

## RAPPORT MA 12-06

Ingebrigt Bjørkevoll, Trygg Barnung, Kristine Kvangarsnes, Torbjørn Tobiassen, Bjørn Gundersen, Pål Anders Wang og Leif Akse

## Storskala uttesting av fosfat i saltfiskproduksjon av linefanget torskeråstoff



<b>Tittel</b>	Storskala uttesting av fosfat i saltfiskproduksjon av linefanget torskeråstoff
<b>Forfatter(e)</b>	Ingebrigt Bjørkevoll <sup>1</sup> , Trygg Barnung <sup>1</sup> , Kristine Kvangarsnes <sup>1</sup> , Torbjørn Tobiassen <sup>2</sup> Bjørn Gundersen <sup>2</sup> , Pål Anders Wang <sup>2</sup> og Leif Akse <sup>2</sup>
<b>Rapport nr.</b>	MA 12-06
<b>Antall sider</b>	36
<b>Prosjektnummer</b>	54646
<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>	900592
<b>ISSN</b>	0804-54380
<b>Distribusjon</b>	Åpen
<b>Nøkkelord</b>	Saltfisk, kvalitet, saltemetoder, tilsetningsstoff, fosfat
<b>Godkjent av</b>	Inge Fossen
<b>Godkjent dato</b>	10. april 2012

<sup>1</sup> Møreforskning Marin, Ålesund

<sup>2</sup> Nofima Marin, Tromsø

### Sammendrag

Bedrifter har problemer med å skaffe råstoff av en kvalitet som gjør dem i stand til å levere saltfisk av en kvalitet som mange markeder etterspør. Ofte blir fargen på fisken mørkere enn det markedene ønsker, noe som medfører at kundene kjøper saltfisken fra andre land. Fosfat har blitt brukt for å oppnå en hvithet på saltfisk som markedene etterspør, men fosfat er i dag ulovlig å bruke i EU. Målsetningen med dette arbeidet er å dokumentere effekten av fosfatet Carnal 2110 på lagringsstabiliteten til saltfisk.

Fosfattilsetning (2 %) **ved injisering bevarer bedre den opprinnelige råstoff-fargen på muskeloverflaten** gjennom saltmodning og lagring (**reduserer mørkning**) **samt gir 4,9 % forbedret utbytte**. Dersom fosfatet tilsettes i lake under pickelsalting mørkner muskeloverflaten noe mer mens utbytte er tilnærmet uendret (1 % økning). Dette tilsier at **pickelsalting ikke er egnet som metode for tilsetning av fosfat**. Store individvariasjoner i jernmengde (uttrykk for blodmengde) på grunn av ulik råstoffkvalitet overskygget eventuelle effekter av fosfat på blodmengde og oksidasjon i muskel. Fosfatet ble tilsatt som di- og trifosfat mens **restmengdene som måles foreligger kun som monofosfat**. Restnivåene av fosfat var lave og i det videre arbeidet bør effekten av høyere konsentrasjoner av fosfat undersøkes.

© 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 eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.



# INNHold

---

1	Innledning .....	9
1.1	Bakgrunn for prosjektet .....	9
1.2	Teori: Bruk av fosfater ved produksjon av saltfisk.....	10
1.3	Formål .....	11
2	Materiale og Metode .....	13
2.1	Materiale .....	13
2.2	Uttak og analyse av råstoffprøver.....	13
2.3	Gjennomføring av storskala fullsalting .....	14
3	Resultat .....	16
3.1	Storskala forsøk med fullsalting av flekket torsk .....	16
3.1.1	Råstoffbeskrivelse .....	16
3.1.2	Saltfiskutbytte .....	17
3.1.3	Instrumentell fargemåling av råstoff og saltfisk .....	18
3.1.4	Sensorisk evaluering .....	20
3.1.5	Kjemiske analyser av saltfisk .....	23
4	Diskusjon .....	29
4.1	Effekten av fosfat på muskelfarge og blodmengde .....	29
4.2	Effekten av fosfat på lagringsstabiliteten, oksidasjon og utbytte .....	30
4.3	Effekten av saltemetode på type og restmengde av fosfat.....	31
5	Konklusjon.....	33
6	Litteraturliste.....	34
7	Vedlegg.....	37
7.1	Vedlegg I - Sensorikkskjema.....	37
7.2	Vedlegg 2 – Kjemiske bestemmelser – Anfacó .....	38
7.3	Vedlegg 3 Sertifisering av resultater: Totalt innhold av fosfater .....	42

## Sammendrag

Saltfiskprodusenter har i dag utfordringer med å skaffe råstoff av en slik kvalitet som kreves for å produsere lys og hvit saltfisk slik mange markeder krever. Mange medieinnslag om bruk av fosfater i fiskerinæringa har skapt 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. Fosfater har vært brukt til å produsere saltfisk med en farge som mange markeder etterspør, men fosfat er ulovlig å bruke i saltfiskproduksjon i EU i dag.

Målsetningen med dette arbeidet var å dokumentere effekten av fosfatet Carnal 2110 på lagringsstabiliteten, spesielt hvithet, til sluttproduktet saltfisk ved to ulike storskala saltemetoder; injisering pluss pickelsalting og ren pickelsalting. Denne kartleggingen av fosfatets effekter vil kunne brukes ved en eventuell søknad om godkjenning av fosfat som tilsetningsstoff i saltfiskproduksjon.

Fosfattilsetning (2 %) ved injisering medførte **en svakt lysere muskeloverflate ved at fisken mørkner mindre enn uten bruk av fosfat. Saltfiskutbyttet økes med 4,7 % dersom fosfatet tilsettes ved injisering.** Dersom fosfatet tilsettes i lake under pickelsalting blir muskeloverflaten noe mørkere mens utbytte er tilnærmet uendret (øker med 1 %). Resultatene tilsier at **pickelsalting ikke er egnet som metode for tilsetning av fosfat.**

Store individvariasjoner i jernmengde på grunn av ulik råstoffkvalitet overskygget eventuelle effekter av fosfat på blodmengde i muskel. Videre analyser av blodmengde må gjennomføres med flere individer og et mer jevnt råstoffmateriale. Effekten av fosfat må også dokumenteres på råstoff fra ulike fangst redskaper og behandlingsmetoder.

Det er **indikasjon på at fosfatet reduserer oksidasjonen i fiskemuskel**, men resultatene for alle grupper er lave og noe usikre. For eksempel ble gruppen med høyest peroksidnivå målt som minst gul, noe som er motsatt av det en kunne forvente. Flere fisk per gruppe av mer jevn kvalitet må analyseres for å få bedre dokumentasjon på effekten av fosfat på oksidasjon og farge.

Fosfatet ble tilsatt som di- og trifosfat mens analyser av **restmengdene viser at fosfatet kun foreligger som monofosfat.** Restnivåene av fosfat var lave og i det videre arbeidet bør effekten av høyere konsentrasjoner av fosfat undersøkes.

## SUMMARY

Saltfish producers have difficulties in getting hold of enough raw materials with good quality. This may lead to suboptimal saltfish products especially concerning colour. This is a problem since many markets demand white saltfish colour. Phosphates have been used to achieve white muscle surface, but the use of phosphates in most seafood products is illegal in the EU. In a prospective application to approve the application of phosphates in saltfish products in EU, documentation of its effects are necessary.

The objective of this work was to document the effect of the phosphate Carnal 2110 on storage stability of salted fish, especially concerning colour and blood content (iron). Two different salting methods, injection plus pickle salting and only picklesalting, were studied.

The injection of phosphate (2%) caused a slightly lighter (in colour) muscle surface (i.e. it better prevented darkening in comparison with saltfish brine injected without phosphate) as well as increased yields (4,7 %). If phosphate was added only during pickle salting, the yield and colour was virtually unchanged. Together with a lower phosphate absorption than through injection, suggests that picklesalting is not suitable as a method for the addition of phosphate. Large individual variations in the amount of iron due to variable raw material quality overshadowed any effects of phosphate on the iron content (expression for blood levels) and oxidation in muscle. The phosphate added was pyro and tri phosphate while remaining quantities measured were only ortho phosphate. The residual levels of phosphate were low and in the further work higher concentrations of phosphate should be examined.





# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Møreforskning ble kontaktet av Fiskeri og havbruksnæringens landsforening (FHL) for å bidra med informasjon om prosessutvikling og prosesshjelpemiddel 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 prosesshjelpemidler, 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 prosesshjelpemiddel 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 prosesshjelpemiddel (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 fosfattilsetningen har og restverdiene av fosfater i sluttproduktene vil i stor grad avgjøre om behandlingen kan betraktes som et prosesshjelpemiddel 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 fosfattilsetning 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 disse forholdene også er gjeldende for saltfisk, må en gjennomføre kontrollerte forsøk både i småskala og i industriell skala.

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**
- **Delmål 2: Dokumentere hvordan lagringsstabiliteten til sluttproduktene påvirkes av fosfattilsetning spesielt med omsyn til farge (oksidasjon) og væskeslipp/utbytte**
- **Delmål 3: Kartlegge hvilke typer og mengder restfosfat som finnes i sluttproduktene**



## 2 MATERIALE OG METODE

### 2.1 Materiale

I forsøket ble det brukt kappet og sløyd torsk i størrelsesklasse 1,0-2,5 kg fanget og fryst ombord i autoline-båten "Erliner". På produksjonsanlegget ble fisken tint over natt og flekket neste dag. Råstoffet hadde en temperatur på rundt 3-6 °C rett etter flekking, noe som indikerte overtint råstoff.

### 2.2 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 -18 °C til senere analyse. Råstoffprøvene ble sendt til analyse i frossen tilstand i en egen eske med 4,0 kg tørris med koden for tørris (UN 1845) merket på esken).



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

Fem fisk 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 fisk analysert. Til bestemmelse av vanninnhold ved tørking ved 105 °C i 12-14 timer (AOAC 950.46 B), aske etter 4 timer ved 550 °C (AOAC 938.08) og vannbindingsevne ved sentrifugering (Ofstad *et al.* 1996) ble ytterligere fem fisk tatt ut.

## 2.3 Gjennomføring av storskala fullsalting

Etter tining ble fisk flekket med en Nordic flekkemaskin type FK-100 før fjerning av blod i nakke og blodstubb med vakuumpump. 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.

To ulike saltemetoder ble undersøkt, og for hver saltemetode ble tre ulike fosfatkonsentrasjoner benyttet (Tab. 2.1). 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 2.1 Forsøksoppsett for fullsalting av torsk. All lake inneholdt fosfat-konsentrasjoner som angitt i tabellen.**

Saltemetoder/fosfat konsentrasjon			
Injisering – Pickelsalting (120 liter lake) - Tørresalting	0 % Kontroll	1,0 % Carnal 2100	2,0 % Carnal 2110
Pickelsalting (120 liter lake) - Tørresalting	0 % Kontroll	1,0 % Carnal 2100	2,0 % Carnal 2110

Fileter i første gruppe ble først injisert med saltlake. En lakesprøyte av type Fomaco modell FGM 112F DC ble 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 ble definert som pickelsalting med laketilsetning.

Fisken i den andre hovedgruppen ble kun pickelsaltet på samme måte som pickelsalting for den første gruppen.

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

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.

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 fisk ble tatt ut til analyse av TBARS og peroksidnivå, og fem fisk til vanninnhold, aske og vannbindingsevne.



**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.**

## 3 RESULTAT

### 3.1 Storskala forsøk med fullsalting av flekket torsk

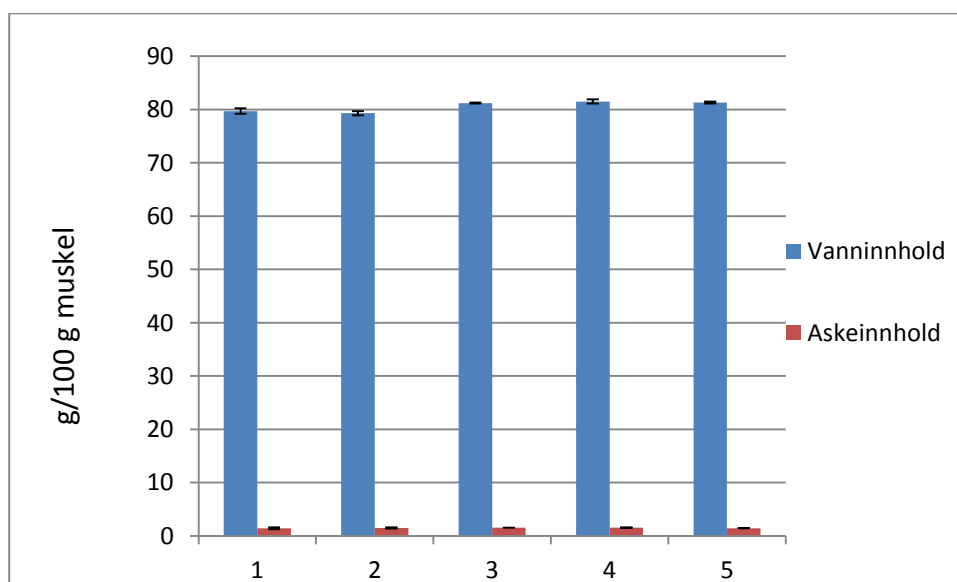
#### 3.1.1 Råstoffbeskrivelse

Råstoffet hadde en lengde på 47,7 ( $\pm 6,3$ ) cm (n=18) og en vekt (sløyd hodekappet) på 1,4 ( $\pm 0,5$ ) kg for injisert + pickelsaltet gruppe (n=90) og 1,5 ( $\pm 0,4$ ) kg for pickelsaltet gruppe (n=90). Flekkeutbyttet var på 94,8 ( $\pm 0,6$ ) % (n=20). Råstoffkvaliteten var generelt god, men en del fisk hadde rødlig misfarget fiskekjøtt. Med bakgrunn i observasjoner gjort under arbeidet kunne det virke som om råstoffet brukt til injisering og pickling (spesielt grupper behandlet med 1 eller 2 % fosfat) hadde noe mindre blod, og var hvitere og finere enn de andre gruppene, se også nedenfor.

For de injiserte gruppene virket råstoffet litt bløtere og mer overtint enn råstoffet saltet kun med pickelsalting.

Temperaturen i råstoffet etter flekking var lik for fisk som skulle injiseres + pickelsaltes ( $5,7 \pm 0,2$  °C) og for fisk som kun skulle pickelsaltes ( $5,6 \pm 1,0$  °C). pH i råstoffet lå på 7,0 for injisert og pickelsaltet gruppe og 7,1 for pickelsaltet gruppe.

Gjennomsnittlig vanninnhold for fem individ lå i området 79-82 % mens askeinnholdet ble målt til 1,4-1,6 % (Fig. 3.1).



Figur 3.1. Vanninnhold og askeinnhold i muskel fra råstoff fra fem fisk. Gjennomsnitt ( $\pm$  SD) av 4 målinger for hvert individ er vist.



### 3.1.2 Saltfiskutbytte

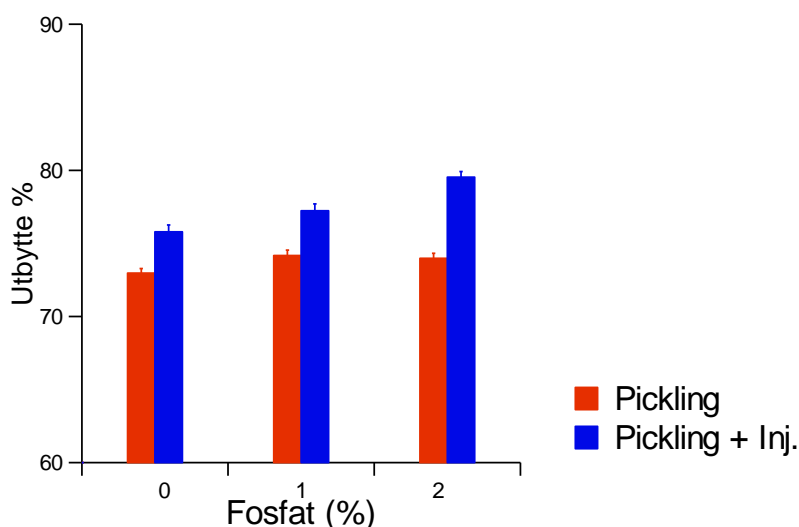
Gjennom hele forsøket lå temperaturen på råstoffet etter flekking på mellom 4,7 og 6,6 °C. Både før og etter injiseringen av fisken var pH i lake uten fosfat 6,6, mens pH i lake med 1 % fosfat var 6,3 og pH i laken tilsatt 2 % fosfat lå på 6,5. Lakestyrken på disse gruppene var på henholdsvis 16, 17 og 18 °Be. Etter oppløsning sedimenterte laken raskt i karet. Laken ble rørt kontinuerlig under uttak av lake i saltforsøket.

Etter to ukers pickelsalting ved 7-9 °C ble karene snudd over på palle og tørrsaltet i ytterligere to uker ved samme temperatur.

Utbytte er en sentral faktor i metodeutvikling av saltfiskproduksjon. Saltfiskutbyttet fra flekket råstoff lå fra ca. 75 til 80 % for injiserte + pickelsaltede fisk. For picklede grupper lå utbyttet rundt 73 - 74 % (Fig. 3.2).

En variansanalyse hvor variasjonen i utbytte ble forsøkt forklart ved hjelp av behandling og fosfatinnhold viste at begge disse parameterne ga signifikante bidrag ( $F_{165, 2}=144.89$ ,  $p<0.001$ ) og ( $F_{165, 3}=79.98$ ,  $p<0.001$ ) (MANOVA, Utbytte = behandling + fosfatkonsentrasjon). Basert på denne analysen av et samlet materiale antyder analysen at injisering alene bidrar til om lag 3,8 % høyere utbytte. Endringen i utbytte som funksjon av fosfat var tydeligst i de injiserte gruppene. Her økte utbyttet med 4,9 %, fra 75,8 % uten bruk av fosfat til 79,5 % ved bruk av 2 % fosfat i saltblandingen (Fig. 3.2).

Det var også en signifikant økning i utbyttet, på vel 1 %, blant de picklede gruppene ved tilsetning av fosfat i saltlaken under pickling sammenlignet med ubehandlet kontroll.



Figur 3.2 Gjennomsnittlig saltfiskutbytte etter 4 uker i % fra flekket råstoff (±SD) i gruppene behandlet med ulik prosentandel fosfat og ulik saltemetode. N= 30 fisk per gruppe.

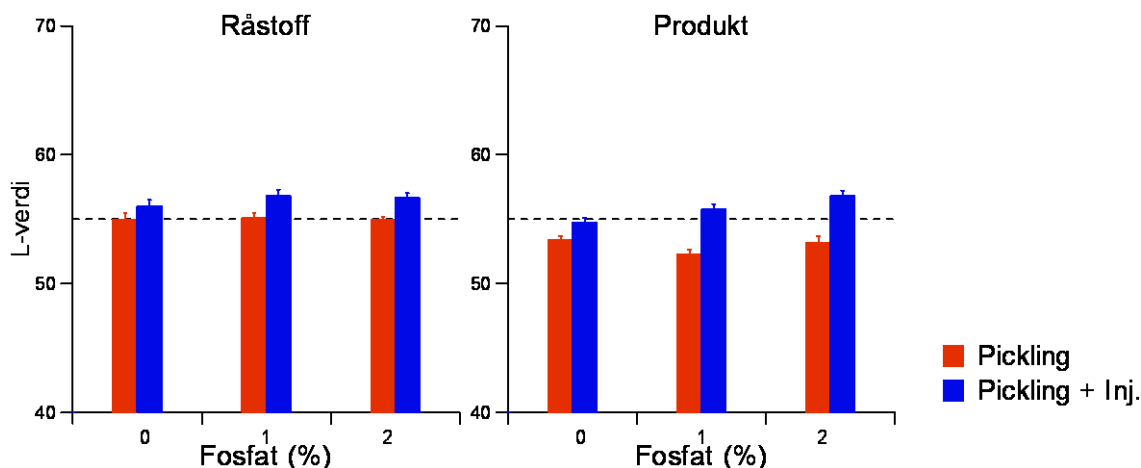
pH i tykkfisken på saltfisk ble målt til 6,1-6,2 for alle grupper i forsøket.

### 3.1.3 Instrumentell fargemåling av råstoff og saltfisk

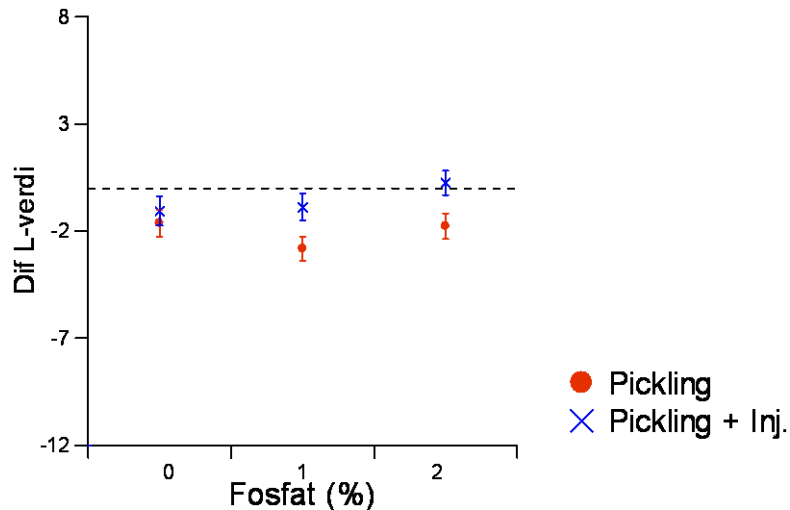
I Fig. 3.3 ser vi at råstoffet hadde en L-verdi (lyshet) på 56-57 for fisk som gikk til injisering + pickelsalting og 55 for fisk som bare skulle pickelsaltes. Forskjellen ( $t=4.535$ ,  $p<0.001$ ,  $df=175$ ) framgikk ved at råstoffet som gikk til pickling i gjennomsnitt hadde en L-verdi som var 1,5 enheter lavere enn den andre gruppen, hhv 55.01 og 56.51.

L-verdiene målt på saltfisk lå i området 52 til 57, der injiserte og pickelsaltede grupper (55-57) lå noe høyere enn pickelsaltede grupper (52-53).

En variansanalyse (MANOVA, L-verdi=behandling + fosfatmengde) viste at både behandling ( $F_{165, 2}=76.84$ ,  $p<0.001$ ) og fosfatmengde ( $F_{165, 3}=3.95$ ,  $p=0.021$ ) ga et signifikant bidrag til å forklare endringer i L-verdi gjennom salteprosessen. Forskjellen framgikk ved at picklede grupper har en større nedgang i L-verdi enn injiserte grupper og at nedgangen var mindre ved høyere fosfatmengde (Figur 3.3, Fig. 3.4). For gruppene som hadde gjennomgått både injisering og pickling var L-verdien etter salting om lag en enhet høyere både når en gikk fra 0 til 1 % fosfat og fra 1 til 2 % fosfat.



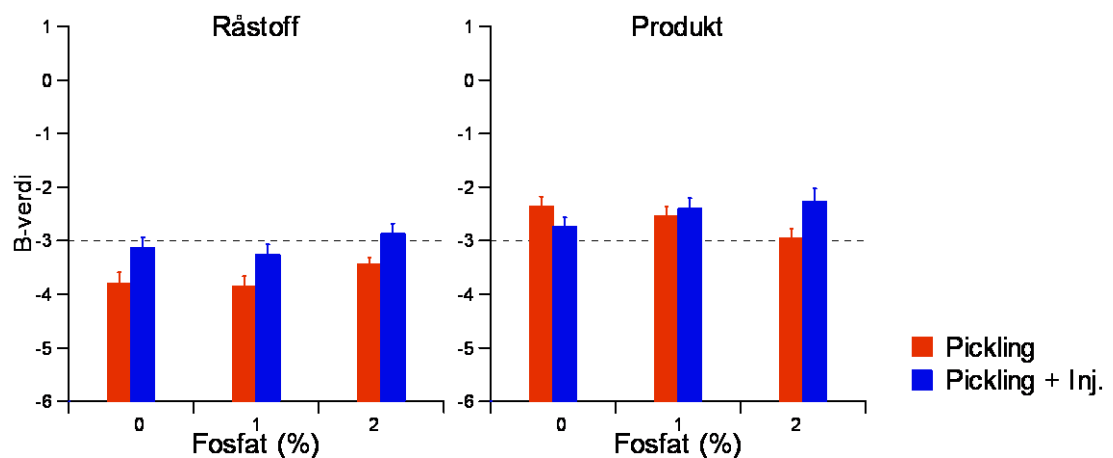
Figur 3.3 Gjennomsnittsmålinger ( $\pm$  SD) av L-verdi blant fisk i de ulike behandlingsgruppene. Til venstre som råstoff, og til høyre som saltfisk lagret 1 måned. N= 30 fisk per gruppe.



Figur 3.4 Gjennomsnittlig endring ( $\pm$  SD) i L-verdi gjennom salteprosessen for individer i de ulike gruppene med varierende fosfatkonsentrasjon og behandling. Stiplet hjelpelinje lagt inn for å indikere nivået for ingen endring i L-verdi. N=30 fisk per gruppe.

Gulfarge på råstoff (b-verdi) varierte mellom -2,9 til -3,3 for injisert og pickelsaltet gruppe og mellom -3,5 til -3,9 for pickelsaltet gruppe (Fig. 3.5). Fargemålingene viste forskjeller mellom råstoff som gikk til pickling og det som ble injisert og picklet ( $t=4.091$ ,  $p<0.001$ ,  $df=175$ ). Forskjellen framgikk ved at råstoffet som gikk til pickling i gjennomsnitt hadde en b-verdi som var 0,61 enheter lavere (mindre gul) enn den andre gruppen, hhv -3,70 og -3.09 (Fig 3.5).

b-verdien for alle saltfiskgrupper lå mellom -2 og -3. En variansanalyse (MANOVA, b-verdi=behandling + fosfatmengde) viste at verken behandling ( $F_{165, 2}=0.90$ ,  $p=0.343$ ) eller fosfatmengde ( $F_{165, 3}=0.251$ ,  $p=0.778$ ) ga et signifikant bidrag til å forklare endringer i b-verdi gjennom salteprosessen. Ser en nøyere på endringen innen hver av gruppene (Fig. 3.6) kan det for de picklede gruppene se ut til at økningen i b-verdi er omvendt proporsjonal med fosfatinnholdet. Tilpasning av en regresjonslinje (endring i b-verdi =  $a \cdot \text{fosfat innholdet} + b$ ) viste en svak, men signifikant ( $p<0.05$ ) negativ sammenheng mellom endring i b-verdi og mengden fosfat i de picklede gruppene.



Figur 3.5 Gjennomsnittsmålinger ( $\pm$  SD) av b-verdi blant fisk i de ulike behandlingsgruppene. Til venstre som råstoff, og til høyre etter at salteprosessen er avsluttet. N=30 fisk per gruppe.

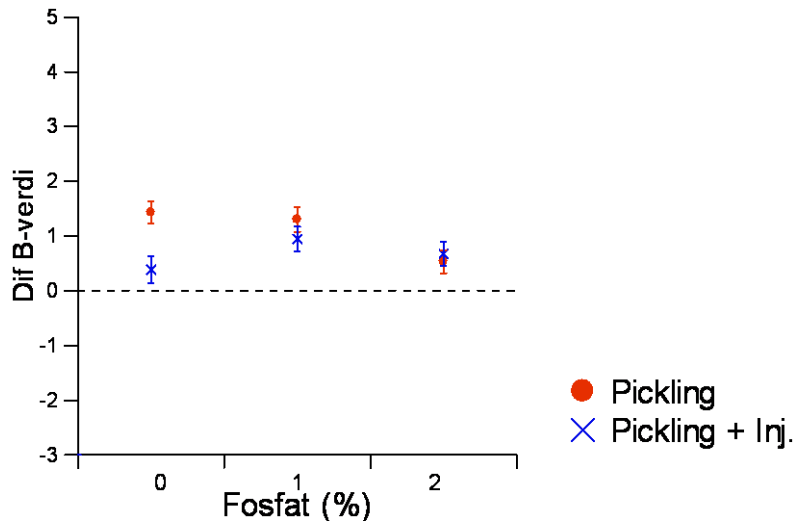
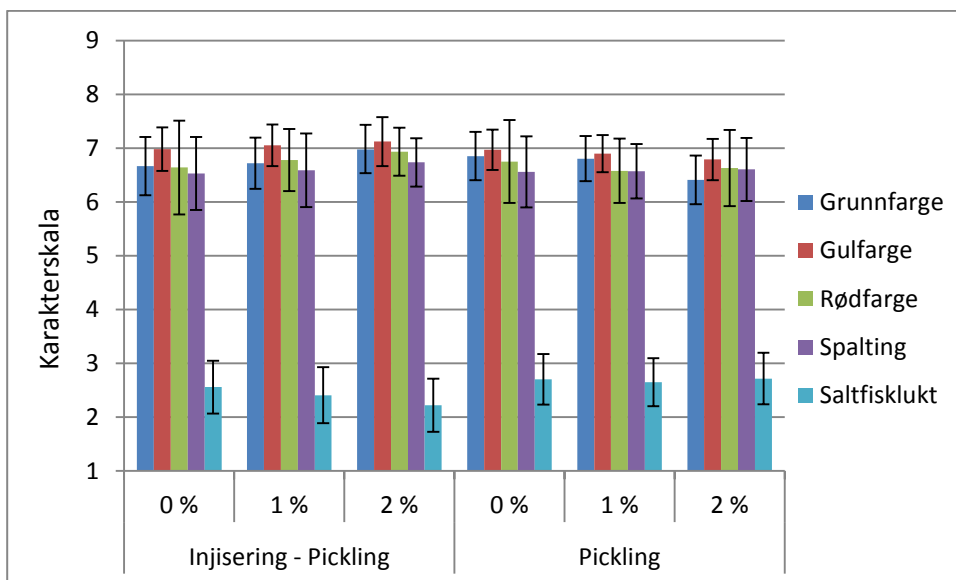


Fig 3.6 Gjennomsnittlig endring ( $\pm$  SD) i b-verdi gjennom salteprosessen for individer i de ulike gruppene med varierende fosfatkonsentrasjon og behandling. Stiplet hjelpelinje lagt inn for å indikere nivået for ingen endring i L-verdi.

### 3.1.4 Sensorisk evaluering

Den sensoriske evalueringen av grunnfarge, gulfarge, rødfarge (i lions), spalting og saltfisklukkt viste små forskjeller for farge med økt fosfatkonsentrasjon (Fig. 3.7) for begge saltemetodene. Det ble registrert lav grad av spalting for begge grupper. Saltfisklukten ble vurdert som svak for begge grupper (Fig. 3.7).

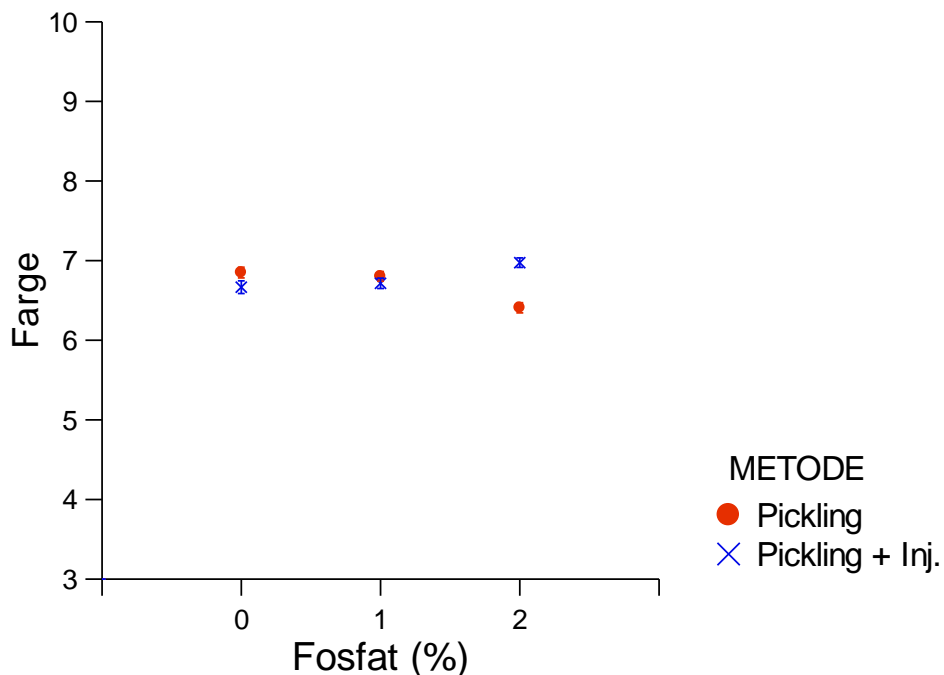


Figur 3.2. Pickelsaltet og injisert før pickelsalting fisk tilsatt 0 %, 1 % og 2 % Carnal 2110. Sensorisk evaluering av grunnfarge, gulfarge, rødfarge i tykkfisk, spalting og saltfisklukkt på skala fra 1 til 9 (best kvalitet). Gjennomsnitt og standardavvik for 30 saltfisk er vist.

For å vurdere resultatene fra den sensoriske vurderingen og for å beskrive eventuelle sammenhenger mellom de ulike variablene, ble en rekke regresjonsmodeller tilpasset materialet (Model er av typen: Grunnfarge = konstant + Saltemetode + Fosfatkonsentrasjon + Dommer + Gulffarge + Rødffarge + Spalting + Lukt, hvor behandling, fosfatkonsentrasjon og dommer inngikk som kategorivariabler. Modellene ble løst med hensyn til hver av variablene (Fig. 3.8-Fig. 3.10).

### Grunnfarge

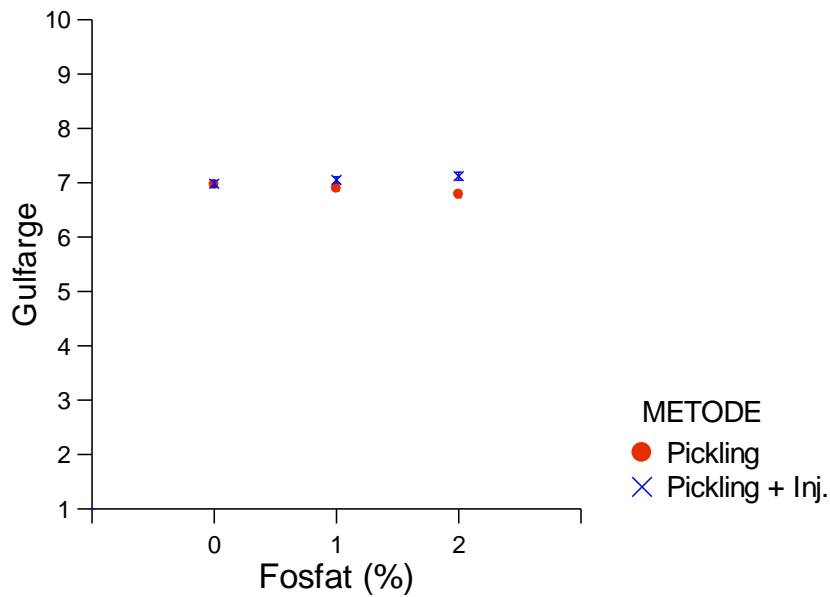
Hverken behandling ( $F_{672,2}=0,01$ ,  $p=0.922$ ) eller fosfatkonsentrasjon ( $F_{672,3}=2.51$ ,  $p=0.082$ ) bidro signifikant til å forklare variasjonen i vurdert grunnfarge. Det er en tendens til lavere grunnfargeverdi ved økende fosfatinnhold for pickelsaltet gruppe, og en kan ikke se bort fra at konklusjonen i et større materiale kunne blitt annerledes. Utover tydelige forskjeller mellom dommerne ( $p<0.001$ ), ga variasjonen i gulffarge, rødffarge og lukt et signifikant bidrag til å forklare variasjonen i grunnfarge ( $p<0.001$ ).



Figur 3.8 Karakterer for sensorisk bedømt grunnfarge (lyshet) for injisert og pickelsaltet eller ren pickelsaltet saltfisk behandlet med 0, 1 eller 2 % fosfat. N= 30 fisk per gruppe.

### Gulffarge:

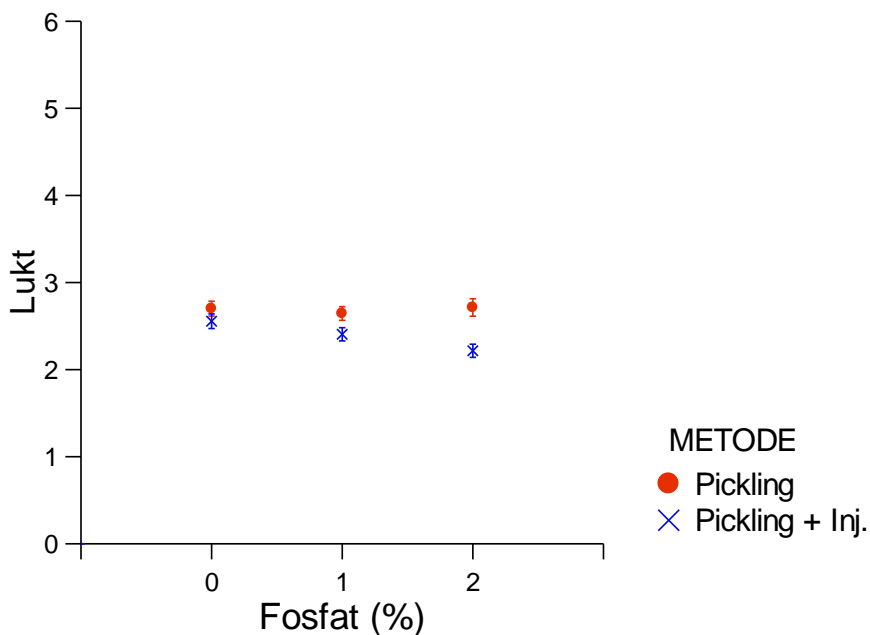
På et samlet materiale hadde injiserte og pickelsaltede grupper 0,12 enheter høyere gulffarge-verdi (mindre gul) og skilte seg signifikant fra de pickelsaltede gruppene ( $F_{672,1}=8.04$ ,  $p=0.005$ ). Fosfatinnholdet bidro ikke til å forklare variasjonen i gulffarge ( $p=0.821$ ). Derimot synes variasjonen i gulffarge å variere nært med både dommer, rødffarge, spalting og grunnfarge ( $p<0.016$ ).



Figur 3.9 Karakterer for sensorisk bedømt gulfarge for injisert og pickelsaltet eller ren pickelsaltet saltfisk behandlet med 0, 1 eller 2 % fosfat. N= 30 fisk per gruppe.

Lukt:

Saltemetode ga et signifikant bidrag til å forklare variasjonen i lukt ( $p < 0.001$ ), hvor injiserte grupper i snitt hadde 0,26 enheter lavere verdier (svakere moden saltfisklukt) enn picklede grupper. Variasjonen i lukt samvarierer utover dette med variasjonen blant dommere og grunnfarge ( $p < 0.002$ ). Det er en tendens i materialet til nedgang i lukt-verdi ved økende fosfatkonsentrasjon, et større materiale er nødvendig for å avgjøre om denne tendensen er reell.



Figur 3.10 Karakterer for sensorisk bedømt lukt for injisert og pickelsaltet eller ren pickelsaltet saltfisk behandlet med 0, 1 eller 2 % fosfat. N= 30 fisk per gruppe.

### Rødfarge:

Et signifikant bidrag til å forklare variasjonen i rødfarge ble gitt av dommer, gulfarge, og grunnfarge (resultater ikke vist).

### Spalting:

Tilsvarende ga variasjonen i dommere og gulfarge et signifikant bidrag til å forklare observert variasjonen spalting ( $p < 0.032$ ). Her tenderte også lukt mot et signifikant bidrag ( $p = 0.076$ ) (resultater ikke vist).

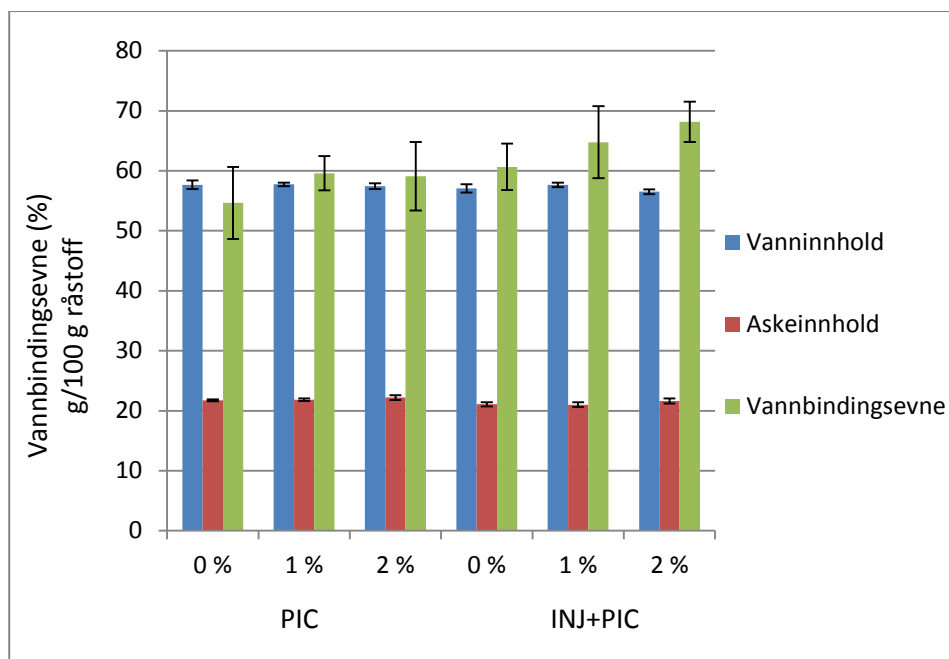
Bilde av alle saltfiskgrupper i forsøket (Fig. 3.11) viser at det var relativt små visuelle forskjeller mellom gruppene.



**Figur 3.11** Pickelsaltet (Øverste rad) og injisert før pickelsalting fisk tilsatt 0 % (kolonne til venstre), 1 % (midtre kolonne) og 2 % (høyre kolonne) fosfat etter en måneds kjølelagring.

### **3.1.5 Kjemiske analyser av saltfisk**

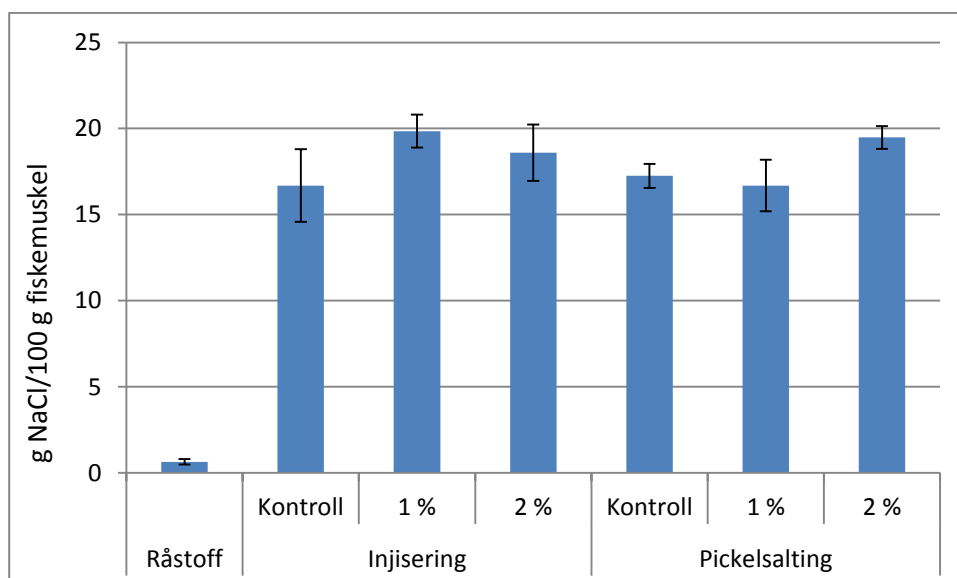
Vanninnholdet for injisert og pickelsaltet gruppe lå på 57-58 % mens vanninnholdet lå på 56-58 for pickelsaltet gruppe (vist i Fig. 3.12). Vannbindingsevnen hadde en stigende tendens for begge grupper med økt fosfatkonsentrasjon, fra 55-59 % for injisert gruppe og fra 61-68 % for pickelsaltet gruppe. Askeinnholdet lå jevnt på 21-22 % for alle grupper.



Figur 3.12 Vanninnhold, askeinnhold (g/100g) og vannbindingsevne (prosentvis gjenværende vekt av vann etter sentrifugering/initielt vanninnhold) for injisert og pickelsaltede grupper og kun pickelsaltede grupper. Gjennomsnitt av fire målinger for hvert individ med standardavvik er vist.

De følgende kjemiske analysene ble gjennomført ved et akkreditert analyselaboratorium i Spania (Vedlegg 3). Resultatene blir kun oppsummert kort her og data fra analysene lagt i Vedlegg 2: Kjemiske bestemmelser - Anfacó.

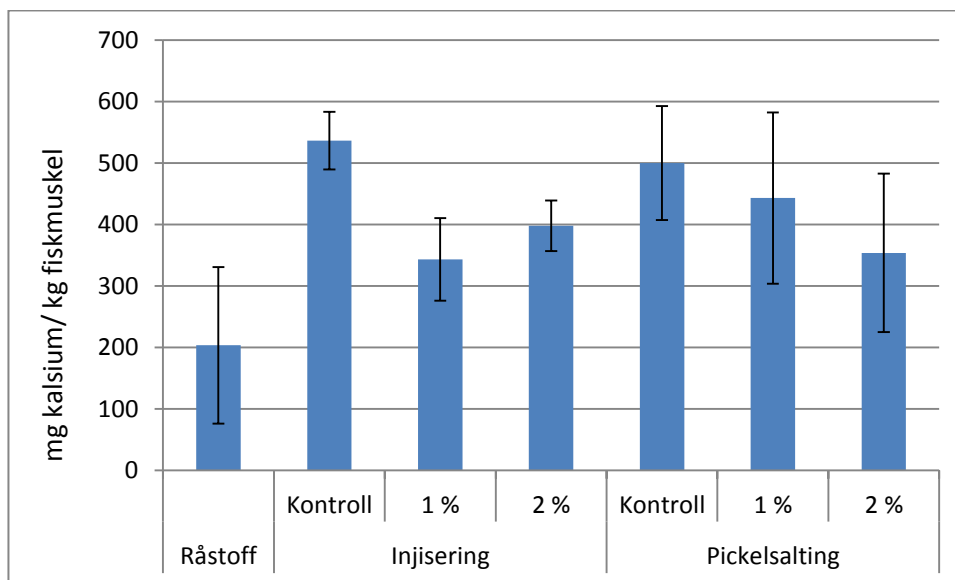
Saltinnholdet lå på 0,6 % for råstoffet og 17-20 % for fullsaltede prøver (Fig. 3.13). Ingen entydige trender med hensyn til fosfat på saltinnhold ble registrert.



Figur 3.13 Saltinnhold i % råstoff og fullsaltede grupper enten injisert og pickelsaltet eller kun pickelsaltet med 0, 1 eller 2 % fosfat. Gjennomsnitt og standardavvik for fem fisk er vist.

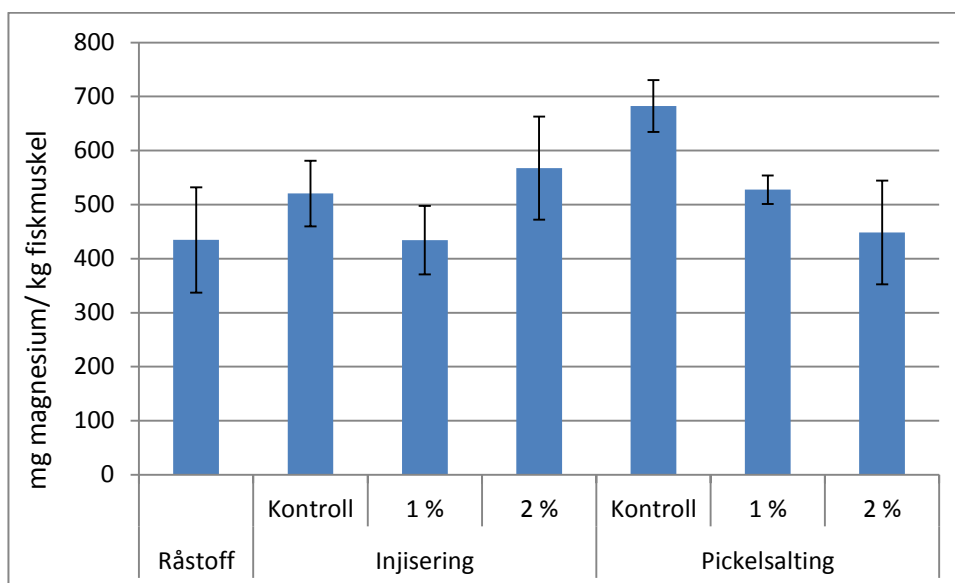


Det gjennomsnittlige kalsium-nivået økte fra 200 mg/kg i råstoff til rundt 500 mg/kg i kontrollgruppen av fullsaltet fisk. Fosfatbehandlede grupper så ut til å ha lavere kalsiuminnhold enn kontrollen, både ved injisering + pickling og ren pickling (Fig. 3.14). Store standardavvik gjør resultatene usikre.



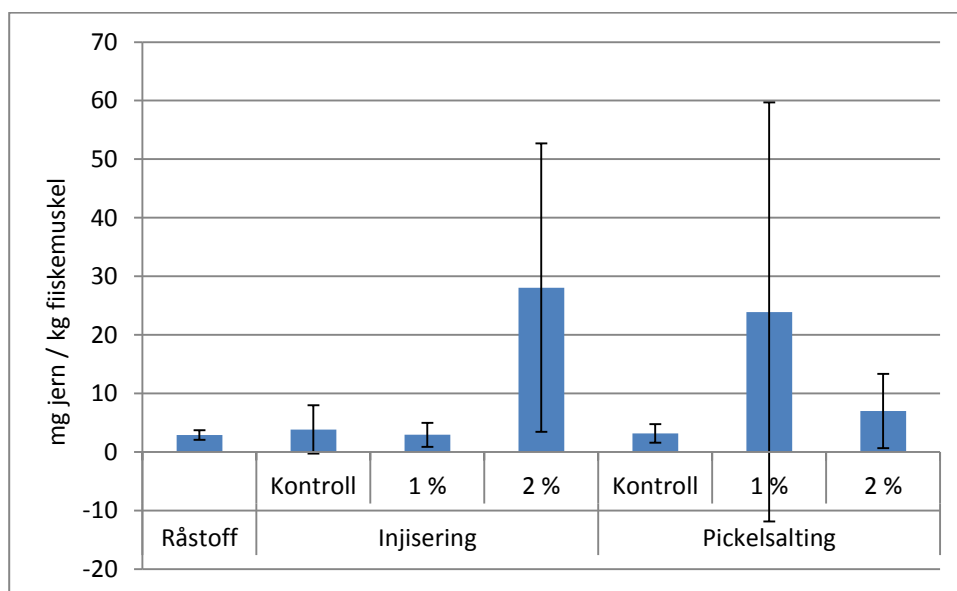
**Figur 3.14** Kalsiuminnhold i mg/kg råstoff og fullsaltede grupper enten injisert og pickelsaltet eller kun pickelsaltet med 0, 1 eller 2 % fosfat. Gjennomsnitt og standardavvik for fem fisk er vist.

Gjennomsnittlig magnesium-nivå var 440 mg/kg i råstoff og 520 mg/kg i kontrollgruppen av fullsaltet fisk som ble injisert. Fisk i kontrollgruppen som kun ble pickelsaltet inneholdt 680 mg/kg magnesium. Fosfatbehandlingen så ut til å medføre lavere magnesiuminnhold i pickelsaltede fisk, men ikke i injisert + pickelsaltede grupper (Fig. 3.15).



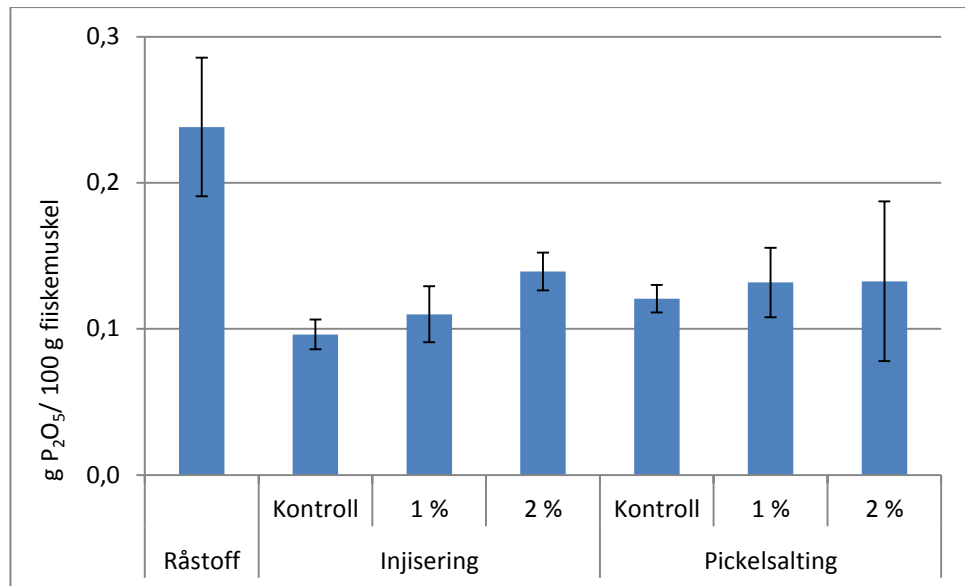
**Figur 3.15** Magnesiuminnhold i mg/kg råstoff og fullsaltede grupper enten injisert og pickelsaltet eller kun pickelsaltet med 0, 1 eller 2 % fosfat. Gjennomsnitt og standardavvik for fem fisk er vist.

For jern ble det registrert store variasjoner innad i hver gruppe (Fig. 3.16). Dette kan komme av den varierende råstoffkvaliteten som ble registrert, der noen fisk hadde mer rødlig misfarging enn andre. Det ble ikke registrert noen sammenheng mellom mengde fosfat i prøvene og jernkonsentrasjon. Nivået av kobber varierte mellom 0,3 og 0,7 mg/kg på samme måte som jern.



**Figur 3.16** Jerninnhold i mg/kg råstoff og fullsaltede grupper enten injisert og pickelsaltet eller kun pickelsaltet med 0, 1 eller 2 % fosfat. Gjennomsnitt og standardavvik for fem fisk er vist.

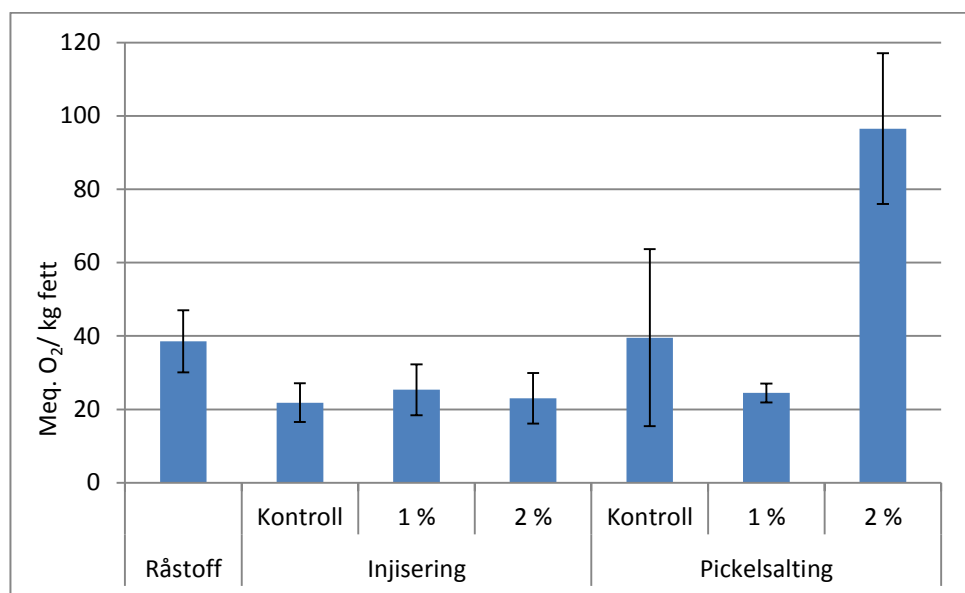
Fosfatinnholdet i råstoffet ble målt til 0,24 g  $P_2O_5/100g$  (Fig. 3.17). Signifikante forskjeller ble kun funnet innad i gruppen injisert og pickelsaltet, der 2 % fosfat var forskjellig fra de to andre injiserte og pickelsaltede gruppene (Sig<0.05 -Post-Hoc test.). For alle saltfiskgrupper ligger alle prøver under grenseverdien for fryst filet på 0,5 g  $P_2O_5/100g$ . Det ble i svært liten grad registrert restverdier av di- eller trifosfat i prøvene av lettsaltet eller fullsaltet fisk. Det aller meste av fosfatet hadde blitt spaltet til monofosfat (resultater vist i Vedlegg 2).



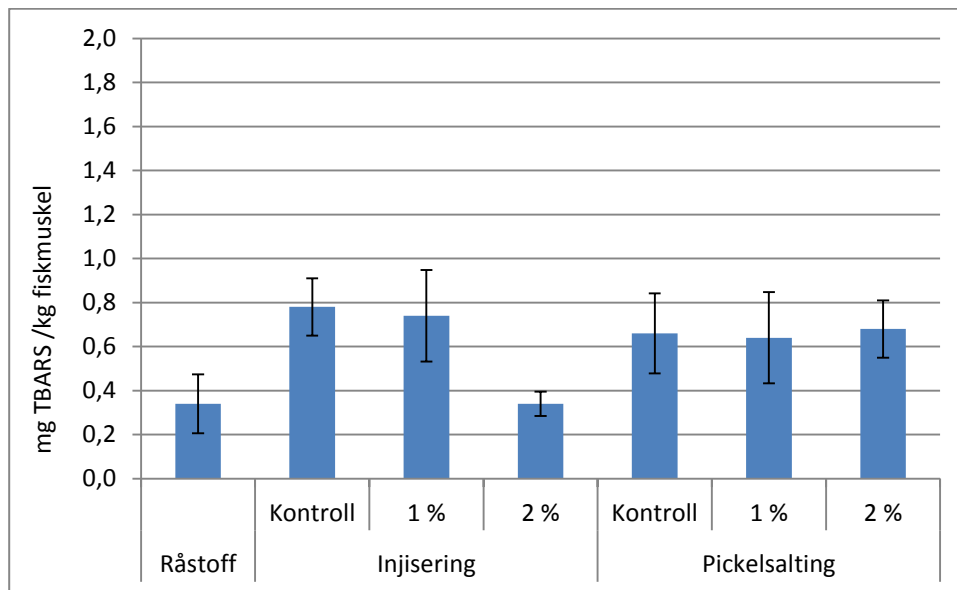
**Figur 3.17 Fosfatinnhold (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i g/100g råstoff og fullsaltede grupper etter 4 uker enten både injisert og pickelsaltet eller kun pickelsaltet. Gjennomsnitt for fem fisk og standardavvik er vist.**

For oksidasjon ble det registrert lave peroksidnivåer for alle grupper unntatt for pickelsaltet gruppe tilsatt 2 % fosfat (Fig. 3.18). Det ble ikke funnet sammenhenger mellom peroksidverdi og fosfatinnhold.

For alle prøver var TBARS-verdien lav (< 0,8mg/Kg) (Fig. 3.19). TBARS verdiene ble redusert med økt fosfatstyrke for injisert og pickelsaltede fisk, der det ble funnet signifikante forskjeller mellom 2 % fosfat og de to andre gruppene (ANOVA Sig<0.05). Signifikante forskjeller ble ikke funnet mellom pickelsaltede grupper (resultater ikke vist).



**Figur 3.18 Oksidasjon målt som peroksidverdi (Meq. O<sub>2</sub>/kg fett) i råstoff og fullsaltede grupper enten injisert og pickelsaltet eller kun pickelsaltet med 0, 1 eller 2 % fosfat. Gjennomsnitt for fem fisk og standardavvik er vist per gruppe.**



**Figur 3.19** Oksidasjon målt som TBARS (mg/kg muskel) i råstoff og fullsaltede grupper enten injisert og pickelsaltet eller kun pickelsaltet 0, 1 eller 2 % fosfat. Gjennomsnitt for fem fisk og standardavvik er vist per gruppe.

## 4 DISKUSJON

### 4.1 Effekten av fosfat på muskelfarge og blodmengde

Råstoff brukt til injiserte og pickelsaltede grupper ble vurdert som bløtere og/eller mer overtint enn råstoff til pickelsaltet gruppe selv om kjernetemperaturen før salting var lik for begge grupper. Erfaringsvis blir bløtere/overtint fisk ofte mer spaltet og kan gi lavere utbytte enn mer fast og optimalt tint fisk (Magnussen, 2009). I tillegg vil injisering gi en mekanisk belastning på fisken som kan gi økt spalting/oppriving for bløtt råstoff (Joensen, *et al.*, 2010). I våre forsøk ble det ikke registrert forskjeller i spalting eller utbytte på saltfisk produsert av bløtt eller mindre bløtt råstoff. Siden det bløteste råstoffet ble injisert kunne en forvente at dette ble mer spaltet, noe som ikke ble observert.

Råstoffet ble fargemessig vurdert som noe dårligere og mer variabelt enn erfaring tilsier for lineråstoff på grunn av innslag av rødfarge (blod) i fisken. Variasjonen ble bekreftet av standardavvikene registrert for farge på råstoff. Råstoffet til gruppen injisert og pickelsaltet ble både vurdert og målt som lysere og mer gul enn råstoff til pickelsalting. Vi har målt farge på de samme individmerkede fisk både som råstoff og saltfisk, slik reduseres betydningen av variasjonen i råstoff. Tilsetningen av fosfat ga en lysere saltfisk når den ble injisert og pickelsaltet. Denne kvalitetsforbedringen ble ikke registrert ved bruk av ren pickelsalting. Fosfat tilsatt i injiserte og picklede grupper medførte at fiskemuskelen ble mindre mørk og instrumentelt målt lyshet var to enheter høyere for 2 % fosfat enn for kontroll uten fosfat. Forskjeller på to enheter på L-verdiskalaen er noe som erfaringsvis er visuelt registrerbar. Sensorisk ble det ikke registrert signifikante forskjeller i lyshet/grunnfarge mellom gruppene. Likevel ble det registrert en lysere grunnfarge med økt fosfatstyrke for injiserte og picklede grupper når de ulike gruppene ble vurdert samlet som vist i Fig. 3.13.

Differansen i L-verdi fra råstoff til saltfisk for enkelt fisk varierte fra -7 til +11. At verdiene reduseres så mye i enkeltindivid kan komme av at målinger gjøres på mørke, ikke representative områder eller der fisken er spaltet. At verdiene økes kan komme av at saltet ikke er fjernet godt nok på de områder på loins der målingene gjennomføres.

For gulfarge og rødfarge ble det ikke registrert signifikante forskjeller verken med hensyn til saltemetode eller fosfattilsetning. Det var likevel en svak trend til at fosfattilsetning ga lavere gulfarge for picklede grupper. Dette kan komme av at fosfatet reduserer harskningen, men oksidasjonsanalysene støtter ikke denne antakelsen.

For jern (uttrykk for blodmengde) i muskel ble det registrert store variasjoner innad i hver gruppe, fra under 2 til 90 mg/kg. Dette kan komme av den varierende råstoffkvaliteten som ble registrert, der noen fisk hadde mer rødlig misfarging enn andre. Det ble ikke registrert noen sammenheng mellom mengde fosfat i prøvene og jernkonsentrasjon. En av forklaringene på dette kan være de store standardavvikene innad i hver gruppe. I det videre arbeidet bør flere fisk analyseres per gruppe og/eller må det velges ut fisk av så lik råstoffkvalitet som mulig til analysering av jerninnhold. Nivået av kobber varierte på samme måte som jern og kan tyde på at forekomsten av kobber også stammer fra blodet i fisken.

## 4.2 Effekten av fosfat på lagringsstabiliteten, oksidasjon og utbytte

Oksidasjon målt som peroksidverdi viste stor variasjon mellom grupper og innad i grupper for pickelsaltet fisk. Hvorfor fosfatbehandlet fisk (2 %) fra denne gruppen ga det høyeste nivået er usikkert. En forklaring kan være at peroksid-nivået er et mål på primær oksidasjon og etter at dette nivået når sitt toppunkt vil det reduseres, mens sekundær oksidasjon (TBARs) så tar over (Fennema, 1996). På grunn av de svært lave TBARs verdiene er det likevel lite sannsynlig at sekundær oksidasjon har tatt over for noen av gruppene. En annen forklaring kan være den varierende råstoffkvaliteten der forskjellig mengde blod kan ha gitt ulike nivå av oksidasjon (Lauritzsen, 2004). Ved bestemmelse av sekundær oksidasjon (TBARs) viste resultatene at oksidasjonen ble redusert ved økt fosfatkonsentrasjon for injiserte grupper, men ikke for pickelsaltede grupper.

Fosfattilsetning (2 %) økte utbytteprosenten for injisert gruppe med nesten 4 % fra 76 til 80 %, tilsvarende for pickelsaltet gruppe var rundt 1 %, fra 73 til 74 %. Resultatene våre støtter tidligere funn (Bjørkevoll *et al.*, 2011; Thorarinsdottir *et al.*, 2001) om at fosfat øker utbytte til saltfisk av torsk. Av resultatene ser vi at injisering og pickelsalting i kombinasjon med fosfat gir høyere utbytte enn ved kun pickelsalting. Årsaken til dette er mest sannsynlig at injiseringen gir større opptak av fosfat i fiskemuskel. Dette støttes av de kjemiske analysene av fosfatinnholdet i muskel på saltfisk.

Fosfattilsetningen påvirket i liten grad den visuelle kvaliteten på sluttproduktet foruten at økt fosfatkonsentrasjon ga svakt lysere fisk for injisert og pickelsaltet gruppe. 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 injisert og pickelsaltet fikk lavere intensitet av saltfisklukt enn ren pickelsalting. Det av også en svak trend til at lukten ble svakere med økt fosfatstyrke. Årsaken til dette kan være at fosfatet, i form av å være en antioksidant, har redusert kjemiske reaksjoner under modningen av produktet. Et eksempel er oksideringen av lipid som sannsynligvis bidrar til å danne den karakteristiske saltfisk aromaen (Hsieh og Kimsella, 1989). Effekten av fosfat på saltfiskens lukt og smak viktig å undersøke nærmere i det videre arbeidet.

### 4.3 Effekten av saltemetode på type og restmengde av fosfat

Fosfatinnholdet ( $P_2O_5$ ) i muskel lå på 0,24g/100g i råstoffet. Dette nivået er lavt sammenlignet med fosfatinnholdet i torskemuskel i andre forsøk. Både Schröder (2010) og Thorarindottir *et al.* (2001) har rapportert et fosfatinnhold på 0,44g/100g i fersk fisk og 0,36g/100g i tint fisk. En årsak til det lave fosfatnivået i råstoff i våre forsøk kan derfor være at fosfat mistes i tineprosessen.

I saltfisken lå fosfatnivået på rundt 0,10-0,12g/100g etter salting. I Schröder (2010) inneholdt saltfisken 0,16 g/100g, mens for Thorarinsdottir var nivået på 0,36g/100g. Forklaringen på den store forskjellen i fosfatmengde i kontrollgruppene kan komme av at lakebad (2 døgn) ble brukt som første saltetrinn i arbeidet til Thorarinsdottir *et al.* (2001), mens injisering ble brukt i våre og forsøk av Schröder (2010). Lang tids lakebehandling kan ha gitt bedre opptak av fosfat enn ved injisering der mye av laken renner ut igjen. En annen 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 2 % fosfat medførte en økning i fosfatnivået fra 0,10 til 0,14g/100g, mens tilføring kun gjennom laketilsetning under pickelsalting medførte en økning fra 0,12 til 0,13 g/100g. I Thorarinsdottir (2001) ble det målt et fosfatnivå på 0,6g/100g i fosfatbehandlet fisk ved behandling av fileten i 2 % fosfat-lakebad (fosfattypen var Brifisol B 512) i 48 timer. Fosfatnivået i forsøkene til Thorarinsdottir (2001) kan se ut til å være for høyt siden kvaliteten på fosfatbehandlet saltfisk var dårlig sammenlignet med kontrollgruppen. At det ble brukt et polyfosfat og ikke et di- og trifosfat kan være en årsak til at fosfatet gav fisken et unaturlig «råpreg» sammen med lang behandlingstid i lakebad (Thorarinsdottir, *et al.*, 2001). I Schröder (2010) ble det også registrert et fosfatnivå på 0,6g/100g der Carnal 2110 (samme fosfattypen som i våre forsøk) ble injisert med en konsentrasjon på 4 %. Kvaliteten på sluttproduktet ble ikke rapportert i dette arbeidet.

Som registrert i tidligere forsøk er injisering mer effektiv som metode for å tilsette fosfat enn ved ren pickelsalting (Bjørkevoll *et al.* 2011) som i liten grad gir opptak av fosfat. Vi ser at tilsetning av 2 % fosfat er for lavt for å oppnå maksimalt tillatt fosfatkonsentrasjon i fryst torsk (0,5 g/100g). Det ble ikke registrert detekterbare mengder di- eller trifosfat, noe som viser at alt tilsatt fosfat har blitt spaltet til monofosfat under salteprosessen. Dette er i samsvar med tidligere funn (Bjørkevoll *et al.*, 2011). I det videre arbeidet bør effekten av høyere konsentrasjoner av fosfater studeres.

I det videre arbeidet bør også effekten av fosfattilsetning på kvalitet og utbytte etter utvanning studeres. Utvanning av fosfattilsatt saltfisk ser ut til å redusere fosfatinnholdet fra 0,42 g  $P_2O_5$ /100g i saltfisk til 0,10 g  $P_2O_5$ /100g i ferdig utvannet fisk (Thorarinsdottir *et al.*, 2001). I det spiseferdige produktet vil dermed fosfatinnholdet være betydelig lavere enn i saltfiskproduktet. Spisekvaliteten på fosfattilsatt saltfisk bør også dokumenteres for å kartlegge eventuelle påvirkninger av fosfatet på sluttproduktet.



## 5 KONKLUSJON

- Salteforsøket ble gjort med tilsetning av ulike konsentrasjoner av fosfatet Carnal 2110 (0, 1, eller 2 %) på fryst autolineråstoff av middels god kvalitet.
- Forsøket bekreftet at fosfat kan effektivt tilsettes ved injisering av lake, mens en ikke oppnår tilstrekkelig opptak av fosfat bare ved å tilsette fosfatlake i karet under pickelsalting
- Fosfatet Carnal 2110 kan lett blandes inn i laker med høy saltkonsentrasjon, men bunnfeller raskt når det blandes i lake laget av sjøsalt. Fosfat blandet i lake fra sjøsalt må derfor røres kontinuerlig ved bruk. Utfelling av fosfat ser ikke ut til å skje når laken er laget av finsalt.
- Store individvariasjoner i jernmengde (uttrykk for blodmengde) på grunn av ulike råstoffkvalitet overskygget eventuelle effekter fosfatet hadde på blodmengde i muskel.
- Fosfatet ser ut til å redusere graden av mørkning under lagring av saltfisk mer enn at det gjør saltfisken hvitere.
- Det er en tendens til at fosfatet reduserte oksidasjonen/harskning i saltfisk, men fosfertilsetning påvirket ikke instrumentelt målt eller sensorisk vurdert gulffarge på saltfisk etter 2 måneders kjølelagring.
- Injisering med fosfatlake (2 %) økte utbytte med 4,7 % i forhold til lakeinjisering uten fosfat.
- Fosfatet som ble tilsatt var di- og trifosfat mens restmengdene som ble målt i saltfisken forelå kun som monofosfat. Restnivåene av fosfat i fosfat-behandlet og ubehandlet saltfisk var på henholdsvis 0,14 og 0,10 g  $P_2O_5/100g$ , mens råstoffet inneholdt 0,24 g  $P_2O_5/100g$ . Til sammenligning er grenseverdien for total tillatt mengde fosfat i fryst torskefilet på 0,5 g  $P_2O_5/100g$ .
- Effekten av fosfertilsetningen ser ut til å være avhengig av råstofftype og ikke minst råstoffkvalitet. Derfor er det et betydelig behov for mer kunnskap om hvordan fosfat påvirker saltfisk produsert av fryst eller ferskt råstoff fanget med ulike redskap og håndtert på forskjellige måter om bord (eksempelvis bløgget eller direktesløyd råstoff).

## 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 938.08 (1938) Ash in Seafood

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, Kjerstad, M., Barnung, T. og Joensen, S. (2011). Bruk av fosfat som prosesshjelpemiddel/tilsetningsstoff i saltfiskproduksjon. Møreforskningsrapport nr 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* Chemica. I Publishing Co Inc New York p 421.

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.

Fennema, O.R. (Editor) (1996). *Food Chemistry*, 3. ed., Marcel Dekker, Inc. New York.

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 Kinsesella, 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.

Joensen, S., Martinsen, G., Akse, L., Gundersen, B., Eilertsen, G., Carlehøg, M. og Aune, T.F. (2010). Injisering som første del i salteprosessen. Nofima rapport 38/2010.

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.

Magnussen, O.M. (2009). Tining av råstoff for flekking – Forprosjekt. Sintefrapport A11614.

Ofstad, R. (2010). Nyhets sak på Nofima.no, 2010.

Ofstad R., Egelanddal, B., Kidman, S. Myklebust, R, Olsen, R.L., Hermannsson, A.M. (1996). Liquid loss as affected by post mortem ultrastructural changes in fish muscle: Cod (*Gadus morhua* L.) and salmon (*Salmo salar*). *J Sci Food Agric* 71 (3): 301-312.

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	nr	nr	nr	nr	nr
		skala					
<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>							



	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

### 7.3 Vedlegg 3 Sertifisering av resultater: Totalt innhold av fosfater



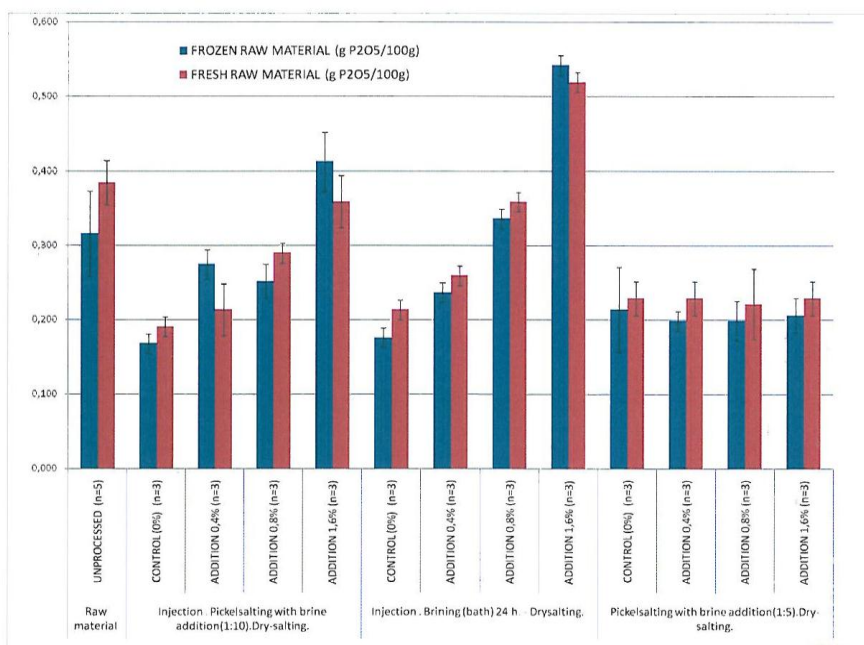
CENTRO TÉCNICO NACIONAL DE CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS DE LA PESCA

C/Colégio Universitario,16, 36310 VIGO Tlf. (34) 986 469 303 - Fax (34) 986 469 269  
www.anfaco.es

Laboratorio de referencia de la Comunidad Autónoma de Galicia para el control de productos transformados de la pesca. CIF: G-36.625.309

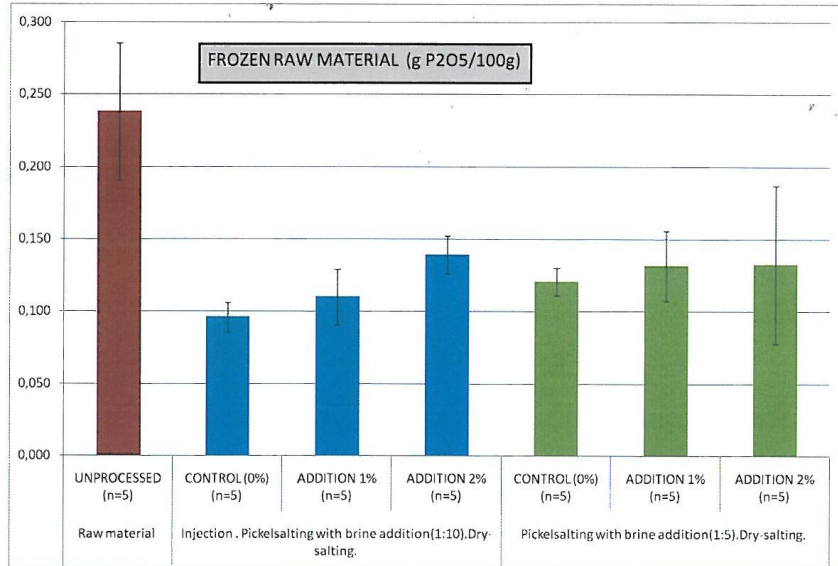
ANFACO-CECOPESCA certifies to have carried out the analyses which results are represented in the figures below:

- **Small scale trial:** Total phosphate levels in unprocessed and salted cod by three different salting methods from fresh and frozen raw materials.



NOTES: The report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory.

- **Large Scale Trial:** Total phosphate levels in unprocessed and salted cod by two different salting methods from frozen raw materials.



Vigo, June, 12th 2012

Vº Bº Technical Manager.

Principal Investigator.



Research and development Manager.

NOTES: The report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory.



**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