

Antimikrobiell effekt av vann og is produsert med **PETFROST**

Torbjørn Tobiassen, Mette S. Wesmajervi og Leif Akse





Nofima er et næringsrettet forskningskonsern som sammen med akvakultur-, fiskeri- og matnæringen bygger kunnskap og løsninger som gir merverdi. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked, og har om lag 470 ansatte. Konsernet har hovedkontor i Tromsø og virksomhet i Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Averøy.

Hovedkontor Tromsø
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: nofima@nofima.no

Internett: www.nofima.no



Vi driver forskning, utvikling, nyskaping og kunnskapsoverføring for den nasjonale og internasjonale fiskeri- og havbruksnæringa. Kjerneområdene er avl og genetikk, fôr og ernæring, fiskehelse, bærekraftig og effektiv produksjon samt fangst, slakting og primærprosessering.

Nofima Marin AS
Nofima Marin
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: marin@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Rapport

ISBN: 978-82-7251-712-9(trykt)
 ISBN: 978-82-7251-713-6(pdf)

Rapportnr:
 35/2009

Tilgjengelighet:
Åpen

<p><i>Tittel:</i> Antimikrobiell effekt av vann og is produsert med PETFROST</p>	<p><i>Dato:</i> 23.11.09</p>
<p><i>Forfatter(e):</i> Torbjørn Tobiassen, Mette S. Wesmajervi og Leif Akse</p>	<p><i>Antall sider og bilag:</i> 14</p>
<p><i>Oppdragsgiver:</i> FHS / FHL -Filetforum</p>	<p><i>Prosjektnr.:</i>20507 <i>Oppdragsgivers ref.:</i> Kristian Prytz</p>
<p><i>Tre stikkord:</i> Laks, Holdbarhet, PETFROST</p>	
<p>Målet var å teste om bruk av ozonbehandlet vann og is under prosessering og lagring av laks forlenger holdbarheten og gir en bedre kvalitet. Det skulle undersøkes hvilke effekt ozonbehandlet vann/is hadde på overlevelse av Listeria. Laksen ble slaktet ved Nordlaks sitt slakteri og fisken ble delt inn i fire grupper.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med ozonbehandlet vann rett før den ble pakket i kasser og dekket med ozonbehandlet is. 2. Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med vanlig vann før den ble pakket i kasser og dekket med vanlig is. 3. Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med ozon behandlet vann før pakking i kasser og dekket med vanlig is. 4. Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med vanlig vann rett før pakking i kasser og dekket med ozon behandlet is. <p>Følgende analyser ble gjennomført på forsøksfisken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Totalt kimtall og sulfidproduserende bakterier • Listeria monocytogenes • Harskning (TBARS) • Filetfarge, målt ved LaRoche fargevifte • QIM (kvalitets indeks metode) <p>Resultatene viser ingen forskjell i holdbarhet mellom gruppene, vurdert sensorisk og mikrobielt</p>	
<p>The project evaluated washing of salmon in ozone treated water and storing in ice from ozone treated water, regarding prolonged shelf life and product quality. Salmon, slaughtered at Nordlaks Ltd., was separated in four groups;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Salmon flushed/ washed in ozone treated water and stored in boxes covered with ice from ozone water. 2. Salmon flushed/ washed in regular water and stored in boxes covered with regular ice. 3. Salmon flushed/washed in ozone treated water and stored in boxes covered with regular ice. 4. Salmon flushed/ washed in regular water and stored in boxes covered with ice from ozone treated water. <p>No significant differences were found among the four groups, regarding the following analyses;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Total viably count and sulfiedproducing bacteria • Liseria monocytogenes and sulphide producing bacteria • TBARS • Fillet colour • QIM 	

Innhold

1	Innledning	1
2	Mål	2
3	Plan og gjennomføring	3
4	Material og metoder	4
4.1	Mikrobiologi	6
4.1.1	Totalt kimtall og mengde sulfidproduserende bakterier	6
4.1.2	Listeria monocytogenes.....	6
4.2	TBARS: Mål for grad av harskning av fiskemuskel	6
4.3	Filetfarge: ved bruk av LaRoche fargevifte	6
4.4	QIM (Quality Indeks Metode). Standardisert metode for sensorisk bestemmelse av kvalitet på hel fisk ved lagring kjølt på is	7
5	Resultater.....	8
5.1	Mikrobiologi	8
5.1.1	Totalkim og sulfidproduserende bakterier	8
5.1.2	Listeria monocytogenes.....	9
5.2	Harskning (TBARS).....	10
5.3	Filetfarge	11
	QIM (Quality Indeks Metode)	12
6	Oppsummering.....	13
6.1	Mikrobiologisk effekt.....	13
6.2	Kvalitet og holdbarhet	13
7	Referanser.....	14

1 Innledning

PETFROST® systemet er utviklet av PETER TABOADA, S.L., sammen med Institute of Marine Research (CSIC), Spania. Dette systemet produserer ozonert, sterilt og antibakterielt, vann (med noe forhøyet saltinnhold), som mellom annet kan anvendes til produksjon av is til bruk ved pakking/kjøling av fersk fisk. Vannet som blir produsert av PETFROST® systemet hevdes å kunne anvendes på flere ulike måter som forlenger holdbarheten til fersk, kjølt fisk; gjennom å redusere mikrofloraen som er på fisken ved slakting/pakking og å hindre ny vekst under lagring:

Til vasking av fisken før pakking og kjøling

- Isvann til direkte kjøling av fisk
- Til produksjon av flakis som benyttes ved pakking av fersk fisk i kasser, mv.

CSIC har gjennomført en rekke generelle holdbarhetsanalyser på flere fiskeslag. Analysene bekrefter på en tilsynelatende god måte de påståtte positive effektene av PETFROST® på mikrobiell vekst (totalt aerobt kimtall, sulfidreduserende bakterier) og sensoriske egenskaper vurdert på hel, rå fisk (form/farge på øynene, farge/slim/lukt i gjellene, farge/slim/galans i skinnen, konsistens i muskelen, mv.). Alle de rapporterte testene er utført på andre arter enn Atlantisk oppdrettslaks og med de vannkvalitetene de har i Spania (Pastoriza, L. et.al. 2007).

Nordlaks AS var interessert i å teste PETFROST® systemet til produksjon av is til bruk under slakting og pakking av oppdrettslaks. Det ble bestemt å følge opp utprøvingen av anlegget med prøveuttak og generelle holdbarhetsanalyser under pakking og kjølelagring av fersk oppdrettslaks. For slakterier som leverer fersk, kjølt laks mellom annet som råstoff til produksjon av kaldrøykte produkter (røykelaks), er det viktig å dokumentere den eventuelle effekten av PETFROST-vann/-is spesifikt på de mikroorganismene som representerer størst biologisk risiko, særlig *Listeria monocytogenes*. Selv om risikoen for listeria infisert råstoff vanligvis ikke er svært høy og dessuten varierer fra anlegg til anlegg, blir norske leverandører av ferskt lakseråstoff møtt med strenge krav fra store kjøpere med hensyn til å kunne sannsynliggjøre at råstoffet ikke er kontaminert av *Listeria monocytogenes*. Dersom anvendelse av PETFROST® reduserer risikoen for at *Listeria monocytogenes* er til stede som en risikofaktor i kjølt råstoff levert fra slakteriet, kan dette bety et betydelig konkurransefortrinn ved å ta i bruk denne teknologien.

2 Mål

Målsetningen i dette prosjektet var å teste om bruk av ozonbehandlet vann og is under prosessering og lagring av laks forlenger holdbarheten og gir en bedre kvalitet ved lagring på is. I tillegg skulle det undersøkes hvilke effekt ozonbehandlet is/vann hadde på overlevelse av *Listeria*.

Målet i prosjektet var å avklare følgende forhold:

Forsøk 1– Kan skylling med PETFROST® vann og lagring med PETFROST® flakis forlenge holdbarheten og forbedre kvaliteten til oppdrettslaks (sløyd med hode), under kjølelagring iset i kasser i inn til 3 uker etter slakting.

Forsøk 2 – Har vann og is produsert med PETFROST® spesifikt forebyggende effekt med hensyn til å redusere eller fjerne risikoen som ligger i at kjølt laks er kontaminert med *Listeria monocytogenes*.

3 Plan og gjennomføring

Borkenes Mekaniske Verksted AS installerte og kjørte i gang PETFROST anlegget hos

Nordlaks AS, slik at de før forsøket startet kunne dokumentere at anlegget fungererte som spesifisert og at det produserte vann og is av forutsatt kvalitet.

Etter installasjon og innkjøring av PETFROST® vann og isproduksjon hos Nordlaks AS var planen at Nofima skulle gjennomføre to forsøk som atskilte aktiviteter.

Forsøk 1 ble gjennomført hos Nordlaks i februar 2008, hvor laks ble slaktet i den ordinære slaktelinjen. Målet her var å undersøke hvordan holdbarheten til fersk laks skylt i ozon vann og lagret i ozon is var i forhold til laks som ble skylt med vanlig vann og lagret i vanlig is. Ulike kombinasjoner av ozon vann og is og vanlig vann og is ble benyttet. Disse vises og forklares i neste kapittel. I dette forsøket ble prøvegruppene doblet i forhold til hva som var utgangspunktet for prosjektet.

Forsøk 2 var planlagt som en test på hvordan ozonbehandlet is/vann påvirket overlevelse og vekst av *Listeria*. Det ble besluttet å benytte laksebiter fra laks slaktet ved Nordlaks AS, og laksen skulle være slaktet på normalt måte. Laksen skulle transporteres til Nofima Marin i Tromsø hvor prøvestykker på 25 gram skulle skjæres ut og en løsning som inneholdt en kjent konsentrasjon med den ikke-patogene stammen *Listeria innocua* skulle tilføres på prøven. Prøven skulle videre lagres dekket med ozon is. Tilsvarende skulle gjennomføres med en kontrollprøve, som skulle dekkes med vanlig is fra Nordlaks AS. Etter lagring skulle prøver tas ut for analyse av *Listeria*. En standard metode for analyse av *Listeria* skulle benyttes.

Forsøk 2 skulle gjennomføres som en separat aktivitet etter at forsøk 1 var avsluttet. Da forsøk 1 var gjennomført ble det etter hvert klart at bruk av PETFROST i produksjon av fersk laks ikke var aktuelt for Nordlaks. Derfor ble ikke forsøk to gjennomført.

4 Material og metoder

Fredag den 22.02.08 ble 100 laks på 3-4 kilo plukket ut av standard slakting hos Nordlaks. Laksen hadde da fulgt standard slaktelinje og var klar for pakking. Laksen ble videre delt inn i fire grupper på 25 fisk, som ble behandlet forskjellig:

Gruppe 1: Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med ozonbehandlet vann rett før den ble pakket i kasser og dekket med ozonbehandlet is.

Gruppe 2: Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med vanlig vann før den ble pakket i kasser og dekket med vanlig is.

Gruppe 3: Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med ozon behandlet vann før pakking i kasser og dekket med vanlig is.

Gruppe 4: Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med vanlig vann rett før pakking i kasser og dekket med ozon behandlet is.

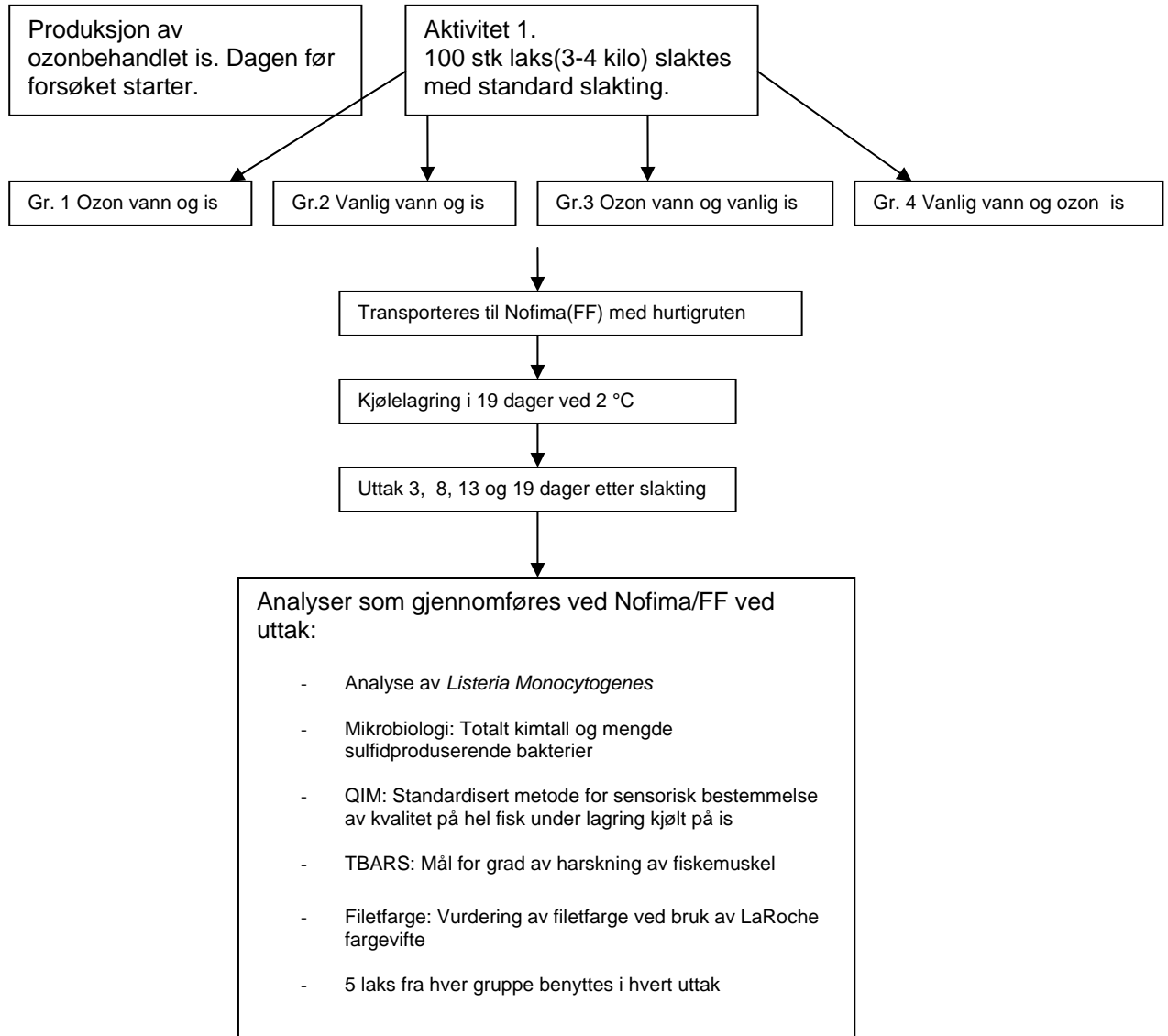
Alle fiskene i gruppene ble skylt med vann (med eller uten ozon) etter samme prosedyre. Det ble skylt inn i munn/gjeller, over hode og på begge sidene av laksen og i tillegg ble det skylt inni buken. Skyllingen ble utført i løpet av 30 sekunder på hver fisk. Fisken ble etter skylling lagt i isoporesker og dekket med is, vanlig eller ozonis, alt etter hvilken gruppe de tilhørte.

Alle gruppene ble pakket med rikelig is og stablet på paller. 8 esker med vanlig is og åtte esker med ozonis ble også pakket. Laksen og isen ble så transportert til Tromsø med Hurtigruten. Fisken ble lagret på kjølerom ved 2 °C, med uttak på dag 4 (kun mikrobiologi), dag 8, dag13 og dag19 etter slakting.

Følgende analyser ble gjennomført:

- Totalt kimtall og sulfidproduserende bakterier
- *Listeria monocytogenes*
- Harskning (TBARS)
- Filetfarge, målt ved LaRoche fargevifte
- QIM (kvalitets indeks metode)

Flytskjema for lagringsforsøk:



4.1 Mikrobiologi

4.1.1 Totalt kimtall og mengde sulfidproduserende bakterier

Prøveuttak ble utført 3, 8, 13 og 19 dager etter slakting. Fra de fire ulike gruppene ble det tatt ut prøver fra tre fisk hver gang. Prøvene ble tatt på samme sted på fisken, nærmere bestemt opp mot ryggfinneren i området der fisken er tykkest. Det ble benyttet et jern og svovelholdig medium (Gram *et al* 1987), som egner seg både for totalkim og for sulfidproduserende bakterier (feks. *Shewanella putrefaciens*). H₂S-gassen vil danne et svart kompleks (jernsulfid FeS) med jern, og kolonier av sulfidproduserende bakterier blir dermed svarte.

En bit på ca 10 gram (uten skinn) ble tatt ut fra fisken, med steril skalpell og pinsett. Denne ble fortynnet 10 ganger med sterilt fysiologisk saltvann (m/pepton) i en steril stomacherpose. Blandingen ble homogenisert i minst to minutter i stomacher til prøven ble ordentlig knust. Det ble laget en fortynningsrekke av prøven, fortynning 1-10 i hvert trinn. Ulike fortynninger (à 100 µl) ble platet ut på agarplater avhengig av hvor lenge fisken hadde vært lagret. Jo lengre lagring, jo flere fortynninger plates ut for at det skal være mulig å telle koloniene på platene etter inkubering. Platene ble inkubert ved 12°C, og de ble avlest etter 4 dager.

Følgende formler ble benyttet til utregning:

Sulfidproduserende bakterier per gram prøve = antall svarte kolonier på plate/fortynningsfaktoren.

Kimtall per gram prøve = antall kolonier totalt på platen/fortynningsfaktor.

4.1.2 *Listeria monocytogenes*

Prøvene ble tatt ut på dag 4 og analysert etter mikrobiologiske retningslinjer gitt av Mattilsynet (15.07.2004). Det ble tatt ut prøver fra en fisk i hver gruppe.

4.2 TBARS: Mål for grad av harskning av fiskemuskel

Harskning er analysert som TBARS i enkeltprøver fra hver av de fire gruppene og de ble kjørt to paralleler fra hver prøve. Det ble tatt ut prøver fra 3 laks i hver gruppe. Uttak ble gjort 13 og 19 dager etter slakting. Harskning er angitt som nmol TBAR/g prøve.

4.3 Filetfarge: ved bruk av LaRoche fargevifte

Fargen på filetene ble målt ve hjelp av en LaRoche fargevifte. Fargen ble målt på fem fileter i hvert uttak av tre dommere og resultatet ble presentert som et gjennomsnitt av disse tre dommer vurderingene.

4.4 QIM (Quality Indeks Metode). Standardisert metode for sensorisk bestemmelse av kvalitet på hel fisk ved lagring kjølt på is

QIM-måling er en etablert metode for å beskrive kvalitet på fisk lagret på is. Den baserer seg på enkle vurderinger av fiskens utseende og lukt. Den oppnådde verdien (QIM-score) indikerer hvor lenge fisken er lagret og hvor lang lagringstid den har igjen (på is).



QIM-målinger av laks fra forsøket ved Nofimas forsøkslaboratorium i Tromsø.

Quality Index Method (QIM) Scheme for Farmed Salmon

Quality parameter	Description	Score	
Skin	Colour/appearance	Pearl-shiny all over the skin	0
		The skin is less pearl-shiny	1
		The fish is yellowish, mainly near the abdomen	2
	Mucus	Clear, not clotted	0
		Milky, clotted	1
		Yellow and clotted	2
	Odour	Fresh seaweedy, nutral	0
		Cucumber, metal, hay	1
		Sour, dish cloth	2
		Rotten	3
Texture	In rigor	0	
	Finger mark disappears rapidly	1	
	Finger leaves mark over 3 seconds	2	
Eyes	Pupils	Clear and black, metal shiny	0
		Dark grey	1
		Matt, grey	2
	Form	Convex	0
		Flat	1
Sunken	2		
Gills	Colour	Red/dark brown	0
		Pale red, pink/light brown	1
		Grey-brown, brown, grey, green	2
	Mucus	Transparent	0
		Milky, clotted	1
		Brown, clotted	2
	Odour	Fresh, seaweed	0
		Metal, cucumber	1
Sour, mouldy		2	
Rotten		3	
Abdomen	Blood in abdomen	Blood red/not present	0
		Blood more brown, yellowish	1
	Odour	Neutral	0
		Cucumber, melon	1
Sour, fermenting	2		
Rotten/rotten cabbage	3		
Quality Index		0-24	

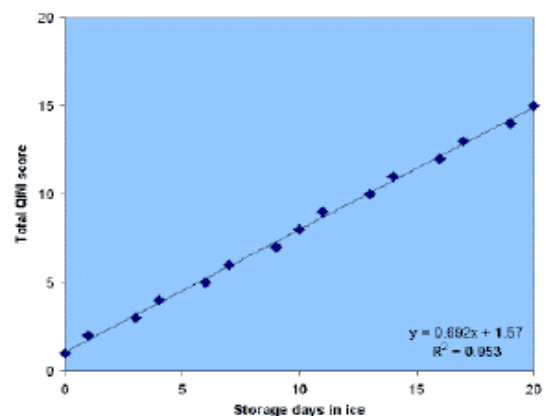
Farmed salmon

$$\text{Quality Index} = 0,692 \times \text{days in ice} + 1,57$$

($R^2 = 0,953$)

Quality Index	Storage time in ice (days)	Remaining shelf life (days)
1	0	20
2	1	19
3	3	17
4	4	16
5	6	14
6	7	13
7	9	11
8	10	10
9	11	9
10	13	7
11	14	6
12	16	4
13	17	3
14	19	1
15	20	0

QIM - Calibration curve for Farmed salmon



5 Resultater

Gruppe 1: Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med ozonbehandlet vann rett før den ble pakket i kasser og dekket med ozonbehandlet is.

Gruppe 2: Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med vanlig vann før den ble pakket i kasser og dekket med vanlig is.

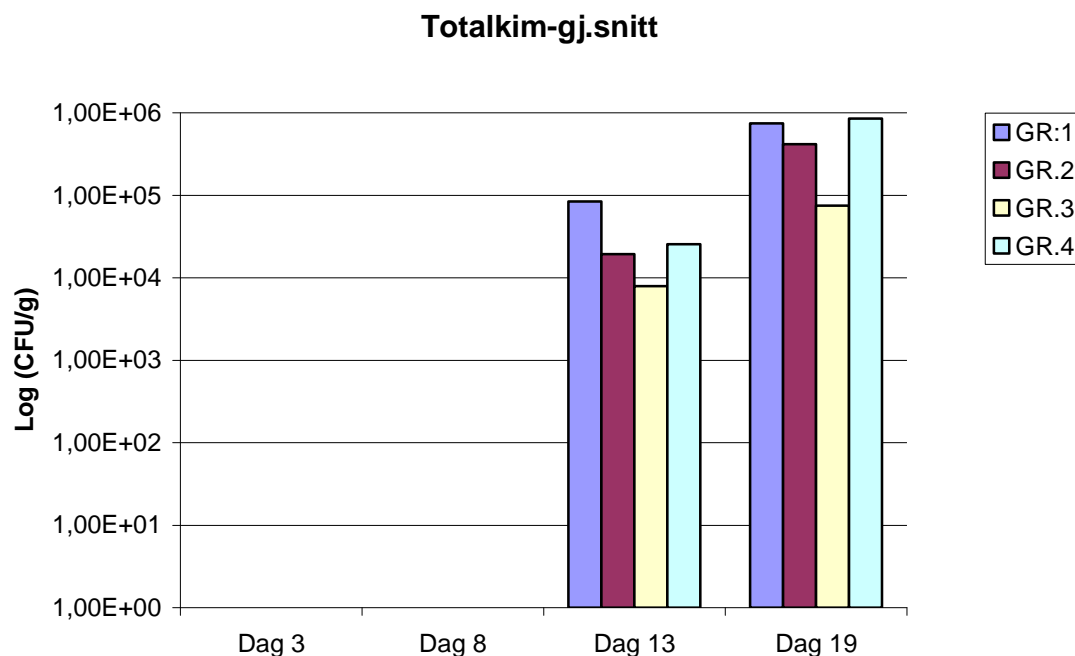
Gruppe 3: Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med ozon behandlet vann før pakking i kasser og dekket med vanlig is.

Gruppe 4: Laksen ble slaktet på vanlig måte, skylt med vanlig vann rett før pakking i kasser og dekket med ozon behandlet is.

5.1 Mikrobiologi

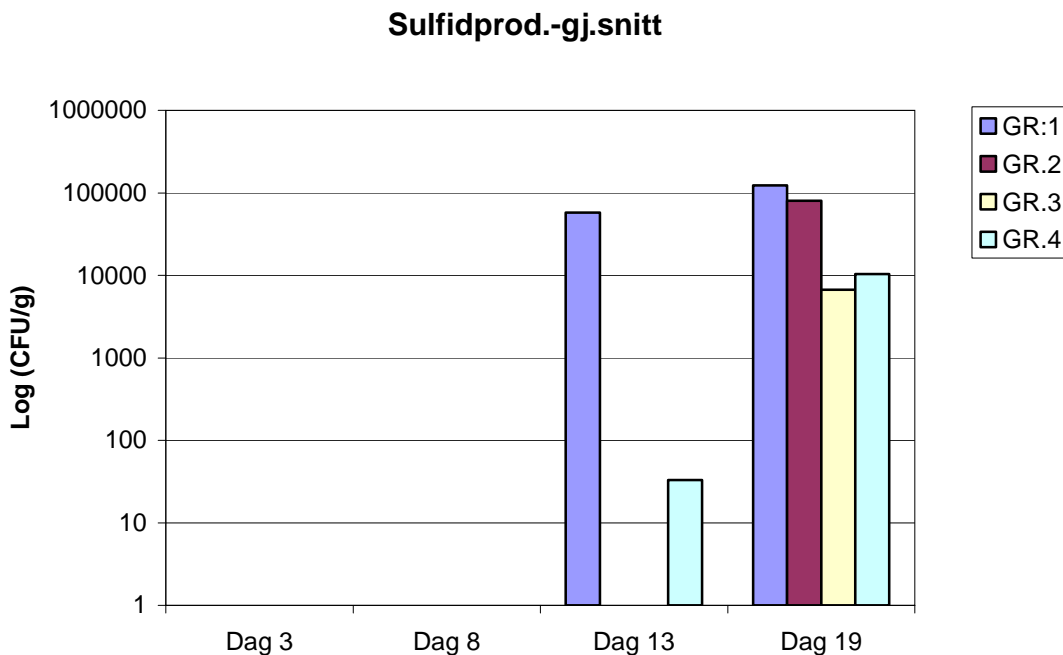
5.1.1 Totalkim og sulfidproduserende bakterier

Vekst av bakterier er hovedårsaken til kvalitetsforringelse av fersk fisk som kjølelagres. Mattilsynet anbefaler total kimtall(TVC), $5 \cdot 10^6$ som grenseverdi for når fersk fisk ikke lenger er anvendelig til human konsum. Kimtallsmålinger ble gjennomført 3 dager etter slakting og etter 8, 13 og 19 dagers lagring ved 2°C. Utvikling i totalt kimtall og sulfidproduserende bakterier er vist i figur 1 og 2.



Figur 1 Utvikling i total kimtall for gruppe 1-4. $n=3$ for hver gruppe og uttak. Målt på fersk laks 3, 8, 13 og 19 dager etter slakting. Den anbefalte grensen for total bakterieinnhold i fersk fisk er $5 \cdot 10^6$.

Figur 1 viser at totalkim for alle fire gruppene ved dag 3 og 8 etter slakting var under deteksjonsgrensen, mens for dag 13 og 19 var totalkim steget mye. Det var imidlertid ingen av gruppene som nådde den anbefalte grenseverdien selv etter 19 dagers lagring. Det var heller ingen store forskjeller mellom de ulike gruppen av laks.



Figur 2 *Utvikling i sulfidproduserende bakterier for gruppe 1-4. n=3 for hver gruppe og uttak. Målt på fersk laks 3, 8, 13 og 19 dager etter slakting.*

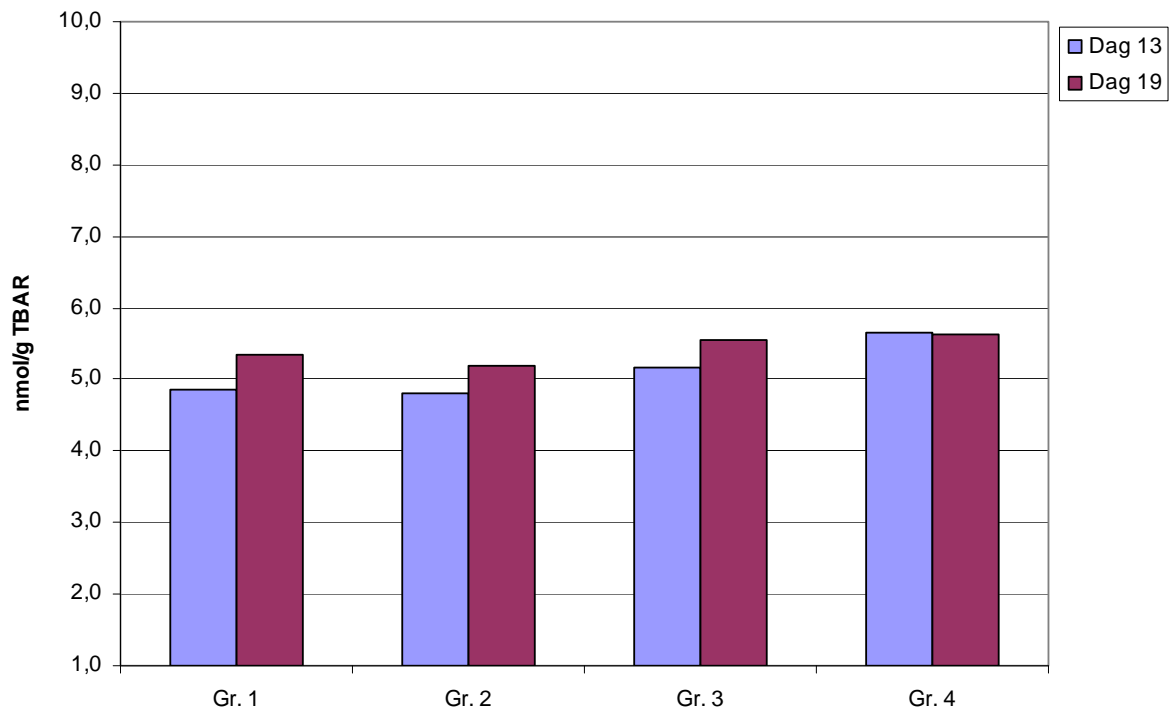
Figur 2 viser at nivået for sulfidproduserende bakterier var under deteksjonsnivået for alle fire gruppene 3 og 8 dager etter slakting. 13 dager etter slakting gav gruppe 1 høye verdier, mens gruppe 4 gav noe utslag. Resultatene viser at ved dag 19 ble det registrert sulfidproduserende bakterier for alle gruppene og det var ikke stor forskjeller i nivået mellom gruppene.

5.1.2 *Listeria monocytogenes*

I forsøket ble det også målt om det kunne registreres *Listeria* på fisk fra alle fire gruppene. Prøvene ble tatt fra en fisk i hver gruppe og analysert etter Mikrobiologiske retningslinjer gitt av Mattilsynet. Det ble ikke registrert *Listeria monocytogenes* på noen av fiskene.

5.2 Harskning (TBARS)

Harskning (TBARS) ble målt på tre fisker i hver gruppe ved hvert uttak.

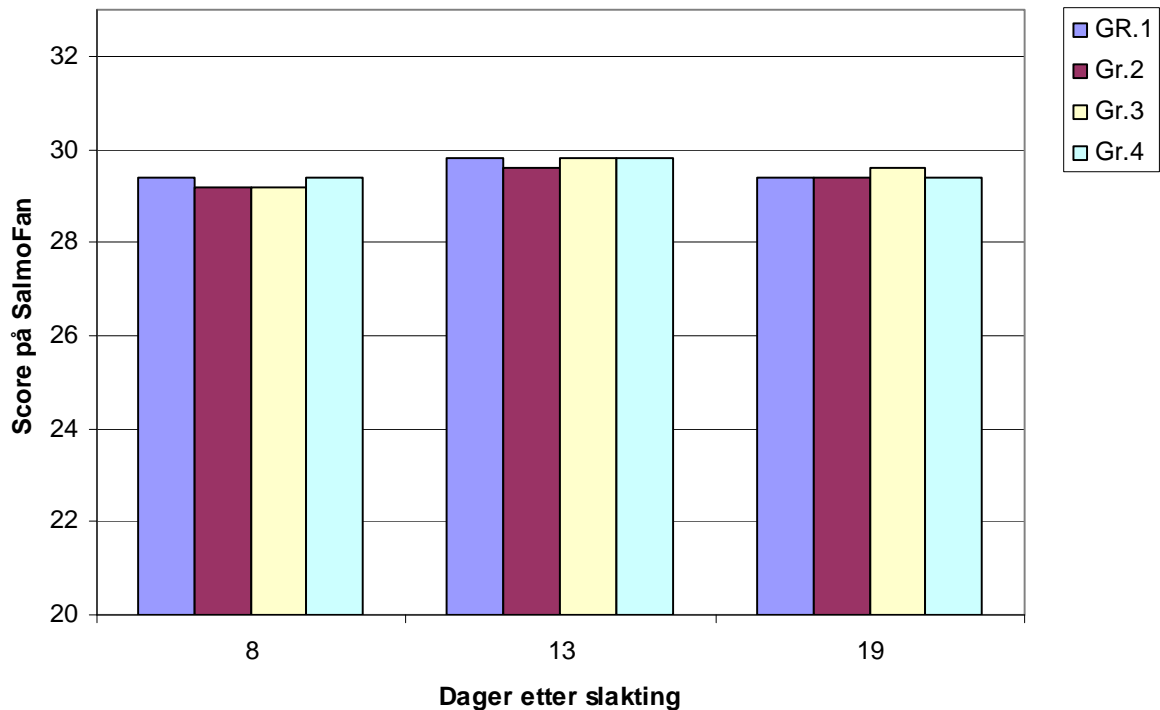


Figur 3 Utvikling i harskning (TBARS) for gruppe 1-4. n=3 for hver gruppe og uttak. Målt på islagret laks 13 og 19 dager etter slakting.

Resultatene fra harskningsmålingene viser at det ikke var store forskjeller mellom noen av gruppene ved måling 13 og 19 dager etter slakting. Resultatene viser at tre av gruppene øker i verdi fra dag 13 til dag 19, noe som indikerer at de er blitt mer harsk.

5.3 Filetfarge

Fargen på filetene ble målt med La-Roch fargevifte. Dette ble målt på 5 fileter i hver gruppe ved hvert uttak.

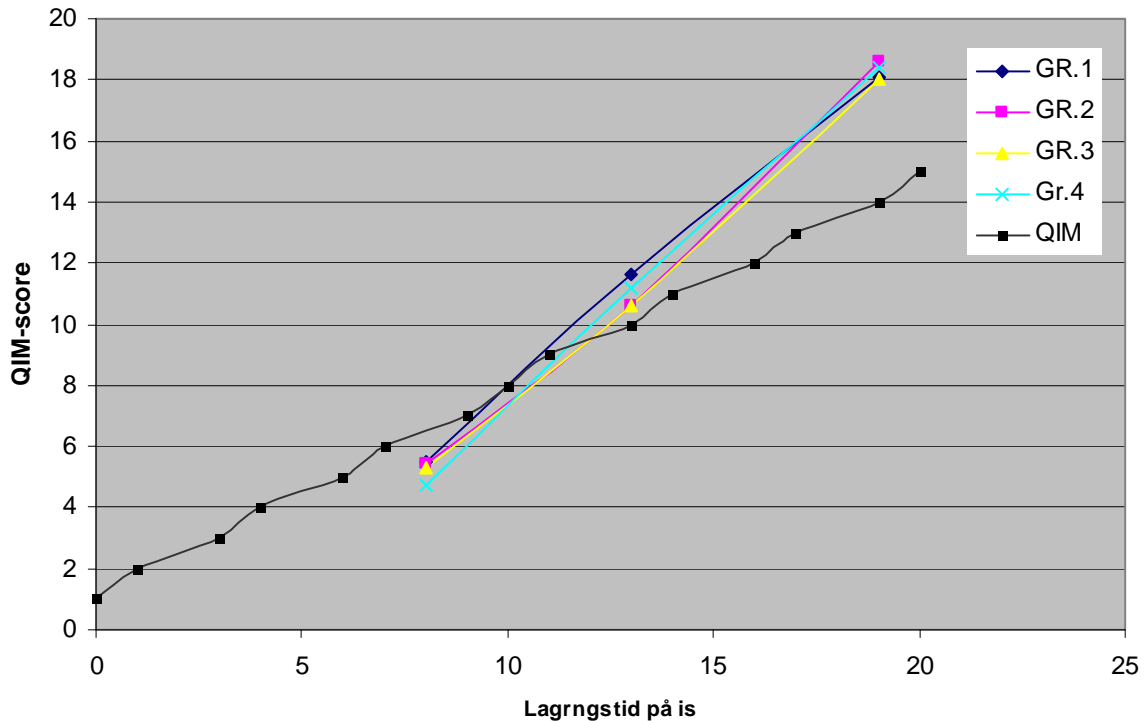


Figur 4 Utvikling i filetfarge for gruppe 1-4. $n=5$ for hver gruppe og uttak. Målt på fersk laks 8, 13 og 19 dager etter slakting.

Figur 4 viser at det ikke ble målt forskjeller mellom gruppene av laks med hensyn på filetfargen gjennom hele lagringsperioden. Det var ingen store forskjeller mellom måltidspunktene, men det kan se ut som at alle gruppene gav høyere farge verdi ved måling 13 dager etter slakting. Dette indiker rødere fagre.

QIM (Quality Indeks Metode)

QIM ble gjennomført på fem laks i hver gruppe ved hvert måletidspunkt. Tre dommere ble benyttet og resultatet presenteres som et gjennomsnitt for de tre dommerne.



Figur 5 Utvikling i QIM for gruppe 1-4. $n=5$ for hver gruppe og uttak. Målt på fersk laks 8, 13 og 19 dager etter slakting. Svart linje viser teoretisk utvikling i QIM-score i forhold til hvor lenge laksen har vært lagret på is.

Figur 5 viser at QIM score utvikler seg veldig likt for alle fire gruppene av laks gjennom hele lagringsperioden. Alle gruppene scorer ved dag 8 lavere enn standardkurven, det vil si at de hadde en kvalitet (lengre restholdbarhet) som var bedre enn hva som er forventet av fersk laks lagret i 8 dager. Dette forandrer seg under lagringsperioden. Ved dag 13 og 19 ligger gruppene litt over standardkurven dette indikerer at kvaliteten og restholdbarheten var dårligere enn forventet.

6 Oppsummering

6.1 Mikrobiologisk effekt

Ut fra teorien/dokumentasjonen som ble presenter av den spanske produsenten av utstyret, så kunne en forvente at skylling med ozonvann og lagring i ozonis skulle ha en positiv innvirkning på totalkim for bakterier i forhold til skylling med vanlig vann og lagring i vanlig is. I forsøket ble laks skylt med ozon eller vanlig vann og lagret i ozon eller vanlig is. De mikrobiologiske resultatene viser at det ikke er noen klare trender, og det er ikke noe som tyder på at skylling med ozonvann og lagring i ozonis gir en reduksjon i totalkim. Når det gjelder hvordan ozon vann og is påvirker *Listeria*, så ble dette ikke undersøkt i prosjektet ut fra tidligere forklarte forhold. De prøvene som ble tatt for å undersøke om det var *Listeria* til stede på noen av prøvene fra de fire gruppene, var negativ.

6.2 Kvalitet og holdbarhet

Når det gjelder harskning av laksen så kunne en forvente at ozonbehandling av vannet, før skylling av fisken og produksjon av is kunne medføre økt harskning. Mens for laks som ble skylt med vanlig vann og lagret i is som ble produsert av vanlig vann skulle en ikke forvente økt harskning. Harskhetsmålingen viser ingen indikasjon på at skylling med ozonbehandlet vann og lagring i is laget av ozonbehandlet vann gav økt harskning.

Når det gjelder hvordan QIM utviklet seg for gruppene så var det ingen forskjell mellom gruppene. Det som var spesielt, var at alle gruppene kom noe dårligere ut en standard kurven. Det vil si at de hadde litt kortere holdbarhet en hva som var forventet.

Hvis en skulle forvente noen påvirkning av ozon på utsende av fisken, så kunne en forvente at fargen på fisken ble blekere. Dette gjelder både gjellene og kanskje øyene. Hvis det i tillegg kom i kontakt med fiskekjøttet kunne det kanskje oppstå en bleking av kjøttet. Resultatene viser ingen indikasjon på at dette var tilfelle.

Når en ser på holdbarhet vurdert sensorisk og mikrobielt for de fire gruppene var det ingen store forskjeller mellom gruppene.

7 Referanser

Pastoriza L., Bernardez M., Sampedro G., Cabo L. M. and Herrera J. R. J (2008). Use of sterile and ozonized water as a strategy to stabilize the quality of stored refrigerated fresh fish. *Food Control* 19, 772-780.



ISBN 978-82-7251-712-9 (trykt)
ISBN 978-82-7251-713-6 (pdf)
ISSN 1890-579X