

**Rapport nr. MA 11-07**

Ann Helen Hellevik og Ingebrigt Bjørkevoll

## **Resirkulering av salt i produksjon av salt- og klippfisk**

Sluttrapport



<b>Tittel</b>	Resirkulering av salt i produksjon av saltfisk og klippfisk Sluttrapport
<b>Forfatter(e)</b>	Ann Helen Hellevik og Ingebrigt Bjørkevoll
<b>Rapport nr.</b>	MA 11-07
<b>Antall sider</b>	30
<b>Prosjektnummer</b>	P54508
<b>Prosjektets tittel</b>	Resirkulering av salt ved produksjon av saltfisk og klippfisk.
<b>Oppdragsgiver</b>	FHF ved faggruppe klippfisk/saltfisk
<b>Referanse oppdragsgiver</b>	Frank Jakobsen
<b>ISSN</b>	0804-54380
<b>Distribusjon</b>	Åpen
<b>Nøkkelord</b>	Salt, klippfisk, saltfisk, resirkulering
<b>Godkjent av</b>	Agnes Gundersen, forskningsleder
<b>Godkjent dato</b>	09.02.2011.

### Sammendrag

Prosjektet "Resirkulering av salt i produksjon av salt- og klippfisk" har omfattet en rekke forsøk der bruksalt har vært benyttet i ulike produksjoner av saltfisk og klippfisk. Resultatene viser at det er mulig å resirkulere saltet dersom de nye "Kvalitetsforskriftene for fisk og fiskevarer" og spesielt "§16-2 Kravet til salt," tillater dette. Visse hensyn bør likevel tas, blant annet at bruksaltet oppbevares kjølig, at det dreneres for væske, at saltet har naturlig hvit farge, at det kun benyttes en gang og at saltfisk og klippfisk produsert med bruksalt produseres og oppbevares kjølig. Risikoen for synlig vekst av rødmiddel ser ut til å være liten, men dette må undersøkes i mer omfattende studier. Det viser seg også at det er mulig for bedriftene å gjøre økonomiske besparelser ved å resirkulere saltet.

© Forfatter/Møreforskning Marin

Forskriftene i åndsverksloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller i fremstille eksemplar 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

Prosjektet “Resirkulering av salt ved produksjon av saltfisk og klippfisk” har vært et samarbeidsprosjekt mellom instituttene Nofima Marin og Møreforsking Marin, samt tre saltfisk og klippfisk bedrifter. Prosjektet har vært finansiert av NFR (Norges Forskningsråd) og (FHF) Fiskeri og Havbruksnæringens forskingsfond.

Det rettes en stor takk til alle involverte parter, spesielt til tålmodige arbeidere i samarbeidsbedriftene.

Ålesund 09.02.2011



.....  
Ann Helen Hellevik  
Prosjektleder



# INNHOOLD

---

OPPSUMMERING .....	9
SUMMARY .....	10
1 INNLEDNING.....	11
2 MATERIALE OG METODE .....	13
3 RESULTAT OG DISKUSJON .....	13
3.1 Status og erfaring ved resirkulering av salt.....	13
3.1.1 Norsk produksjon av saltfisk og klippfisk .....	13
3.1.2 Islandske produksjon av saltfisk.....	14
3.1.3 Sammenligning av norsk og islandsk produksjon av saltfisk.....	16
3.1.4 Litteraturstudie .....	16
3.2 Karakterisering av brukt salt .....	17
3.2.1 Salt (NaCl)- og vanninnhold.....	18
3.2.2 Innhold av kopper (Cu) og jern (Fe) .....	18
3.2.3 Farge.....	18
3.2.4 Siktefraksjon.....	19
3.2.5 Vannløselige komponenter og protein .....	19
3.2.6 Innhold av kalsium (Ca) og magnesium (Mg).....	20
3.2.7 Mikrobiologi – salt.....	20
3.3 Kvalitet på saltfisk og klippfisk produsert med brukt salt.....	21
3.3.1 Utbytte .....	22
3.3.2 Vann- og saltinnhold .....	22
3.3.3 Mikrobiologi - fisk.....	23
3.3.4 Kvalitetsvurdering .....	23
4 KONKLUSJON.....	27
5 REFERANSER.....	29

---





## OPPSUMMERING

Prosjektet “Resirkulering av salt i produksjon av salt- og klippfisk” har omfattet en rekke forsøk der bruksalt har vært benyttet i ulike produksjoner av saltfisk og klippfisk. Resultatene viser at det er mulig å resirkulere saltet dersom de nye “Kvalitetsforskriftene for fisk og fiskevarer” og spesielt “§16-2 Kravet til salt,” tillater dette. Visse hensyn bør likevel tas, blant annet at bruksaltet oppbevares kjølig, at det dreneres for væske, at saltet har naturlig hvit farge, at det kun benyttes en gang og at saltfisk og klippfisk produsert med bruksalt produseres og oppbevares kjølig. Risikoen for synlig vekst av rødmidd ser ut til å være liten, men dette må undersøkes i mer omfattende studier. Det viser seg også at det er mulig for bedriftene å gjøre økonomiske besparelser ved å resirkulere saltet.

## SUMMARY

The project "Recycling of salt in production of salted and salted and dried fish" has included a series of experiments with recycling of salt in various productions of salted cod. The results show that it is possible to recycle salt if the new "Quality regulations for fish and fishery products" and especially "§ 16-2 requirement for salt," permits it. Certain considerations should still be taken, including that used salt should be kept at refrigerated conditions, that it should be drained for liquid, that the salt has a natural white color, that it is only used once, and that salted cod produced with used salt should be kept chilled. The risk of visible growth of red halophilic bacteria appears to be small, but this must be examined in more extensive studies. It is possible for companies to make considerably financial savings by recycling the salt, if the regulations open for this practice.

# 1 INNLEDNING

Det blir brukt store mengder salt til produksjon av salt- og klippfisk i Norge. For hvert kilo råstoff brukes det vanligvis 0,5-1 kilo salt. Årlig forbruk av salt i næringen vil være rundt 103 000 tonn, tilsvarende en verdi på omlag 73 millioner kroner. Salfisk- og klippfisknæringen er en av de største industrielle næringene i landet. I 2011 ble det fra Norge eksportert 97 350 tonn klippfisk og 31 122 tonn salfisk. (Eksportutvalget for fisk, 2011). I tillegg blir det produsert klippfisk og salfisk av andre arter, der sei utgjorde hoved andelen.

I produksjon av salfisk og klippfisk er hovedhensikten med bruk av salt å konservere produktet. Videre bidrar saltet til å produktet dets karakteristiske smak og tekstur. Saltet skal redusere oksidasjonsprosesser (harskning), redusere bakterievekst og kjemisk forringelse samt redusere vanntap og hindre drypp av væske (Lauritzsen, 2004, Rustad & Halvorsen, 1996). Dagens hygieneforskrifter for bruk av salt i fisketilvirkning fastsetter detaljerte krav til saltet, bl.a. at det kun skal benyttes nytt salt i produksjonen (§ 16-2.1 i "Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer"). I forbindelse med EU's matvareforordning er nye forskrifter utarbeidet og ute til høring. I de nye forskriftene er kravet om kun å benytte nytt salt i produksjonen foreslått fjernet, men det er fortsatt krav til sammensetningen av saltet.

I produksjon av norsk salfisk og klippfisk benyttes det i hovedsak pickelsalting som saltemetode. Fisken legges i lagvis i tette kar med salt imellom lagene. Deretter settes karene til (kjøle)lagring og salteprosessen starter. Under salteprosessen produseres lake ved at saltet trekker ut væske fra fisken. Fisken ligger i laken fra noen dager til flere uker. Deretter tørresaltes fisken ved at den blir lagt lagvis, med salt mellom hvert lag på paller. Pallene med fisk settes til saltmodning i 3-4 uker på kjølerom. Salfisken kan så videre produseres til klippfisk ved tørking til et gitt vanninnhold avhengig av markedskrav.

Det benyttes i hovedsak tre typer salt under produksjonen: sjøsalt, bergsalt og en blanding av disse. Det mest vanlige er at det benyttes sjøsalt til pickelsalting og blandingssalt til tørresalting (Lynum, 2005). Det er også i de senere år blitt benyttet sjøsalt tilsatt kalsium, såkalt hvitfisk salt. Etter at fisken er pickelsaltet, og etter at den er saltmoden blir saltlake og overskuddssalt fjernet fra fiskens overflate og samlet opp før det dumpes i sjøen.

Saltets sammensetning endrer seg gjennom produksjonsprosessen ved at ulike komponenter blir tatt opp i fisken og andre skylles ut (Lauritzsen & Akse 1995, Lauritzsen & al., 1996). Kalsium og magnesium, som er viktige for salfiskkvaliteten (Lauritzsen & al., 2004), vil bli forbrukt under saltingen (Kvande-Pettersen og Losnagard, 1991). Kartlegging av jern og kobber i saltet er viktig for å unngå harskning og gulning av fisken. (Lauritzsen og Olsen, 2004). Skal en benytte resirkulert salt er det, ut i fra dette, sannsynlig at saltets sammensetning er noe forandret. Det har derfor vært viktig å dokumentere forandringene som skjer i saltet fra det tas i bruk første

gang og gjennom produksjon av saltfisk og klippfisk. Dette er også viktig for å vurdere hvor mange ganger saltet kan resirkuleres.

Halofile (saltelskende) bakterier som stammer fra sjøsalt kan være et problem dersom saltfisk/klippfisk lagres ved for høy temperatur. Høy temperatur, samtidig som fiskens overflate fuktes opp på grunn av høy luftfuktighet (Huss & Valdimarsson, 1990) kan medføre dannelse av små røde prikker (rødmidd) på fiskens overflate. Dette gjør fisken uegnet til konsum. Gjenbruk sies å påvirke den mikrobiologiske kvaliteten på saltet, spesielt med tanke på disse halofile bakterier (Lynum, 2005), men dette er ikke dokumentert.

De norske Kvalitetsforskriftene for fisk og fiskevarer har de senere årene vært foreslått endret i forbindelse med EU's hygienepakke. En av endringene som er foreslått er at paragrafen som krever at det kun skal benyttes nytt salt blir fjernet. Det blir imidlertid stilt spesifikke krav til saltets beskaffenhet og kjemisk sammensetning. I forbindelse med hygienepakken trådte de nye forslagene til forskriftene i kraft 1. mars i år, og det er disse som pr. dags dato er gjeldende. Mattilsynet arbeider imidlertid med høringsinnspillene til forskriftene, så forskriftene er ikke endelig fastsatt. I dette prosjektet er analyse arbeidet gjort i henhold til de "gamle" forskriftene for salt.

Saltet som benyttes i Norge blir stort sett fraktet med båt fra Spania og Tunisia. En relativt stor saltfiskbedrift som eksempelvis produserer rundt 3 000 tonn saltfisk vil ha rundt 2 mill. NOK i årlige utgifter på salt. Med 20 % reduksjon i saltforbruket vil dette redusere kostnadene med 500.000 NOK/år.

Målsetningen med prosjektet har vært å skape en mer optimalisert og konkurransedyktig produksjon av saltfisk og klippfisk gjennom resirkulering og økt utnyttelsesgrad av salt som benyttes i produksjonen.

Delmålene i prosjektet har vært:

- å beskrive kvaliteten på salt ved ulike anvendelser
- kartlegge mulighetene for å resirkulere saltet for gjenbruk i saltfisk- og klippfiskproduksjon,
- å dokumentere kvaliteten på salt- og klippfisk når det anvendes resirkulert salt
- å se på prosessen for å gjenvinne og gjenbruke saltet i produksjonen

## 2 MATERIALE OG METODE

I den første delen av prosjektet ble det samlet inn informasjon fra forskjellige saltfisk og klippfiskbedrifter ved intervju, litteraturstudier og en studietur til Island for å se på produksjon av saltfisk og gjenbruk av salt der. Det ble i denne delen av prosjektet også samlet inn salt fra forskjellige saltemetoder for analysering. Metodene som ble benyttet er beskrevet i Delrapport 1: Kvalitetsvurdering av brukt salt.

I den andre delen av prosjektet ble brukt salt testet i produksjon av saltfisk og klippfisk av torsk. Her ble det utført analyser av salt brukt en og to ganger og analyser av saltfisk og klippfisk produsert med brukt salt. Metodene som ble benyttet er beskrevet i Delrapport 2: Bruk av resirkulert salt.

## 3 RESULTAT OG DISKUSJON

### 3.1 Status og erfaring ved resirkulering av salt

I denne delen av prosjektet ble det innhentet informasjon fra norske og islandske saltfisk- og klippfiskbedrifter. Norske bedrifter ble intervjuet i forhold til muligheter for gjenbruk og islandske bedrifter i forbindelse med erfaringer de har med gjenbruk av salt, da dette er tillatt i Island. I Norge ble syv bedrifter intervjuet, inkludert bedriftene som deltar i prosjektet, i forhold til resirkulering av salt. I Island ble fire bedrifter intervjuet.

#### 3.1.1 Norsk produksjon av saltfisk og klippfisk

I de norske bedriftene som ble intervjuet var produksjonsvolumet mellom 592 til 3 000 tonn saltfisk og 1 500 til 4 440 tonn klippfisk (tall for 2007). Mengden salt som ble benyttet i de forskjellige bedriftene varierte fra 500 til 6 500 tonn/år, som tilsvarer mellom 350 000 NOK og 6 mill. NOK. Sjøsalt er den salttypen det benyttes mest av, men det benyttes også andre typer salt som bergsalt, blandingsalt (blanding av sjø- og bergsalt), vakuumsalt (benyttes i all hovedsak til lake) og hvitfisksalt (salt tilsatt ekstra kalsium). Det benyttes forskjellige typer salt i forskjellige produksjonstrinn, samtidig som bedriftene har sine egne varianter. Sjøsalt er det saltet bedriftene benytter mest.

De Sunnmørske saltfisk og klippfisk bedriftene bruker i all hovedsak fryst råstoff, mens bedriftene i Nord-Norge oftest produserer saltfisk fra ferskt råstoff fanget med forskjellig redskap.

Undersøkelsen viser at alle bedriftene mente at det beste saltet å resirkulere var saltet som er igjen etter pickelsalting, dvs. etter at saltet har rent av seg under modning. Det ble også nevnt av to bedrifter at overskuddssaltet etter modning kunne være mulig å resirkulere. På spørsmål om hvor i produksjonen en evt. kunne benytte brukt salt svarte bedriftene i hovedsak til pickelsalting. Noen nevnte at det evt. kunne benyttes i

saltlake produksjon, helst i en lake som ikke skulle injiseres. Det kunne her være muligheter for å sette på UV-filter for å fjerne proteinrester fra laken før bruk.

Alt brukt salt i bedriftene blir i dag samlet opp i kar og dumpet på sjøen. Det fleste bedriftene har i dag metoder for å samle saltet i kar, slik at mindre mengder salt havner på gulvet. Disse oppsamlingsenhetene (hos enkelte bedrifter) har potensial for optimalisering, slik at mer av saltet havner direkte i kar og at en får sortert ut evt. fiskerester. Bedriftene mente at den største utfordringen med å bruke saltet om igjen ville være fiskerester, blod og leverrester som setter farge på saltet. I tillegg kommer høyt vanninnhold i saltet. Fuktig salt vil lett klake seg i skruer og saltstrøere. Bedriftene uttalte også at en kanskje ville få et større problem med rødmidd om en brukte saltet igjen, og at det ville være viktig å kartlegge dette nøye.

Ingen av bedriftene mente det ville lønne seg med en slags returordning for det brukte saltet. Da ser en heller for seg at en hadde et anlegg i bedriften for vasking og evt. tilsetning av manglende komponenter i saltet. Dersom det skulle bli aktuelt å blande nytt og brukt salt mente bedriftene at dette ikke ville være noe problem, det kunne gjøres i kar eller i tank og bli blandet gjennom saltskruer. Utfordringen vil ligge i og holde oversikt over på antall ganger saltet har vært brukt. De fleste bedriftene mente de hadde muligheter og kapasitet for lagring av brukt salt. Saltet bør da lagres på kjølerom for å unngå oppblomstring av rødmidd.

Andre punkt som kom opp under intervjuene var betydningen av å analysere saltet i forhold til innhold og evt. tap av komponenter ved gjenbruk, samt å holde en god dialog med mattilsynet. Det ble også nevnt at gjenbrukt salt kunne brukes til dårligere betalte produkt som saltfisk og klippfisk av sei.

### **3.1.2 Islandske produksjon av saltfisk**

Høsten 2008 var det 100 til 120 bedrifter registrert for saltfiskproduksjon i Island, men ikke alle produserte hele tiden. Det fantes ca. 40 aktive produsenter av saltfisk, der to av bedriftene tørker saltfisk frem til klippfisk, hovedsakelig av sei. De fleste bedriftene driver kombinert produksjon av 2-3 av følgende varianter: ferskt, fryst, saltet og lett saltet. De fire bedriftene vi besøkte produserte mellom 1 000 og 3 000 tonn saltfisk i året. Hovedmarkedene var Italia, Hellas og Spania, som det ble eksportert ganske stabile mengder med saltfisk til pr år. Råstoff benyttet til saltfisk var hovedsakelig torsk og sei, men også lange og brosme fanget med line og evt. bifangst fra trål. Det beste råstoffet ble fanget med line og lagret i kar med slurry om bord i båtene. Fisken leveres fersk, sløyd med hode.

Fangsten ble oftest ikke sortert før den kom i land, fordi håndteringen om bord i båtene forringer kvaliteten ved at den blir dratt i spor, gjeller etc. noe som gjør at den skades. Fisken lagres også i kar med slurry/flakis hos produsentene. Ved bedriftene blir fangsten sortert og størrelsen avgjør til hvilken produksjon den går til; filet, flekking etc. Generelt ble saltfisken produsert med lakeinjisering (17 – 18 % NaCl) før den ble lagt i lakebad (17-18 % NaCl) i 24 til 48 timer (Fig. 3.1). Noen la også på et "lokk" av salt når karet var fylt opp av fisk og lake. Forhold fisk og lake er ca. 1:1. Karene blir så

plassert i produksjonslokalene uten temperaturstyring. Fisken ble deretter tørrsaltet i kar fra 14 til 21 dager, der en brukte fra 1 til 2,5 kg salt pr. kg fisk. Bedriftene som ble besøkt benyttet seg ikke av saltstrøer, men store slanger (Fig. 3.2) der hver fisk ble dekt med salt (Fig. 3.3). Karene ble deretter tippet over på rist for utsortering av fisk og salt (Fig. 3.5 til 3.8), og pakket (Fig. 3.4). Saltfisken ble pakket med nytt salt.



Figur 3.1. Lakesalting av filet.



Figur 3.2. Utstyr til salting av fisk i kar.



Figur 3.3. Filet til tørrsalting.



Figur 3.4. Pakket saltfilet.



Figur 3.5. Rist der kar med fisk og salt tømmes.



Figur 3.6. Oppsamler under ristene.



Figur 3.7. Skruer som overfører salt til kar.



Figur 3.8. Brukt salt samlet opp i kar.



Figur 3.9. Merke på kar der saltet er benyttet for tredje gang (3x).

Det blir i all hovedsak benyttet sjøsalt fra Tunisia i produksjonen, både til lake og til tørrsalting. Islendingene har ikke lov å bruke brukt salt i laken, men til tørrsalting blir saltet brukt inntil 5 ganger. Bedriftene blander aldri nytt og gammelt salt. Karene med brukt salt blir merket med antall ganger det har vært brukt (Fig. 3.9) og ved tørrsalting med brukt salt benyttes salt med samme antall gjenbruk i samme kar. Dette gjør at en kan holde orden på hvor mange ganger saltet har vært benyttet. Benyttes brukt salt ved tørrsalting ble saltetiden forlenget. Eksempelvis er saltetiden med nytt salt 14 dager og ved bruk av brukt salt (x2), 16 dager saltetid. Brukt salt blir lagret i

produksjonshall med varierende temperatur og på kjølerom (4 °C). Tidligere fantes det offisielle forskrift for produksjon av saltfisk i Island, men disse er ikke lenger i bruk. Det som skjer inne i bedriften blir ikke lenger kontrollert som det ble tidligere.

Andre kommentarer som kom frem under de forskjellige besøkene i de islandske bedriftene var blant annet at når en produserer saltfisk med injisering og lakebad forbrukes mindre av kalsiumet i saltet under tørrsalting og er dermed mer egnet til gjenbruk. Et høyt innhold av magnesium i saltet er uønsket til bruk på fisk, fordi fisken får en tørr overflate og er fuktig inni. Anbefalt innhold av magnesium, kalsium og kopper er henholdsvis 1500 ppm, 1500 ppm og 0,05 ppm (helst under 0,03 ppm). Det kom også frem at vanninnholdet i saltet kan være fra 3 til 30 % under tørrsaltingen, og at dette ikke hadde noe og si på produksjonen. Det ble sagt at det ikke ble benyttet noe særlig tilsetning av fosfat i saltet, da dette var dyrt og økt pris. Senere opplysninger viser at dette likevel er ganske utbredt i produksjon av saltfisk (Bjørn Inge Bendiksen, Nofima marin, Bacalao Forum møte, 2009).

Islendingene var svært opptatt av behandlingen av råstoffet. Ved å holde temperaturen nær 0 °C under produksjon og lake/salting vil fisken holde seg hvit og fin på farge. Fuktighet er også viktig i forhold til produksjon av saltfisk, dersom relativ fuktighet stiger over 77 % vil fisken gulne og ta opp væske og får da et høyere vanninnhold en den skal ha.

### **3.1.3 Sammenligning av norsk og islandsk produksjon av saltfisk**

Produksjonsprosessen for saltfisk er svært annerledes i Island enn i Norge. Det første en legger merke til, sett i forhold til resirkulering av salt, er mengden salt som benyttes. Hos produsenter av saltfisk og klippfisk i Norge er det mest normalt å bruke mellom 0,5 og 0,8 kg salt pr kg fisk, selv om noen bedrifter oppgir bruk av 1,3 kg. De fleste norske saltfiskprodusentene tilsetter lake i karene under salting. Det at fisken i Island ofte blir stikksaltet og at den legges i lakebad før salting, gjør at en legger mye "renere" fisk i saltet, som i tillegg er mye mer salt pr. kg fisk. Dette gjør at saltet ikke "forurenses" i like stor grad som i Norge. Det skal samtidig sies at Islendingene er svært flinke med å ivareta kvaliteten på fisken. Råstoffet som benyttes ved salting av fisk i Island er sløyd fisk levert med hode. Fisken blir behandlet på en svært skånsom måte, ved at den blir oppbevart i kar med slurry/flakis frem til levering og under lagring på land før den blir produsert.

### **3.1.4 Litteraturstudie**

Det ble funnet svært lite norsk dokumentasjon på endringer i salt under salting av fisk. I arbeid av Lauritzsen og Akse (1994, 1995) så en at selv store nivåforskjeller av kalsium, magnesium og pH ikke førte til store kvalitetsvariasjoner på saltfisk. Analyser av brukt salt viste at saltets kjemiske og fysiske egenskaper endret seg etter bruk. Innholdet av kalsium, magnesium og sulfat ble redusert samtidig som vanninnholdet, proteininnholdet og andelen store krystaller økte. Det ble ikke påvist økning i totalt kimtall eller antall halofile bakterier i verken bruksalt eller lake. Forsøkene ble utført i forsøkshall, så kvaliteten på brukt salt i ordinær industriell produksjon er etter det vi



finner, mangelfullt dokumentert. Et av de største argumentene mot gjenbruk av salt har vært faren for økt rødmidd i salt og fisk, med fare for kontaminasjon til produksjonsutstyr og lokaler. Det finnes lite dokumentasjon på dette og mye av denne kunnskap er fra flere 10-år tilbake da det var mindre bruk av kjølefasiliteter enn i dag. Rødmiddbakterien vokser mellom 7-15 °C og 80 °C og raskest vekst får en ved 30-45 °C (Larsen, 1986). Forskningsarbeid utført hovedsakelig på 1960 og 1970-tallet, med utgangspunkt i datidens saltfiskproduksjon der kjøling av fisken og saltet ikke var vanlig, refererer til et rødmiddnivå i nytt salt på  $10^5$  til  $10^6$  /gram (Larsen, 1962). Nyere målinger viser at nivået av rødmidd i nytt salt kan være mye lavere (100- 500 bakterier/gram) (Hellevik og Bjørkevoll, Skjerdal, 2000). Dette kan mulig skyldes vasking og rensing av saltet hos saltprodusentene som ble vanlig på 1980 tallet (J. Blindheim, GC. Rieber Salt, pers. med. ), samt økt krav til hygiene i hos saltleverandører og saltfisk- og klippfiskprodusentene.

### 3.2 Karakterisering av brukt salt

I prosjektet er det gjennomført analyser av nytt salt og salt brukt hhv. en og to ganger. Saltet har blitt brukt på forskjellige måter, på fryst og ferskt råstoff av torsk, på lakeinjisert torsk og det er benyttet forskjellige mengder salt pr kg fisk som er saltet. Forsøksoppsettene er detaljert beskrevet i Delrapport 1: Kvalitetsvurdering av brukt salt og Delrapport 2: Bruk av resirkulert salt.

Saltet ble karakterisert i forhold til gjeldende forskrifter (FOR 1996-06-14 nr. 667: Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer § 16-2) ved oppstart av prosjektet i 2008, der kravene til saltet er at:

- A. saltet skal ha et rent utseende og skal ikke inneholde tydelige, fargede partikler eller fremmede krystaller. Det skal være fritt for avvikende lukt og ha en tydelig ren saltsmak,
- B. det skal ha et innhold av klorider, beregnet som natriumklorider på minst 97,0 vektprosent beregnet på tørr basis,
- C. saltets totale vanninnhold skal ikke overstige 6,0 vektprosent,
- D. jerninnholdet i saltet skal ikke overstige 10 mg/kg og kopperinnholdet skal ikke overstige 0,1 mg/kg,
- E. det tillates ikke innhold av påviselige mengder av smuss, olje eller andre fremmede materialer, herunder proteiner,
- F. saltet skal ikke være tilsatt noe stoff uten at det er spesielt tillatt i forbindelse med salting av fisk.

I forhold til forskriftene ble saltet analysert for vanninnhold, NaCl (natriumklorid), jern (Fe) og kopper (Cu), protein og vannuløselige komponenter. Videre ble bruksaltet vurdert med instrumentelle fargemålinger, lukt, farge og siktefraksjon opp mot nytt salt. I tillegg ble saltet også analysert for innhold av Ca (kalsium) og Mg (magnesium). Et av argumentene for ikke å benytte brukt salt i produksjon av saltfisk og klippfisk har vært frykten for oppblomstring av rødmidd. Det ble derfor gjort analyser av saltet for innhold av rødmidd, brunmidd og totalt antall halofile bakterier.

### 3.2.1 Salt (NaCl)- og vanninnhold

Saltinnholdet i prøvene som er analysert i prosjektet er i all hovedsak innenfor kravet på minst 97 % NaCl (ifølge forskrift). I et par tilfeller var innholdet under kravet og dette var for nytt salt. Resultatene viste at saltinnholdet øker i saltet når det er brukt, som mest sannsynlig kommer av at andelen andre komponenter (f.eks. kalsium, magnesium og vanninnhold) i saltet reduseres. Vanninnholdet i saltet er i undersøkelsen under kravet på maks 6 %, og det laveste innholdet av vann fant en i nytt salt og lagret brukt salt (2-3,9 %). I det lagrede brukte saltet blir væsken "drenert" fra saltet og samler seg i bunnen av karet, denne delen av saltet ble ikke benyttet under forsøkene. Dersom en får utviklet en enkel rist og legger den i bunnen av karene, vil en kunne drenere bort væsken fra saltet under lagring og det vil bli enklere å gjenbruke saltet.

### 3.2.2 Innhold av kopper (Cu) og jern (Fe)

Høyt innhold av kopper øker fettoksidasjonen i fisk noe som igjen fører til gulere fisk. Resultatene viser at kopperinnholdet i saltet ser ut til å være det samme, eller synke når saltet brukes. Høyest registrert kopperinnhold i forsøkene var i nytt blandings salt (25 % bergsalt og 75 % sjøsalt) med 0,071 mg/kg. I forhold til forskrift (ikke å overstige 0,1 mg/kg) ligger alle resultatene innenfor kravet. I forsøkene som er utført i prosjektet ser det heller ikke ut som kopper har hatt innvirkning på fargen til sluttproduktene (saltfisk og klippfisk). Jerninnholdet i saltet minker etter første gangs bruk, men ser ikke ut til å reduseres ytterligere etter andre gangs bruk. Resultatene av målingene indikerer heller ikke at jerninnholdet i saltet påvirkes av om råstoffet er ferskt (om blodrester har innvirkning på jerninnholdet) eller fryst og tint, om det er forskjell på saltmengde som benyttes eller om fisken har vært lakeinjisert før salting. Høyeste målte innhold av jern var 9,06 mg/kg og dette var i nytt salt, mens innholdet i brukt salt ligger mellom 0,8 og 2,5 mg/kg. Innholdet av jern i saltet i alle forsøkene var under 10 mg/kg, noe som tilfredsstiller kravet i forskriftene.

Analysene av vann, salt, kopper og jern viser at for disse parameterne ligger resultatene innenfor det som kreves i "Forskrift for fisk og fiskevarer § 16-2. Krav til salt".

### 3.2.3 Farge

Resultatene i prosjektet viste at saltet blir gulere etter at det har vært brukt. Størst fargepåvirkning får man når saltet brukes på ferskt råstoff (Fig. 3.10 og 3.11). Dette kommer mest sannsynlig av blod og fiskerester i saltet og eller harskning (gulning) av saltet, eller proteinene i saltet. Saltet blir enda gulere etter andre gangs bruk. Bruk av salt med gul farge påvirket ikke fargen til saltfisk/klippfisk. Undersøkelsen i dette prosjektet var imidlertid begrenset til et forsøk. Det vil derfor være nødvendig med videre undersøkelser rundt disse forholdene.



Figur 3.10. Viser nyttsalt (venstre) og brukt salt (høyre). Her er saltet benyttet til pickelsalting av fersk torsk, ca. 0,5 kg salt pr kg fisk.



Figur 3.11. Viser nytt salt (venstre) og brukt salt (høyre). Her er saltet benyttet til tørrsalting av injisert filet, ca. 1. kg pr kg fisk.

### 3.2.4 Siktefraksjon

Det er i prosjektet utført analyser av siktefraksjon i forhold til kravet i Forskrift om fisk og fiskevarer § 16-2. Krav til salt, punkt A "at saltet skal ha et rent utseende og skal ikke inneholde tydelige, fargede partikler eller fremmede krystaller." Fremmede krystaller har vi tolket som endringer i saltkrystallene. Resultatene viste at en får større andel store saltkorn når saltet er brukt, samtidig som andelen små saltkorn avtar. Størrelsen på saltkornene og deres løselighet kan ha innvirkning på tiden det tar for fisken å ta opp saltet under salting. Muligheten for at saltetiden bør økes ved gjenbruk av salt vil være tilstede da det brukte saltet har større andel store saltkorn og mindre andel små saltkorn enn nytt salt. Det tar lengre tid å løse opp større saltkorn og dermed vil det kunne ta lengre tid for saltet å trenge inn i fisken under salting. Islendingene forlenger saltetiden i forhold til hvor mange ganger saltet har vært brukt (Hellevik og Bjørkevoll, 2009) .

### 3.2.5 Vannuløselige komponenter og protein

Analysene av vannuløselige komponenter og protein ble analysert i henhold til Forskrift for fisk og fiskevarer § 16-2. Krav om salt, punkt E "det tillates ikke innhold av påviselige mengder smuss, olje eller andre fremmede materialer, herunder protein." Tolkningen av "påviselige mengder" kan betraktes som det som blir observert, eller kjemiske og instrumentelle målinger av saltet. I prosjektet ble det valgt å gjøre kjemiske og instrumentelle målinger da disse vil være de mest objektive, men samtidig vil disse måle langt mindre mengder enn det en rent visuelt er mulig å oppdage. Resultatene viste at det finnes vannuløselige komponenter og protein i nytt og brukt salt. For de vannuløselige komponentene viste resultatene at innholdet var mellom 0,17 og 0,75 g/100 g for nytt salt og for salt brukt en og to ganger var innholdet mellom 0,012 og 1,6 g/100 g. Generelt økte innholdet av disse komponentene når saltet ble brukt, men i et av forsøkene minket innholdet. Dette var i forsøket der en brukte ferskt råstoff i produksjon av saltfisk, her hadde saltet som ble benyttet to ganger lavest innhold av vannuløselige komponenter (0,012-0,032 g/100 g) mens nytt salt hadde 0,11 g/100 g. Grunnen er til at akkurat dette saltet skulle ha mindre instrumentelt målte vannuløselige komponenter etter at det har vært brukt er ikke godt å si, da den generelle vurderingen av dette saltet kom dårligst ut. Salt som har

blitt benyttet til salting av ferskt råstoff er det som er mest forurenset og har de dårligste forutsetningene for gjenbruk.

Resultatene for proteininnholdet i saltet viste at det er nytt salt som har det laveste innholdet (0,007 0,3 g/100 g) mens en får økning i saltet som er brukt. Høyest innhold av protein i saltet ble målt i salt brukt to ganger og var på 0,37 g/100 g. I forhold til resultatene ser det ut som proteininnholdet øker i saltet ved gjentatt bruk. Dette er instrumentelle målinger og det gjør at absolutt alt protein blir målt, selv proteinet i bakeriene i saltet. Det behøver med andre ord ikke være synlige mengder protein (fiskerester etc.) i saltet for at en kan påvise proteiner i saltet.

Vurderes resultatene opp mot kravene til salt i forskriftene holder ikke målingene av farge, siktefraksjon, og innhold av vannuløselige komponenter og protein disse når analysene av saltet blir gjort kjemisk og instrumentelt. Generelle vurderinger av saltet kan gi andre resultater.

### **3.2.6 Innhold av kalsium (Ca) og magnesium (Mg)**

Innholdet av kalsium og magnesium i saltet er viktig i forhold til kvaliteten på saltfisk. For å oppnå hvit farge, fast tekstur og minimalt tap av proteiner bør innholdet være høyt og i forhold 2:1 (Lauritzsen, 2004). Analysene av nytt salt viser at forholdet mellom kalsium og magnesium varierer mye. Målinger viser forhold mellom kalsium: magnesium, som 1:1, 7:2 og opp til 8:1 (hvitfisk salt). For salt som har vært brukt en gang er forholdet 2:1, 4:1 og 11:1 (hvitfisk salt) og for salt brukt to ganger 4:1, 5:2 og 18:1 (hvitfisk salt). Innholdet av kalsium er fra 623 til 4 270 mg/kg, mens det for magnesium er mellom 265 og 567 mg/kg i nytt salt. Når saltet blir brukt reduseres mengden kalsium og magnesium i saltet, men ikke like mye. Kalsiuminnholdet ser ut til å reduseres med 50 % ved første gangs bruk, mens magnesiuminnholdet reduseres fra 20 til 50 %. Etter andre gangs bruk endres innholdet av kalsium og magnesium vesentlig mindre, kalsium reduseres fra 0 til ca. 10 % og magnesium fra 0 til 15 % av innholdet salt brukt en gang. En grunn til at kalsium og magnesium ikke reduseres ytterligere ved andre gangs bruk kan skyldes at resterende andeler er tungt løselige og at disse ikke løses opp og brukes.

Islendingene anbefaler at kalsium- og magnesiuminnholdet er på 1 500 mg/kg og i forhold 1:1 (Hellevik og Bjørkevoll, 2009). Hva som vil gi den beste kvaliteten for saltfisk og klippfisk i forhold til mengde kalsium, magnesium og forholdet mellom disse er vanskelig å si noe konkret om. Resultatene her viser ingen forskjeller i kvaliteten på klippfisk eller saltfisk uansett forhold og innhold av kalsium og magnesium i saltene som er benyttet. Men et videre arbeid på området ville kunne belyse dette.

### **3.2.7 Mikrobiologi – salt**

Rødmidd, brunmidd og andre halofile bakterier har innvirkning på kvaliteten til saltfisk og klippfisk. Resultatene i den første delen av prosjektet (Hellevik og Bjørkevoll, 2009) viste at rødmiddinnhold var høyest i nytt salt og at jo høyere innhold av rødmidd i nytt salt jo høyere var innholdet i det brukte saltet. Resultatene fra de siste par årene (Hellevik m.fl. 2011) viste i to av forsøkene at nytt salt hadde høyest innhold av

rødmidd bakterier (mellom 500 og 7 700 bakterier/g salt) og at salt brukt en eller to ganger hadde rundt 20 bakterier/g salt. I et forsøk der en så på innvirkningen av å bruke mye eller lite salt under salting, viste resultatene en økning av bakterier i salt som er brukt og at det er høyest i salt som er brukt to ganger. Resultatene i dette forsøket viste også at en får økning i bruksaltet når dette lagres. Bakterienivået øker fra 100 bakterier/g salt i nytt salt til 480 bakterier/g salt som er brukt en gang, og fra 500 bakterier/g i lagret brukt salt til 4 200 bakterier/g salt som er brukt to ganger.

Resultatene for totalt antall halofile bakterier viser at to av forsøkene er mer like ved at de har lavest innhold av disse bakteriene i nytt salt og at antallet øker med antall ganger saltet har vært brukt (0-100 bakterier/g nytt salt til 120-15000 bakterier/g salt brukt en gang). I forsøket der en så på bruk av salt på ferskt råstoff, er resultatene motsatt, her er det høyest antall av disse bakteriene i nytt salt og en ser at antallet reduseres i saltet når det har vært brukt en og to ganger (60 bakterier/g nytt salt til 20/bakterier/g salt som har vært brukt en og to ganger).

Totalt sett er nivåene av halofile bakterier lavt for alle forsøk, men et økt nivå vil medføre en noe forkortet holdbarhetstid (før rødmidd blir synlig på overflaten av fisken) dersom produkter lagret ved forhøyet temperatur.

Årsaken til forskjellen mellom forsøkene kan komme av variasjoner i mengde og type rødmidd og totalt antall halofile bakterie i nytt salt og/eller at bakteriene tilføres saltet fra utstyret det kommer i kontakt med før det går i saltekar. Dette utstyret kan være bulkanker for oppbevaring av salt, skruer for overføring av salt, og saltstrøer-magasin for påføring av salt.

Det ble ikke registrert brunmidd i noen av saltprøvene analysert i dette prosjektet.

Det er vanskelig å forklare hvorfor det finnes større mengder rødmiddbakterier i nytt salt. En forklaring på reduksjon av rødmidd i brukt salt kan være osmotisk stress for bakteriene, spesielt i den første fasen av saltingen da væsken som trekkes ut av fisken har lav saltholdighet. Når saltinnholdet er under 7-15 % vil en type rødmiddbakterier (*Halobacterium*) lysere (bakteriecellene løses opp) og dø (Mohr og Larsen, 1963). Dette skjer ikke hos den andre hovedtypen rødmidd, *Halococcus*, som overlever miljø uten salt (Larsen, 1962). Det er startet et prosjekt som vil belyse dette ved Møreforskning Marin i regi av FHF og resultatene fra dette arbeidet forventes å foreligge høsten 2012.

### **3.3 Kvalitet på saltfisk og klippfisk produsert med brukt salt**

Saltfisk og klippfisk produsert med brukt salt har vært kvalitetsvurdert og analysert for salt- og vanninnhold, rødmidd og utbytte beregninger. Det er også gjort sensorisk vurdering av utvannet og kokt klippfisk. Resultatene fra undersøkelsene viser at brukt salt ikke ser ut til å ha innvirkning på salt og vanninnhold i ferdig produkt. Det er heller ikke registrert kvalitetsforskjeller på fisk saltet med brukt salt. Et sensorisk smakspanel kunne heller ikke registrere forskjeller på om fisken var saltet med brukt eller nytt salt.

### 3.3.1 Utbytte

Resultatene fra forsøkene viste ingen trender i saltfiskutbyttet om det benyttes nytt eller bruksalt i produksjonen, det kan imidlertid se ut som at bruk av mindre mengder salt under salting gir høyere utbytte. Dette kan komme av at mindre salt gir mindre press på fisken under salting. Lakeinjisert fisk før salting ga størst utbytte for saltfisk.

For klippfiskutbyttet har fisk injisert før salting generelt høyere utbytte. Fisk saltet med nytt salt har det høyeste utbytte med 65,3 %, mens fisk saltet med brukt salt har et utbytte på 64,3 %. Generelt hadde klippfisk produsert ved lakeinjisering høyere andel av "slakk" fisk. For klippfisk saltet med forskjellige mengder brukt salt (forsøk 1) er utbyttet resultatene noe usikre, men det kan tyde på at en får det høyest utbytte for fisk saltet med 1,3 kg nytt og 0,8 kg brukt salt pr kg fisk med 54,3 % utbytte for begge. Lavest utbytte får for fisk saltet med 1,3 kg brukt salt pr kg fisk (53,4 %).

Det kan ikke trekkes noen slutninger om bruksalt har påvirkning på utbytte hverken for saltfisk eller klippfisk.

### 3.3.2 Vann- og saltinnhold

Resultatene av vann- og saltinnhold i saltfisk og klippfisk er beregnet av gjennomsnittet av 3-5 fisk for hver parallell i hver serie. Vann- og saltinnhold er analysert i saltfisk fra forsøk 2 og 3, og for klippfisk i forsøk 1 og 3.

Resultatene for vanninnholdet i saltfisk og klippfisk viser at det ikke er sammenheng mellom vanninnhold og om fisken er saltet med nytt eller brukt salt, da vanninnholdet i noen av forsøkene er høyere i saltfisk saltet med nytt salt og lavere i andre, og samme for fisk som er saltet med brukt salt. For eksempel hadde lakeinjisert fisk før salting, et vanninnhold som saltfisk saltet med nytt salt 58,1 % og for saltfisk saltet med brukt salt 58,5 %. For klippfisken i samme forsøket er vanninnholdet 53,9 % for fisk saltet med brukt salt og 53,8 % for fisk saltet med nytt salt. For klippfisk saltet med forskjellige mengder brukt salt pr kg fisk er vanninnholdet mellom 48,6 og 49,8 % der det høyeste vanninnholdet er i fisk saltet med 1,3 kg brukt salt pr kg fisk, lavest vanninnhold finner en i fisk saltet med 0,8 kg brukt salt pr kg fisk. Vanninnholdet i saltfisk produsert fra ferskt råstoff viser et vanninnhold på 56,4 % når det er benyttet bruksalt og 55,9 % utbytte når det er benyttet nytt salt.

Saltinnholdet ser heller ikke ut til å påvirkes av om det benyttes nytt eller bruksalt i produksjon av saltfisk eller klippfisk. Dette ser en av resultatene på klippfisk der fisken ble lakeinjisert før salting har fisk saltet med brukt salt 19,0 %, mens fisk saltet med nytt 19,2 % saltinnhold. For klippfisk saltet med forskjellige mengder brukt salt er saltinnholdet 19,4 % i fisk som er saltet med brukt salt, (både 0,8 og 1,3 kg pr kg fisk) mens den fisken som er saltet med nytt salt (1,3 kg pr kg fisk) har et saltinnhold på 19,2 % saltinnhold. For saltfisk produsert fra ferskt råstoff får en et lavere innhold av salt, fis saltfisk saltet med nytt salt har 16,9 % men den som er saltet med brukt salt har 17,7 % saltinnhold. Generelt er saltfisken produsert fra ferskt råstoff lav, dette kan skyldes at saltet her vil trenge lenger tid å trenge inn i fisken i forhold til fryst råstoff, der muskel cellene er "ødelagt" av fryseprosessen og saltet trenger dermed raskere inn i muskelen.

### 3.3.3 Mikrobiologi - fisk

For forsøket med bruk av forskjellige mengder brukt salt ble det utført lagringsforsøk. Klippfisk lagret på kjøll i 6 mnd. saltet med brukt salt får en raskere økning av rødmiddbakterier under lagring. Antallet rødmiddbakterier på klippfisken er lave (<20 – 125 bakterier/g) når fisken ble satt på lager (nullprøve), mens rødmiddbakteriene økte til mellom 1 280-26 400 bakterier/g på fisk saltet med 0,8 kg bruksalt. Det er mindre rødmiddbakterier på klippfisk saltet med 1,3 kg brukt salt pr kg fisk (mellom 80 og 480 bakterier/g). For klippfisk saltet med 1,3 kg nytt salt pr kg fisk (kontroll) ble antallet rødmiddbakterier redusert under lagring, fra 95 bakterier/g for null prøven og til 20 bakterier/g for klippfisk lagret i 6 mnd. For at det skal være synlig vekst av rødmidd på klippfisk må det være mellom 1 og 10 mill. bakterier/cm<sup>2</sup> (Skjerdal, 2000).

I forsøk 2 (saltfisk av ferskt råstoff) ble det ikke detektert rødmidd, brunmidd eller andre halofile bakterier på noen av prøvene som ble tatt ut. I forsøket med fisk lakeinjisert før salting (forsøk 3) ble det funnet mellom <20 og 24 rødmiddbakterier pr gram klippfisk for alle prøvene, mens en for totalt antall halofile bakterier fant fra 60 til 224 bakterier pr gram for klippfisk saltet med nytt salt og 124 til 220 bakterier pr gram for fisk saltet med brukt salt.

Resultatene viser forskjeller i mengde rødmidd i saltfisk og klippfisk produsert med brukt salt. I lagringsforsøket med klippfisk fikk vi en 10-100 gangers økning over 6 måneder. I kontrollen gikk antallet bakterier ned fra 95 til 20 bakterier/g. I forsøk to og tre hadde både salting med brukt og nytt salt lave nivåer av rødmidd etter endt produksjon av klippfisk. Hvordan økningen vil være ved lagring av saltfisk ble ikke undersøkt. Totalt sett ser det ikke ut til å være fare for synlig rødmiddvekst dersom fisken lagres kjølt ved salting med brukt salt. Likevel vil det kunne være en risiko for synlig rødmiddvekst dersom klippfisken lagres i 18 til 24 måneder før konsum. Flere lagringsforsøk med saltfisk og klippfisk produsert med brukt salt må gjennomføres før en kan slå fast om brukt salt gir økt risiko for rødmiddvekst.

Analyser av rødmidd på saltfisk og klippfisk viser at det ikke er mer rødmidd på fisk produsert med brukt salt enn fisk saltet med nytt salt. I klippfisk kjølelagret i 6 måneder er det ingen visuelle forskjeller som farge, konsistens og lukt, om fisken ble saltet med nytt eller brukt salt. Det er imidlertid en svak økning av rødmidd i fisk saltet med brukt salt, og en kan her også se at fisk produsert med større mengde brukt salt (1,3 kg pr kg fisk) har mindre vekst av rødmidd enn fisk saltet med 0,8 kg salt pr kg fisk. Det er viktig å merke seg at for at en skal kunne se vekst av rødmidd må en ha 1 – 10 mill. bakterier pr cm<sup>2</sup>. I våre analyser var største registrering av rødmidd i underkant av 6 000 bakterier pr cm<sup>2</sup>.

Det ble ikke funnet brunmidd på noe av fisken som ble analysert.

### 3.3.4 Kvalitetsvurdering

Det ble gjennomført et forsøk med utvanning av klippfisk og sensorisk vurdering av trenet panel. Dette var for klippfisk som var saltet med forskjellige mengder brukt salt.

Den eneste forskjellen panelet kunne avdekke var forskjell i saltsmak. Dette har med utvanningen av fisken å gjøre og ikke om fisken er saltet med nytt eller brukt salt. Ellers ble klippfisk saltet med brukt salt vurdert likt med klippfisk saltet med nytt salt.

I hvert forsøk ble fisken kvalitetsvurdert som saltfisk og klippfisk. Det var få forskjeller som ble registrert i forhold til om fisken var saltet med brukt eller nytt salt. Det en registrerte var at i forsøket der en så på mengde bruksalt som ble benyttet (forsøk 1) hadde saltfisken produsert med 0,8 kg bruksalt pr kg fisk en skarpere lukt og den hadde flere røde nakker. Denne forskjellen forsvant når fisken ble tørket til klippfisk. For de resterende forsøkene ble det ikke registrert forskjeller for saltfisk eller klippfisk med hensyn til om den var saltet med brukt eller nytt salt.

### **3.4 Kartlegging av muligheter for oppgradering av brukt salt og anvendelsesområde**

Hvordan saltet kan oppgraderes må vurderes i forhold til hvordan saltet er benyttet. De største innvirkningene på hvordan saltet endres ved bruk er i forhold til mengde salt som benyttes pr kg fisk og om råstoffet som saltes er ferskt eller tint. Det finnes muligheter for å oppgradere saltet i egne bedrifter, men det krever utstyr og oppgradering av saltet med tilsetninger som ikke er tillat i henhold til dagens forskrifter. Å oppgradere saltet hos saltleverandør vil være kostbart da det vil kreve egne lokaler for å motta brukt salt (Dag Farstad pers.med.). Den beste metoden for å resirkulere saltet vil trolig være i produksjonsbedriftene ved at en benytter nytt salt på en måte som gjør at saltet endres minst mulig og at brukt saltet dreneres for væske ved hjelp av rist i bunnen av oppbevaringskarene. Bruksaltet bør så lagres på kjølerom før bruk.

### **3.5 Produksjonsbeskrivelse for salting av fisk med gjenvunnet salt**

De viktigste faktorene som må betraktes ved gjenbruk av salt er farene for gulning av saltfisk og klippfisk og oppblomstring av rødmiddbakterier. Vurderingene gjort i dette prosjektet er at bruksaltet må tilfredsstillende enkelte krav for at det skal kunne resirkuleres. Disse kravene er blant annet de krav som stilles i forskriftene, at bruksaltet benyttes til salting av samme type råstoff, at brukt saltet lagres på kjøll og at fisk saltet med bruksalt blir lagret og transportert med kjøling.

Generelt kan salteprosessen gjennomføres likt uansett om det benyttes nytt eller brukt salt. Kvaliteten på det brukte saltet må være så høy at en ikke skal være nødvendig å endre noen deler av salteprosessen. Første del av saltingen er den viktigste i forhold til utbytte og kvalitet. Bruk av lake enten ved injisering eller lakesalting gir et hurtig opptak av salt. Temperatur, tid, lakekonsentrasjon og eksempelvis kopper forurensing i laken kan gi store utslag på kvaliteten som saltfisk eller klippfisk. Ved bruk av bruksalt i kommersiell produksjon vil det være viktig å benytte mye salt i forhold til fisk. Det vil også være viktig å holde kjøling under tørrsalting/modning av fisken når en benytter bruksalt spesielt i forhold til oppblomstring av rødmiddbakterier.



### **3.6 Økonomiske og miljømessige vurderinger**

Under gitte forutsetninger vil det være mulig for produksjonsbedrifter, som produserer 3000 tonn saltfisk, og reduserer salteforbruket med 20 %, å spare inn 550 000 NOK på kostnadene for salt. Det er i denne kalkylen ikke tatt med kostnader ved å transportere bruksalt innad i bedriften og lagringskostnader for bruksaltet. Undersøkelsene i dette prosjektet viser også at det å bruke større mengde salt pr kg fisk under salting vil være en stor fordel i forhold til hvilke kvalitet en får på bruksaltet. Dersom det åpnes for å gjenbruke salt i forskriftene vil det være muligheter for å bruke større mengder salt pr kg fisk uten at dette vil medføre større kostnader for bedriftene.

Ved å redusere saltforbruket vil dette få en positiv miljøeffekt. Mindre salt slippes ut i nærmiljøet og en vil i tillegg redusere import og frakt av salt fra Spania til Norge, noe som vil ha positiv effekt på miljøet i forholdt til CO<sup>2</sup> utslipp fra frakteskibene.



## 4 KONKLUSJON

Resultatene fra prosjektet viser at saltet endrer seg ved bruk, og at disse endringene, sett i forhold til "Forskrift for fisk og fiskevarer §16-2. Krav til salt ("gamle" kravene)" holder ikke kravene i forhold til den sensoriske delen. Det vil likevel kunne anbefales å bruke bruksalt dersom det blir mulig i forhold til de nye forskriftene, men det er visse hensyn som må tas:

Bruksalt som skal benytte til gjenbruk må være så "rent" som mulig. Dette kan en oppnå ved å øke mengden salt under saltingen opp mot 1,5 -2 kg salt pr kg fisk og ved å legge en renere fisk i saltet.

Ved å legge "renere" fisk i saltet vil en øke kvaliteten på brukt salt, dette kan en oppnå ved og rogge og rengjøre flekt fisk bedre før den legges til salting. Lakeinjisert fisk er også renere og vil "forurense" saltet i mindre grad. Resultater i prosjektet viser også at lakeinjisert og lakebadet filet forurenser saltet svært lite.

Bruksalt som skal benyttes til salting av fisk må oppbevares kjølig, dette for å hindre oppblomstring av rødmidd bakterier og for å unngå gulning av saltet.

Bruksalt må også dreneres for væske, høyt væskeinnhold vil gjøre bruken av saltet vanskelig da det vil klake seg i saltstrøerene.

Bruksalt bør brukes til samme type råstoff, det er ikke anbefalt å benytte salt som er brukt til torsk til f.eks. sei.

Bruksalt er trolig mest egnet for bruk under pickelsalting.

Det anbefales ikke å blande nytt og brukt salt, det vil da ikke være mulig å følge med i antallet ganger saltet (eller deler av saltet) har vært brukt.

Det anbefales at saltet brukes kun en ekstra gang, men mulighetene for at saltet kan brukes flere ganger vil øke om en øker mengden salt og at fisk som legges i saltet forurenser saltet minimalt.

Det anbefales at saltfisk og klippfisk produsert av brukt salt blir oppbevart under konstant kjøling, da en ved øking i temperatur og fuktighet kan få oppblomstring av rødmidd og øke gulning på fisken. Flere lagringsforsøk må gjennomføres for å slå fast om brukt salt gir økt fare for vekst av rødmidd.

Det anbefales at fisk saltet med bruksalt også får lengre oppholdstid i saltet, da dette saltet har lavere innhold av kalsium og magnesium og derfor vil bruke lengre tid for opptak av disse komponentene.

Dersom det planlegges nye anlegg for saltleverandører vil det være nyttig å vurdere om anlegget skal ha en mottaksdel for brukt salt. Da kan det være muligheter for en retur ordning fra bedriftene av dette saltet som kan oppgraderes til bruk på forskjellige områder (vei, fisk).

## 5 REFERANSER

- Eksportutvalget for fisk, (2011) Statistikk.
- Farstad, D.G.C. Rieber salt, (2010). Pers. med.
- Hellevik, A. H. og Bjørkevoll I. (2009). Resirkulering av salt i produksjon av salt- og klippfisk. Delrapport 1: Kvalitetsvurdering av brukt salt. Rapport nr. Å0910, Møreforskning Marin.
- Hellevik, A. H., Bjørkevoll I., Joensen S., Kjerstad M. (2011). Resirkulering av salt i produksjon av salt- og klippfisk. Delrapport 2: Bruk av resirkulert salt. Rapport nr MA 11-06. Møreforskning Marin.
- Huss, H. H. og Valdimarsson, G. (1990). Microbiology of salted fish. Fish Technology News, FAO/DANIDA, Training Project on Fish Technology and Quality Control, 10, 3-5
- Kvande-Pettersen, T. og Losnagard, N. (1991). Faktorer som innvirker på kvaliteten av saltfisk og klippfisk. Fiskeridirektoratet, Bergen. Melding nr. 3.
- Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer (FOR 1996-06-14 nr. 667) § 16-2. Krav til salt".
- Larsen, H. (1986). Halophilic and halotolerant microorganisms – an overview and historical perspective. FEMS Microbial Reviews, 29, 2-7.
- Larsen, H. (1962) Halophilism. In *The Bacteria*, Vol. 4, ed, I. C. Gunsalus & R.Y. Stanier, p. 297. Academic Press, New York
- Lauritzsen, K. & Akse, L. (1995) Saltkvalitet og saltfiskkvalitet. Rapport, Fiskeriforskning, Tromsø, september, ISBN 82-7251-288-2.
- Lauritzsen, K. & Akse, L. (1995) Salt quality & Salt fish Quality. Proceeding from Nordic Conference on Fish Quality, Role of Biological Membranes, March 23-24, Hillerød, Denmark. ISBN 92 9120 771 3.
- Lauritzsen, K., Gundersen, B. & Akse, L. (1996) Changes in the chemical and physical composition of the brine and dry salt during the salt fish process. Lecture at: 26th Wefta Conference, September 22-26, Sea Fisheries Institute Gdynia, Poland.
- Lauritzsen, K., Akse, L., Gundersen, B. and Olsen, RL (2004). Effects of calcium, magnesium and pH during salt curing of cod (*Gadus morhua* L). J. Sci Food Agric, 84: 683-692.
- Lauritzsen, K., Akse, L., Johansen, A., Joensen, S., Sørensen, N.K. and Olsen, R.L (2004). Physical and quality attributes of salted cod (*Gadus morhua* L.) as affected by the state of rigor and freezing prior to salting. Food Res. Int. 37:677-688.
- Lauritzsen, K. and Olsen, R.L. (2004). Effects of antioxidants on copper induced lipid oxidation during salting of cod (*Gadus morhua* L.). J. Food Lipids, 11:105-122.
- Lauritzsen, K (2004). Quality of salted cod (*Gadus morhua* L.) as influenced by raw material and salt composition. PhD Thesis Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø.
- Lauritzsen, K., Bjørkevoll, I., Sivertsen, A., og Gundersen, B.(2005). Misfarging av klippfisk fra sei. Rapport Fiskeriforskning, ISBN 82-7251-554-7.
- Lauritzsen, K., Akse, L., Gundersen, B. and Olsen, RL (2004). Effects of calcium, magnesium and pH during salt curing of cod (*Gadus morhua* L). J. Sci Food Agric, 84: 683-692.
- Lynum, L. (2005). Videreforedling av fisk. Tapir Akademisk Forlag, Trondheim, 1. opplag.
- Mohr, V. and Larsen, H. (1963) On the structural transformation and lysis of Halobacterium

- Rustad T. og Halvorsen J. (1996) Forbedring av saltfiskkvalitet. Delrapp. 5: Studier av proteindenaturering ved salting av torsk. Oppdragsrapport fra Inst. for bioteknologi, NTNU, Trondheim. Rapport Å9619, Møreforskning, Ålesund.
- Skjerdal, O. T. (2000). Rødmidd øydelegger fisken – igjen! Artikkel i Fisk, industri og marked, 10, 14-15