

## RAPPORT MA 13-08

Ingebrigt Bjørkevoll, Trygg Barnung, Kristine Kvangarsnes, Turid Fylling, Sjurdur Joensen, Bjørn Gundersen, Ulf Erikson og Morten Bondø

## Effekt av fosfat i saltfiskproduksjon ved bruk av ulike typer råstoff



<b>Tittel</b>	Effekt av fosfat i saltfiskproduksjon ved bruk av ulike typer råstoff
<b>Forfatter(e)</b>	Ingebrigt Bjørkevoll <sup>1</sup> , Trygg Barnung <sup>1</sup> , Kristine Kvangarsnes <sup>1</sup> , Turid Standal Fylling <sup>1</sup> , Sjurdur Joensen <sup>2</sup> Bjørn Gundersen <sup>2</sup> , Ulf Erikson <sup>3</sup> og Morten Bondø <sup>3</sup>
<b>Rapport nr.</b>	MA 13-08
<b>Antall sider</b>	62
<b>Prosjektnummer</b>	54683
<b>Prosjektets tittel</b>	Kvalitetsstabilisering av lettsaltet og fullsaltet torsk
<b>Oppdragsgiver</b>	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), v/ Lorena Gallart Jornet, FoU koordinator Faggruppe klippfisk/saltfisk Pb 514 Sentrum, 6001 Ålesund
<b>Referanse oppdragsgiver</b>	900732
<b>ISSN</b>	0804-54380
<b>Distribusjon</b>	Åpen
<b>Nøkkelord</b>	Saltfisk, kvalitet, saltemetoder, tilsetningsstoff, fosfat
<b>Godkjent av</b>	Agnes C. Gundersen, Forskningsjef
<b>Godkjent dato</b>	14.04.2013

<sup>1</sup> Møreforskning Marin, Ålesund; <sup>2</sup> Nofima, Tromsø; <sup>3</sup> Sintef Fiskeri og havbruk

### Sammendrag

To salteforsøk ble gjort med tilsetning av ulike konsentrasjoner av fosfatet Carnal 2110 (0, 2, eller 4 %). I det første, med fryst trålråstoff, ble direktesløyd torsk sammenlignet med godt utblødd fisk, i det andre forsøket ble fersk garn- og linefanget torsk sammenlignet. Fosfatbehandling forbedret saltfiskfarge noe for fryst trålråstoff, og effekten var tydeligere for bløgget enn for direktesløyd. Fosfatet forbedret saltfiskfarge kun i liten grad for fersk line- og for fersk garnfangst, som ble vurdert som mørkere og gulere enn saltfisk fra line. Utbytteøkningen var på 8-9 % for bløgget fryst trålråstoff (77-83 % utbytte) og 8-11 % for direktesløyd fryst råstoff (78-87 % utbytte) ved bruk av fosfat. Utbytteøkning fra 70 til 72 % ble registrert ved behandling av ferskt lineråstoff med 4 % fosfat og fra 71 til 72,5 % ved behandling av ferskt garnråstoff med 4 % fosfat. Restfosfat i saltfisk lå på 0,21-0,26 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g for line og 0,30-0,41 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g for garn for alle grupper (0, 2 og 4 % fosfat). Restfosfat i fryste grupper økte fra 0,26 for saltfisk kontroll til 0,38-0,42 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g i fosfatbehandlet saltfisk for bløggede grupper og 0,34-0,49 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g for tilsvarende direktesløyde grupper. Jevnført med tidligere forsøk ser det ut til at saltfisk fra ferskt råstoff gir lavere utbytteøkning enn saltfisk fra fryst råstoff ved bruk av fosfat. Både saltfisk produsert fra ferskt og fryst råstoff var i svært liten grad oksidert for alle grupper. Fosfatet som ble tilsatt var di- og trifosfat mens restmengdene som ble målt i saltfisken fra ferskt råstoff forelå kun som monofosfat.

© Forfatter/Møreforskning Marin

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller fremstille eksemplarer til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforskning Marin er all annen eksemplarframstilling og tilgjengelighetsgjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.



## Forord

Denne rapporten er del av en større satsing på temaet fosfat i saltede produkter som Møreforskning har vært leder for. Dette prosjektet ble finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) og har vært et FoU-samarbeid mellom Møreforskning Marin og Nofima i Tromsø. Samarbeidsbedriftene fortjener også stor Takk i prosjektet. Nergård AS og Brødrene Aarseth AS var meget hjelpelige under hele gjennomføringen av forsøkene henholdsvis gjennomført i Gryllefjord på Senja og på Aarseth, Ellingsøy i 2012.

Prosjektleder Ingebrigt Bjørkevoll (sign)

Ålesund april 2013



# INNHOOLD

---

1	Innledning .....	11
1.1	Bakgrunn for prosjektet .....	11
1.2	Teori: Bruk av fosfater ved produksjon av saltfisk.....	12
1.3	Formål .....	13
2	Materiale og Metode .....	15
2.1	Beskrivelse av ferskt line- og garnråstoff.....	15
2.2	Beskrivelse av fryst trålråstoff.....	15
2.3	Uttak og analyse av råstoffprøver.....	15
2.3.1	Statistikk.....	16
2.4	Gjennomføring av storskala fullsalting av ferskt råstoff.....	16
2.5	Gjennomføring av storskala forsøk med fryst trålråstoff .....	18
3	Resultat .....	21
3.1	Storskala forsøk med fullsalting av fersk torsk .....	21
3.1.1	Råstoff .....	21
3.1.2	Saltfisk .....	21
3.1.3	Instrumentell fargemåling av råstoff og saltfisk .....	23
3.1.4	Sensorisk evaluering .....	28
3.2	Kjemiske analyser.....	31
3.3	Storskala forsøk med fullsalting av fryst tråltorsk .....	33
3.3.1	Råstoffbeskrivelse .....	33
3.3.2	Salting.....	33
3.3.3	Saltfiskutbytte .....	33
3.3.4	Instrumentell måling av råstoff og saltfisk.....	35
3.3.5	Sensorisk evaluering .....	39
3.3.6	Kjemiske analyser.....	47
3.3.7	Sensoriske analyser av utvannet saltfisk .....	49
3.3.8	Vraking av saltfisk.....	50

4	Diskusjon .....	53
4.1	Effekten av fosfat på muskelfarge og blodmengde .....	53
4.2	Effekten av fosfat på lagringsstabilitet, fettoksidasjon og utbytte.....	54
4.2.1	Type og mengde restfosfat i saltfisk .....	54
5	Konklusjon.....	57
6	Litteraturliste .....	59
7	Vedlegg.....	63
7.1	Vedlegg 1 - Sensorikkskjema.....	63
7.2	Vedlegg 2 Resultater fra maskinsyn. Fargemåling.....	64
7.3	Vedlegg 3 – Kjemiske bestemmelser – Anfacó .....	66
7.4	Vedlegg 4 - Ranking of salted fish loins.....	70



## SAMMENDRAG

To salteforsøk ble gjort med tilsetning av ulike konsentrasjoner av fosfatet Carnal 2110 (0, 2, eller 4 %). I det første på fryst trålråstoff ble direktesløyd torsk sammenlignet med godt utblødd fisk, i det andre forsøket ble fersk garn- og linefanget torsk sammenlignet.

På det fryste råstoffet forbedret fosfatet saltfiskfarge tydelig på bløgget og mindre for direktesløyd trålråstoff, fosfatet reduserte i liten grad kvalitetsfeil som kommer av direktesløyning (mørk, rød fisk). Fosfatet forbedret saltfiskfarge kun i liten grad for fersk line og for fersk garnfangst, som ble vurdert som mørkere og gulere enn saltfisk fra line. Den lave effekten av fosfat på ferskt råstoff kan komme av mindre god råstoffkvalitet. En annen forklaring kan være at lave/variable mengder fosfat kan ha blitt tilført fisken på grunn av ustabil trykk på lakesprøyte under injisering.

Utbytteøkningen var på 8-9 % for bløgget fryst trålråstoff (77-83 % utbytte) og 8-11 % for direktesløyd råstoff (78-87 % utbytte) ved bruk av fosfat. Det var en positiv effekt på utbytte av å øke fosfatkonsentrasjonen fra 2 til 4 % for direktesløyd råstoff, men ikke for bløgget råstoff. Utbytteøkning fra 70 til 72 % ble registrert ved behandling av ferskt lineråstoff med 4 % fosfat og fra 71 til 72,5 % ved behandling av ferskt garnråstoff med 4 % fosfat.

Lavt utbytte på ferskt råstoff kan komme av lav tilførsel av fosfat noe som ble bekreftet av analyser av restfosfat i fisken, spesielt for linegruppen. Restfosfat i saltfisk lå på 0,21-0,26 g  $P_2O_5/100g$  for line og 0,30-0,41 g  $P_2O_5/100g$  for garn for alle grupper (0, 2 og 4 % fosfat). Restfosfat i fryste grupper økte fra 0,26 for saltfisk kontroll til 0,38-0,42 g  $P_2O_5/100g$  i fosfatbehandlet saltfisk for bløggede grupper og 0,34-0,49 g  $P_2O_5/100g$  for tilsvarende direktesløyde grupper. Fosfatet som ble tilsatt var di- og trifosfat mens restmengdene som ble målt i saltfisken fra ferskt råstoff forelå kun som monofosfat. For fryst råstoff ble det registrert lave restverdier av trifosfat i saltfisk.

Jevnført med tidligere forsøk ser det ut til at saltfisk fra ferskt råstoff gir lavere utbytteøkning enn saltfisk fra fryst råstoff ved bruk av fosfat. Fosfatet ser ut til å redusere graden av mørkning under lagring av saltfisk mer enn at det gjør saltfisken hvitere. Både saltfisk produsert fra ferskt og fryst råstoff var i svært liten grad oksidert for alle grupper. Det ser dermed ut til at den mørke/gule fargen som registreres ikke kommer av fettoksidasjon.

# SUMMARY

The objective of this work has been to study the effect of the phosphate Carnal 2100 on quality of heavy salted cod produced from different types of raw materials. In these trials, the raw materials were sea frozen trawler, long liner, and net caught fresh cod. By injection, 2 or 4 % phosphate brine was added to cod before salt-curing and compared to fish with no addition of phosphate. After injection, fish were stored for up to 7 months at chilled temperatures. After storage; instrumental color, sensorial quality, pH and yields of the heavy salted fish were examined in addition to oxidation and the chemical composition of the muscle.

The results showed that saltfish produced from frozen cod had a whiter surface and were less yellow than salted products from fresh cod. The phosphate treatment maintained muscle whiteness to a larger extent for saltfish produced from bled than for direct slaughtered raw material. Phosphate does not seem to compensate for the quality errors that direct slaughtering contributes to (dark, red surface). For the fresh raw material, phosphate treatment resulted in only minor positive effects on color, both for long line and net caught fish. The low effect of phosphate could be a result of the poor raw material quality or that less phosphate than expected were added to the fish due to an instable brine injector.

Yield determinations showed that the frozen raw materials had significantly higher saltfish yields than fresh raw materials. For the bled group of frozen raw materials, phosphate treatment increased the saltfish yield by 8-9 %, from 77 to 83 %. The corresponding results for the direct slaughtered groups were 8-13 % increase, from 78 to 87 % saltfish yield. For the fresh raw materials, saltfish yields increased from 70.0 to 72.0 % for long line and from 71.0 to 72.5 % for net caught cod when using 4 % phosphate.

The total phosphate content in saltfish increased from 0.26 g  $P_2O_5$ /100g for the untreated control to 0.38-0.42 g  $P_2O_5$ /100g after phosphate treatment for the frozen and bled group and to 0.34-0.49 g  $P_2O_5$ /100g for direct slaughtered group. Phosphate contents in the fresh raw materials after salt curing were 0.21-0.26 g  $P_2O_5$ /100g for all long line groups and 0.30-0.42 g  $P_2O_5$ /100g for the net caught groups (0, 2 or 4 % phosphate treatment). The added phosphate was pyro and tri phosphate, but the registered phosphates in the end products were only oligo phosphate, showing that all added phosphates were degraded. The exception was in frozen groups where some of the saltfish samples contained low values of tri phosphate.

The oxidation levels of fat were low, both in saltfish produced from fresh and frozen raw materials even if the saltfish had an intense yellow discoloration. This indicates that other types of degradation than fat oxidation can be responsible for the discoloration of saltfish. This should be investigated in further trials with saltfish.

# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Møreforskning ble kontaktet av Fiskeri og havbruksnæringens landsforening (FHL) for å bidra med informasjon om prosessutvikling og proseshjelpemiddel i saltfiskindustrien, i et møte FHL skulle ha med Mattilsynet den 30.11.10. Hensikten med møtet var å opplyse Mattilsynet om teknologi- og prosessutviklingen i saltfisknæringen generelt og å informere om muligheter og begrensninger bruk av fosfat kan ha i dagens saltfiskproduksjon. Mange medieinnslag om bruk av fosfater i fiskerinæringa har skapt en stor interesse for dette temaet både fra forbrukerne, myndigheter og næringsaktører. Medieinnslagene viser at forbrukerne er skeptiske til bruk av fosfater, og at det er uklarheter om hva som er tillatt og hvordan bedriftene skal tolke regelverket. Møtet med Mattilsynet, FHL, næringsaktører og Møreforskning var en viktig arena for å diskutere lovverk og håndheving av regelverk, definisjoner og effekter av tilsetningsstoff og proseshjelpemidler, samt å kartlegge videre forskningsbehov innenfor dette temaet.

Resultatet fra møtet mellom FHL og Mattilsynet ble at Mattilsynet kommuniserte klart at det ikke var rom for bruk av fosfat som proseshjelpemiddel etter dagens fortolkning av lovverket. FHL på sin side uttrykte at slik de tolket lovverket så var der åpning for dette, men tok til etterretning at Mattilsynet hadde en annen oppfatning saken. Det arbeides videre med avklaringer av hva som er legalt i forhold til gjeldende bestemmelser.

Et sentralt satsingsfelt i Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) sin handlingsplan for konvensjonell sektor i 2011 var dokumentasjon av effekter av tilsetningsstoffer i salt- og klippfiskproduksjon.

Definisjonen på et proseshjelpemiddel (ifølge Mattilsynet) er at stoffet ikke kan påvirke produktets kvalitet eller skjule eventuelle mangler ved produktet. Ut fra dette vil det være vanskelig å tilfredsstille disse kravene siden fosfat potensielt kan benyttes til å stabilisere og forbedre fiskeprodukter ved å fjerne blod, hindre harsking og drypptap i produktene. Effektene fosfertilsetningen har på fisken, samt restverdiene av fosfater i sluttproduktene vil i stor grad avgjøre om behandlingen kan betraktes som et proseshjelpemiddel eller tilsetningsstoff.

## 1.2 Teori: Bruk av fosfater ved produksjon av saltfisk

En av hovedforklaringene på at Island har overtatt det spanske markedet på saltfisk fra Norge har vært knyttet til introduksjonen av nye saltemetoder på Island (Lindkvist, 2010). Injisering av lake tilsatt fosfater og/eller andre antioksidanter ble vanlig som saltemetode på Island på 1990-tallet. En gjennomgang av litteratur på området har vist at svært få vitenskapelige forsøk er blitt utført (Bjørkevoll *et al.* 2011). Bruk av fosfat sies å gi en hvitere og fyldigere fisk (Thorarinsdottir *et al.* 2010) samt å gi økt vannbindingsevne. Videre sies det at fosfat-behandlet fisk er saftigere og har bedre tekstur enn annen saltfisk. Kunnskapen om bruk av fosfat ved produksjon av saltfisk er i stor grad basert på forsøk og erfaringer ute hos produsentene og i svært liten grad dokumentert og rapportert i kontrollerte, vitenskapelige forsøk. I de tre kjente forsøkene som har blitt gjennomført med uttesting av fosfat på saltfisk har ingen positive kvalitetseffekter blitt avdekket (Schröder, 2010; Bjørkevoll, 2009; Thorarinsdottir *et al.* 2001).

Noen av hovedutfordringene ved produksjon av saltfisk er blod i råstoffet, at fisken gulner (blir misfarget) under produksjon og lagring, og at fisken slipper varierende mengder væske ut i kartongene under lagring, transport og salg.

Ulike typer fosfater har forskjellige egenskaper som potensielt kan bidra til å løse eller redusere hovedproblemene listet opp ovenfor. Noen fosfater kan binde metallioner (Dziezak, 1990). Dermed kan fosfat virke som en antioksidant som kan redusere fiskens gulner under lagring, samt at blod kanskje kan trekkes ut av råstoffet under salting. Begge disse effektene vil kunne gi hvitere saltfisk. Videre er det vanlig at fosfater brukes til å øke vannbindingsevnen i kjøttprodukter (Øines *et al.* 1994; Ellinger, 1972). Denne egenskapen kan benyttes (men også utnyttes) til å øke utbytte, men utbytte/vanninnhold vil i stor grad bestemmes av hva som er akseptabelt i de forskjellige markedene. Ved å øke vannbindingsevnen kan det også tenkes at fisken slipper mindre væske under lagring. Dette vil være gunstig både for å bevare vekt, men også for å unngå at lake renner ut under lagring, transport og salg. Fosfater kan også ha innvirkning på sensoriske egenskaper som tekstur og saftighet siden vannbindingsegenskapene påvirkes (koketapet reduseres), men dette er i liten grad dokumentert for saltfisk. En oppsummering av fosfaters klassifisering, regulering og funksjon i sjømat er gitt i Esaiassen og Joensen (2002) og Goncalves og Ribeiro (2008).

Når det gjelder nedbrytningen av fosfater under lagring av fisk ser det ut til at fosfater brytes ned til monofosfater, muligens på grunn av enzymatisk aktivitet i fisken (Kaufmann, *et al.* 2005; Bjørkevoll; 2009). Etter utvanning inneholder både fisk med og uten fosfertilsetning mindre fosfat enn råstoffet (Schröder, 2010; Thorarinsdottir *et al.* 2001).

Basert på en teoretisk tilnærming er det et vesentlig potensiale for at fosfater kan ha flere positive effekter på saltfisk og at fosfater kan være med på å øke kvaliteten på produktet. For å avklare om det er slik, må en gjennomføre kontrollerte forsøk med salting av fisk både i småskala og i industriell skala.

Forsøk har vist at fosfertilsetning (2 %) ved injisering av fryst og tint lineråstoff medfører en svakt lysere muskeloverflate ved at fisken mørkner mindre enn uten bruk av fosfat. Salfiskutbyttet økes med 4,7 % dersom fosfatet tilsettes ved injisering. Dersom fosfatet tilsettes i lake under pickelsalting forblir muskeloverflaten og utbytte tilnærmet uendret (øker med 1 %) (Bjørkevoll *et al.* 2012). Hvilken effekt fosfat har på andre typer råstoff er i liten grad undersøkt.

Det har blitt rapporter indikasjoner på at fosfatet reduserer oksidasjonen i fiskemuskel, men resultatene var noe usikre (Bjørkevoll *et al.* 2012). For å få mer sikre data må flere fisk per gruppe av mer jevn kvalitet analyseres for å få bedre dokumentasjon på effekten av fosfat på oksidasjon og farge.

I forsøk der fosfatet ble tilsatt som di- og trifosfat viser analyser at restmengdene kun foreligger som monofosfat. Restnivåene av fosfat var lave ved injisering av 2 % fosfat og i det videre arbeidet bør effekten av høyere konsentrasjoner av fosfat undersøkes (Bjørkevoll *et al.* 2012).

Fosfater har vært omdiskutert i saltfisknæringen der Island muligens har hatt en mindre rigid oppfølging av lovverket på området enn andre nasjoner (Thorarinsdottir, Bjørkevoll og Arason, 2010). I Norge har det vært et negativt fokus i media på bruken av fosfat i sjømat og spesielt saltfisk, der det kun har vært fokusert på at fosfat kan brukes for å øke vekten på produktet og betegnet som juks. Helsemessig har det ikke blitt funnet negative konsekvenser av bruken av fosfat utover det at det øker innholdet av salter i næringsmidler som generelt er helsemessig uheldig. For saltfisk blir produktet utvannet og dermed reduseres saltinnholdet til et ønskelig nivå.

Det har vært spekulasjoner om fosfater kan binde mineraler som kalsium i kroppen og dermed hindre opptak av disse. En rekke studier har derimot vist at fosfat i praksis ikke har noen virkning på mineralopptaket fra tarmen (Ofstad, 2010).

### **1.3 Formål**

Hovedmålet i dette prosjektet er å dokumentere hvordan fosfatet Carnal 2110 påvirker sluttproduktet fullsaltet torsk. Dette blir undersøkt ut fra tre ulike tilnærminger:

- Delmål 1: Dokumentere effekten av fosfat på muskelfarge og blodmengde i sluttproduktene avhengig av råstofftype.
- Delmål 2: Dokumentere hvordan lagringsstabiliteten til sluttproduktene påvirkes av fosfertilsetning spesielt med omsyn til farge (oksidasjon) og væskeslipp/utbytte avhengig av råstofftype.
- Delmål 3: Kartlegge hvilke typer og mengder restfosfat som finnes i sluttproduktene.



## **2 MATERIALE OG METODE**

### **2.1 Beskrivelse av ferskt line- og garnråstoff**

I forsøket med ferskt råstoff ble det brukt kappet og sløyd torsk i størrelsesklasse 2,0-2,5 kg fanget med garn eller line utenfor kysten av Senja (Svensgrunnen) i begynnelsen av februar. Begge fangstene var tre netters bruk satt på 40-50 favners dyp.

### **2.2 Beskrivelse av fryst trålråstoff**

I forsøket med ombord-fryst trålråstoff ble torsken fanget med FF Helmer Hanssen den 13/3-12 på Malangsgrunnen i Troms. Fisken ble tatt i små hal på maksimum 1,8 tonn maks tauetid 1 time. Videre ble fisken delt i to grupper. Den ene gruppen ble bløgget direkte fra sekk og lagt i vannfylt inntaksbinge i 30 minutter til utblødning. Etter håndsløying lå fisken 15-30 minutt i skylletank før innfrysing. Den andre gruppen ble direktesløyd under bløgging på forhånd. Skylletid etter sløying var 30-45 minutter før innfrysing. For begge gruppene ble det benyttet sløyd og hodekappet torsk med en vekt på 1,0-3,5 kg.

### **2.3 Uttak og analyse av råstoffprøver**

For opparbeidelse av prøvemateriale ble AOAC "Official Method 937.07 – Fish and Marine Products pkt. a" brukt. For hver fisk ble tre koteletter á 2,5 cm tatt ut etter tining og flekking (Fig. 2.1). Første bit ble tatt ut bak brystfinnene, neste bit midt imellom første bit og gatthull og siste bit rett foran gattåpningen. Videre ble skinn og bein fjernet og prøvematerialet fra hver fisk ble oppbevart i hver sin pose. Prøver ble fryst inn ved -30 °C til senere analyse.



**Figur 2.1. Oppdeling av fisk til analyser av fiskemuskel. De tre bitene øverst på bildet ble brukt til analysene.**

Fem fisker ble brukt til bestemmelse av di- og trifosfat (HPTLC (High Performance Thin Layer Chromatography), ISO 5553:1980) og til bestemmelse av totalt fosfat ( $P_2O_5$ ) og metaller (Ca, Na, K, P, Mg, Cu og Fe) med ICP-OES (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry) (AOAC 985.01). Til bestemmelse av TBARS (Wyncke, 1970; Ke *et al.*, 1984) og peroksidverdi (Pearson, 1976; Cox and Pearson; 1962) ble fem andre fisker analysert. Til bestemmelse av vanninnhold ved tørking ved 105 °C i 12-14 timer (AOAC 950.46 B) ble ytterligere fem fisker tatt ut.

### 2.3.1 Statistikk

For å se hvordan ulike faktorer samvarierer ble en serie ulike multivariate metoder benyttet for å avdekke eventuelle sammenhenger mellom faktorene (NONLIN Regression, GLM, og ANOVA i Systat).

## 2.4 Gjennomføring av storskala fullsalting av ferskt råstoff

Råstoffet ble flekket med en Baader 541 maskin før blod i nakke og blodstubb ble fjernet med vakuumsug. Sorthinnen ble fjernet, og flekket fisk merket. Flekket fisk ble veid, pH ble målt med stikkelektrode (WTW, pH 3310, Weilheim, Tyskland), instrumentell farge ble målt (Minolta Croma meter, CR-200, Japan) og kvalitetsvurdert før innsalting. Instrumentell farge ble målt fire steder på tykkfisken for hver fisk.

Maskinsyn (Nikon D7000) kan brukes til å evaluere både grunnfarge og ulike defekter (områder med misfarging, blodflekker, leverflekker, svarthinne etc.) på filet/fisk. I dette prosjektet, hvor en har fokus på hvithet av muskel, har vi valgt å velge ROI (Region of interest) som et rektangel som dekker loinsdelen. Vi har bevisst unngått å ta med områder med ulike defekter i ROI. Følgelig representerer fargeverdiene kun endringer i hvit muskel som en effekt av prosessering. Vi har benyttet CIE Lab-systemet



hvor L (lyshet), a (rød-grønn akse) og b (gul-blå akse) bestemmes. I tillegg er fargemetning (chroma, C) og fargevinkel (hue, Ho) beregnet. Videre er også  $\Delta E$  beregnet, samt hvithet,  $W = L - 3b$ . 'Chroma' og 'hue' er de fargeverdiene som ligger nærmest det som øyet vårt kan oppfatte i motsetning til a og b isolert sett. Antall analyserte fisk i hver gruppe var n = 24 - 38, i de fleste tilfellene var n = 29 - 32.

I forsøket ble ett helt kar (1000 liter) med fisk saltet for hver gruppe. Fisken ble etter fjerningen av blod injisert med lake (Lakesprøyte type Traust AS, Island) på 15-17 °C og med temperatur på  $2 \pm 1$  °C. Injiseringstrykket var 0,2-0,3 bar med 46 slag (injiserings) per minutt. For alle typer råstoff ble samme saltemetode benyttet; fisken ble pickelsaltet med tilsetning av ca. 100 liter lake per kar under saltingen. For hver råstofftype ble en eller to ulike fosfatkonsentrasjoner undersøkt (Tab.2.1). Sjøsalt (Holst AS, Harstad) ble brukt til pickelsalting og til saltlake ble det brukt finsalt (Vakuumsalt, GC Rieber Salt AS). Fosfatet som ble brukt var Carnal 2110 (Budenheim, Tyskland), en blanding av natriumdi- og tri-fosfat og kaliumdi- og tri-fosfat. Fosfatet ble blandet inn i lake på 15-17 °C. Konsentrasjonen av fosfat ble bestemt på vektbasis (w/w) som prosentvis vekt av vekten på ferdigblandet saltlake.

**Tabell 2.1. Forsøksoppsett for fullsalting av torsk. All lake inneholdt fosfat-konsentrasjoner som angitt i tabellen.**

Råstofftype	Saltemetoder/fosfat konsentrasjon			
<b>Line</b>	Injisering – Pickelsalting (ca. 100 liter lake) - Tørssalting	0 % Kontroll	2,0 % Fosfat	4,0 % Fosfat
<b>Garn</b>	Injisering – Pickelsalting (ca. 100 liter lake) - Tørssalting	0 % Kontroll	2,0 % Fosfat	4,0 % Fosfat

For hver gruppe ble ett helt saltekar brukt der 30 merkede fisk ble jevnt fordelt i karet sammen med fisk i vanlig produksjon under salting. I hvert kar var det totalt ca. 650-700 kg fisk og ca. samme mengde salt. Laken ble fylt på litt etter litt slik at en alltid hadde nivået på laken like under øverste lag med fisk/salt. Denne saltemetoden ble definert som pickelsalting med laketilsetning.

Etter 14 dagers pickelsalting ved  $6,5 \pm 1,0$  °C ble fisken snudd over på palle og videre modnet/tørssaltet i ytterligere 14 dager ved samme temperatur. Det ble tatt ut tre lakeprøver fra hvert av saltetekarene. Disse ble frosset inn ved  $-30$  °C og senere sendt til analysering som for råstoff og saltfisk.

Etter en total saltetid på fire uker ble alle grupper tatt ut av tørssalting. Vekt, pH og instrumentell farge ble bestemt på alle merkede fisk som for råstoffprøver. Først ble to og to fisker slått mot en annen tre ganger for å fjerne overflatesaltet. Alle merkede fisker fra hver gruppe (30 stykker) ble evaluert sensorisk av trenet personell. Egenskapene grunnfarge (hvithet), gulfarge, rødfarge, spalting og lukt ble undersøkt. For egenskapene ble skalaen 1 til 9 brukt der 9 er best og 1 er dårligst kvalitet. Skjemaet som ble brukt er vist i Vedlegg 1. Fisken ble så pakket i kartonger til videre lagring i ytterligere en måned ved samme temperatur som tidligere.

Etter to måneders lagring som saltfisk ble fisken fraktet til Nofima i Tromsø for analysering. Ved dette uttaket ble vekt, pH, farge (Minolta og maskinsyn) samt sensorisk kvalitet registrert av fire dommere.

Fra hver av gruppene ble fem fisker tatt ut til kjemisk analyse. Uttak av saltfiskprøver er vist i Fig. 2.2. Prøvemateriale ble tatt ut til bestemmelse av fosfatinnhold, NaCl, metallinnhold, til analyse av TBARS, peroksidnivå og vanninnhold.



Figur 2.2. Prøveuttak for fullsaltet fisk. Prøver som er vendt med muskelsiden opp ble etter fjerning av skinn og bein homogenisert før bruk til kjemiske analyser.

## 2.5 Gjennomføring av storskala forsøk med fryst trålråstoff

Etter tining over natt i tinetank ble fisk flekket med en Nordic flekkemaskin type FK-100 før fjerning av blod i nakke og blodstubb med vakuum. Sorthinnen ble fjernet, og flekket fisk individmerket med plastmerker plassert ved brystfinnen.

Flekket fisk ble veid, pH ble målt med stikkelektrode (WTW, pH 3310, Weilheim, Tyskland), instrumentell farge ble målt (Minolta Croma meter, CR-200, Japan) og kvalitetsvurdert før innsalting. Instrumentell farge ble målt fire steder på tykkfisken for hver fisk. Fargen ble også bestemt ved bruk av maskinsyn (Nikon D7000).

To ulike bløggemetoder ble undersøkt, og for hver metode ble tre ulike fosfatkonsentrasjoner benyttet (Tab. 2.2). Saltet som ble brukt både til salting og tillaging av lake bestod av 50 % bergsalt og 50 % sjøsalt. Fosfatet som ble brukt var Carnal 2110 (Budenheim, Tyskland), en blanding av natriumdi- og tri-fosfat og kaliumdi- og tri-fosfat. Fosfatet ble blandet inn i lake på 15-17 °Be. Konsentrasjonen av fosfat ble bestemt på vektbasis (w/w) som prosentvis vekt av vekten på ferdigblandet saltlake.

**Tabell 2.2. Forsøksoppsett for fullsalting av torsk. All lake inneholdt fosfat-konsentrasjoner som angitt i tabellen.**

Saltemetoder/fosfat konsentrasjon			
<b>Bløgget råstoff:</b> Injisering – Pickelsalting (120 liter lake) - Tørrsalting	0 % Kontroll	2,0 % Carnal 2100	4,0 % Carnal 2110
<b>Direktesløying:</b> Pickelsalting (120 liter lake) - Tørrsalting	0 % Kontroll	2,0 % Carnal 2100	4,0 % Carnal 2110

Til injisering ble en lakesprøyte av type Fomaco modell FGM 112F DC brukt. Injiseringsparameterne var: trykk: 1,5 bar, hastighet på båndet: 70 slag/min (innstilling 60). Kun en av to nålebroer ble benyttet og tykkelsen på nålene var 3,0 mm. Etter injisering ble fisken pickelsaltet. For hver gruppe ble ett helt saltekar brukt der 30 merkede fisk ble jevnt fordelt i karet sammen med fisk i vanlig produksjon under salting (to merkede fisk per lag med fisk). I hvert kar var det totalt ca. 650-700 kg fisk og 500-600 kg salt. Det ble tilsatt 110-120 liter lake i hvert kar. Laken ble fylt på litt etter litt slik at en alltid hadde nivået på laken like under øverste lag med fisk/salt. Denne saltemetoden er definert som pickelsalting med laketilsetning.

Etter 14 dagers pickelsalting ved 7-9 °C ble fisken snudd over på palle og videre modnet/tørrsaltet i ytterligere 14 dager ved 0-1 °C.

Etter total saltetid på fire uker ble alle grupper tatt ut av tørrsalting. Vekt, pH og instrumentell farge ble bestemt på alle merkede fisk som for råstoffprøver. Først ble to og to fileter slått mot en annen tre ganger for å fjerne overflatesaltet. Alle merkede fisk fra hver gruppe (30 stykker) ble evaluert sensorisk av et ekspertpanel på fire personer. Egenskapene grunnfarge (hvithet), gulfarge, rødfarge, spalting og lukt ble undersøkt. For egenskapene ble skalaen 1 til 9 brukt der 9 er best og 1 er dårligst kvalitet. Skjemaet som ble brukt er vist i Vedlegg 1. Fisken ble så pakket i kartonger til videre lagring i ytterligere en måned ved samme temperatur som tidligere.

Etter to måneders lagring som saltfisk ble saltfisken analysert for vekt, pH, farge (Minolta og maskinsyn) samt sensorisk kvalitet registrert av fire dommere.

Fra hver av de seks gruppene ble 15 fisk tatt ut til kjemisk analyse. Uttak av saltfiskprøver er vist i Fig. 2.2. Prøvemateriale fra fem fisk ble tatt ut til bestemmelse av fosfatinnhold, NaCl og metallinnhold, fem fisker ble tatt ut til analyse av TBARS og peroksidnivå, og fem fisker til vanninnhold.



## 3 RESULTAT

### 3.1 Storskala forsøk med fullsalting av fersk torsk

#### 3.1.1 Råstoff

På grunn av dårlig vær ble redskapen stående over tre netter for fangstene som ble brukt i forsøket. Dette medførte av kvaliteten var middels for både line- og garnråstoffet. Råstoffkvaliteten var litt bedre for line- enn for garnråstoffet.

Råstoffet fanget med garn og line hadde en temperatur på henholdsvis  $6,1 \pm 0,4$  °C og  $3,9 \pm 0,3$  °C rett etter flekking og før innsalting (n=90).

pH for lineråstoffet var  $7,2 \pm 0,2$  og for garnråstoffet  $6,9 \pm 0,2$  (n=30) rett før salting. Gjennomsnittlig vanninnhold for fem individer var  $81,5 \pm 0,6$  % for lineråstoff og  $80,9 \pm 0,4$  % for garnråstoffet.

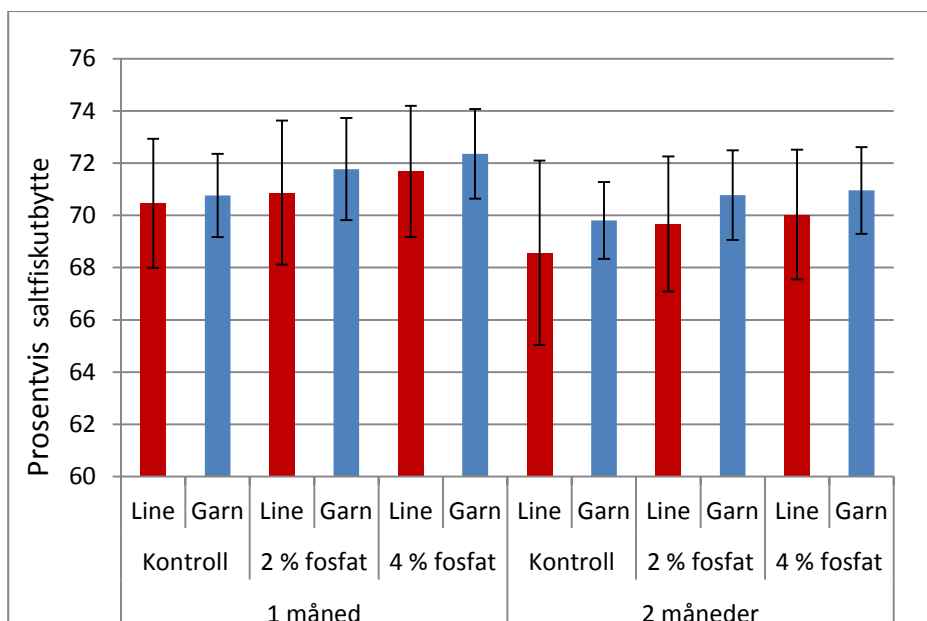
#### 3.1.2 Saltfisk

Etter to ukers pickelsalting ved 5-7 °C ble karene snudd over på palle og tørrsaltet i ytterligere to uker ved samme temperatur. Etter analysing av saltfisk etter en måned ble fisken pakket i kartonger med litt salt mellom lagene og lagret ytterligere en måned ved 5-7 °C før analysing av saltfisk lagret to måneder.

Lakestyrken på saltlakene som ble brukt under forsøket var 15 °Be. Etter oppløsning av fosfatet ble det ikke registrert sedimentering av fosfat i bunnen av karet. Styrken på laken etter tilsetning av fosfat var henholdsvis 17 og 19 °Be for 2 og 4 % fosfatlake. Etter endt injisering av hver gruppe (ett kar), der laken ble resirkulert under saltingen, ble det registrert små eller ingen endringer i lakestyrken.

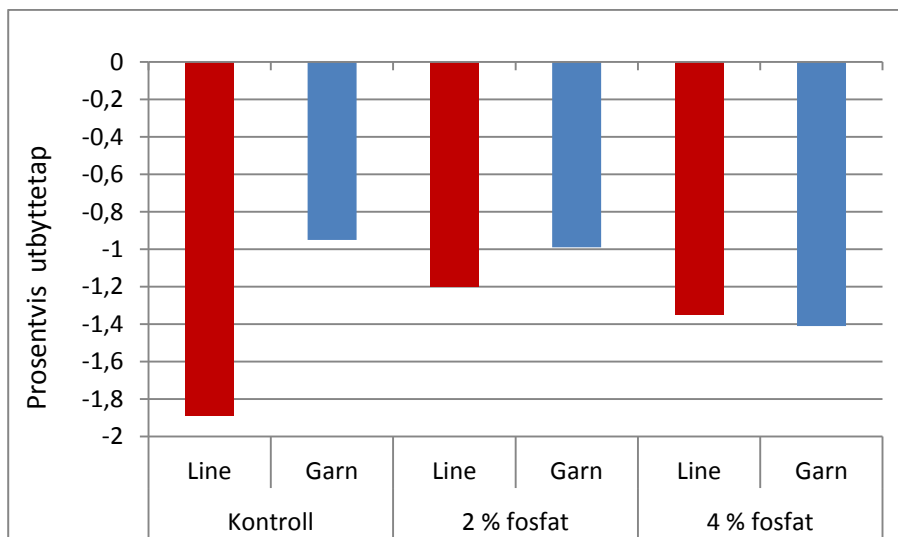
#### Utbytte

Som vi ser av Fig. 3.1 så er utbytte relativt likt for alle gruppene fra 68-72 %, med en svak økning i utbytte med økt fosfatkonsentrasjon. Behandling med 2 og 4 % fosfat gav en økning på henholdsvis 0,6 og 1,7 % for line og 1,4 og 2,3 % for garnråstoff. Fosfatkonsentrasjonen ga det største bidraget ( $F_{3,344}=17,46$ ,  $p<0,0001$ ; GLM) til å forklare variasjonen i utbytte, og modellene indikerer at i grupper hvor en har tilsatt 2 eller 4 % fosfat var utbyttet henholdsvis 1,1 og 1,7 % høyere (signifikant) enn i gruppen som ikke fikk fosfat injisert. Også mellom ulike råstoffgrupper var det en signifikant forskjell i utbytte ( $F_{1,344}=14,85$ ,  $p=0,0001$ ; GLM). Her hadde saltfisk basert på garnråstoff gjennomgående rundt 1 % høyere utbytte enn lineråstoffet.



**Figur 3.1. Saltfiskutbytte fra flekket råstoff av garn og linefangst. Saltfisk injisert med 0, 2 eller 4 % fosfat og veid etter 1 og 2 måneders lagring på kjølerom. N=30 per gruppe**

Fig 3.2 viser at det ikke er store forskjeller i tap i saltfiskvekt under lagring fra en til to måneder. Saltfisken taper rundt 1-2 % vektutbytte, noe som er i størrelsesordenen det samme som vekten økes med ved bruk av 4 % fosfat. For lineråstoffet kan det virke som om fisk tilsatt fosfat mister noe mindre vekt enn kontrollgruppen mens det er noe mindre forskjell innad i garngruppen som viser motsatt trend.

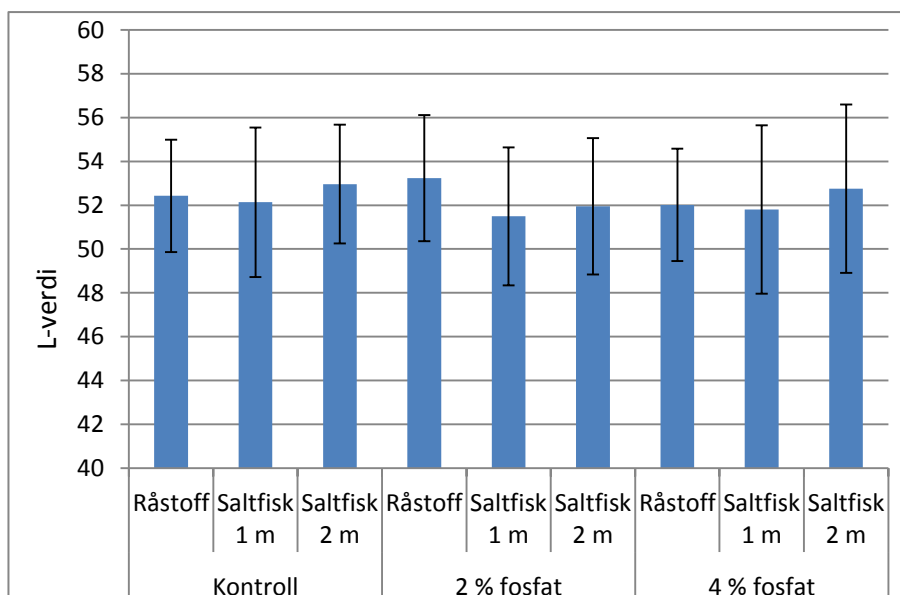


**Figur 3.2. Utbytteendring under lagring av saltfisk fra en til to måneder**

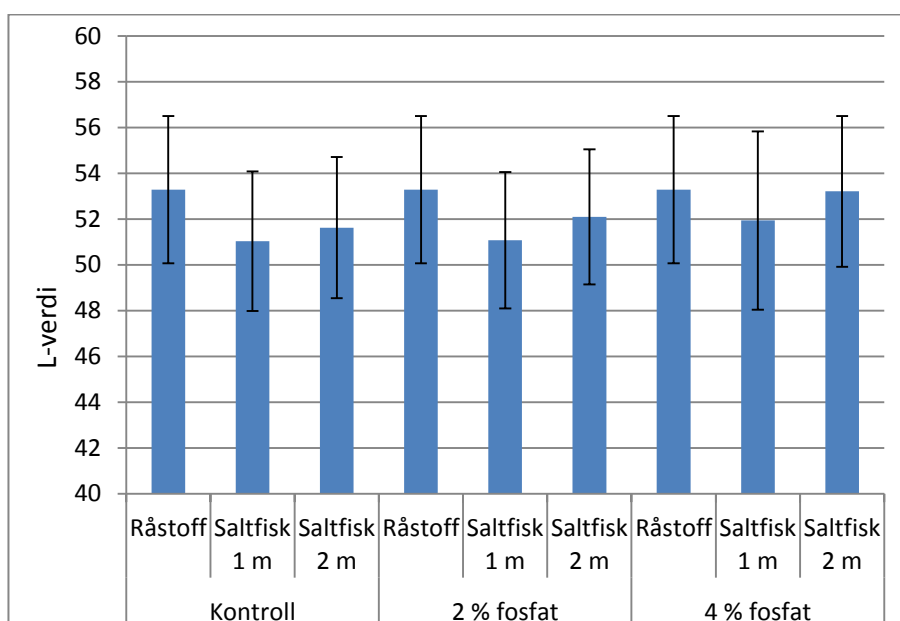
### 3.1.3 Instrumentell fargemåling av råstoff og saltfisk

#### Minolta

Den instrumentelle målingen viste at råstoffgrunnlaget var likt for alle grupper med en L-verdi på rundt 52-53. For alle grupper ble L-verdien lavere fra råstoff til saltfisk, der saltfisk fra garnråstoff fikk størst nedgang. Det ble ikke funnet entydige effekter av fosfattilsetning på L-verdien til saltfisk lagret en og to måneder (Fig 3.3 og Fig 3.4). Det var en trend blant alle grupper av fisken økte svakt i L-verdi fra en til to måneders lagring.

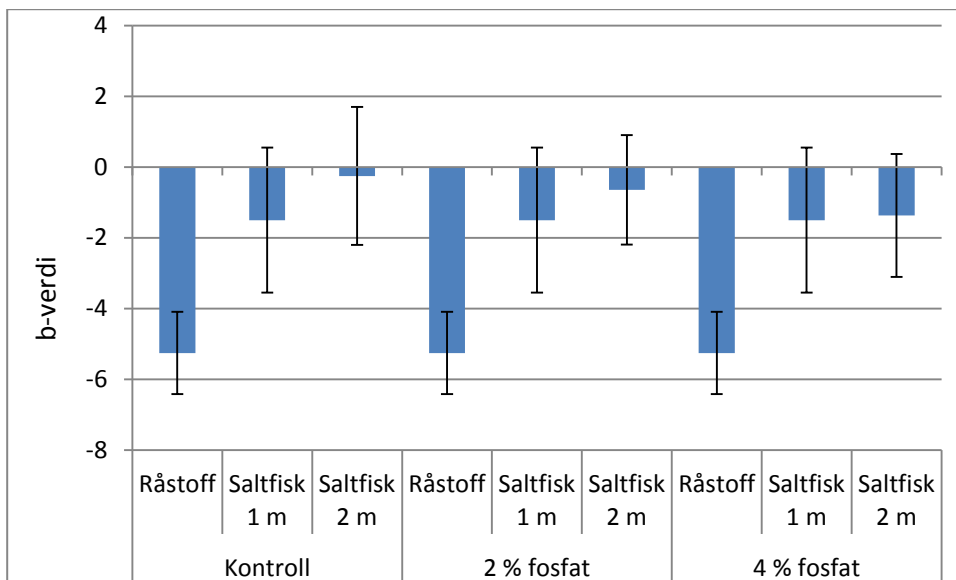


Figur 3.3. L-verdi målt på råstoff og saltfisk (lagret 1 og 2 måneder) produsert av lineråstoff

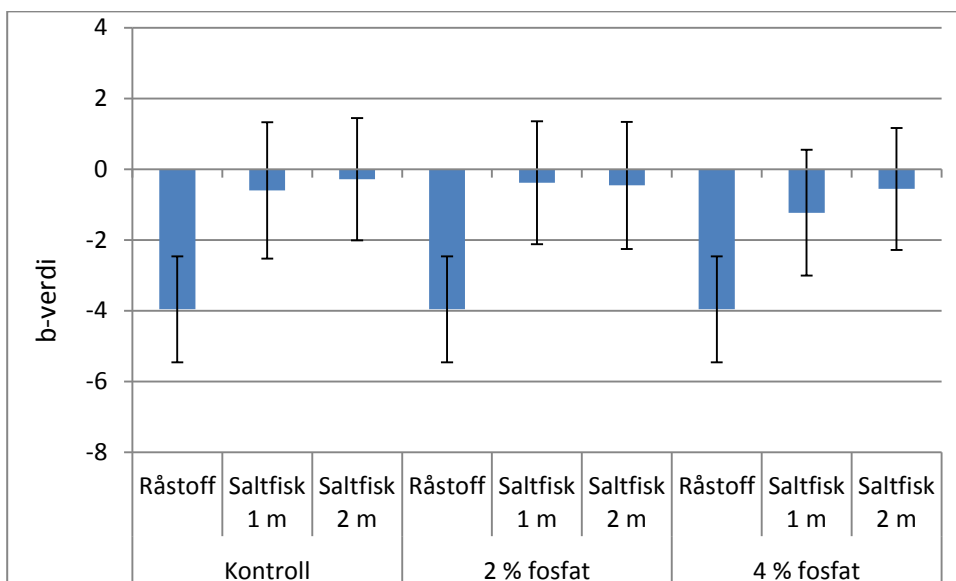


Figur 3.4. L-verdi målt på råstoff og saltfisk (lagret 1 og 2 måneder) produsert av garnråstoff

B-verdiene viser som ventet at fisken gulner etter salting. For lineråstoffet lå gulfargen for saltfiskene på -1,5 for alle grupper, men med store standardavvik. Garnråstoffet var noe gulere enn lineråstoffet både før og etter salting. Etter salting var det samme trend for begge råstofftyper der b-verdien lå på -0,5 til -1,2 ved økt fosfatkonsentrasjon. Det er dermed en svak trend til at økt fosfatstyrke gir en antydning mindre gul fisk (Fig 3.5 og Fig 3.6).



Figur 3.5. b-verdi målt på råstoff og saltfisk (lagret 1 og 2 mnd.) produsert av lineråstoff



Figur 3.6. b-verdi målt på råstoff og saltfisk (lagret 1 og 2 mnd.) produsert av garnråstoff

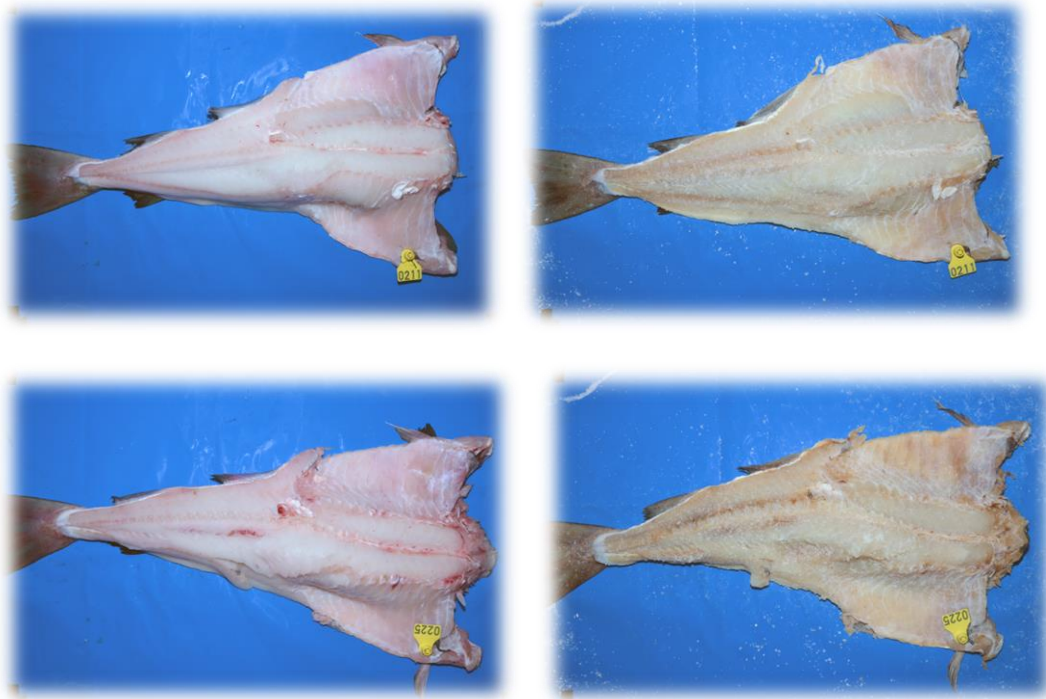
### Maskinsyn

### Visuell sammenlikning av fersk line- og garnfanget fisk, før og etter salting og fosfatbehandling

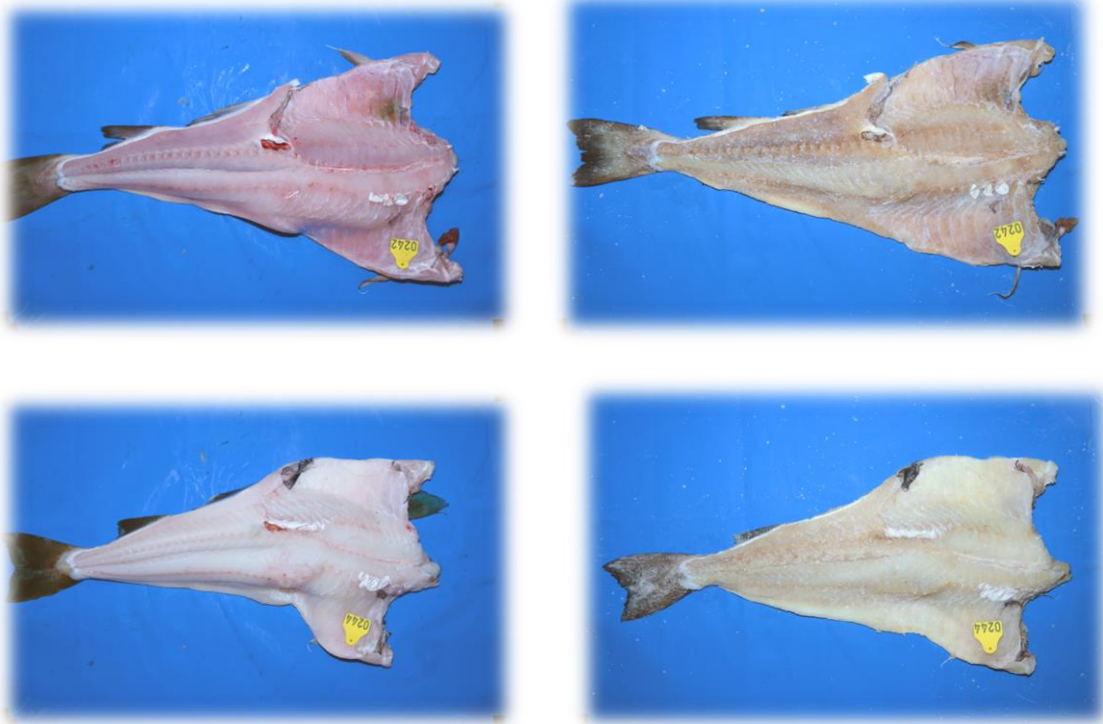
Eksempel på variasjon mellom linefanget fisk, før og etter salting (fosfatbehandling), er vist i Fig 3.7. Vi ser at i fersk linefisk hadde begge fiskene et rødskjær, mens loinsdelene



var hvite. Etter salting og fosfatbehandling kom områdene med restblod til syne som mørke, misfargede områder. For garnfanget fisk vises samme tendens (Fig 3.8) og betydningen av å starte med godt utblødd råstoff er også her tydelig illustrert.



**Figur 3.7.** Eksempler på to linefangede fisk som råstoff (venstre bilder) og etter (høyre bilder) salting og fosfatbehandling.



Figur 3.8. Eksempler på to garnfangede fisk som råstoff (venstre bilder) og etter (høyre bilder) salting og fosfatbehandling.

### Visuell sammenlikning

På grunn av små fargeforskjeller i loinsdelen er det i mange tilfeller ut i fra bildene vanskelig med det blotte øye å se forskjeller på saltfisk innen - og mellom - de ulike gruppene.

Tar vi eksempelvis utgangspunkt i garnfanget fisk, er det i Fig 3.9 vist typiske eksempler på garn fisk. Vi ser her at det med det blotte øye er vanskelig å se forskjell på behandlingene.



(a) Garnfanget kontroll



(b) Garnfanget kontroll



(c) Garnfanget 2 % fosfat



(d) Garnfanget 4 % fosfat

Figur 3.9. Eksempler på saltfisk fra garnfisk. Sammenlikning mellom (a, b) 'kontroll', (c) '2 % fosfat' og (d) '4 % fosfat'.

#### Kvantitativ måling av farge - Fargeforskjell før og etter salting

Ulike fargeparametere for line- og garnfanget fisk før og etter salting (fosfattilsetning), er vist i Tab 7.2 i Vedlegg 2. Grunnfargen på line- og garnfanget råstoff var relativt lik, kun mindre, men signifikante forskjeller ( $p < 0.05$ ) ble observert med hensyn til rødhet (a), hvithet ( $W = L - 3b$ ) og fargevinkel ( $H^\circ$ ). Fargevinkelen på line- og garnråstoffet var rundt  $360^\circ$  som tilsvarer en rødlig grunnfarge i filetene. Dette stemmer med det visuelle inntrykket.

Fosfatbehandling av råstoffet endret fargen på filetene (Tabell 7.2). For linefanget fisk ble det observert lavere L-, a-, W (fargekort)-, W ( $L - 3b$ )-, C- og  $H^\circ$ -verdier etter fosfatbehandling, mens b-verdiene var høyere ( $p < 0.05$ ). For garnfanget fisk ble det målt signifikante endringer i a, b, W (fargekort), W ( $L - 3b$ ),  $\Delta E$  (fargekort), C og  $H^\circ$ . Trenden var den samme som hos linefanget fisk bortsett fra at W (fargekort) økte litt for garnfanget fisk. Videre ble det observert en beskjeden reduksjon i  $\Delta E$  hos garnfanget fisk ( $p < 0.05$ ).

## Effekt av salting og fosfatbehandling

Endringene i fargeverdier på det ferske råstoffet, mellom kontrollfiskene og fiskene med tilsats av fosfat, er vist i Tab 7.3 i Vedlegg 2.

Uavhengig av behandling, varierte L-verdiene lite innen hver av gruppene, og totalt sett for alle gruppene var variasjonsbredden  $L = 70 - 78$ . Garnfanget fisk pekte seg mest ut ved lavest lyshet ( $L = 70 - 72$ ). Det var ikke signifikante forskjeller i lyshet mellom kontrollfiskene og fisken med fosfat, hverken for line- og garnfisk. Verdiene av  $a$  var negative, noe som betyr desto lavere (mer negative) verdier, desto mer mot grønn farge tenderte filetene. Minst 'grønn' ( $a = -0,4$  til  $-1,0$ ) var fisk som var garnfanget.

$b$ -verdiene var i all hovedsak positive, det vil si at desto høyere  $b$ -verdiene var, desto 'gulere' var fisken. For line- og garnfisken som helhet varierte verdiene mellom 3,2 og 6,1. For lineråstoffet var det signifikant ( $p < 0,05$ ) mer gul farge i kontrollfiskene og fisken med 2 % fosfat sammenliknet med 4 % fosfat. For garnfisken var det ikke signifikante forskjeller.

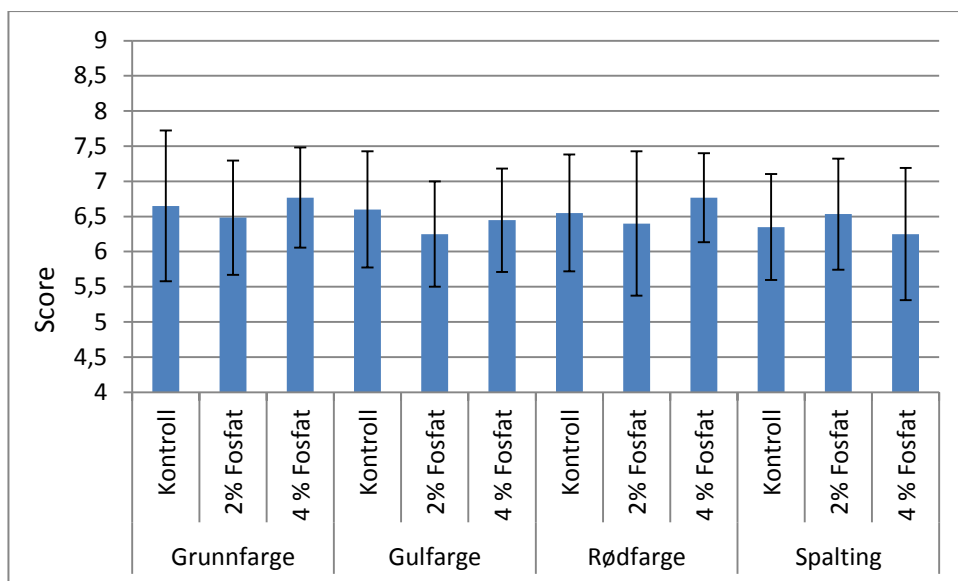
Hvitheten, bestemt som  $W = L - 3b$ , ble på linefisken noe økt ved tilsetning av fosfat. På garnråstoffet var det ikke tilsvarende systematisk øking i hvitheten ved tilsetning av fosfat. Hvitheten, relativt til hvit farge i GretagMacbeth fargekort, varierte i liten grad. Økende hvithet ( $W$ ) etter tilsetning av 4 % fosfat ble dog målt for både line- og garnråstoff, uten at forskjellene var signifikante.

Fargeforskjellen ( $\Delta E$ ), basert på CIE Lab-verdiene, ble målt som endring i forhold til kontrollgruppen innen hver enkelt gruppe. Uavhengig av tilsats av salt eller fosfat var forskjellene i farge små. Totalt sett varierte  $\Delta E$  kun mellom 3 til 6.

Fargeforskjellen ( $\Delta E$  relativt til hvit farge i GretagMacbeth fargekort) mellom fisk i de forskjellige gruppene varierte heller ikke mye. Effekten av de ulike behandlingene medførte følgende endringer i farge, 'Line' ( $\Delta E = 27 - 28$ ), og 'Garn' ( $\Delta E = 29 - 31$ ). Disse resultatene viser, som kanskje forventet, at den største endringen i farge etter behandling med salt eller fosfat ble oppnådd for garnfisk.

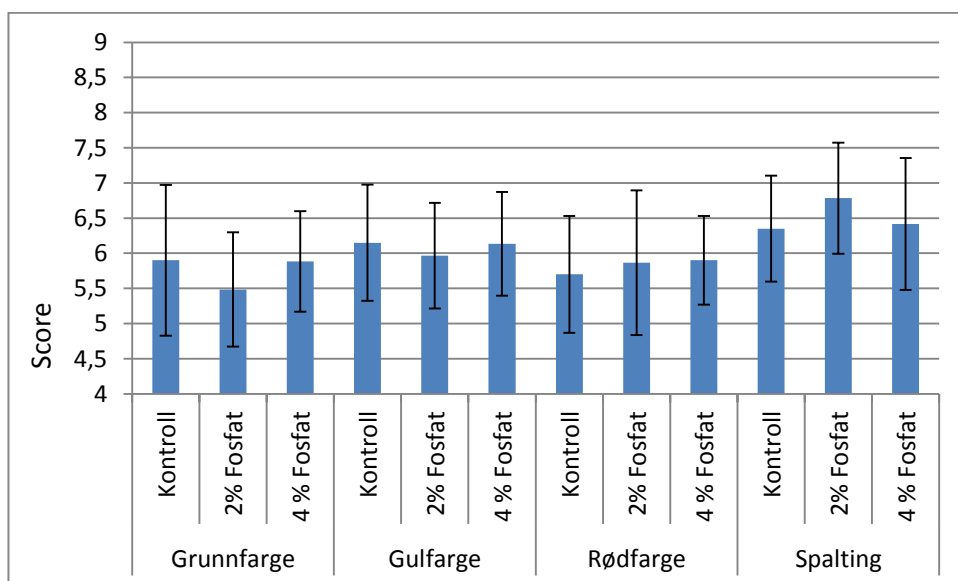
### 3.1.4 Sensorisk evaluering

Den sensoriske evalueringen av grunnfarge, gul farge, rødfarge (i loins) og spalting etter en måneds lagring av saltfisk viste små forskjeller for farge og spalting med økt fosfatkonsentrasjon (Fig. 3.10) for saltfisk av lineråstoffet. Det var likevel en trend til at gruppene behandlet med 2 % fosfat hadde lavere fargescore og høyere score på spalting enn de to andre gruppene som var mer like.



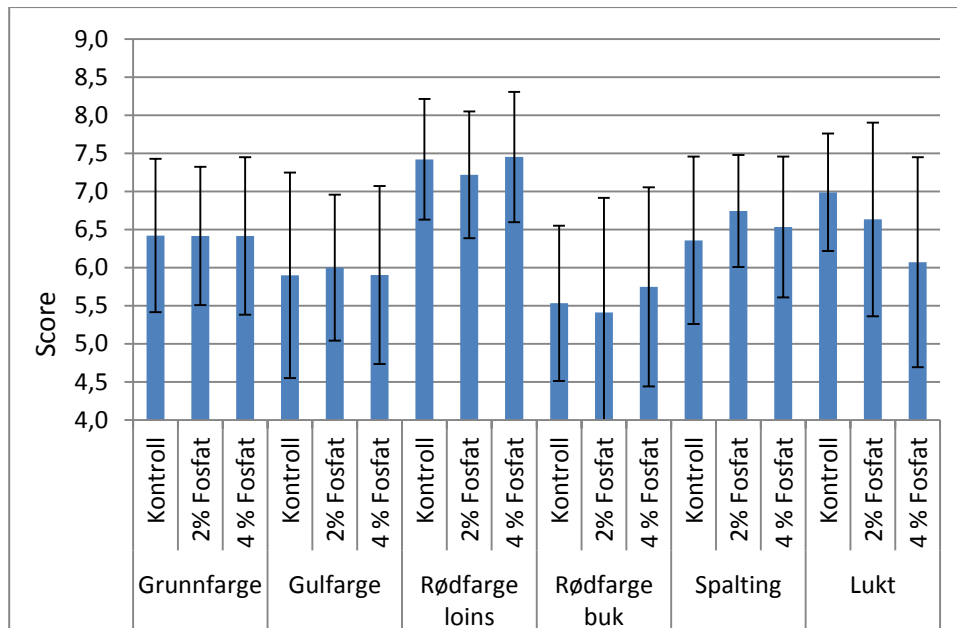
**Figur 3.10. Sensorisk bedømmelse av saltfisk fra lineråstoff (score 1 dårligst og score 9 best) lagret en måned. Gjennomsnitt og standardavvik av 30 fisk bedømt av to dommere individuelt er vist.**

For saltfisk av garnråstoff var det samme trend som for linefisk, at det ble funnet store variasjoner innad i hver gruppe. Generelt var grunnfarge, guldfarge og rødfarge noe lavere for garnfisk enn for linefisk som indikerer at kvaliteten på saltfisk fra garn hadde dårligere kvalitet enn saltfisk produsert av lineråstoff (Fig 3.11).



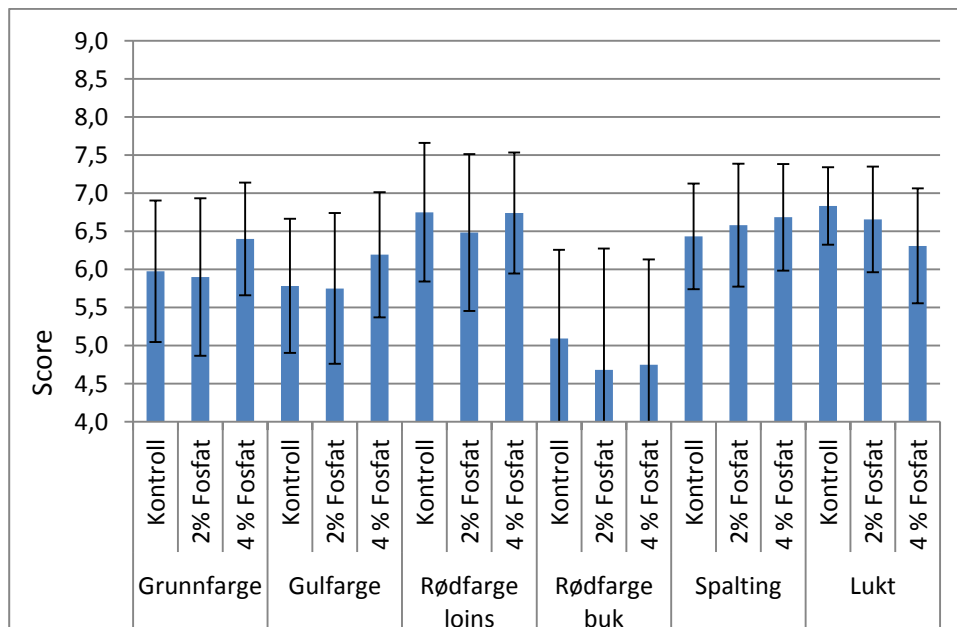
**Figur 3.11. Sensorisk bedømmelse av saltfisk fra garnråstoff (score 1 dårligst og score 9 best) lagret en måned. Gjennomsnitt og standardavvik av 30 fisk bedømt av to dommere individuelt er vist.**

Etter to måneders lagring ble saltfisk individuelt bedømt av fire dommere. Vi ser av resultatene for lineråstoffet i Fig 3.12 at det er store standardavvik for hver gruppe. For farge var gruppene mer like enn etter en måneds lagring. For lukt ble det registrert en trend til at intensiteten gikk ned med økt fosfatstyrke.



**Figur 3.12. Sensorisk bedømmelse av saltfisk fra lineråstoff (score 1 dårligst og score 9 best) lagret to måneder. Gjennomsnitt og standardavvik av 30 fisk bedømt av fire dommere individuelt er vist.**

Bedømmelsen av saltfisk fra garnråstoff viste at 4 % fosfat gav noe høyere gjennomsnittsverdi for grunnfarge og gulfarge (Fig. 3.13). Begge rødfarge-kategoriene var lavere enn for lineråstoffet. Spaltingen var i samme område som lineråstoffet (svak økning med økt fosfatstyrke) mens også for garnråstoffet ble det registrert en svak reduksjon i lukt med økt fosfatstyrke.



**Figur 3.13. Sensorisk bedømmelse av saltfisk fra garnråstoff (score 1 dårligst og score 9 best) lagret to måneder. Gjennomsnitt og standardavvik av 30 fisk bedømt av fire dommere individuelt er vist.**

Den sensoriske rangeringen av saltfisk lagret i 1 mnd. viste som L-verdiene liten forskjell mellom gruppene. Gruppen 4 % fosfat kom best ut ved å være litt lysere enn

de andre gruppene. Ved vurderingen etter 2 mnd. var forskjellene noe større da kontrollgruppen var tydelig dårligere enn 4 % fosfat gruppen for begge råstofftypene. For linegruppen ble 4 % fosfat gruppen rangert som best basert på hvithet og gulhet etterfulgt av 2 % fosfat og kontroll, men forskjellene var ikke store. For garngruppen ble gruppe 4 % fosfat rangert som best etterfulgt av kontroll og 2 % fosfat ut fra hvithet og gulhet, men også her var forskjellene små.

For å vurdere visuell kvalitet ble «Grunnfarge bestemt av dommerpanelet» ansett som det viktigste kvalitetskriteriet. For å indikere hvordan bestemt grunnfarge varierer med andre faktorer ble flere GLM modeller tilpasset materialet. En modell som forklarer Grunnfarge som funksjon av råstoff, fosfat konsentrasjon, tid, utbytte, gulfarge og rødfarge i loins, forklarte 67 % av variasjonen i grunnfarge. Her var det spesielt gulfarge og rødfarge i loins som samvarierte nært med bestemt grunnfarge.

Forskjellen mellom ulike råstoff var i størrelsesorden 0,15 enheter, hvor lineråstoffet hadde en høyere grunnfarge enn garnråstoffet ( $F_{2,347}=4,94$ ,  $p=0,027$ ; GLM).

Fosfatkonsentrasjonen bidro ikke i vesentlig grad til å forklare variasjonen i grunnfarge ( $F_{3,344}=0,9$ ,  $p=0,404$ ; GLM), mens tid for prøveuttak derimot ga et signifikant bidrag ( $F_{2,344}=6,6$ ,  $p=0,011$ ; GLM). Denne forskjellen i tidspunkt for uttak skyldtes at grunnfargebestemmelser gjort ved måling etter 1 måned lå 0,2 enheter over de gjort etter 2 måneder.

### 3.2 Kjemiske analyser

pH i alle saltfiskgrupper lå på  $6,2 \pm 0,1$  etter 1 måneders lagring (N=30). Etter 2 måneders lagring av saltfisk lå på for linegruppen på  $6,1-6,2 \pm 0,1$  mens garngruppene lå på  $6,1 \pm 0,1$  (N=30).

Vanninnholdet i saltfisk fra line- og garnråstoffet er vist i tabell 3.2. Som vi ser er det små forskjeller mellom råstoffgruppene og mellom de ulike fosfatbehandlingene, med en tendens til at garnfanget saltfisk inneholdt litt mer vann.

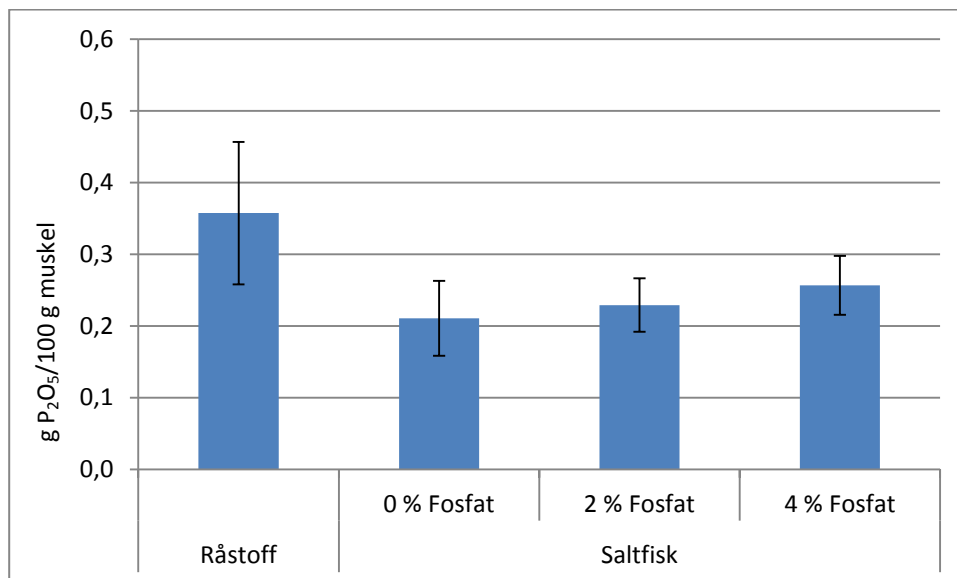
**Tabell 3.2. Vanninnhold (%) og standardavvik for fem saltfisk per gruppe.**

	Line			Garn		
	0 % fosfat	2 % fosfat	4 % fosfat	0 % fosfat	2 % fosfat	4 % fosfat
Vanninnhold (%)	54,6±1,3	55,0±0,4	54,0±1,1	56,1±0,6	55,5±0,6	55,7±0,4

De følgende kjemiske analysene ble gjennomført på saltfisk etter to måneders lagring ved et akkreditert analyselaboratorium i Spania. Resultatene blir kun oppsummert kort her og data fra analysene lagt i Vedlegg 2: Kjemiske bestemmelser - Anfaco.

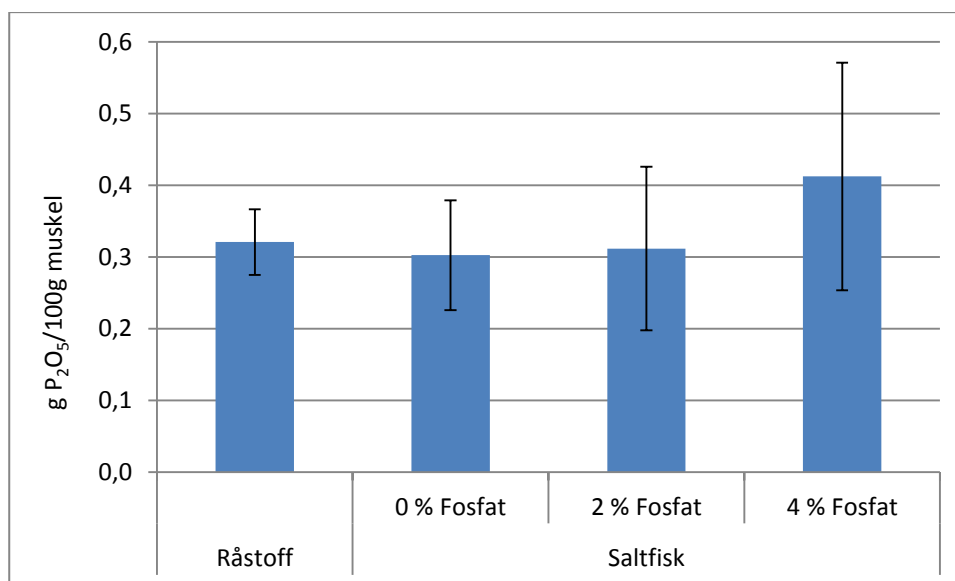
Jerninnholdet i begge typer råstoff lå under deteksjonsnivået på 2 mg/kg i de fleste prøver. For de fleste grupper av saltfisk lå også jerninnholdet under deteksjonsnivået, både for garn og linegruppen.

Fosfatinnholdet for råstoff og saltfisk produsert av lineråstoff er vist i figur 3.14. Fosfatinnholdet i lineråstoffet var 0,36 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g muskel. Det ble registrert en svak økning i fosfatinnhold i muskel ved økt fosfatkonsentrasjon i lake, fra 0,21 til 0,26 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g muskel.



Figur 3.14. Fosfatinnhold i råstoff og saltfisk fra lineråstoff behandlet med 0, 2 eller 4 % fosfat. N=5 per gruppe.

Fosfatinnholdet for råstoff og saltfisk produsert av garnråstoff er vist i figur 3.15. Fosfatnivået i råstoffet lå på 0,32 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g muskel. Saltfiskgruppene 0 % fosfat og 2 % fosfat lå på samme nivået som råstoffet mens for gruppen behandlet med 4 % fosfat lå fosfatinnholdet på 0,41 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g muskel.



Figur 3.15. Fosfatinnhold i råstoff og saltfisk fra garnråstoff behandlet med 0, 2 eller 4 % fosfat. N=5 per gruppe.



Oksidasjonsnivået var lavt for alle grupper. Peroksidnivået lå under deteksjonsnivået på 2,0 meq. O<sub>2</sub>/kg fett mens TBARS verdiene lå på mellom 0,6 og 0,9 mg TEP/kg muskel for alle grupper. Det ble ikke registrert noen sammenheng mellom fosfattilsetning og oksidasjon i fiskemuskel. Resultater er vist i Vedlegg 3.

Mengden av jern (Fe) var lav for alle grupper og lå på mellom 2 og 3 mg/kg. Det var små forskjeller mellom line- og garnråstoffet, og det var også små forskjeller mellom de ulike fosfatkonsentrasjonene som ble brukt.

### **3.3 Storskala forsøk med fullsalting av fryst tråltorsk**

#### **3.3.1 Råstoffbeskrivelse**

Råstoffkvaliteten var generelt god, men konsistensen ble beskrevet som noe bløt, sannsynligvis på grunn av høyt fødeinntak (lodde). Direktesløyd gruppe ble beskrevet som betydelig rødere enn bløgget gruppe.

Temperaturen i flekket fisk før salting var  $6,0 \pm 0,6$  °C for bløgget gruppe og  $5,5 \pm 0,9$  °C for direktesløyd gruppe (n=90). Fisk ble overtint fordi volumet av fisk (4 tonn) var for lite til å holde temperaturen nede i tinetanken.

pH i råstoffet lå på  $6,7 \pm 0,2$  både for bløgget og direktesløyd råstoff etter tining og flekking.

Gjennomsnittlig vanninnhold for fem individer var  $82,2 \pm 0,4$  % for direktesløyd råstoff og  $81,5 \pm 1,0$  % for bløgget råstoff.

#### **3.3.2 Salting**

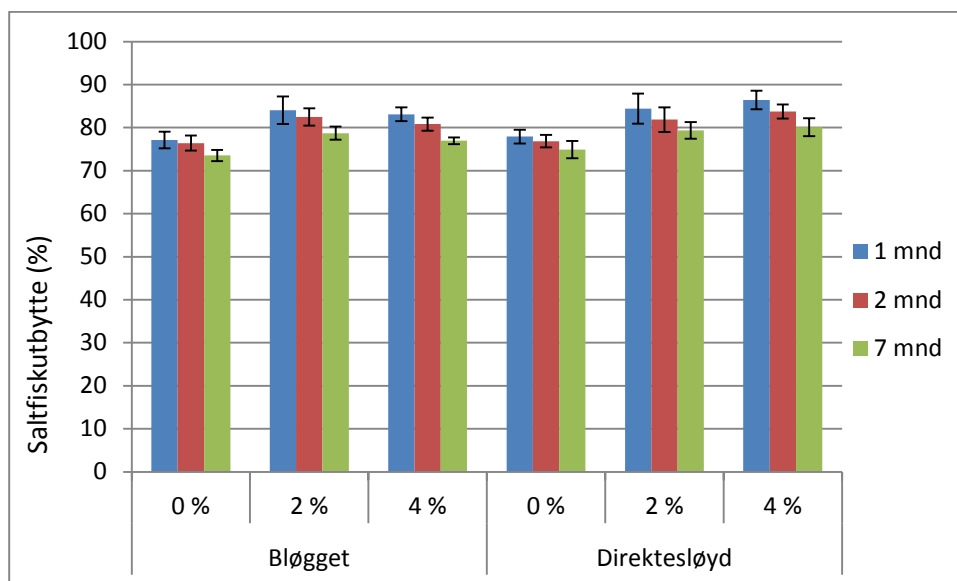
Etter 14 dagers pickelsalting ved 7-9 °C ble fisken snudd over på palle og videre modnet/tørresaltet i ytterligere 14 dager ved 0-1 °C før analysering.

Lakestyrken på saltlakene som ble brukt under forsøket var 16-17 °Be. Etter oppløsning av fosfatet ble det registrert sedimentering av fosfat i bunnen av karet. Derfor ble laken omrørt kontinuerlig mens forsøket pågikk. Styrken på laken etter tilsetning av fosfat var på 17-18 °Be for 2 og 20 °Be 4 % fosfatlake. Temperaturen i laken under injisering lå på 9-10 °C.

#### **3.3.3 Saltfiskutbytte**

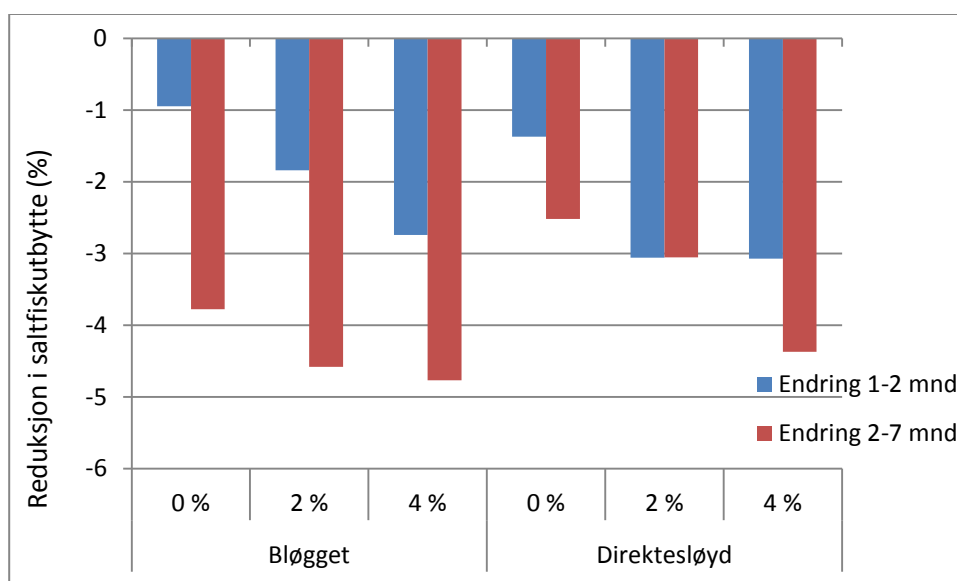
Utbyttet var likt for både bløgget og direktesløyd kontrollgruppe både etter 1 og 2 måneders lagring som saltfisk (Fig. 3.16). Saltfisk behandlet med 2 % fosfat hadde 9 % høyere utbytte for bløgget gruppe og 8 % høyere utbytte for direktesløyd gruppe sammenlignet med kontrollen (1 måneders lagring). Behandling med 4 % fosfat gav en utbytteøkning på 8 % for bløgget og 11 % for direktesløyd gruppe sammenlignet med kontrollgruppen (1 måneders lagring). Etter 7 måneders lagring var saltfiskutbyttet 3-5 %

høyere for fosfatbehandlet fisk sammenliknet med kontrollfisken, for både bløgget og direktesløyd fisk.



Figur 3.16. Saltfiskutbytte av fryst og tint trålråstoff enten bløgget eller direktesløyd. Saltfisk injisert med 0, 2 eller 4 % fosfat og veid etter 1, 2 og 7 måneders lagring på kjølerom. N=30 per gruppe

Som vi ser av Fig. 3.17 så gikk saltfiskutbyttet for kontrollgruppene ned med 0,9 og 1,3 %, henholdsvis for bløgget og direktesløyd gruppe under lagring fra 1 til 2 måneder på kjøle. Saltfisk behandlet med 2 % fosfat mistet 1,8 og 3,1 %, henholdsvis for bløgget og direktesløyd gruppe. Tilsvarende for saltfisk behandlet med 4 % fosfat var 2,7 og 3,1 %. Også for lagringen fra 2 til 7 måneder taper alle fosfatbehandlede grupper mer vekt enn kontrollgruppene. Økt fosfatkonsentrasjon under saltingen gir økt saltfiskutbytte, men gir samtidig økt vekttap under lagring av saltfisken.

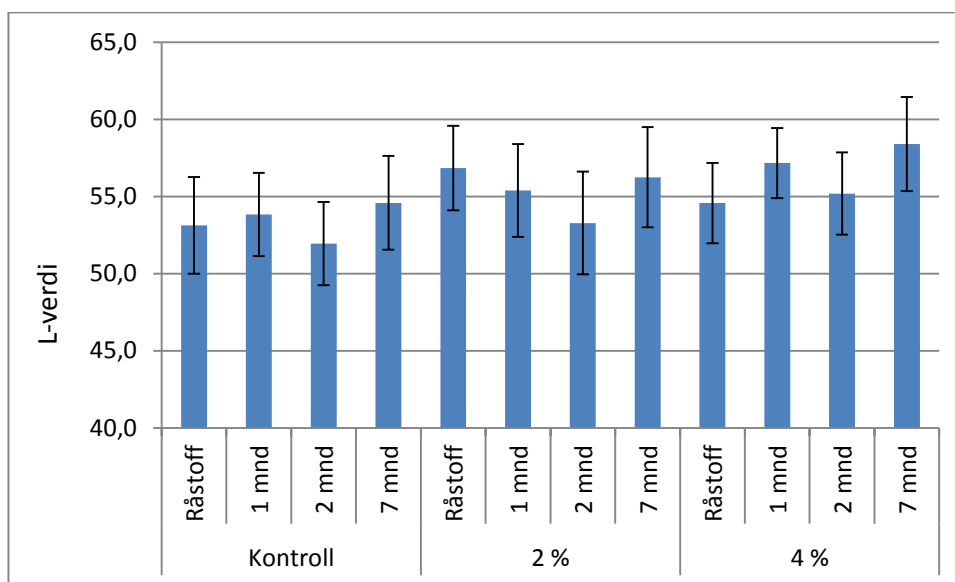


Figur 3.17. Reduksjon i saltfiskutbytte under lagring av saltfisk fra 1 til 2 måneder og for lagring fra 2 til 7 måneder for gruppene bløgget og direktesløyd trålråstoff. N=30 per gruppe.

### 3.3.4 Instrumentell måling av råstoff og saltfisk

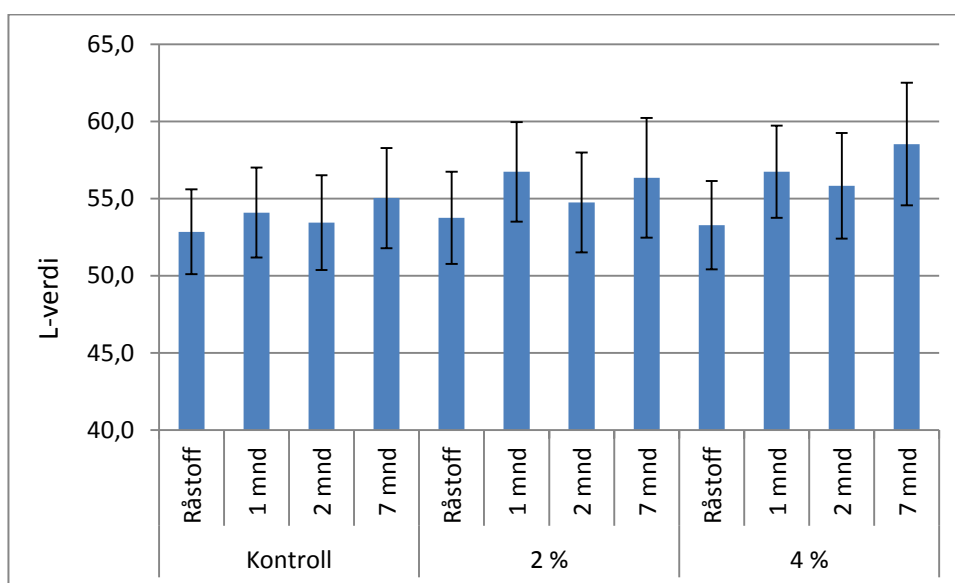
#### Minolta

Den instrumentelle målingen viste at råstoffgrunnet var ulikt for gruppene av bløgget råstoff der L-verdiene varierte fra 53 til 57. L-verdiene for saltfisk fra bløgget råstoff økte med økt fosfatkonsentrasjon, målt etter 1,2 og 7 måneder (Fig. 3.18).



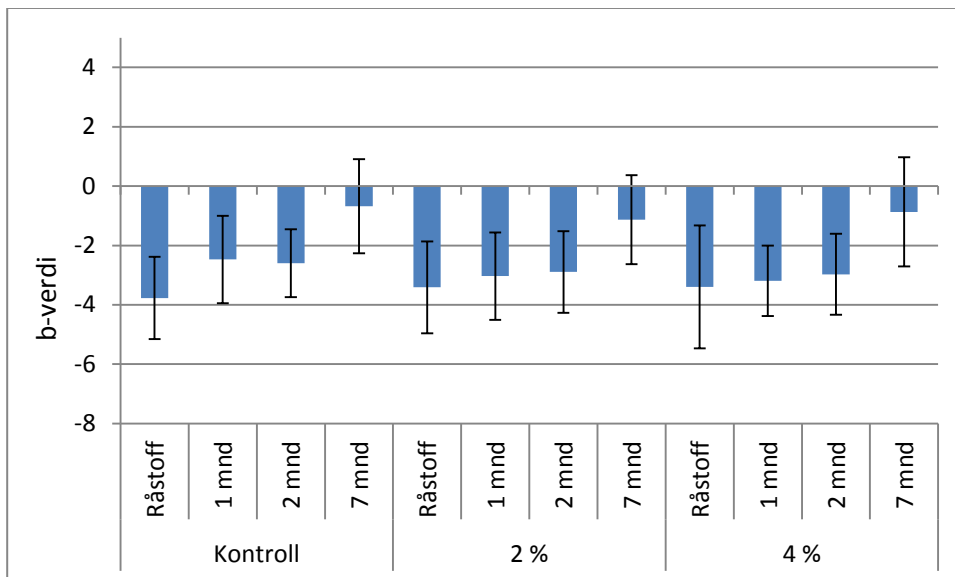
Figur 3.18. L-verdier (hvithet) på råstoff og saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder fra bløgget trålråstoff. N=30 per gruppe utenom 7 måneder der N=10.

Den instrumentelle målingen viste at råstoffgrunnet var likt for gruppene av direkte sløyd råstoff der L-verdiene lå på 53 til 54. L-verdiene for saltfisk fra direkte sløyd råstoff økte med økt fosfatkonsentrasjon, målt etter 1,2 og 7 måneders lagring (Fig. 3.19).

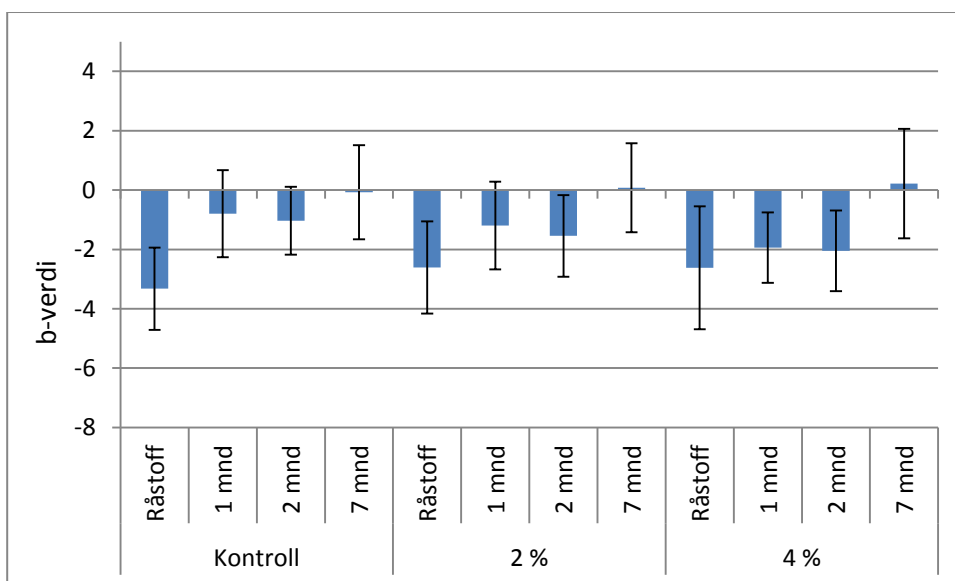


Figur 3.19. L-verdier (hvithet) på råstoff og saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder fra direkte sløyd trålråstoff. N=30 per gruppe utenom 7 måneder der N=10.

Råstoffet til bløgget gruppe var noe mindre gul (lavere b-verdier) enn råstoffet i gruppen direktesløyd. For de fleste grupper av saltfisk var bløgget gruppe mindre gul enn tilsvarende for gruppen direktesløyd. Både for bløgget og direktesløyd fisk gav økt fosfatbruk i de fleste tilfeller svakt redusert gulffarge (Fig 3.20 og Fig. 3.21).

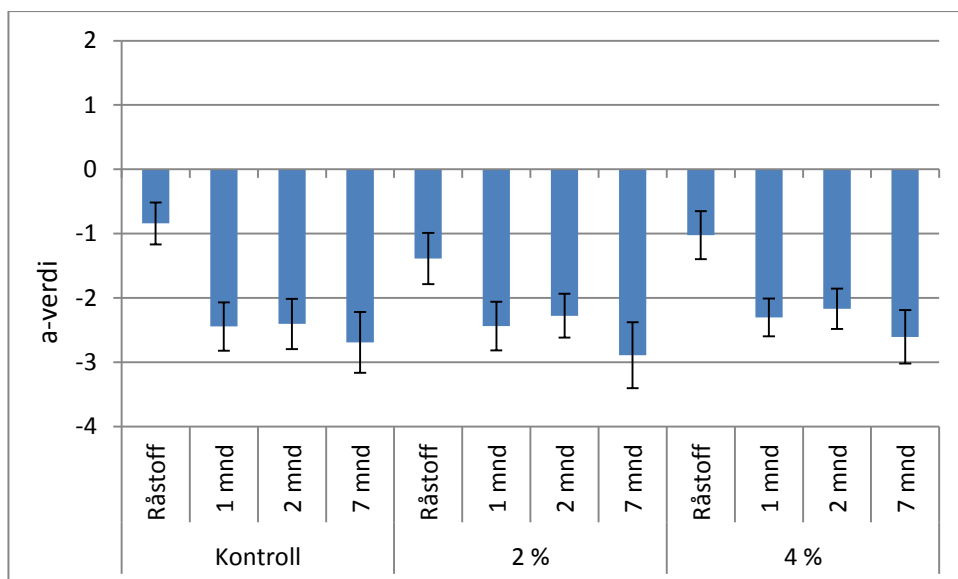


Figur 3.20. b-verdier (gulffarge) på råstoff og saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder fra bløgget trålråstoff. N=30 per gruppe utenom 7 måneder der N=10.

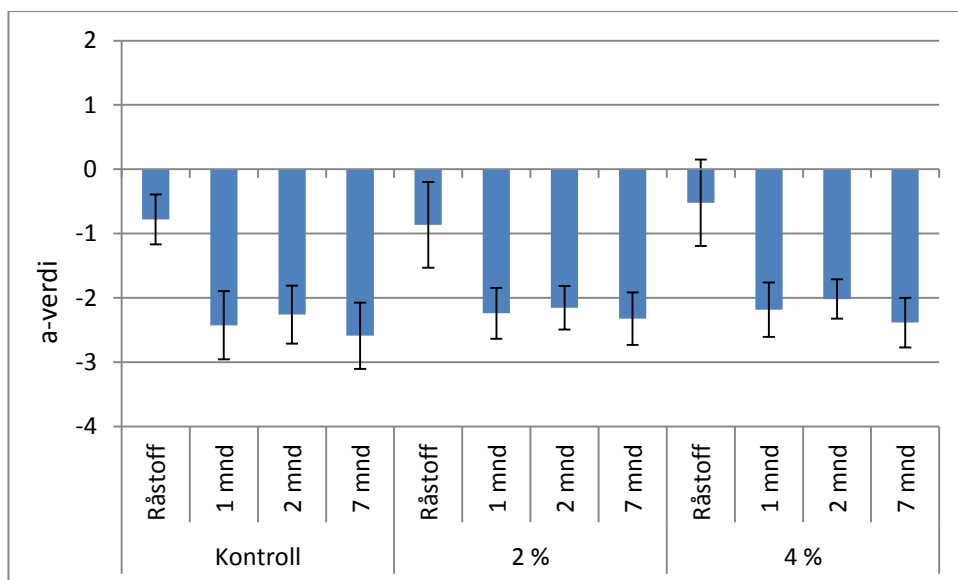


Figur 3.21. b-verdier (gulffarge) på råstoff og saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder fra direktesløyd trålråstoff. N=30 per gruppe utenom 7 måneder der N=10.

Rødfargen blir målt instrumentelt og uttrykt som a-verdien der stigende a-verdi indikerer rødere farge. Bløgget råstoff var svakt mindre rødt (a-verdier på -0,8 til -1,4) enn direktesløyd råstoff (a-verdier på -0,5 til -0,9). Det ble ikke funnet noen effekt av fosfat på rødfarge for hverken bløgget eller direktesløyd gruppe. Det var heller ikke nevneverdige forskjeller i rødhets mellom saltfisk fra bløgget og fra direktesløyd råstoff, selv om sistnevnte var litt rødere i de fleste tilfeller.



Figur 3.22. a-verdier (rødfarge) på råstoff og saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder fra bløgget trålråstoff. N=30 per gruppe utenom 7 måneder der N=10.



Figur 3.23. a-verdier (rødfarge) på råstoff og saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder fra direkte-sløyd trålråstoff. N=30 per gruppe utenom 7 måneder der N=10.

### Maskinsyn

#### Visuell sammenlikning av ulike grupper saltfisk

På samme måte som for det ferske råstoffet er det på fryst råstoff vanskelig med det blotte øye å se forskjeller på saltfisk innen - og mellom - de ulike gruppene. Et eksempel på dette er vist i Fig 3.24 hvor kontrollfisk i gruppen bløgget trålfisk er sammenliknet med fisk behandlet med 2 % og 4 % fosfat.



(a) *Bløgget kontroll*



(b) *Bløgget 2 % fosfat*



(c) *Bløgget 4 % fosfat*

**Figur 3.24. Typiske eksempler på saltfisk i gruppen 'Bløgget'. Sammenlikning mellom behandlingene (a) kontroll, (b) 2 % fosfat og (c) 4 % fosfat.**

## Effekt av salting og fosfatbehandling

Endringene i farge, som en følge av tilsats av salt eller fosfat til de ulike gruppene fryst råstoff, er vist i Tab 7.3 i Vedlegg 2.

Uavhengig av behandling, varierte L-verdiene lite innen hver av gruppene, og totalt sett for alle gruppene var variasjonsbredden  $L = 70 - 78$ . Verken for bløgget eller direktesløyd råstoff var det noen forskjell i lyshet mellom kontrollgruppen og gruppen med fosfat.

a-verdiene angir rød-grønn fargespekter, noe som betyr desto lavere (mer negative) verdier, desto mer mot grønn farge tenderte filetene. 'Grønnest' var fisk i gruppen 'Bløgget' ( $a = -2,5$  til  $-4,4$ ). På bløgget fisk ble fisken signifikant ( $p < 0,05$ ) mer grønn ved tilførsel av 4 % fosfat.

b-verdiene var i all hovedsak positive, det vil si at desto høyere b-verdiene var, desto gulere var fisken. På bløgget fryst trålråstoff ble gulfargen signifikant ( $p < 0,05$ ) redusert ved bruk av fosfat. Tilsvarende ble ikke registrert på direktesløyd råstoff.

Hvitheten, bestemt som  $W = L - 3b$ , ble for bløgget råstoff forbedret signifikant ( $p < 0,05$ ) ved tilførsel av fosfat. Det var ikke registrert signifikant forbedring for direktesløyd fisk.

Hvitheten, relativt til hvit farge i GretagMacbeth fargekort, varierte i liten grad for fisk i de ulike gruppene. Og det ble ikke målt signifikante forskjeller mellom kontrollgruppene og gruppene med fosfat, verken for bløgget fisk eller direktesløyd fisk.

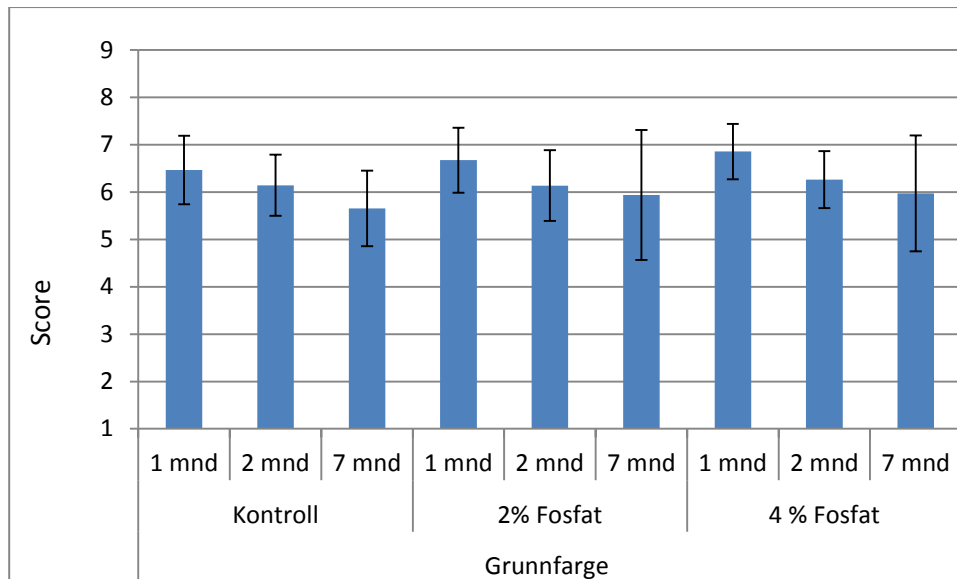
### 3.3.5 Sensorisk evaluering

All merket fisk som gikk inn i forsøket ble vurdert som råstoff. Bløggede grupper ble vurdert som noe hvitere, mindre røde og litt mer spaltet enn direktesløyde grupper (Tab. 3.3.).

**Tabell 3.3. Sensorisk evaluering av råstoffegenskaper til bløgget (BL) og direktesløyde (DS) grupper av flekket fisk før salting. Gjennomsnitt av to dommere og 30 fisk per gruppe er vist med standardavvik i parentes.**

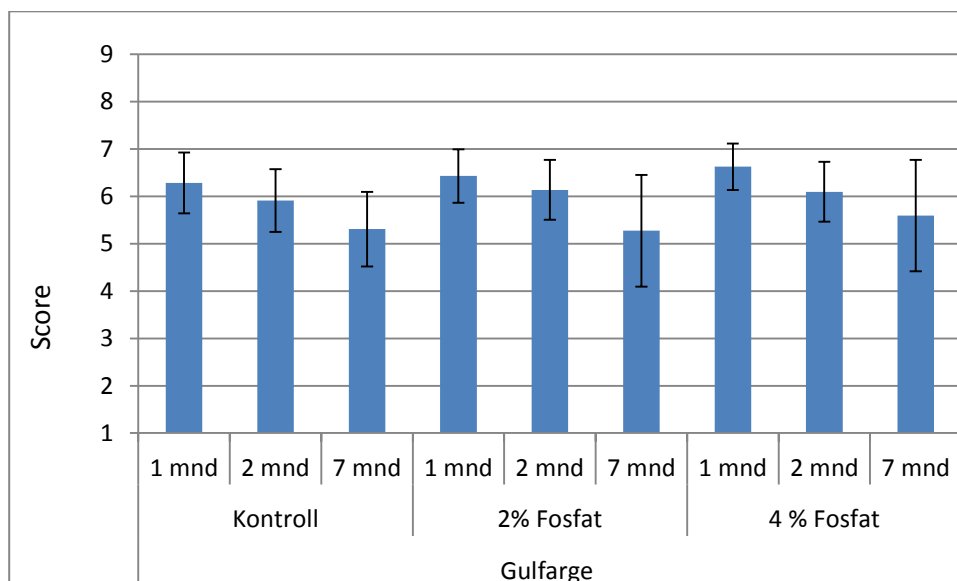
	Grunnfarge	Rødfarge	Spalting
<b>BL 0 %</b>	7,4 (0,7)	7,2 (0,8)	6,2 (1,0)
<b>BL 2 %</b>	7,5 (0,6)	7,1 (0,8)	6,2 (0,7)
<b>BL 4 %</b>	7,4 (0,7)	7,4 (0,8)	6,5 (0,8)
<b>DS 0 %</b>	7,1 (0,5)	6,3 (0,8)	6,9 (0,6)
<b>DS 2 %</b>	7,0 (0,7)	6,3 (1,0)	6,8 (0,4)
<b>DS 4 %</b>	7,1 (0,6)	6,7 (0,7)	6,5 (0,6)

Saltfisk ble bedømt sensorisk etter 1, 2 og 7 måneders lagring på kjølerom. Grunnfargen for bløgget råstoff hadde en nedadgående trend gjennom lagringen. Ved alle lagringstidspunkt økte hvithet (grunnfargen) svakt med bruk av fosfat, sammenliknet med kontrollfisken. (Fig. 3.25).



**Figur 3.25. Sensorisk bedømmelse av grunnfarge (hvithet) på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av bløgget trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

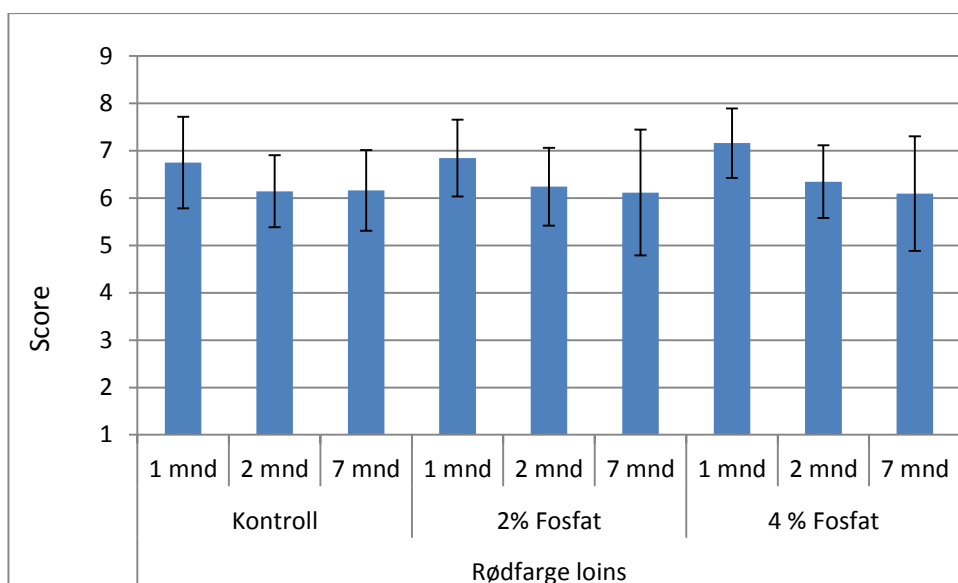
Alle grupper fra bløgget råstoff ble gulere gjennom lagringsperioden på 7 måneder. Etter både 1, 2 og 7 måneders lagring ble det registrert at bruk av fosfat gav mindre gul fisk sammenliknet med kontrollfisken. Det ble også registrert at økt fosfatkonsentrasjon gav mindre gul fisk på bløgget råstoff (Fig. 3.26).



**Figur 3.26. Sensorisk bedømmelse av gulfarge på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av bløgget trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

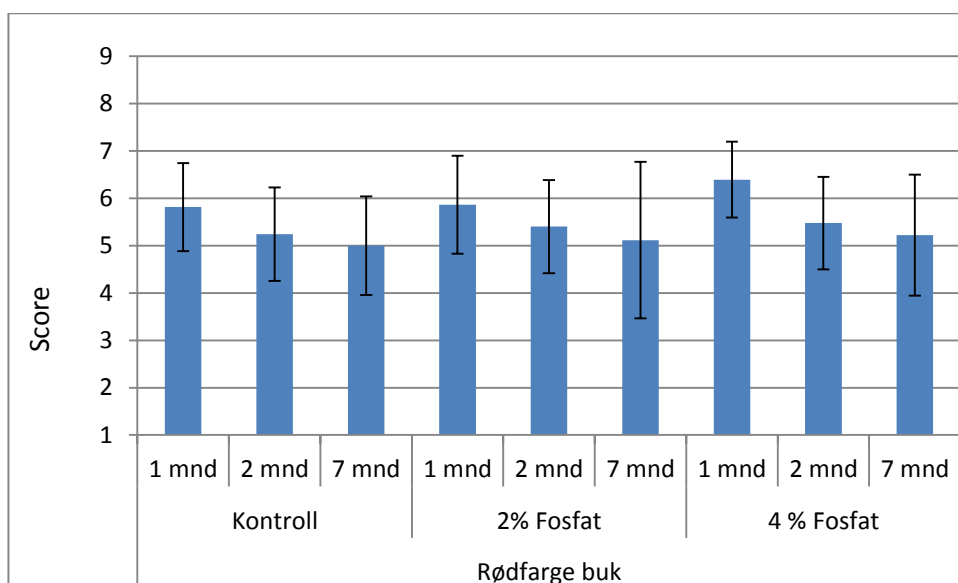
På bløgget råstoff ble det registrert økt rødfarge i loins gjennom lagringen for alle grupper. Gruppen 4 % fosfat var minst rød etter 1 måneders lagring mens etter 7 måneder var alle grupper like røde i loins (Fig. 3.27).





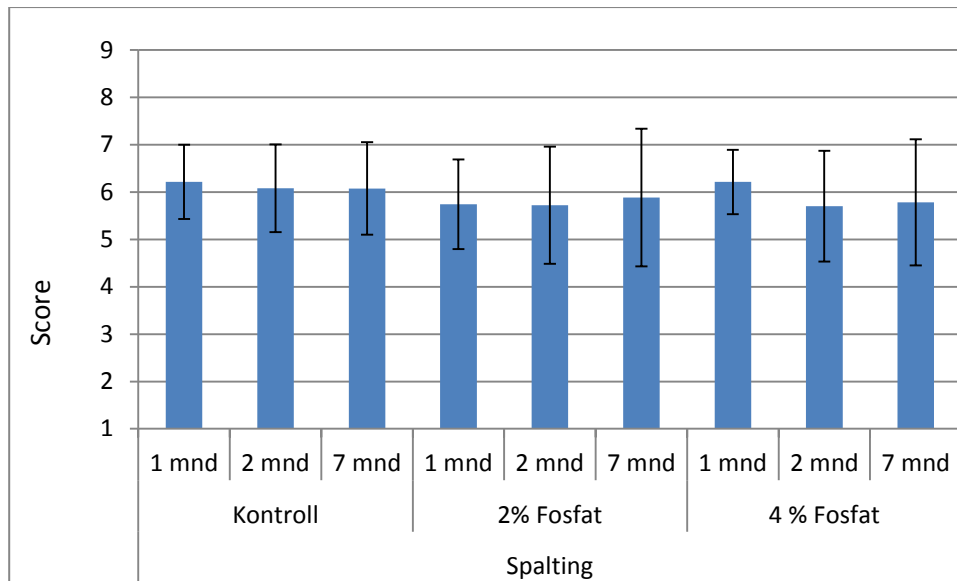
**Figur 3.27. Sensorisk bedømmelse av rødfarge i loins på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av bløgget trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

Som for rødfarge i loins så ble rødfargen i buk også mer intens ved økt lagringstid for alle grupper fra bløgget råstoff. Ved alle uttak ble det registrert litt mindre røde buker i fisken med fosfat, sammenliknet med kontrollfisken (Fig. 3.28).



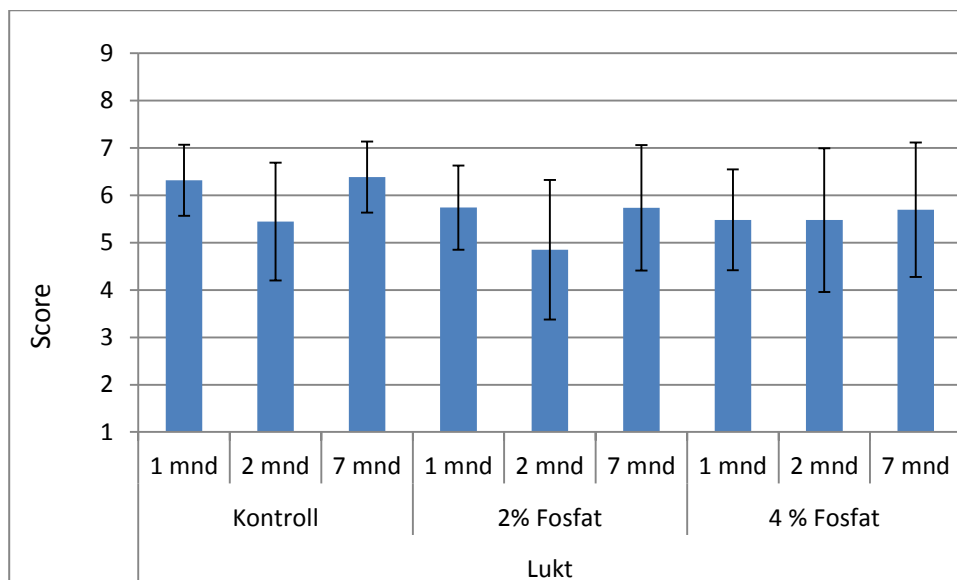
**Figur 3.28. Sensorisk bedømmelse av rødfarge i buk på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av bløgget trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

Spaltingen på bløgget råstoff endret seg som forventet lite gjennom lagringsperioden. Det var små forskjeller i spalting som lå i området 5,7 til 6,2 for alle grupper. Det var en liten tendens til at fosfatbehandlede grupper var litt mer spaltet enn kontrollgruppen.



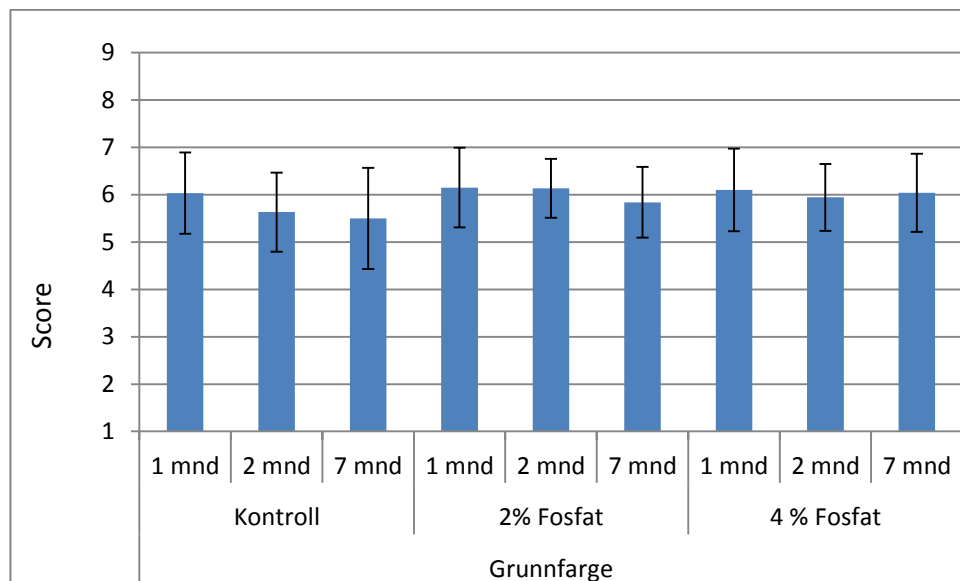
**Figur 3.29. Sensorisk bedømmelse av spalting på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av bløgget trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

Saltfisklukten på bløgget fisk gikk ned fra 1 til 2 måneder for så å øke i intensitet til 7 måneder for alle grupper. Generelt luktet fosfatbehandlede grupper mindre saltfisk enn kontrollgruppen ved alle uttak.



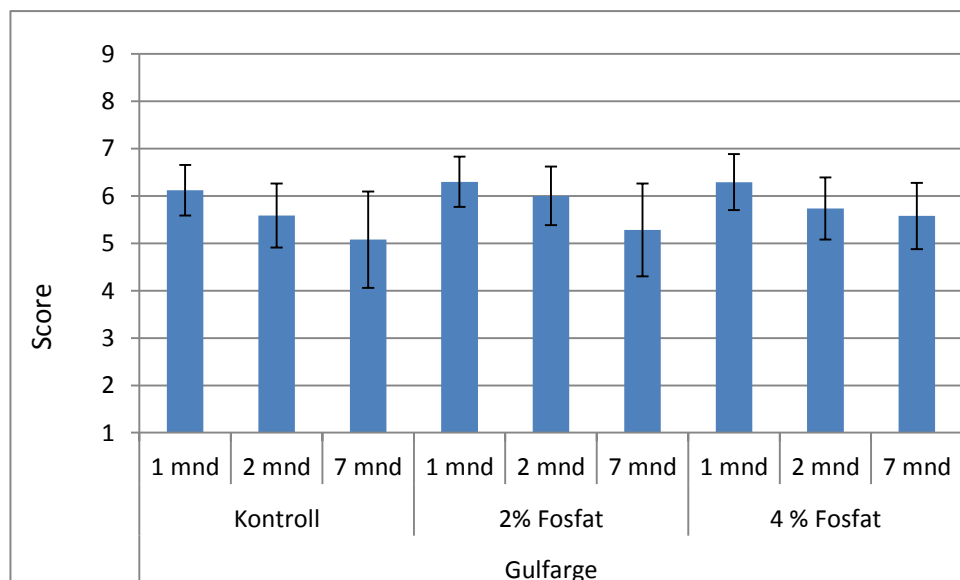
**Figur 3.30. Sensorisk bedømmelse av lukt på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av bløgget trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

Tilsvarende sensoriske bedømmelser av saltfisk fra bløgget trålråstoff ble også gjort på saltfisk fra direktesløyd råstoff fra samme båt og fangster. Grunnfargen var noe lavere for direktesløyde enn for bløggede grupper, men den var også mer stabil gjennom lagringsperioden rundt score 6,0. For alle uttak var fosfatbehandlet saltfisk svakt hvitere enn kontrollgruppen (Fig. 3.31) for direktesløyd fisk.



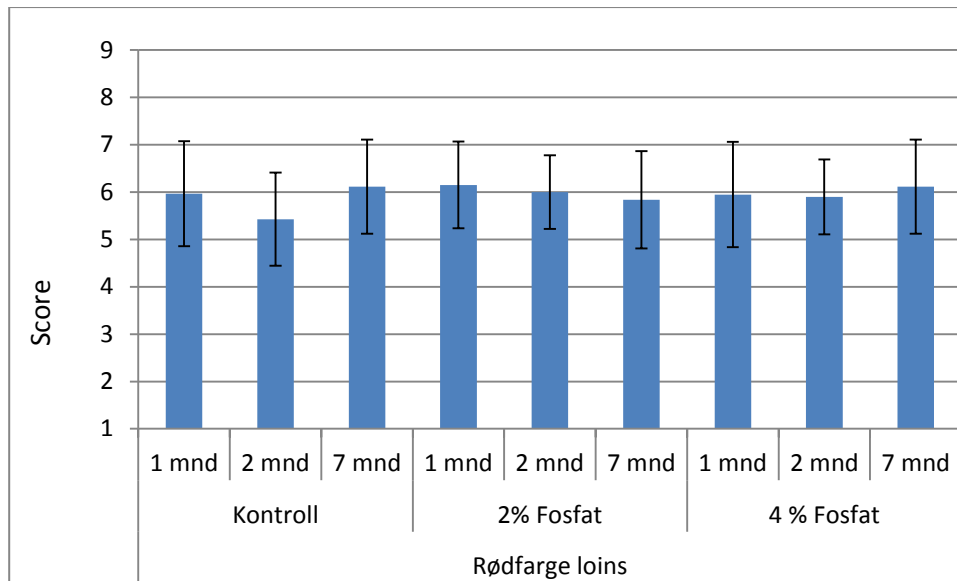
**Figur 3.31. Sensorisk bedømmelse av grunnfarge på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av direktesløyd trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

Saltfisk produsert av direktesløyd råstoff var noe mer gul gjennom lagringsperioden enn for saltfisk fra bløgget råstoff (Fig. 3.26 og Fig. 3.32). Ved alle uttak var fosfatbehandlet saltfisk noe mindre gul enn kontrollgruppen direktesløyd. Det var ingen entydig trend til at 4 % fosfat gav mindre gul fisk enn 2 % fosfat.



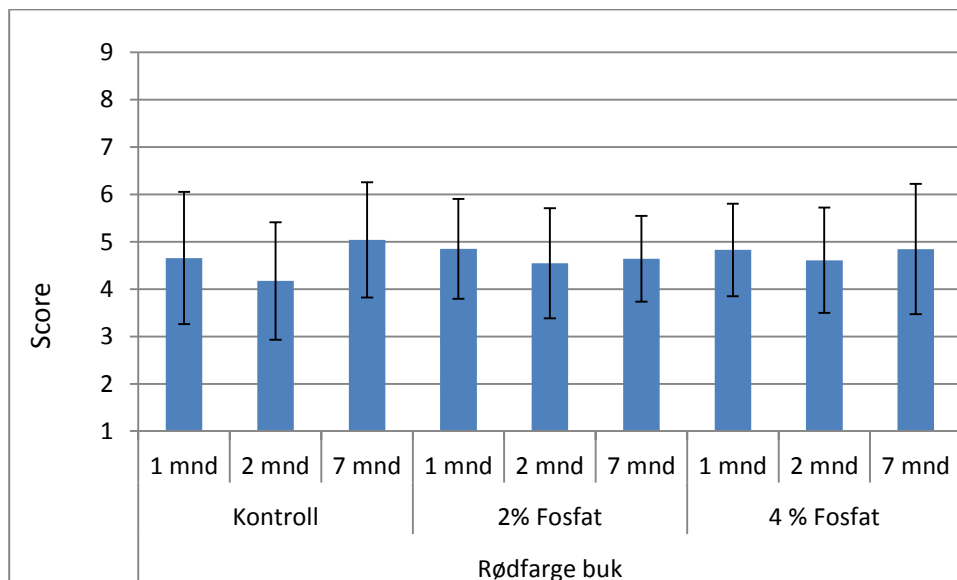
**Figur 3.32. Sensorisk bedømmelse av gulfarge på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av direktesløyd trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

Rødfarge i loins på saltfisk fra direktesløyd råstoff lå lavere for alle grupper og uttak enn saltfisk fra bløgget råstoff. Det var ingen trend til at fosfat påvirket rødfarge i loins på direktesløyde grupper og alle verdier lå mellom score 5,4 og 6,1 (Fig. 3.33).



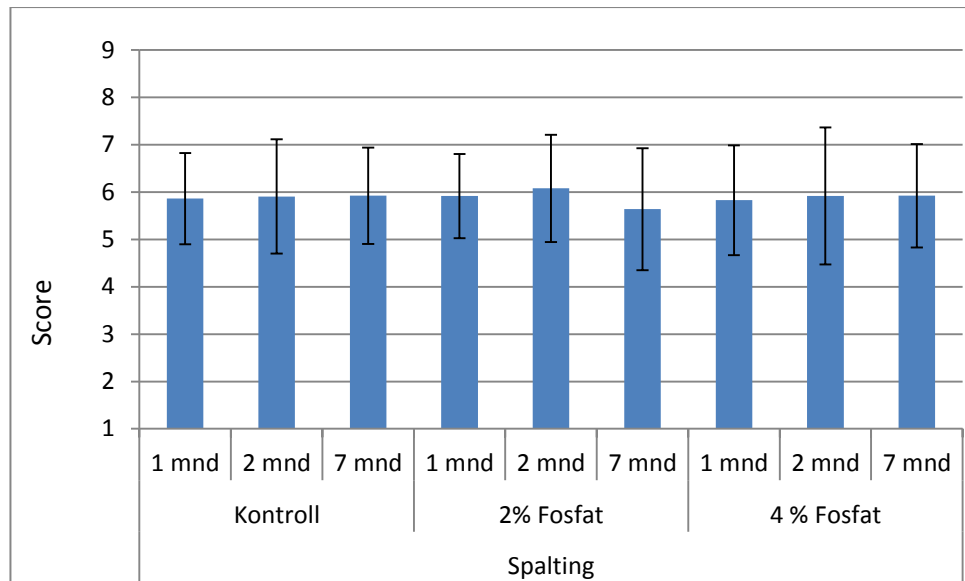
**Figur 3.33. Sensorisk bedømmelse av rødfarge i loins på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av direktesløyd trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

Rødfarge i buk skilte seg ut som tydelig lavere i saltfisk fra direktesløyd råstoff enn for saltfisk fra bløgget råstoff (Fig. 3.34 og Fig 3.28). For gruppene av saltfisk fra direktesløyd råstoff ble det ved uttak etter 1, 2 og 7 måneder registrert en svak reduksjon i røde buker i saltfisk med fosfat, foruten det siste uttak etter 7 måneder da kontrollgruppen hadde minst rødhet i buk.



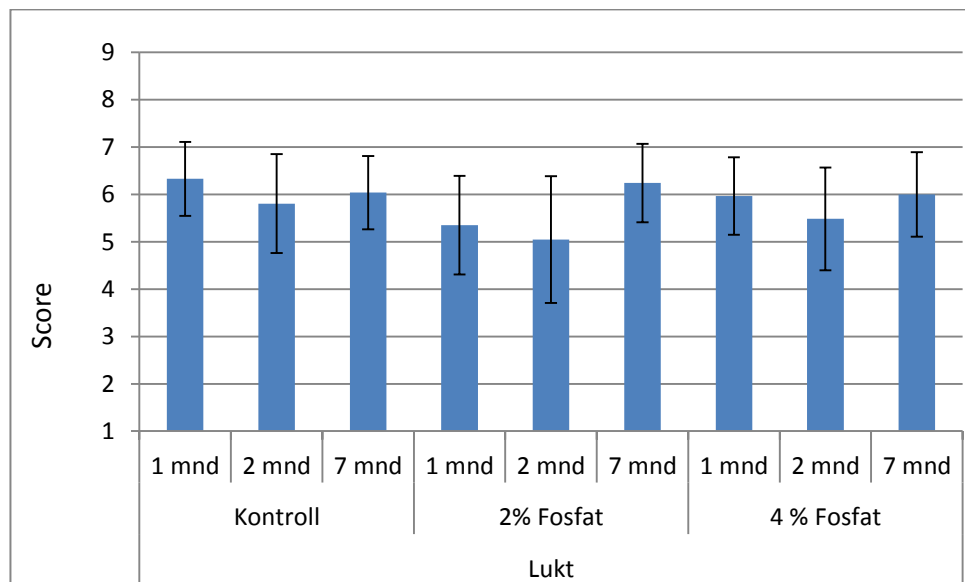
**Figur 3.34. Sensorisk bedømmelse av rødfarge i buk på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av direktesløyd trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

Spaltingen lå likt og endret seg ikke under lagringen for alle grupper av saltfisk fra direktesløyd råstoff på 5,6 til 6,1 i score. Det var ingen effekt av fosfattilsetning på spalting for disse gruppene under lagringsperioden (Fig. 3.35).



**Figur 3.35. Sensorisk bedømmelse av spalting på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av direktesløyd trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

Intensiteten av saltfisklukt gikk ned fra 1 til 2 måneders lagring for å øke igjen til siste uttaket for alle tre grupper. For de to første uttakene luktet kontrollgruppen mer av karakteristisk saltfisk enn fosfatgruppene, mens ved det siste uttaket var det ingen forskjeller mellom gruppene (Fig. 3.36). Det var også en tendens til av direktesløyde saltfiskgrupper luktet mer enn tilsvarende bløggede grupper.



**Figur 3.36. Sensorisk bedømmelse av karakteristisk lukt på saltfisk lagret 1, 2 og 7 måneder produsert av direktesløyd trålråstoff. Gjennomsnitt av 2-3 dommere og standardavvik for 30 fisk per gruppe utenom 7 måneder der N=10.**

I den sensoriske rangeringen av gruppene etter en måned var det tydelig av direktesløyde grupper var mørkere, gulere og rødere enn tilsvarende grupper av bløggjet saltfisk (Fig. 3.37). Rangeringen etter to måneders lagring av gruppen

direktesløyd viste at 4 % fosfat var rødest mens 0 % var gulest. For gruppene bløgget ble det registrert økt lyshet med økt fosfatkonsentrasjon.



**Figur 3.37.** Saltfisk lagret en måned. Direktesløyd gruppe øverst med kontrollgruppe til venstre etterfulgt av 2 % og 4 % fosfatbehandling mot høyre. Nederst tilsvarende for saltfisk fra bløgget trålråstoff.

I rangeringen etter 7 måneders lagring kom direktesløyd kontrollfisk ut som dårligst på grunn av mørke, røde buker. Alle direktesløyde fisker hadde merkbart rødere buker enn bløggede grupper (Fig. 3.38). Direktesløyd 0 %, bløgget 0 % og 2 % skilte seg ut som gulest der direktesløyd kontroll var gulest. For bløgget fisk økte lysheten svakt med økt fosfatstyrke. Følgende rangering fra dårligst til best ble gjort:

DS 0 % → DS 2 % → BL 2 % → BL 0 % → DS 4 % → BL 4 %



**Figur 3.38.** Saltfisk lagret 7 måneder. Direktesløyd gruppe øverst med kontrollgruppe til venstre etterfulgt av 2 % og 4 % fosfatbehandling mot høyre. Nederst tilsvarende for saltfisk fra bløgget trålråstoff.

### 3.3.6 Kjemiske analyser

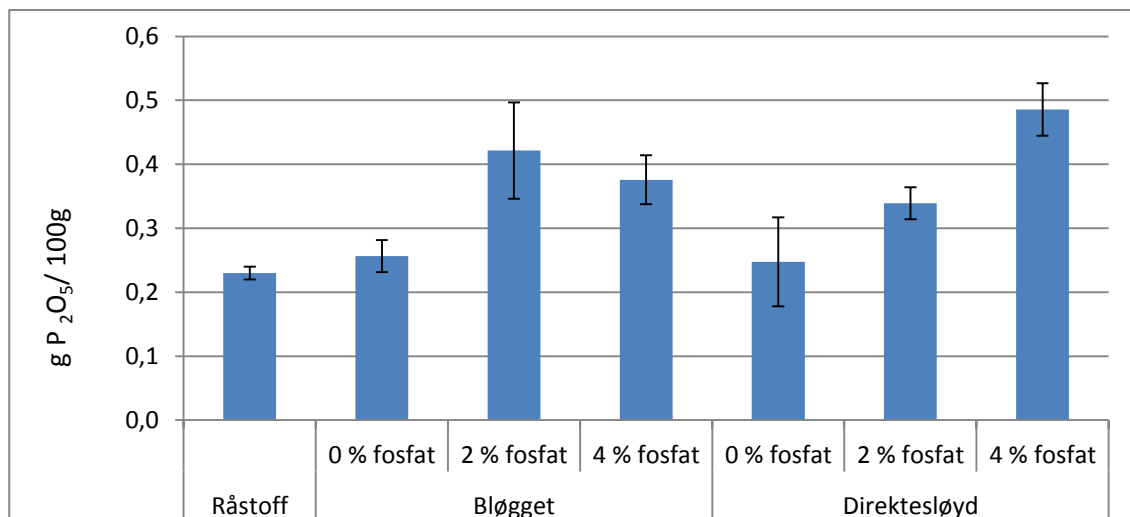
pH i råstoffet lå på  $6,7 \pm 0,2$  både for bløgget og direktesløyd råstoff etter tining og flekking. For saltfisk lå pH meget stabilt på  $6,0 \pm 0,1$  for begge råstofftypene og for lagring i en og to måneder som saltfisk.

Vanninnholdet i saltfisk er vist i tabell 3.4. Analysene viser at vanninnholdet ligger på 59-60 % for alle grupper med ingen trender til forskjeller mellom råstoffgruppene eller økt vanninnhold ved behandling med fosfat.

**Tabell 3.4.** Vanninnhold (%) i saltfisk produsert av bløgget og direktesløyd trålråstoff. Gjennomsnitt og standardavvik for fem fisk per gruppe vist.

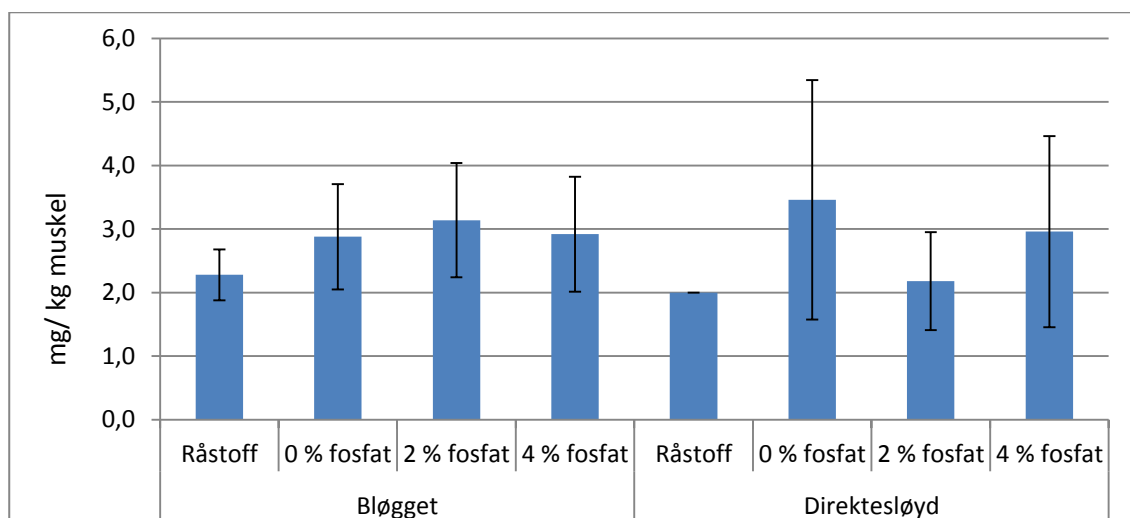
	Bløgget råstoff			Direktesløyd råstoff		
	0 % fosfat	2 % fosfat	4 % fosfat	0 % fosfat	2 % fosfat	4 % fosfat
Vanninnhold	$59,0 \pm 0,2$	$58,9 \pm 0,3$	$58,9 \pm 0,3$	$58,6 \pm 0,3$	$59,9 \pm 0,4$	$58,8 \pm 0,3$

Fosfatinnholdet i råstoff og saltfisk er vist i Fig. 3.39. For begge råstofftypene lå fosfatinnholdet på 0,47 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ 100g muskel. I ubehandlet saltfisk lå fosfatinnholdet på 0,25-26 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ 100 g. For bløgget råstoff innehold gruppen 2 % fosfat litt mer fosfat enn de som var behandlet med 4 %, henholdsvis 0,42 og 0,38 g. For den direktesløyde gruppen økte fosfatnivået mer systematisk med økt fosfatkonsentrasjon, fra 0,34 g for 2 % fosfatbehandling til 0,49 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ 100 g for 4 % fosfatbehandling.



**Figur 3.39. Fosfatinnhold (g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ 100g muskel) i råstoff og saltfisk produsert av bløgget og direktesløyde trålråstoff behandlet med 0, 2 eller 4 % fosfat. Gjennomsnitt og standardavvik for 5 fisk per gruppe vist.**

Jerninnholdet i råstoff og saltfisk er vist i Fig. 3.40. blodmengden lå på rundt 2 mg/kg i begge råstoffgrupper. I saltfisk var jerninnholdet 2,9 – 3,1 mg for bløgget gruppe og 2,2 – 3,5 mg / kg for direktesløyde gruppe. Det var ingen trender til forskjell mellom råstoffgruppe eller fosfatbehandling. For alle grupper var standardavviket stort, spesielt for direktesløyde gruppe.



**Figur 3.40. Jerninnhold (mg / kg muskel) i råstoff og saltfisk produsert av bløgget og direktesløyde trålråstoff behandlet med 0, 2 eller 4 % fosfat. Gjennomsnitt og standardavvik for 5 fisk per gruppe vist.**



Oksidasjonsnivået var lavt for alle grupper. Peroksidnivået lå under deteksjonsnivået på 2,0 meq. O<sub>2</sub>/kg fett for både råstoff og saltfisk mens verdiene for TBARS lå på mellom 0,4 og 1,5 mg TEP/kg muskel for alle grupper. Det ble ikke registrert noen sammenheng mellom fosfattilsetning og oksidasjon i fiskemuskel. Resultater fra oksidasjonsanalyser er vist i Vedlegg 3.

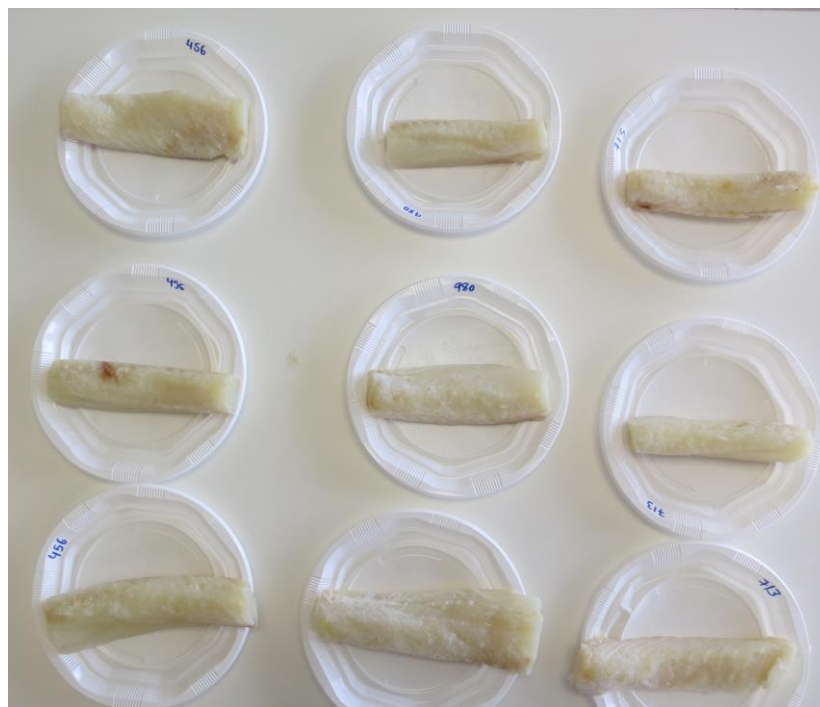
### 3.3.7 Sensoriske analyser av utvannet saltfisk

#### Rangering av saltet loins

Det ble gjennomført en sensorisk test av saltfisk loins før og etter utvanning ved laboratoriet til Anfacó-Cecopesca i Vigo, Spania. Saltfisk loins produsert av gruppen bløgget trålråstoff ble delt opp i biter på ca. 4x4 cm og vannet ut i forhold 1:9 (fisk:vann) i 48 timer. Utvanningen ble gjort under kjølelagring med et vannbytte etter 24 timer. Prøver ble varmebehandlet i individuelle aluminiumsbeger ved bruk av stekeovn med vann. Prøver ble kokt ved 200 °C i 8 minutter til kjernetemperaturen var 60-65 °C.

Det ble gjennomført en rangeringstest på saltfisk loins samt en deskriptiv beskrivelse av utvannet, kokt saltfisk. Til sammen 10 trenete dommere gjennomførte begge testene.

Rangering av saltfisk loins liggende som vist på Fig. 3.41 viste at 7 av 10 dommere rangerte loins behandlet med 4 % fosfat som best basert på totalinntrykk, men spesielt med tanke på farge. De tre siste dommerne rangerte 0 % fosfat gruppen som best. Statistisk behandling av resultatene viste at gruppen 4 % fosfat skilte seg ut som signifikant bedre enn både 2 % og 0 % fosfatbehandling (resultater vist i Vedlegg 4)



Figur 3.41. Saltfisk loins under rangering. Loins behandlet med henholdsvis, 2 %, 4 % og 0 % fosfat fra venstre mot høyre kolonne.

### Deskriptiv beskrivelse av utvannet, kokt saltfisk loins

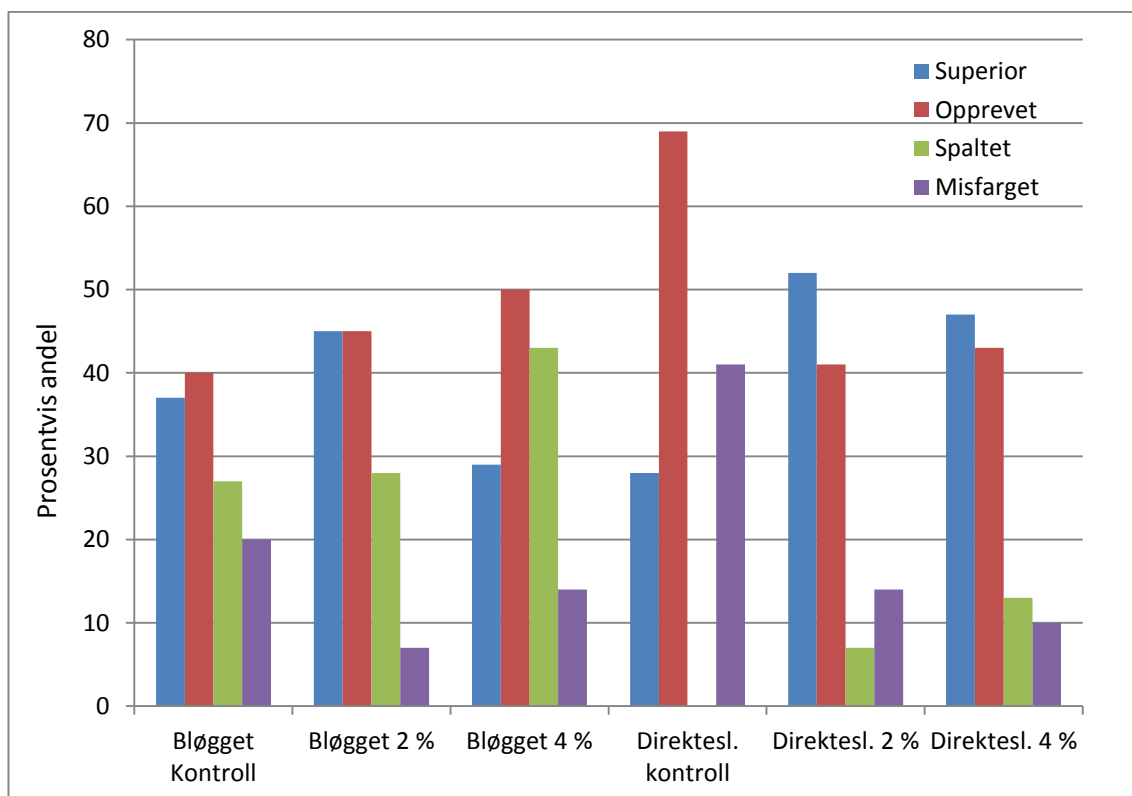
Resultatene fra den organoleptiske analysen viste også at gruppen 4 % fosfat hadde høyere score for flere sensoriske egenskaper (Tab.3.5). Egenskapene som skilte seg ut som bedre for den høyeste fosfatbehandlingen var hvitfarge, skivbarhet, saftighet og tekstur. Det ble ikke registrert avvikende smak eller smak på noen av gruppene.

**Tabell 3.5. Sensorisk rangering av utvannet, kokt saltfisk loins på en skala fra 1 til 9 (høyst) av 10 trente dommere.**

	0 % fosfat		2 % fosfat		4 % fosfat	
	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik
Hvitfarge	7,1	0,8	6,1	1,4	7,5	1,4
Skivbarhet	6,4	1,2	5,3	1,9	7,0	1,4
Saltsmak	2,7	1,1	4,3	1,8	4,3	1,7
Avvikende smak	2,0	1,2	1,9	1,4	1,4	0,5
Saftighet	5,2	1,4	5,2	1,9	7,1	1,3
Tekstur	4,4	1,7	2,2	1,0	5,8	1,8
Moden saltfisk lukt	4,1	1,5	5,6	1,7	5,4	1,8
Moden saltfisk smak	5,6	1,6	5,6	1,9	5,6	1,8

### **3.3.8 Vraking av saltfisk**

Etter endt lagring (2 måneder) ble saltfisken i hver gruppe kvalitetssortert av en erfaren vraker ved anlegget der forsøket ble gjennomført. Resultatene fra vrakingen er vist i Fig. 3.42. Superiorandelen lå på 29-45 % for gruppen bløgget mens gruppen direktesløyd hadde en superiorandel på 28-52 %. Det var en trend til at fosfatbehandling økte superiorandelen for direktesløyd råstoff, mens det for bløgget råstoff ikke var noen systematisk forskjell. Direktesløyd gruppe var generelt mer misfarget og mindre spaltet enn bløgget gruppe. Det var en trend til at andelen misfarget fisk gikk ned ved tilsetning av fosfat.



**Figur 3.42. Kvalitetssortering og vanligste feil på saltfisk fra gruppene bløgget eller direktesløyd trålråstoff behandlet med 0, 2 eller 4 % fosfat. Gjennomsnitt av 30 fisk per grupper er vist.**



## 4 DISKUSJON

### 4.1 Effekten av fosfat på muskelfarge og blodmengde

Saltfisk produsert fra ferskt lineråstoff ble vurdert som noe lysere og mindre gul enn saltfisk produsert fra ferskt garnråstoff. Garnråstoff var også mer rød både i buk og loins. På det ferske råstoffet ble det ikke funnet signifikante forskjeller i farge på saltfisk behandlet med 0, 2 eller 4 % fosfat. I rangeringen av gruppene gjennomført av trent personell ble likevel fosfatbehandlet saltfisk vurdert som lysere og mindre gul dess høyere fosfatkonsentrasjonen var. Fargeforbedringen var større etter to måneder enn etter en måneds lagring av saltfisk. I småskala salteforsøk ble det registrert større positiv effekt av fosfat på saltfiskfarge (Bjørkevoll *et al.*, 2011) enn det som ble funnet i dette storskala forsøket. Dette kan komme av at saltemetodene var forskjellige noe som medførte større opptak av fosfat i småskala. Under injisering av fosfatlake i storskala var det problemer med trykket og stabiliteten til lagesprøyten, noe som også kan forklare hvorfor effekten av fosfat på farge var mindre i storskala enn i småskala.

For saltfisk produsert fra fryst trålråstoff var gruppen som ble bløgget betydelig mindre rød i loins og buk enn gruppen direktesløyd råstoff. Under lagring av saltfisk ble grunnfargen tydelig forbedret ved 2 eller 4 % fosfatbehandling, for både bløgget og direktesløyd gruppe ved 2 eller 4 % fosfatbehandling. Som saltfisk var det forskjell i hvithet og rødfarge mellom bløgget og direktesløyd gruppe etter en måned, men forskjellene ble mindre og mindre utover i lagringsperioden. Etter 7 måneder var det liten eller ingen forskjell i rød- og hvitfarge mellom gruppene. For gulfarge derimot var bløgget råstoff mindre gul gjennom hele lagringsperioden. Som i småskala uttesting av fosfat (Bjørkevoll *et al.*, 2011), så gav fosfatbehandling bedre positiv effekt på saltfisk fra fryst råstoff enn fra ferskt råstoff.

Ved den sensoriske bedømmelsen av rødfarge i loins og buk ble det ikke påvist redusert rødfarge ved bruk av fosfat, hverken for ferskt eller for fryst råstoff. Resultatene fra de kjemiske målingene av jern i muskel var tilsvarende, der ingen entydige effekter av fosfatbehandling på jernmengde ble funnet.

Selv om ferskt garnråstoff virket rødere enn lineråstoff ble det ikke registrert forskjeller i blodmengde (målt som jern) mellom gruppene som saltfisk. Jernnivået lå på om lag 2-3 mg/kg muskel for både ferskt line og garnråstoff. Tilsvarende nivå ble også registrert for fryst trålråstoff. Selv om direktesløyd råstoff virket rødere, var den ikke signifikant forskjellig med hensyn til jernmengde fra bløgget råstoff. Dette kan tyde på at analysemetoden som går på å måle jern (Fe) spektrofotometrisk ikke er en god nok metode for å beregne blod i fiskemuskel, verken på ferskt eller på fullsaltet fisk.

## 4.2 Effekten av fosfat på lagringsstabilitet, fettoksidasjon og utbytte

Fettoksidasjonen av både råstoff og saltfisk var lav for alle prøver som ble analysert. Vi fant ingen sammenheng mellom økt tilførsel av fosfat og fettoksidasjon i fisken. Dette er som forventet siden saltfisken kun er lagret i 1 måned før analysering. Likevel er spesielt saltfisk produsert fra ferskt råstoff meget gult/brunt, noe som indikerer betydelig harskning (Lauritzsen, 2004). Dette kan tyde på at også annen type nedbrytning enn oksidasjon av fett kan være årsak til misfarging av saltfisk, noe som bør undersøkes nærmere.

Behandling av råstoff med fosfat medførte økt utbytte både for saltfisk produsert av ferskt og fryst råstoff. Som tidligere registrert (Bjørkevoll *et al.*, 2012) gav fosfatbehandlingen (4 %) høyere utbytte for fryst (over 8 % vektøkning) enn for ferskt råstoff (1-3 % vektøkning). Den lave vektøkningen for saltfisk fra ferskt råstoff kan komme av at opptaket av fosfatlake ble mindre enn forventet siden injiseringsmaskinen var ustabil under forsøket. Resultater fra fosfatinnholdet i muskel tyder på at saltfisk fra garnråstoff fikk forventet opptak (0,41 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g muskel) mens lineråstoff fikk mindre opptak (0,26 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g). Utbytteforskjellen mellom disse to gruppene av saltfisk var likevel liten og på under 2 %. Ut fra dette ser det ut til at ferskt råstoff i liten grad oppnår utbytteøkning av fosfatbehandling under storskala, industriell saltfiskproduksjon. Fryst råstoff gav høy utbytteøkning også i storskala produksjon av saltfisk, men hvorfor saltfiskutbyttet er så forskjellig mellom ferskt og fryst råstoff ved fosfatbehandling er ikke kjent. En forklaring kan være at enzymaktiviteten (fosfater) er høyere i ferskt enn fryst råstoff ved prosessering, noe som medfører at fosfatene som tilsettes raskt brytes ned til monofosfat. Monofosfat har mindre effekt på vannbinding enn di- og trifosfater (Goncalves and Ribeiro, 2008).

I de fleste tilfeller økte vekttapet under lagring med økt fosfatstyrke. Dette kommer mest sannsynlig av at utbyttet var høyere for de fosfatbehandlede gruppene som dermed har mer lake å avgi under lagringen. Også etter lagringen er utbyttet høyest for de fosfatbehandlede gruppene, men fosfatet er ikke med på å øke vannbindingen som en kanskje hadde forventet.

Fosfattilsetningen påvirket i liten grad den visuelle kvaliteten på sluttproduktet foruten at økt fosfatkonsentrasjon ga svakt lysere og noe mindre gul fisk spesielt for saltfisk fra fryst råstoff. Alle grupper ble vurdert å ha naturlig saltfiskutseende med lite eller ingen spalting. Fisken hadde en naturlig saltfisklukt, men det var en tendens til at saltfisken som ble behandlet med fosfat fikk lavere intensitet av saltfisklukt enn ren pickelsalting. Årsaken til dette kan være at fosfatet, i form av å være en antioksidant, reduserer kjemiske reaksjoner under modningen av produktet. Et eksempel er oksideringen av lipid som sannsynligvis bidrar til å danne den karakteristiske saltfisk aromaen (Hsieh og Kinsella, 1989).

### 4.2.1 Type og mengde restfosfat i saltfisk

Fosfatinnholdet (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i muskel lå på 0,47 g/100g i råstoffet som var fryst om bord på tråler. I fersk line- og garnfanget råstoff var P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-nivået på henholdsvis 0,36 og 0,32 g/100 g. Disse nivåene er noe forskjellige fra fosfatinnholdet i torskemuskel rapportert

i andre forsøk. Både Schröder (2010) og Thorarindottir *et al.* (2001) har rapportert et fosfatinnhold på 0,44 g/100g i fersk fisk og 0,36 g/100g i tint fisk. Forskjellene i fosfatinnhold kan mellom annet komme av årstidsvariasjoner eller hvor torsken har blitt fanget.

I ubehandlet saltfisk lå fosfatnivået på rundt 0,25-0,26 g/100g for det frysede råstoffet. Dette er i samsvar med tidligere forsøk på fryst torsk (Bjørkevoll *et al.* 2012). I de ferske gruppene lå fosfatnivået i samme område (0,21-0,30 g/100g) for ubehandlet saltfisk. I Schröder (2010) inneholdt saltfisk 0,16 g/100g, mens for Thorarindottir var nivået på 0,36 g/100g. En forklaring på den høyere fosfatmengde i kontrollgruppene i sistnevnte kan være at lakebad (2 døgn) ble brukt som første saltetrinn i arbeidet til Thorarindottir *et al.* (2001), mens injisering ble brukt i våre og forsøk av Schröder (2010). Andre forklaringer på forskjellene i fosfatinnhold kan som nevnt over være årstidsvariasjoner eller at ulike torskbestander naturlig har forskjellig fosfatinnhold. En tredje forklaring kan være at våre forsøk ble gjennomført i storskala, der en vanligvis får mindre utbytte enn i småskala. Lavere utbytte kommer mellom annet av at stort press på fisken presser væske ut av fisken, der væsken sannsynligvis vil inneholde fosfater.

Injisering av fosfat medførte en økning i fosfatnivået i saltfisk for alle grupper. Opptaket var lavest for lineråstoff der 2 og 4 % fosfattilsetning gav et fosfatinnhold på henholdsvis 0,23 g og 0,26 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /100 g. En forklaring på det lave nivået for linegruppen kan være at injiseringsmaskinen brukt under forsøket var ustabil (periodevis ustabil trykk) slik at fisken kanskje ikke ble tilført forventet mengde lake. Saltfisk fra garnråstoff inneholdt 0,31 og 0,41 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /100 g for henholdsvis behandling med 2 og 4 % fosfat, noe som er som forventet.

For gruppen bløgget produsert fra fryst trålråstoff inneholdt 2 og 4 % fosfatbehandlet saltfisk henholdsvis 0,42 g og 0,38 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /100 g. Hvorfor fosfatinnholdet går ned ved økt fosfatkonsentrasjon er usikkert, men kan som nevnt over komme av ujevnt opptak av fosfat i fisken under injisering. For gruppen direktesløyde økte fosfatinnholdet i saltfisken fra 0,34 g til 0,49 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /100 g ved økning i fosfatbehandling fra 2 til 4 %, noe som var som forventet.

For det frysede råstoffet er det en klar sammenheng mellom utbytte og fosfatinnhold i fisken, noe som også er registrert i tidligere forsøk (Bjørkevoll *et al.* 2012). Forskjellen i effekten av fosfat på utbyttet stor mellom saltfisk fra ferskt garnråstoff og fryst trålråstoff, selv om fosfatmengden i de ulike gruppene er tilnærmet den samme. Dette tyder på at fosfat øker utbytte vesentlig mer for fryst enn for ferskt råstoff, selv om like mye fosfat tilsettes. For alle grupper øker fosfatinnholdet med mengde fosfat opp mot grenseverdien på 0,5 g/100g som er tillatt mengde tilført fosfat i fryst filet. Likevel er den tilsatte mengden fosfat liten når en trekker fra det naturlige fosfatinnholdet i ubehandlet saltfisk. Siden det per i dag ikke er mulig å skille mellom naturlig og tilført fosfat er det vanskelig å håndheve denne grenseverdien uten at en vet det naturlige innholdet av fosfat i råstoffet, som også antas å ha årstidsvariasjoner.

Fosfatet som ble tilsatt var di- og trifosfat mens restmengdene som ble målt i saltfisken fra ferskt råstoff forelå kun som monofosfat. For fryst råstoff ble det registrert lave restverdier av trifosfat i saltfisk. Hvorfor fosfatet er mer nedbrutt i gruppene av ferskt råstoff kan komme av at enzymaktiviteten er høyere i ferskt enn fryst fisk, slik at fosfatet spaltes ned raskere. Dette kan også være en forklaring på hvorfor fosfat har mindre effekt på ferskt enn på fryst råstoff.



## 5 KONKLUSJON

- To salteforsøk ble gjort med tilsetning av ulike konsentrasjoner av fosfatet Carnal 2110 (0, 2, eller 4 %). I det første på fryst trålråstoff ble direktesløyd torsk sammenlignet med godt utblødd fisk, i det andre forsøket ble fersk garn- og linefanget torsk sammenlignet.
- Fosfatet forbedret saltfiskfarge noe både for både bløgget og direktesløyd trålråstoff, men effekten var størst for bløgget råstoff. Fosfatet ser i liten grad ut til å reparere kvalitetsfeil (rød misfarging) på grunn av direktesløyding.
- Fosfatet forbedret saltfisk farge kun i liten grad for fersk line og fersk garnfangst, som ble vurdert som mørkere og gulere enn saltfisk fra line. Den lave effekten av fosfat på ferskt råstoff kan komme av råstoffet. En annen forklaring kan være at lave mengder fosfat kan ha blitt tilført fisken på grunn av ustabil trykk på lagesprøyte under injisering.
- Utbytteøkning på 8-9 % for bløgget trålråstoff (77-83 % utbytte) og 8-11 % for direktesløyd råstoff (78-87 % utbytte) ved bruk av fosfat. Effekt av å øke fosfatkonsentrasjonen fra 2 til 4 % for direktesløyd råstoff, men ikke for bløgget råstoff.
- Utbytteøkning fra 70 til 72 % ved behandling av ferskt lineråstoff med 4 % fosfat. Utbytteøkning fra 71 til 72,5 % ved behandling av ferskt garnråstoff med 4 % fosfat.
- Lavt utbytte på ferskt råstoff kan komme av lav tilførsel av fosfat noe som ble bekreftet av analyser av restfosfat i fisken. Restfosfat i saltfisk lå på 0,11-0,13 g  $P_2O_5/100g$  for line og 0,15-0,21 g  $P_2O_5/100g$  for garn for alle grupper (0, 2 og 4 % fosfat).
- Fosfat medfører ikke økt vannbinding (reduert væskeslipp) under lagring av saltfisk.
- Restfosfat i frysede grupper økte fra 0,13 for saltfisk i gruppen kontroll til 0,19-0,21 g  $P_2O_5/100g$  i fosfatbehandlet saltfisk for bløggede grupper og 0,17-0,24 g  $P_2O_5/100g$  for tilsvarende direktesløyde grupper.
- Jevnført med tidligere forsøk ser det ut til at saltfisk fra ferskt råstoff gir lavere utbytteøkning enn saltfisk fra fryst råstoff ved bruk av fosfat.
- Fosfatet ser ut til å redusere graden av mørkning under lagring av saltfisk mer enn at det gjør saltfisken hvitere.

- Både saltfisk produsert fra ferskt og fryste råstoff var i svært liten grad oksidert for alle grupper. Det ser dermed ut til at den mørke/gule fargen som registreres ikke kommer av fettoksidasjon.
- Fosfatet som ble tilsatt var di- og trifosfat mens restmengdene som ble målt i saltfisk fra ferskt råstoff forelå kun som monofosfat. For fryst råstoff ble det registrert lave restverdier av trifosfat i saltfisk.

## 6 LITTERATURLISTE

- AOAC International, 1995. *Official methods of analysis of AOAC International*, 16th edn, (P. Cunniff ed.). AOAC International: Gaithersburg, MD. AOAC Official Method 985.01. Metals and Other Elements in Plants and Pet Foods.
- AOAC International, 1995. *Official methods of analysis of AOAC International*, 16th edn, (P. Cunniff ed.). AOAC International: Gaithersburg, MD. AOAC 950.46 B (1950) Moisture in Meat. Air drying. Final action 1991
- AOAC International, 1995. *Official methods of analysis of AOAC International*, 16th edn, (P. Cunniff ed.). AOAC International: Gaithersburg, MD. AOAC Official Method 937.07. Fish and marine products. Treatment and preparation of sample procedure.
- Bjørkevoll, I., Barnung, T., Kvangarsnes, K., Tobiassen, T., Gundersen, B., Akse, L. and Reboledo, R. G., 2012. Phosphate treatment of light and heavy salted cod products. Møreforskningsrapport MA 12/15.
- Bjørkevoll, I., Kjerstad, M., Barnung, T. og Joensen, S., 2011. Bruk av fosfat som prosesshjelpemiddel/tilsetningsstoff i saltfiskproduksjon. Møreforskningsrapport MA 11-16.
- Bjørkevoll, I., 2009. Effekt av fosfat-tilsetning under pickelsalting på saltfiskkvalitet, utbytte og sluttprodukt. Arbeidsnotat (unummerert), Møreforskning, august 2009.
- Cox, H. E. and Pearson, D., 1962. *The Chemical Analysis of Foods* Chemic. I Publishing Co Inc New York p 421.
- Dziezak, J.D. 1990. Phosphates improve many foods. *Food technology*, April 1990, pp 80-92.
- Ellinger, R. H., 1972. *Phosphates as Food Ingredients*. CRC press, Ohio.
- Esaiassen, M. og Joensen, S., 2002. Fosfater i fisk, klassifisering, regulering og funksjon. Fiskeriforskningsrapport 6/2002.
- Goncalves, A. A. and Ribeiro, J. J. D., 2008. Do phosphates improve the seafood quality? Reality and legislation. *Pan-american Journal of Aquatic Sciences* 3(3): 237-247.
- Hsieh, R.J and Kinsella, J.E., 1989. Oxidation of polyunsaturated fatty acids: Mechanisms products and inhibition with emphasis on fish. *Adv. Food Nutr. Res.*, 33: 233-341.

- ISO standard method nr. 5553, 1980. Meat and meat products – Detection of polyphosphates.
- Kaufmann, A., Maden, K., Leisser, M., Matera, M. and Gude, T., 2005. Analysis of phosphates in fish and shrimps tissues by two different ion chromatography methods: Implications on false-negative and –positive findings. *Food Additives and Contamination*, 22 (11): 1073-1082.
- Ke, P.J., Cervantes E. and Robles-Martinez, C., 1984. Determination of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in fish tissue by an improved distillation—spectrophotometric method. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **35** (1984), pp. 1248–1254.
- Lauritzsen, K., 2004. Quality of salted cod (*Gadus morhua* L.) as influences by raw material and salt composition. Dr. scient. Thesis, Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø.
- Lindkvist, K.B., 2010. Mistrust and Lack of Market Innovation: A Case Study of Loss of Competitiveness in a Seafood Industry. *European Urban and Regional Studies* 17:31. DOI: 10.1177/0969776409348511.
- Ofstad, R., 2010 Nyhetssak på Nofima.no, 2010.
- Pearson, D., 1976. *The Chemical Analysis of Foods*, 7th edn. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone.
- Thorarinsdottir, K.A., Bjørkevoll, I. and Arason, S., 2010. Production of salted cod in the Nordic countries. Variation in quality and characteristics of the salted products. Matis rapport 46-10.
- Thorarinsdottir, K.A., Arason, S., Sigurgisladottir, S., Valsdottir, T. and Tornberg, E., 2010. Effects of Different pre-salting methods on protein aggregation during heavy salting of cod fillets. *Food Chemistry*, 124, 7-14.
- Thorarinsdottir, K.A., Arason, S., Bogason, S.G. and Kristbergsson, K., 2001. Effects of Phosphate on Yield, Quality and Water-Holding Capacity in the Processing of Salted Cod (*Gadus Morhua*). *J. of Food Science*, vol 66, No. 6.
- Schröder, U., 2010. Changes in Phosphate and Water Content During Processing of Salted Pacific Cod (*Gadus macrocephalus*). *J. of Aquatic Food Product Technology*, 19, 16-25.
- Wyncke, W., 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette Seifen Anstrichmittel*, Leinfelden 12: 1084-1087.

Øines, S., Øystad, R. og Husebø, B. W., 1994. Tromling av fiskeråstoff, utvikling av metode og modellprodukter. Norconserv rapport nr. 9/1994.



# 7 VEDLEGG

## 7.1 Vedlegg I - Sensorikkskjema

Vurdering av:

Gruppenr:

Dato:

		prøve skala	nr	nr	nr	nr	nr
<b>Farge</b> (grunnfarge)	Helt hvit (uvanlig hvit)	9					
		8					
	Hvit som normalt god saltfisk	7					
		6					
	Svakt grå/mørk	5					
		4					
	Grå/mørk	3					
	2						
	Meget grå/mørk	1					
<b>Gulfarge</b>	Ingen gulfarge	9					
		8					
	Svakt gult preg og/eller små gule flekker	7					
		6					
	Noe gult preg og/eller gule flekker	5					
		4					
Tydelig gult preg og/eller gule flekker	3						
	2						
	Kraftig gult preg og/eller store gule flekker	1					
<b>Rødfarge</b> (blodfeil)	Ingen rødfarge	9					
		8					
	Svakt rødlig skjær i tykkfisk og/eller buk	7					
		6					
	Noe rød farge i muskel og/eller små røde flekker	5					
		4					
Rød farge i muskel og/eller røde flekker	3						
	2						
	Tydelig rød farge og/eller røde områder	1					
<b>Spalting</b>	Helt jevn (uvanlig jevn)	9					
		8					
	Normal som for god saltfisk	7					
		6					
	Litt spaltet/opprevet	5					
		4					
Moderat spaltet/opprevet	3						
	2						
	Kraftig spaltet/opprevet	1					
<b>Lukt</b>	Kraftig, moden saltfisklukt	9					
		8					
	Bruk A ved avvikende lukt	7					
		6					
	Noe saltfisklukt/svakt avvikende	5					
		4					
Svak saltfisklukt/noe avvikende	3						
	2						
	Nøytral eller kraftig avvikende lukt	1					
<b>Kommentarer</b>							

## 7.2 Vedlegg 2 Resultater fra maskinsyn. Fargemåling

Tabell 1 – Fargesammenlikning mellom line- og garnfanget råstoff, før og etter salting og behandling med fosfat

Gruppe	Behandling	L*		a*		b*		W (fargekort)		W (L* - 3b*)		ΔE (fargekort)		ΔE ( CIE L*a*b*)		C*		H (°)	
		middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD
Råstoff	Line før behandling	73,6 <sup>a</sup>	2,4	5,4 <sup>ax</sup>	1,6	-6,2 <sup>ax</sup>	1,7	72,2 <sup>a</sup>	2,5	92,2 <sup>ax</sup>	5,6	28,2 <sup>ax</sup>	2,5	-	-	8,3 <sup>a</sup>	2,0	360,9 <sup>ax</sup>	0,2
	Line etter behandling	70,7 <sup>b</sup>	2,8	-0,7 <sup>b</sup>	0,8	2,9 <sup>b</sup>	3,8	70,3 <sup>b</sup>	2,7	62,0 <sup>b</sup>	11,0	29,7 <sup>a</sup>	2,8	12,0	2,5	4,5 <sup>b</sup>	1,9	179,6 <sup>b</sup>	1,3
Råstoff	Garn før behandling	75,8 <sup>a</sup>	4,3	3,7 <sup>ay</sup>	2,6	-7,4 <sup>ax</sup>	2,9	74,2 <sup>a</sup>	4,7	98,1 <sup>ay</sup>	8,0	26,2 <sup>ax</sup>	4,7	-	-	8,7 <sup>a</sup>	2,8	361,1 <sup>ay</sup>	0,3
	Garn etter behandling	77,6 <sup>a</sup>	3,3	-1,2 <sup>b</sup>	1,1	2,8 <sup>b</sup>	3,8	77,2 <sup>b</sup>	3,3	69,2 <sup>b</sup>	7,2	22,6 <sup>b</sup>	3,4	12,1	1,8	4,0 <sup>b</sup>	0,9	179,2 <sup>b</sup>	0,8

Statistiske forskjeller ( $p < 0,05$ ) mellom råstoff (line versus garn) før behandling er merket med ulike bokstaver, x og y. Forskjeller før og etter behandling av hvert enkelt råstoff er merket med ulike bokstaver, a og b.



Tabell 2 – Forskjellige fargeparametre for saltfisk produsert fra ulikt råstoff behandlet med salt eller fosfat i ulike konsentrasjoner. Fargen ble analysert ved midling av fargedata over et areal i loinsdel uten defekter.

Gruppe	Behandling	L*		a*		b*		W (fargekort)		W (L* - 3b*)		ΔE (fargekort)		ΔE ( CIE L*a*b*)		C*		H (°)	
		middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD	middelev.	SD
Bløgget	Kontroll	75,2	2,4	-2,5 <sup>a</sup>	1,1	3,9 <sup>a</sup>	1,5	74,7	2,4	63,5 <sup>a</sup>	4,4	25,1	2,4	-	-	5,0	0,8	179,0	0,8
	2 % Fosfat	76,2	2,3	-3,9 <sup>ab</sup>	2,4	1,3 <sup>b</sup>	2,5	75,6	2,6	72,3 <sup>b</sup>	6,7	24,2	2,6	4,3	2,9	4,9	2,1	179,5	0,5
	4 % Fosfat	76,3	2,5	-4,4 <sup>b</sup>	2,9	-0,9 <sup>c</sup>	3,0	75,6	3,0	79,1 <sup>c</sup>	8,3	24,3	3,0	6,2	3,6	5,2	0,6	179,9	0,6
Direktesløyd	Kontroll	73,3	3,2	-3,5 <sup>a</sup>	2,8	2,5 <sup>a</sup>	2,9	72,6 <sup>a</sup>	3,3	65,7 <sup>a</sup>	8,1	27,2 <sup>a</sup>	3,3	-	-	5,6 <sup>a</sup>	1,6	179,3 <sup>a</sup>	0,7
	2 % Fosfat	74,5	2,7	-2,1 <sup>a</sup>	2,3	1,7 <sup>a</sup>	2,3	74,1 <sup>a</sup>	2,8	69,3 <sup>a</sup>	7,3	25,7 <sup>a</sup>	2,8	4,3	1,7	3,7 <sup>b</sup>	1,9	179,2 <sup>a</sup>	0,6
	4 % Fosfat	74,6	2,6	-1,9 <sup>a</sup>	2,0	2,0 <sup>a</sup>	2,0	74,3 <sup>a</sup>	2,6	68,6 <sup>a</sup>	6,7	25,6 <sup>a</sup>	2,6	4,0	1,5	3,7 <sup>b</sup>	1,4	179,2 <sup>a</sup>	0,6
Line	Kontroll	72,6	2,1	-0,9 <sup>a</sup>	0,9	6,1 <sup>a</sup>	2,6	71,8 <sup>a</sup>	2,1	54,4 <sup>ac</sup>	7,6	28,0	2,1	-	-	6,5 <sup>a</sup>	1,9	178,8 <sup>a</sup>	0,5
	3,5 % Saltlake	73,2	2,4	-1,7 <sup>b</sup>	0,8	3,2 <sup>b</sup>	3,8	72,6 <sup>a</sup>	2,4	63,6 <sup>b</sup>	9,5	27,2	2,5	4,3	3,3	4,9 <sup>b</sup>	2,0	179,1 <sup>b</sup>	0,7
	15 % Saltlake	72,6	2,8	-1,4 <sup>ab</sup>	0,8	5,4 <sup>a</sup>	2,0	71,9 <sup>a</sup>	2,6	56,4 <sup>a</sup>	5,4	27,8	2,6	3,0	1,8	5,7 <sup>ab</sup>	1,7	178,6 <sup>ab</sup>	0,3
	2 % Fosfat	72,2	2,9	-1,1 <sup>ab</sup>	1,2	3,3 <sup>a</sup>	5,6	71,5 <sup>a</sup>	2,9	62,2 <sup>bc</sup>	15,2	28,4	3,0	5,1	4,7	6,1 <sup>ab</sup>	2,6	179,3 <sup>ab</sup>	1,1
	4 % Fosfat	73,7	2,5	-1,4 <sup>ab</sup>	1,0	2,9 <sup>b</sup>	5,1	73,1 <sup>a</sup>	2,8	65,1 <sup>b</sup>	13,8	26,8	3,0	4,8	4,6	5,3 <sup>ab</sup>	2,8	179,1 <sup>ab</sup>	0,8
Fryst/trål	Kontroll	77,6	2,9	-0,6	1,0	5,6 <sup>a</sup>	3,8	76,6	2,9	60,7 <sup>a</sup>	10,3	23,2	3,0	-	-	6,6 <sup>a</sup>	1,9	178,9 <sup>a</sup>	0,8
	3,5 % Saltlake	77,9	2,7	-0,6	1,0	3,8 <sup>b</sup>	3,7	77,2	2,6	66,4 <sup>b</sup>	10,7	22,6	2,7	4,1	2,8	5,0 <sup>b</sup>	1,9	179,2 <sup>a</sup>	1,0
	15 % Saltlake	78,3	3,0	-1,0	0,8	3,6 <sup>b</sup>	3,6	77,6	3,0	67,4 <sup>b</sup>	9,0	22,2	3,1	4,1	3,1	4,9 <sup>b</sup>	1,8	180,0 <sup>a</sup>	0,8
	2 % Fosfat	77,9	2,4	-0,7	0,9	3,9 <sup>b</sup>	3,5	77,3	2,3	66,2 <sup>b</sup>	9,9	22,5	2,3	3,6	2,9	5,0 <sup>b</sup>	1,9	179,0 <sup>a</sup>	0,9
Garn	Kontroll	70,1	3,7	-0,4	1,0	4,0 <sup>a</sup>	5,2	69,4 <sup>a</sup>	3,9	57,9 <sup>a</sup>	13,9	30,5 <sup>a</sup>	3,9	-	-	6,1 <sup>a</sup>	2,5	179,2 <sup>a</sup>	1,1
	2 % Fosfat	70,8	2,7	-0,4	1,0	5,3 <sup>a</sup>	2,8	70,2 <sup>ab</sup>	2,7	55,0 <sup>a</sup>	8,0	29,7 <sup>ab</sup>	2,7	3,8	2,0	5,8 <sup>ab</sup>	1,6	178,9 <sup>a</sup>	0,8
	4 % Fosfat	71,9	2,9	-0,8	0,8	3,6 <sup>a</sup>	3,5	71,4 <sup>b</sup>	2,8	61,0 <sup>a</sup>	9,9	28,5 <sup>b</sup>	2,9	4,5	2,1	4,8 <sup>b</sup>	2,0	179,2 <sup>a</sup>	1,0

Statistiske forskjeller ( $p < 0,05$ ) innen hver gruppe (hvert enkelt råstoff) er merket med ulik bokstav, a, b eller c.

### 7.3 Vedlegg 3 – Kjemiske bestemmelser – Anfaco

Koder

2nd trial							
				FROZEN RAW MATERIAL			
				J.0	17592	J.0.A	205
					17593	J.0.B	207
					17594	J.0.C	215
					17595	J.0.D	210
					17596	J.0.E	213-208
FROM FROZEN COD FILLETS	PROC		control (0%) - 1		Carnal (1%) - 2		Carnal (2%) - 3
	G6	17597	G6.1.A	17602	G6.2.A	17607	G6.3.A
		17598	G6.1.B	17603	G6.2.B	17608	G6.3.B
		17599	G6.1.C	17604	G6.2.C	17609	G6.3.C
		17600	G6.1.D	17605	G6.2.D	17610	G6.3.D
		17601	G6.1.E	17606	G6.2.E	17611	G6.3.E
	G7	17612	G7.1.A	17617	G7.2.A	17622	G7.3.A
		17613	G7.1.B	17618	G7.2.B	17623	G7.3.B
		17614	G7.1.C	17619	G7.2.C	17624	G7.3.C
		17615	G7.1.D	17620	G7.2.D	17625	G7.3.D
		17616	G7.1.E	17621	G7.2.E	17626	G7.3.E

	SMP	ANFACO CODE	Na	ClNa	K	Ca	Mg	P	P2O5	Fe	Cu	Zn
			(g/100g)	(g/100g)	(g/100g)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(g/100g)	(g/100g)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)
J.0	J.0.A	17592	0,22	0,56	0,34	245	388	0,10	0,23	3,7	<0,25	5,8
	J.0.B	17593	0,29	0,74	0,26	365	491	0,09	0,21	3,6	<0,25	7,1
	J.0.C	17594	0,23	0,58	0,34	100	368	0,09	0,21	<2	<0,25	<2
	J.0.D	17595	0,17	0,43	0,38	103	348	0,10	0,23	3,1	<0,25	4,1
	J.0.E	17596	0,33	0,84	0,36	1276	578	0,14	0,32	<2	<0,25	5,4
G.6	G6.1.A	17597	6,59	16,75	0,18	512	576	0,05	0,11	<2	<0,25	5,4
	G6.1.B	17598	5,73	14,57	0,20	556	504	0,04	0,09	11,2	<0,25	5,8
	G6.1.C	17599	6,18	15,71	0,20	466	451	0,04	0,09	<2	<0,25	4,9
	G6.1.D	17600	6,38	16,22	0,20	570	591	0,04	0,09	<2	<0,25	5,5
	G6.1.E	17601	7,94	20,18	0,23	577	480	0,04	0,09	<2	<0,25	5,4
	G6.2.A	17602	8,12	20,64	0,21	344	443	0,05	0,11	<2	<0,25	5,5
	G6.2.B	17603	8,07	20,51	0,21	325	539	0,06	0,14	6,6	<0,25	3,9
	G6.2.C	17604	8,04	20,44	0,21	245	377	0,04	0,09	<2	<0,25	<2
	G6.2.D	17605	7,49	19,04	0,25	429	410	0,04	0,09	<2	<0,25	4,1
	G6.2.E	17606	7,32	18,61	0,23	372	401	0,05	0,11	2,0	<0,25	4,7
	G6.3.A	17607	8,06	20,49	0,28	454	607	0,06	0,14	<2	<0,25	<2
	G6.3.B	17608	6,86	17,44	0,25	382	500	0,06	0,15	19,6	<0,25	<2
	G6.3.C	17609	6,58	16,73	0,26	352	524	0,06	0,13	64,9	0,94	<2
	G6.3.D	17610	7,89	20,06	0,26	425	717	0,07	0,16	14,3	<0,25	<2
	G6.3.E	17611	7,19	18,28	0,27	376	489	0,06	0,13	39,5	0,53	<2
G.7	G7.1.A	17612	6,47	16,45	0,22	417	695	0,06	0,13	<2	<0,25	<2
	G7.1.B	17613	6,52	16,57	0,17	553	741	0,05	0,12	<2	<0,25	<2
	G7.1.C	17614	7,08	18,00	0,18	605	631	0,06	0,13	4,7	<0,25	<2
	G7.1.D	17615	6,95	17,67	0,23	389	635	0,05	0,11	5,1	0,35	<2
	G7.1.E	17616	6,90	17,54	0,19	535	710	0,05	0,11	<2	0,25	<2
	G7.2.A	17617	6,73	17,11	0,19	689	541	0,07	0,17	87,5	2,11	60,8
	G7.2.B	17618	6,25	15,89	0,20	420	541	0,06	0,13	8,9	<0,25	7,6
	G7.2.C	17619	6,74	17,13	0,19	372	532	0,05	0,12	7,6	0,47	7,9
	G7.2.D	17620	7,33	18,63	0,20	372	543	0,06	0,13	13,5	<0,25	11,1
	G7.2.E	17621	5,77	14,67	0,22	361	481	0,05	0,11	<2	0,26	4,2
	G7.3.A	17622	7,39	18,79	0,32	473	448	0,05	0,11	2,4	0,37	4,4
	G7.3.B	17623	7,52	19,12	0,27	371	462	0,05	0,11	4,4	<0,25	5,3
	G7.3.C	17624	8,02	20,39	0,27	1881	512	0,09	0,20	8,9	0,61	4,5
	G7.3.D	17625	7,85	19,95	0,18	1099	532	0,08	0,17	17,2	0,52	5,7
	G7.3.E	17626	7,54	19,17	0,21	217	288	0,03	0,07	<2	0,38	2,9



	<i>SMP</i>	<i>ANFACO CODE</i>	<i>PEROXIDES INDEX</i> (meq.O2/Kg.fat)	<i>TBA INDEX</i> (mg/Kg muscle tissue)
<b>J.0</b>	J.0.A	17592	40,00	0,4
	J.0.B	17593	38,46	0,5
	J.0.C	17594	51,72	0,4
	J.0.D	17595	29,41	0,20
	J.0.E	17596	33,33	0,20
<b>G.6</b>	G6.1.A	17597	18,18	0,9
	G6.1.B	17598	27,78	0,8
	G6.1.C	17599	14,71	0,9
	G6.1.D	17600	23,81	0,6
	G6.1.E	17601	24,69	0,7
	G6.2.A	17602	20	0,9
	G6.2.B	17603	33,33	0,4
	G6.2.C	17604	25	0,7
	G6.2.D	17605	31,25	0,9
	G6.2.E	17606	17,24	0,8
	G6.3.A	17607	23,26	0,3
	G6.3.B	17608	17,24	0,3
	G6.3.C	17609	16,95	0,4
	G6.3.D	17610	23,81	0,3
	G6.3.E	17611	33,9	0,4
<b>G.7</b>	G7.1.A	17612	23,81	0,6
	G7.1.B	17613	78,43	0,9
	G7.1.C	17614	20,83	0,7
	G7.1.D	17615	47,62	0,4
	G7.1.E	17616	27,03	0,7
	G7.2.A	17617	26,32	1,0
	G7.2.B	17618	25,64	0,6
	G7.2.C	17619	27,03	0,5
	G7.2.D	17620	21,28	0,5
	G7.2.E	17621	22,22	0,6
	G7.3.A	17622	95,24	0,9
	G7.3.B	17623	92,11	0,6
	G7.3.C	17624	129,63	0,6
	G7.3.D	17625	72,92	0,7
	G7.3.E	17626	92,59	0,6

## 7.4 Vedlegg 4 - Ranking of salted fish loins

This report details the sensory analysis carried out with three samples of **Salted fish loins**, processed with different concentrations of polyphosphates, in order to determine the possible existence of significant differences among the samples.

The samples considered and evaluated in the test were the following:

PRODUCT	REFERENCE		Nº UNITS
Salt fish loins	713	0% polyphosphates	3 units
Salt fish loins	456	2% polyphosphates	3 units
Salt fish loins	980	4% polyphosphates	3 units

In accordance with the objectives pursued, it was decided to implement the *Ranking Test*, since this method determines whether there are significant differences among the samples submitted. In addition, this method allows defining an order among the different samples to be analysed. Sensory analysis procedure applied has been based on the UNE-ISO 8587:2010 Standard.

The tests were conducted by the responsible of Technical Sensory Analysis, working with a panel of assessors formed by ten assessors trained in sensory evaluation of fish.

### Preparation of samples

According to the objectives pursued, it was decided to perform the test on the sample as presented (raw salted fish loins).

### Performance of test

For performance of tests, testers were provided with a set of each of the samples (coded 713, 456 and 980). The different sets of samples were made up of subsamples of raw salted fish loins samples. The preparation of various sets of samples was treated identically, with the same approximated amount of product and the same provision in plastic dishes for single use.

The samples were identified with a 3 digit code chosen at random, so that the assessors could not obtain information that could alter the results.

The samples were presented simultaneously to testers so that the person consulted could classify the order of each sample. Once tested by each assessor, the results were processed by the assessor team management for the application of consequent data processing.

## STATISTICAL APPLICATION

Various tests were developed for the statistical treatment of data as follows:

### Comparison between samples: Friedman Test

This test allows establishing the significance of the differences detected by the assessors among the three samples tested.

F value of the Friedman test is determined as follows:

$$F = (12 / (J * P * (P + 1))) * (R_a^2 + R_b^2 + R_c^2) - (3 * J * (P + 1))$$

Where:

**J** is the number of assessors (10)

**P** is the number of samples (3)

**R** is the sums of the rankings assigned to the set P of samples for the J assessors.

Comparing the F value of Friedman test calculated for each attribute, with the critical value tabulated for a significance level of 0.05 and 0.01, it may be concluded with a risk of error of 5% and 1%, whether there are significant differences among the samples for this attribute or not.

Critical Values for ten assessors and three samples for a significance level of 0.05 and 0.01 are respectively **6,200** and **9,600**.

### Signification of differences (Test of minimal significant differences-MDS)

If there are significant differences among samples, it is possible to identify the pairs of samples that differ significantly from each other based on the values of their sums of orders. So, with two samples i and j, and Ri and Rj their sums of orders, using a normal approximation the two samples will be different if:

$$|R_i - R_j| \geq \text{MSD} = 1,96 * [(J * P * (P + 1)) / 6]^{1/2} \text{ (level 0,05) - INDIVIDUAL RISK (considering each pair of samples)}$$

$$|R_i - R_j| \geq \text{MDS} = 2,91 * [(J * P * (P + 1)) / 6]^{1/2} \text{ (level 0,05) - GLOBAL RISK (considering the whole test)}$$

Comparing the different pairs of samples with the calculated value MDS for a significance level of 0.05, we have the pairs of samples that differ.

Thus, for a significance level of 0.05, if there are 3 samples and 10 assessors to carry out the test, it must be satisfied that  $|R_i - R_j| \geq 8.77$  (considering each pair of samples) to conclude that there are differences in a determined attribute in that pair of samples. Moreover, if it is considered the whole test, it must be satisfied that  $|R_i - R_j| \geq 13.01$ .

### Page Test

To assess whether there is a natural order among the three sets of samples for one attribute or not, there must be performed the Page test, which compares a value L calculated with the tabulated value for a significance level of 0.05 or, where appropriate, 0,01.

$$L = R_a + (2 \cdot R_b) + (3 \cdot R_c)$$

For one attribute, comparing the sum of ordinations L with the tabulated value for a significance level of 0.05 or 0.01, we can determine if there is a natural order among samples. For significance level of 0.05, tabulated value for 10 assessors and 3 samples is **128**, and for a significance level of 0.01, tabulated value is **131**. To conclude that there is a natural order among the three sets of samples for one attribute, it must be satisfied that **calculated L  $\geq$  tabulated L**.

## RESULTS

Final results of analysis are detailed as follows:

NUMBER OF RESPONSES BY OPTION									ASSESSMENT				
Sample 713			7.4.1.1.1.1 Sample 456			Sample 980			Sum of R Attributes			F	Significant Differences
1 <sup>st</sup> opt.	2 <sup>nd</sup> opt.	3 <sup>rd</sup> opt.	1 <sup>st</sup> opt.	2 <sup>nd</sup> opt.	3 <sup>rd</sup> opt.	1 <sup>st</sup> opt.	2 <sup>nd</sup> opt.	3 <sup>rd</sup> opt.	R (713)	R (456)	R (980)		
3	2	5	0	5	5	7	3	0	22	25	13	7.800	YES

(\*) Reflected significant differences correspond to a significance level of 0.05.

## INTERPRETATION OF RESULTS

Results of organoleptic analysis performed allow us to conclude the following:

- According to the Ranking test performed, and after application of Friedman test, it is possible to confirm with a confidence interval of 95% that **there are significant differences** among the samples subjected to the test.
- Comparing the different pairs of samples together with the calculated value for a significance level of 0.05, it is possible to conclude that the following pairs of samples **differ from each other**:



- Sample 713 (0% sulphates) and sample 980 (4% sulphates)
- Sample 456 (2% sulphates) and sample 980 (4% sulphates)
- Comparing the critical value of Page test tabulated with the calculated value, we can conclude that, with a confidence interval of 99%, **there is a natural order** among the individual samples, being this:

$$R_{\text{Sample980}} \leq R_{\text{Sample713}} \leq R_{\text{Sample456}}$$

It means that Sample 980 (4% polyphosphates) is considered the best sample of this ranking by the assessors, and that Sample 456 (2% polyphosphates) is considered the worst sample of this ranking by the assessors.

## COMMENTS

It is important to highlight the following points:

- The panel of assessors highlights the colour presented by the sample 980 (4% polyphosphates), qualifying it as "*whitest of the three samples*".
- In general, texture and smell were qualified by the panel of assessors as "*quite similar in the three samples*".

## REFERENCES

- UNE-EN ISO 8587:2010 Standard. Sensory Analysis. Methodology. Ranking test.
- UNE-ISO 6658:2008 Standard. Sensory Analysis of foodstuffs. Methodology. General guidance.
- UNE-EN ISO 8589:2010 Standard. Sensory Analysis. General guidance for design of tasting rooms.
- UNE-EN ISO 5492:2010 Standard. Sensory Analysis. Vocabulary.







**MØREFORSKING**

**MØREFORSKING MARIN**  
Postboks 5075, NO-6021 Ålesund

Telefon +47 70 11 16 00  
Telefaks +47 70 11 16 01

epost@mfaa.no  
www.moreforsk.no



**HØGSKOLEN  
I ÅLESUND**

**HØGSKOLEN I ÅLESUND**  
Serviceboks 17, NO-6025 Ålesund

Telefon +47 70 16 12 00  
Telefaks +47 70 16 13 00

postmottak@hials.no  
www.hias.no