse på overflaten av de røykte produktene basert på dommerscore for de ulike produktene. Dommerscoren for overflatehinne varierte mellom 5.1 – 5.5 for de injeksjonssaltede produktene. Siden intensiteten av overflatehinnen ble vurdert av dommerne til å være ca. 5.5, på en skala fra 1-9, indikerer dette at produktene har en ”moderat røykehinne”.

#### 2.1.4 Hoved- og kombinasjonseffekter av temperatur og lufthastighet på teksturegenskaper

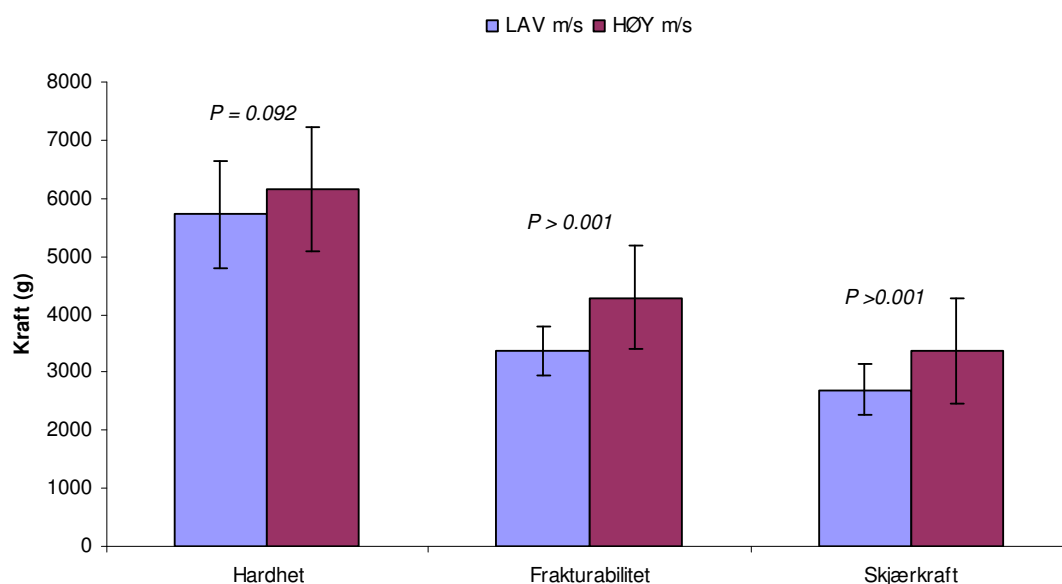
Høy temperatur (27°C) fører til en signifikant høyere ( $P < 0.05$ ) skjærkraft (3268 g) i de røykte filetene sammenlignet med lav temperatur (20°C, 2809 g) (Figur 2). Det ble ikke observert noen signifikante effekter av de undersøkte tørke/røyketemperaturene på hardhet (5881 vs. 5991 g) eller frakturabiliteten (3602 vs. 3864 g) i de røykte filetene.



**Figur 2.** Hovedeffekt av tørke/røyketemperatur (20 og 27 °C) på teksturegenskapene hardhet, frakturabilitet og skjærkraft i injeksjonssaltede fileter.  $P$ -verdier  $< 0.05$  indikerer signifikante forskjeller i de individuelle teksturegenskapene mellom fileter prosessert ved ulik temperatur.

Høy lufthastighet (1.0 m/s) under prosessering fører til at de røykte filetene har en signifikant ( $P < 0.001$ ) høyere skjærkraft (3376 vs. 2702 g) og frakturabilitet (4292 vs. 3360 g) sammenlignet med fileter prosessert med lav (0.5 m/s) lufthastighet (Figur 3). Selv om det ikke ble observert signifikante forskjeller i hardhet mellom fileter prosessert med høy og lav

lufthastighet, synes det å være en trend ( $P=0.092$ ) mot at høy lufthastighet fører til en økende hardhet av de røykte filetene.



**Figur 3.** Hovedeffekt av lufthastighet (0.5 og 1.0 m/s) under tørke/røykeprosessen på teksturegenskapene hardhet, frakturabilitet og skjærkraft i injeksjonssaltede fileter.  $P$ -verdier  $<0.05$  indikerer signifikante forskjeller i de individuelle teksturegenskapene mellom fileter prosessert ved ulik lufthastighet.

Det ble observert signifikante ( $P<0.05$ ) kombinasjonseffekter av temperatur og lufthastighet på responsene hardhet og skjærkraft. Kombinasjonen av høy temperatur og høy lufthastighet fører til en ytterligere økning i hardhet (6431 g) og skjærkraft (3908 g) og kombinasjonen høy temperatur og lav lufthastighet fører til en reduksjon i hardhet (5366 g) og skjærkraft (2629 g).

## 2.2 Forsøk II – Effekt av saltemetode og temperatur under tørking/røyking på kvalitet i røykte fileter

Formålet med forsøket var å undersøke hvilke effekter saltemetode (pre-rigor injeksjonssalting og pre-rigor tørrsalting) og temperatur under tørking/røyking (20 og 27 °C) har på utvalgte kvalitetsparametere i røykte fileter. Lufthastigheten ble holdt konstant (0.5 m/s) under dette forsøket. Alle filetene ble pre-rigor filetert og salting gjennomført/startet  $<6$  t etter slakt. Filetene ble umiddelbart røykt etter salting. Tørrsalting ble gjennomført i 24 t ved 3-4 °C.

### 2.2.1 Vektendring etter salting

Vektendringen av filetene (n=16) etter injeksjonssalting (Guenther Brine Injector, trykk: 1.5 bar, nålehastighet: 30 slag/min, lakestyrke: 25 %) sammenlignet med tørrsalting (24 t, 3-4°C) var signifikant forskjellig (P<0.001). Injeksjonssalting førte til en vektøkning på 5.4±0.8 % (utbytte; 105.4 %) mens tørrsalting førte til en reduksjon i vekt på -6.9±0.4 % (utbytte; 93.1 %).

### 2.2.2 Hoved- og kombinasjonseffekter av saltemetode og temperatur på prosessutbytte og væskeslipp under lagring i vakuum

Injeksjonssalting (101±1.3 %) fører til et signifikant (P<0.001) høyere prosessutbytte (10 %-poeng) sammenlignet med tørrsalting (91±1.1) ved like prosessbetingelser (Tabell 4). Høy temperatur (27°C, 97±1.4 %) under tørking/røyking fører til et signifikant (P<0.001) lavere prosessutbytte (2 %-poeng) sammenlignet med lav temperatur (20°C, 95±1.3 %).

Høy prosessstemperatur fører også til et signifikant (P=0.021) høyere væskeslipp (0.3 %-poeng) i vakuum sammenlignet med lav temperatur. Det ble ikke observert noen signifikante kombinasjonseffekter av saltemetode og tørke/røyketemperatur på utbytte eller væskeslipp i vakuum.

Observasjonene i dette forsøket mht. effekt av temperatur på prosessutbytte og væskeslipp i vakuum korresponderer med observasjonene i forsøket beskrevet over (Forsøk I).

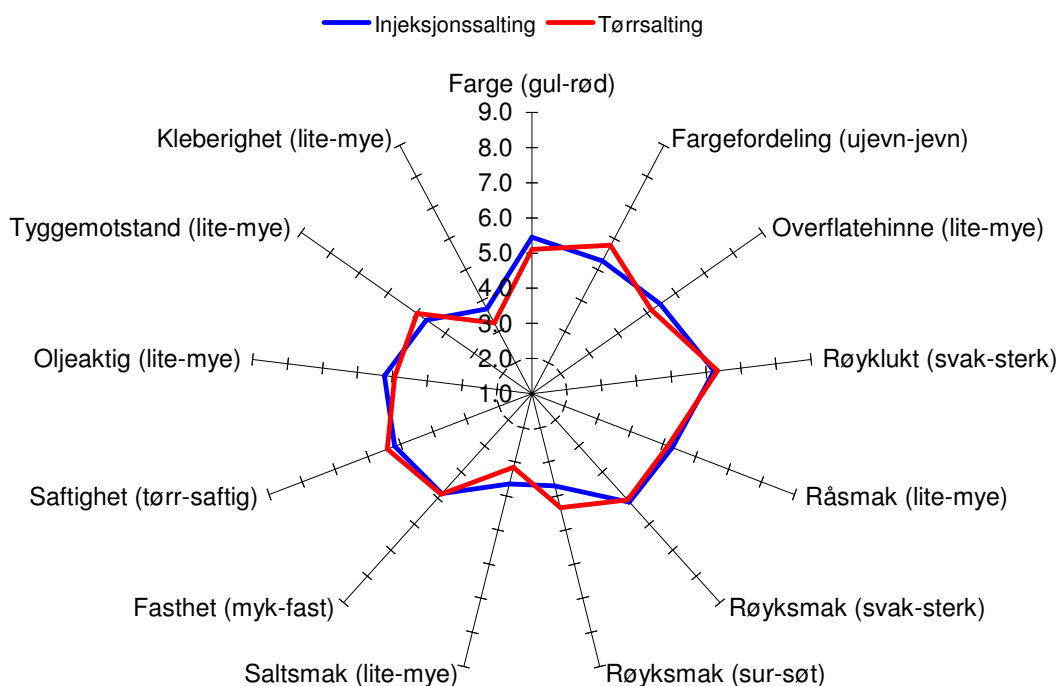
**Tabell 4.** Hovedeffekter av saltemetode og temperatur under tørking/røyking på prosessutbytte (%) og væskeslipp (%) under lagring i vakuum (14 d, 3-4°C) av pre-rigor saltede fileter.

	Prosessutbytte (%)	Væskeslipp (%)
<b>Saltemetode</b>		
Injeksjonssalting	101±1.3	1.1±0.3
Tørrsalting	91±1.1	1.3±0.4
P-verdi <sup>1</sup>	<0.001	0.127
<b>Temperatur (°C)</b>		
20	97±1.4	1.0±0.2
27	95±1.3	1.3±0.4
P-verdi <sup>1</sup>	<0.001	0.021

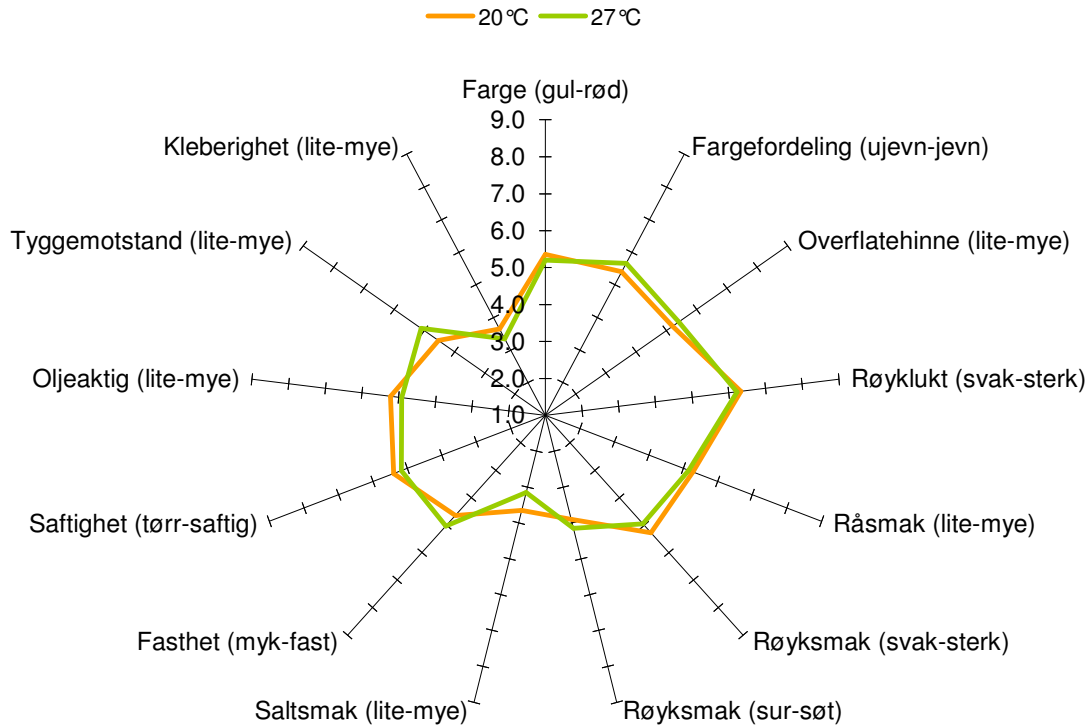
<sup>1</sup>P-verdi <0.05 angir signifikante forskjeller mellom behandling.

### 2.2.3 Hoved- og kombinasjonseffekter av saltemetode og temperatur på sensoriske egenskaper (sensorisk profil)

Det ble ikke observert noen signifikante hoved- eller kombinasjonseffekter av saltemetode (injeksjonssalting og tørrsalting) eller temperatur (20 og 27°C) på de sensoriske egenskapene i de røykte filetene (Figur 4A og 4B).



**Figur 4A.** Hovedeffekter av saltemetode (injeksjonssalting og tørrsalting) på den sensoriske profilen av pre-rigor saltede fileter. Dommerkarakterene ble gitt på en skala fra 1 til 9, der 1 = lav intensitet og 9 = høy intensitet av den vurderte responsen.

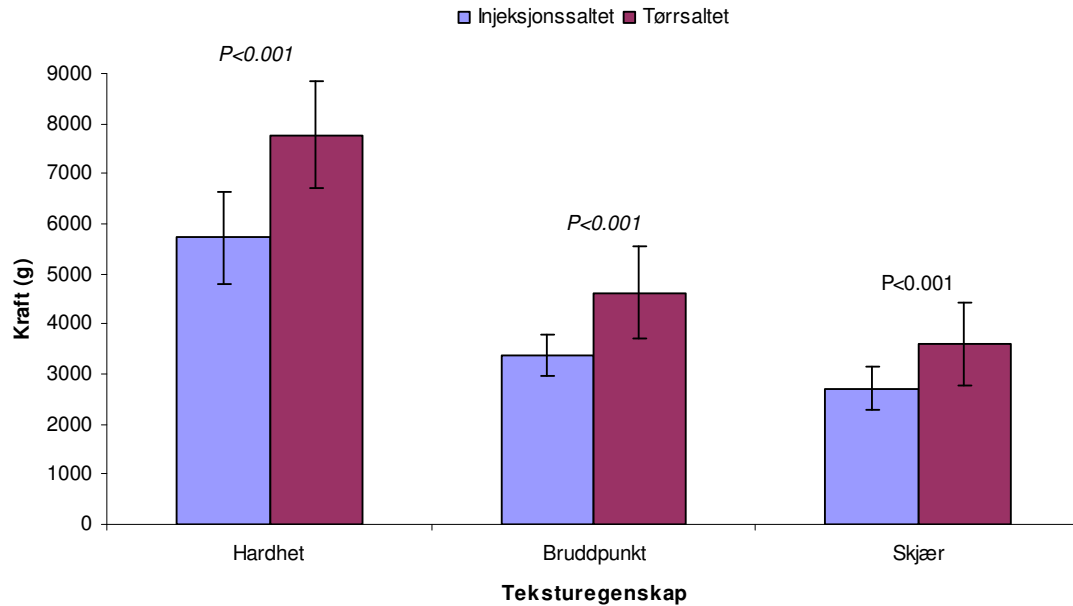


**Figur 4B.** Hovedeffekter av temperatur (20 og 27°C) under tørke/røykeprosessen på den sensoriske profilen av pre-rigor saltede fileter. Dommerkarakterene ble gitt på en skala fra 1 til 9, der 1 = lav intensitet og 9 = høy intensitet av den vurderte responsen.

#### 2.2.4 Hoved- og kombinasjonseffekter av saltemetode og temperatur på teksturegenskaper

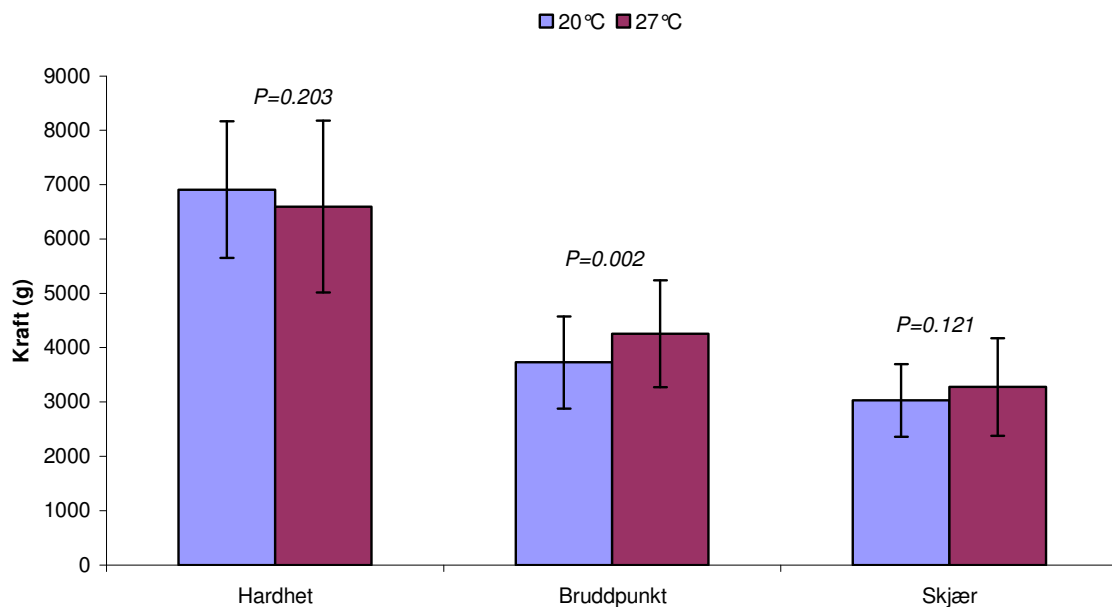
Hovedeffektene av den anvendte saltemetoden (injeksjonssalting vs. tørrsalting) og prosistemperatur (20°C vs. 27°C) på teksturegenskapene hardhet, skjærkraft og bruddpunkt ble undersøkt i røykte fileter (Figur 5A og 5B).

Tørrsalting fører til at de røykte produktene får en signifikant ( $P < 0.001$ ) hardere tekstur, høyere kraft ved bruddpunkt og en høyere skjærkraft sammenlignet med injeksjonssalting (Figur 5A).



**Figur 5A.** Hovedeffektene av ulik saltemetode (injeksjonssalting vs. tørrsalting) på teksturegenskapene hardhet, bruddpunkt og skjærkraft i røykte fileter.

Høy temperatur (27°C) fører til en signifikant ( $P < 0.05$ ) høyere kraft ved bruddpunkt (frakturabilitet) sammenlignet med lav temperatur (20°C) (Figur 5B). Det ble ikke observert noen signifikante effekter av temperatur på hardhet og skjærkraft i røykte fileter.

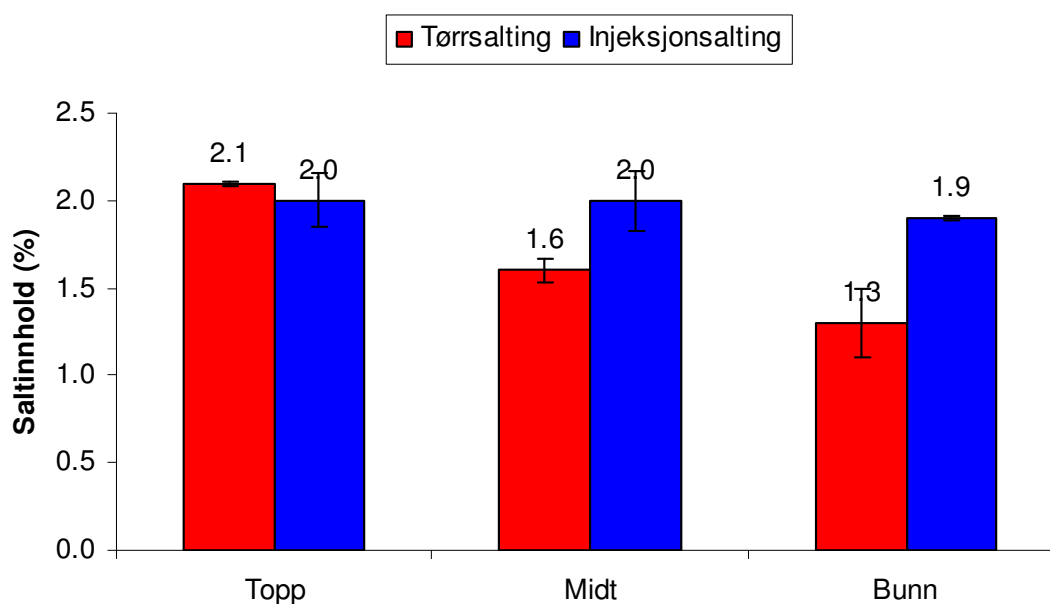


**Figur 5B.** Hovedeffektene av ulik prosistemperatur (20 vs. 27°C) på teksturegenskapene hardhet, bruddpunkt og skjærkraft i røykte fileter.

Det ble observert en signifikant ( $P=0.015$ ) kombinasjonseffekt av saltemetode og temperatur på responsen skjærkraft. Kombinasjonene tørrsalting og høy temperatur og injeksjonssalting og høy temperatur fører til henholdsvis en økning (3924 g) og reduksjon (2629 g) i skjærkraften. Ingen signifikante kombinasjonseffekter av saltemetode og temperatur ble observert for responsene hardhet og bruddpunkt.

### 2.2.5 Fordeling av salt i røykte produkter

Fordelingen av salt i tørr- og injeksjonssaltet (pre-rigor) røykte fileter ble undersøkt ved å måle saltinnhold i tre ulike sjikt/lag av fileten i vertikal retning i forkant av NKS. Muskelen ble delt inn i et overflatelag (topp) og et mellomsjikt (midt) og et lag tett inn mot skinnsiden (bunn). Saltinnholdet ble signifikant ( $P<0.05$ ) redusert i vertikal retning i de tørrsaltede filetene mens for de injeksjonssaltede filetene var saltinnholdet i de ulike sjiktene lik (Figur 6). Dette viser at pre-rigor fileter er lite egnet til tørrsalting med hensyn til homogeniteten av salt i de røykte produktene. Dette er i samsvar med det som tidligere er rapportert i litteraturen ved salting av pre-rigor fileter.



**Figur 6.** Innhold av salt (%) i røykte fileter i overflatsjiktet (topp), mellomsjiktet (midt) og bunnsjiktet (bunn) etter tørr- og injeksjonssalting.

### 3.0 OPPSUMMERING/KONKLUSJON

- Tørke/røyketemperatur (20 og 27°C) og lufthastighet (0.5 og 1.0 m/s) påvirker prosessutbyttet signifikant og ulike kombinasjoner av disse variablene i det undersøkte området kan brukes til å styre utbyttet innenfor et intervall på 7 %-poeng for pre-rigor injeksjonssaltede fileter.
- Det ble ikke observert noen signifikante hovedeffekter av temperatur og lufthastighet på den sensoriske profilen av pre-rigor injeksjonssaltede og røykte produkter.
- Instrumentelle målinger av teksturegenskaper viser at høy temperatur (27°C) fører til en signifikant høyere skjærkraft i pre-rigor injeksjonssaltede og røykte produkter sammenlignet med lav temperatur (20°C).
- Instrumentelle målinger av teksturegenskaper viser at høy lufthastighet (1.0 m/s) fører til en signifikant høyere frakturabilitet og skjærkraft i pre-rigor injeksjonssaltede og røykte produkter sammenlignet med lav lufthastighet (0.5 m/s).
- Pre-rigor tørrsaltede fileter mister 6.9 % vekt under salteprosessen, mens pre-rigor injeksjonssaltede fileter øker vekten med 5.4 % ved de anvendte betingelsene, noe som også gjenspeiler seg i prosessutbytte.
- Lav prosessstemperatur fører til et høyere prosessutbytte sammenlignet med høy prosessstemperatur for både pre-rigor tørr- og injeksjonssaltede fileter.
- Ved bruk av pre-rigor fileter, observeres det ingen signifikante hovedeffekter av saltemetode (tørr- og injeksjonssalting) eller prosessstemperatur (20 og 27°C) på den sensoriske profilen av røykte produkter.
- Instrumentelle målinger av teksturegenskapene viser at pre-rigor tørrsalting fører til at de røykte produktene er signifikant hardere/fastere sammenlignet med pre-rigor injeksjonssaltede produkter.
- Injeksjonssalting fører til en mer homogen fordeling av salt i ulike vertikale sjikt av muskelen i røykte fileter sammenlignet med tørrsalting når, pre-rigor fileter brukes