

**Rapport nr. Å09XX**

Ingebrigt Bjørkevoll, Ann Helen Hellevik og Per  
Magne Walde

Tittel | **Styring av salteprosessen ved  
produksjon av salt- og klippfisk**  
**Sluttrapport**



© Forfatter/Møreforsking Marin

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller fremstille eksemplar til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforsking 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.

Tittel	Styring av salteprosessen ved produksjon av salt- og klippfisk – Sammendrag av resultater
Forfatter(e)	Ingebrigt Bjørkevoll, Ann Helen Hellevik og Per Magne Walde
Rapport nr.	MA 10/17
Antall sider	27
Prosjektnummer	54533
Prosjektets tittel	Salteprosessen
Emneord	Produksjon, saltfisk, klippfisk, salting, modning, utbytte, kvalitet
Oppdragsgiver	Fiskeri- og havbruksnæringens Servicekontor (FHS) v/ Faggruppe salt- og klippfisk og Møre og Romsdal Fylke (RUP)
Referanse oppdragsgiver	
ISSN	0804-54380
Distribusjon	Åpen
Godkjent av	Forskningsleder Agnes C. Gundersen
Godkjent dato	15.12.10

### Sammendrag

Eksisterende litteratur og informasjon fra næringen om saltetider og temperaturer viser at bedriftene har ulik praksis i produksjonsprosessene sine. Alt fra 2 dager til over 14 dager brukes som saltetid ved pickelsalting. Temperaturer som benyttes under salting og modning varierer også i stor grad. Generelt brukes høyere temperatur ved salting (8-10 °C) og lavere temperatur ved modning (4 °C). Likevel varierer temperaturen under salting med årstidene, fordi saltingen oftest skjer i produksjonshall uten temperaturstyring. Optimal saltetid ser ut til å være i området 100 døgngrader ut fra det materialet som er undersøkt i dette prosjektet. Det kan se ut som at de biokjemiske modningsprosessene har gått for langt ved den høyeste saltetemperaturen, og at modningsprodukter (nedbrutte proteiner) kan ha blitt vasket bort med laken, slik at saltfritt tørrstoff (dvs. proteinprodukter) er forsvunnet, og utbyttet og proteininnholdet samtidig er redusert. Optimalt utbytte ut fra forsøkene er salting ved lav temperatur (4-5 °C) i 21 døgn, noe som er i samsvar med tidligere forsøk i arbeidet med modningsprosesser.



# FORORD

Denne rapporten er sluttrapport i prosjektet “Mer optimal styring av salteprosessen ved salt- og klippfiskproduksjon” som har blitt gjennomført i perioden 2008-2010. Rapporten er en oppsummering av de fire delrapportene i prosjektet. Prosjektets bakgrunn er mangelen på kunnskaper om hvilke parametere under salting og modning som påvirker kvalitet og utbytte mest under produksjon av salt- og klippfisk. I arbeidet med salting ved ulik tid og temperatur har det blitt registrert betydelige gevinster ved å styre både tid og temperatur mer optimal. Vi vil takke FHS ved Faggruppe og salt- og klippfisk og Møre og Romsdal Fylke for finansieringen av dette prosjektet.

26/11-2010

Per Magne Walde og Ingebrigt Bjørkevoll (sign.)

Prosjektledere



# INNHOOLD

---

<b>Sammendrag</b> .....	<b>9</b>
<b>Summary</b> .....	<b>10</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>11</b>
1.1 Bakgrunn .....	11
1.2 Tilnærming og organisering .....	11
1.3 Mål .....	11
<b>2 MATERIALE OG METODE</b> .....	<b>13</b>
<b>3 RESULTAT</b> .....	<b>15</b>
3.1 Litteraturstudium .....	15
3.2 Forsøksoppsett .....	17
3.2.1 Forsøk 1 – Tint torsk saltet på Møre .....	17
3.2.2 Forsøk 2 – Tint torsk saltet på Møre .....	17
3.2.3 Forsøk 3 – Tint sei saltet på Møre .....	18
3.2.4 Forsøk 4 – Nyfanget torsk saltet i Troms .....	19
3.2.5 Forsøk 5 – Injeksjonssalting ved sunnmørsk bedrift .....	20
3.2.6 Forsøk 6 – Injeksjonsforsøk med ulik lakestyrke - brosme .....	21
<b>4 DISKUSJON</b> .....	<b>22</b>
4.1 Saltmodning og saltmetning .....	22
4.2 Videreføring .....	23
<b>5 KONKLUSJON</b> .....	<b>24</b>
<b>6 REFERANSER</b> .....	<b>26</b>

---





# SAMMENDRAG

I dagens saltfiskproduksjon er det stor variasjon i hvilke metoder som brukes til salting av fisk. Samtidig finnes det begrenset kunnskap om hvordan salteprosessen påvirkes av saltetid og temperatur. Prosjektet har i hovedsak omfattet en dokumentasjon av salteprosessen ved fem bedrifter der man har studert hvordan kvalitet og utbytte av salt- og klippfisk påvirkes ved variasjoner i saltetid og temperatur under salting. Prosjektet er rapportert i fem delrapporter der denne rapporten er Delrapport II som omhandler salteforsøk med sei ved en bedrift på Sunnmøre.

En gjennomgang av litteratur og informasjon fra næringen på saltetider og temperaturer viser store forskjeller i praksis mellom bedriftene. Alt fra 2 dager til over 14 dager brukes som saltetid ved pickelsalting. Temperaturer som benyttes under salting og modning varierer også i stor grad. Generelt brukes høyere temperatur ved salting (8-10 °C) og lavere temperatur ved modning (4 °C). Likevel varierer temperaturen under salting med årstidene, fordi saltingen oftest skjer i produksjonshall uten temperaturstyring.

Resultatene fra prosjektet viser at optimal saltetid ser ut til å være i området 100 døgngader. Det kan se ut som at de biokjemiske modningsprosessene har gått for langt ved den høyeste saltetemperaturen, og at modningsprodukter (nedbrutte proteiner) kan ha blitt vasket bort med laken, slik at saltfritt tørrstoff (dvs. proteinprodukter) er forsvunnet. Utbyttet og proteininnholdet er samtidig redusert. Optimalt utbytte ut fra forsøkene er salting ved lav temperatur (4-5 °C) i 21 døgn, noe som er i samsvar med tidligere forsøk i arbeidet med modningsprosesser.

# SUMMARY

In today's production of salted and dried salted fish (clip fish) many different methods of processing are used. At the same time, there is little documentation of how the processing is influenced by important parameters as salting time and temperature. The main goal of this project has been to document the effect of variations in salting time and temperature at five different production plants in Northern and Western Norway.

Optimal salting time seems to be in the area 100 degree days based on the findings in this project. At higher temperatures, the biochemical maturing processes seems to have exceeded the optimum, resulting in lower protein content and yield. Optimal yield based on these trials was obtained at low salting temperature (4-5 °C) for 21 days. Further studies concerning optimizing of the salting and maturing process must be carried out to verify the findings in the project.

# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for dette prosjektet er den store variasjonen i saltemetoder hos salt- og klippfiskprodusenter i Norge. Alt fra 2 dager til over 14 dager brukes som saltetid ved pickelsalting. Temperaturer som benyttes under salting og modning varierer også i stor grad. Generelt brukes høyere temperatur ved salting (8-10 °C) og lavere temperatur ved modning (4 °C). Likevel varierer temperaturen under salting med årstidene, fordi saltingen oftest skjer i produksjonshall uten direkte temperaturstyring. Hva som brukes i næringen forhold til saltetid og saltetemperatur er i hovedsak basert er erfaringer, men det finnes svært liten dokumentasjon på området.

## 1.2 Tilnærming og organisering

Litteraturstudie og spørreundersøkelse ble utført først for å skaffe oversikt over tilgjengelig litteratur og over gjeldende industriell praksis.(Delrapport 1)

Salteforsøk på sunnmørske bedrifter er utført med felles kjennetegn frosset og tint råstoff med ulik saltetemperatur.

- Forsøk 1 og 2, Salteforsøk på frosset og tint torsk (Delrapport 1)
- Forsøk 2, Salteforsøk på frosset og tint sei (Delrapport 2)
- Forsøk 5 og 6, Injeksjonssalting av frosset og tint torsk og brosme (Delrapport 4)

Salteforsøk i nordnorsk bedrifter utført med kjennetegn nyfanget torsk og vinterlige temperaturer under salting:

- Forsøk 4, Salteforsøk på nyfanget torsk (Delrapport 3)

## 1.3 Mål

Hovedmålsetningen med prosjektet er å oppnå bedre kvalitet og høyere utbytte gjennom mer optimal styring av salteprosessen ved produksjon av salt- og klippfisk. I en næring med små marginer vil dette kunne bidra til en mer robust, konkurransedyktig og lønnsom salt- og klippfisknæring.



## 2 MATERIALE OG METODE

Gjennom industriforsøk ved 4-5 utvalgte bedrifter, lokalisert på Sunnmøre og i Nord-Norge, har de mest aktuelle prosessvariablene blitt studert og dokumentert. Relevante råstofftyper og lagringsforhold ved de ulike bedriftene er valgt ut og studert. På Sunnmøre er aktuelle temperaturer, på grunn av klimatiske forhold, høyere enn i Nord-Norge. På Sunnmøre har en studert prosessering av fryst/tint råstoff, i Nord-Norge er produksjon fra ferskt råstoff mer relevant. Prosjektet er delt inn i 3, først en innhenting og oppsummering av litteratur og erfaringer fra industrien på salting og modning av saltfisk. Videre er det gjennomført det salte- og modningsforsøk i sunnmørske bedrifter (del 2) og salte- og modningsforsøk i nordnorsk bedrift (del 3).

### *Del 1 Litteraturstudie - Salting og modning av saltfisk*

I første del av prosjektet ble tilgjengelig informasjon om salting og modning av saltfisk og hvilke parametere som er viktige i denne prosessen samlet inn og oppsummert. Dette litteratursøket har, sammen med informasjon og ønsker fra de 3 aktuelle bedrifter, dannet grunnlaget for oppsett av forsøkene i del 2 og 3 av prosjektet.

### *Del 2 Salteforsøk i sunnmørske saltfisk-bedrifter*

I denne delen av prosjektet er salteforsøk gjennomført i typiske saltfisk/klippfisk bedrifter lokalisert på Sunnmøre. Utgangspunktet er de temperatursvingninger som kan forekomme i dette området og som kan påvirke temperaturen i hallene der saltingen og modningen av saltfisk skjer. Ved uttesting av ulike temperaturer, har en også kunnet styre salting og modning ved å salte fisken ved ulike temperaturer. Som råstoff har det vært fokus på fryst/tint fisk i produksjonen. En viktig utfordring har vært å tilpasse og styre saltfiskproduksjonen med tanke på at saltfisken skal tørkes til klippfisk etterpå. Et eget område er viet til injeksjonssalting (Delrapport 4), der en har søkt å teste effekten av injeksjonssalting, av ulik saltetid og av lakestyrke.

### *Del 3 Salteforsøk i nordnorsk bedrift*

Forsøkene blir i stor grad de samme som i del 2, men med utgangspunkt i de variabler som forekommer i en typisk nordnorsk bedrift der temperaturene generelt er lavere og der det produseres saltfisk fra ferskt råstoff. For disse bedriftene er sluttproduktet saltfisk som hovedsakelig blir solgt som saltfisk eller framtørket til klippfisk enten på Sunnmøre eller i Portugal.



## 3 RESULTAT

### 3.1 Litteraturstudium

I dette arbeidet er hovedfokuset på råstoff av norsk torsk (*Gadus morhua*) og er det råstoff som omtales dersom annet ikke er angitt. Saltingen eller salteprosessen blir definert som tiden fra usaltet råstoff legges i salt og til fisken er fullsaltet, det vil si når fisken er mettet med salt og har et saltinnhold på minimum 18 % NaCl (Bransjestandard for saltfisk- og klippfiskprodukter). Modningen eller modningsprosessen er den videre (tørr)saltingen av fullsaltet fisk, der fiskens vekt stabiliseres og fisken får et karakteristisk saltfiskutseende, -konsistens og -smak (Bransjestandard) før pakking og utskipning eller videre lagring på bedriften. Når det gjelder temperaturkrav under salting og modning så sier kvalitetsforskriften (§12-3.1) at dette skal skje "ved kontrollerte temperaturbetingelser hvor fiskens naturlige modningsprosess ikke hindres." Etter modning skal fisken lagres under kontrollerte betingelser ved + 1-5 °C (§ 12-6.1 - Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer). Dermed er det ikke spesifisert hvor lang tid fisken skal saltes, eller ved hvilken temperatur dette skal foregå.

I litteraturen er vanligvis 4-8 °C angitt som temperatur under saltingen (Kvalitetshåndbok, 1995; Islandske retningslinjer, 1992). Høy temperatur gir raskere saltopptak, særlig de første døgnene. Likevel vil bakterielle prosesser kunne sette en grense for hvor høy temperaturen bør være under saltingen (Pedersen, 1989). Det er i den indre delen av tykkfisken at det vil være fare for bakteriell nedbrytning siden saltet trenger sakte inn i kjernen av fisken. Likevel vil en tykk fisk (5 cm tykkelse) nå 10 % salt inne i fisken etter 3 døgn (Pedersen, 1989) noe som tilsier at bakterieveksten vil være begrenset selv ved relativt høye temperaturer. Dette er fordi vanlige forråtnelsesbakterier vokser sakte ved saltkonsentrasjoner over 6-8 %. Halofile bakterier (som rødmidd) kan vokse i fullsaltet fisk ved temperaturer på rundt 10 °C, men disse vokser kun ved tilgang på luft. Det dannes raskt lake i karet under pickelsalting som skaper anaerobe forhold som gjør at halofile bakterier ikke vokser.

Lave temperaturer vil forsinke saltopptaket, men hvordan saltopptak, kvalitet og utbytte påvirkes av lave temperaturer i industriell produksjon er ikke dokumentert. Torry Research Station i Aberdeen, Skottland (Pedersen, 1989), har undersøkt hvordan temperaturen påvirker opptaket av salt. Effekten er størst de første 2 døgnene der fisk saltet ved 4,5 og 27 °C oppnår et saltinnhold på henholdsvis 4,0 og 8,6 %. Etter 5 døgn er saltinnholdet nesten utlignet (14,1 % ved 4,5 grader mot 15,2 % ved 27 grader).



I følge kvalitetshåndboken (Hansen, 1995) bør fisk pickelsaltes i 2-3 døgn og maksimum 4 døgn før omlegging til tørrsalting/modning på palle.

Saltmodningen starter vanligvis etter omlegging på pall med påføring av nytt salt eller når fisk saltet i kar (pickelsalting) snues over på pall. Kvalitetshåndboken bruker en lagringstemperatur på 3-6 °C og modning i inntil 3 uker for saltfisk som skal tørkes til klippfisk. Modningen er satt til inntil 10 døgn ved pakking i kartong og salg som saltfisk. Lauritzsen *et al.* (2004a) viste at vekttapet skjer hovedsakelig under pickelsaltingen de første 8 døgnene og at vekten etter dette reduseres bare med noen få prosent under videre tørrsalting i 3 uker. Tilsvarende hadde saltopptaket en svært lik utvikling, med en stabilisering av saltinnholdet etter 8 døgn. Temperaturen under salteforsøkene ble ikke oppgitt. Et annet moment er at fersk fisk ser ut til å ta opp salt saktere enn fryst og tint fisk (Kvande-Pettersen, 1971). Kvande-Pettersen og Losnegard (1991) har rapportert et omfattende arbeid som omhandler faktorer som innvirker på salt- og klippfisk kvaliteten. Konklusjonen er at 4 døgn tørrsalting er optimalt før første omlegging. I et annet forsøk ble det registrert en saltmetning på 98,4 % etter 7 døgn pickelsalting. I forsøkene med tørrsalting ble de fleste saltfiskgruppene ikke vurdert som saltmoden etter 21 døgn, mens alle gruppene ble vurdert som saltmoden etter 28 døgn saltetid. Temperatur som variabel ble ikke undersøkt i dette arbeidet, ei heller er temperaturene som ble benyttet under salteforsøkene oppgitt.

I Akse *et al.* (1993) blir 4-10 døgn pickling angitt som saltetid og tørrsalting/modning av fisken til den er saltmoden angitt til rundt 3 uker. Temperaturer for salting er ikke nevnt, men modningen bør skje ved +5 °C eller lavere i mørkt rom. Dette for å hindre harskning (gulning) samt utvikling av brun og rødmidd. I Joensen *et al.* (2005) var utbytte for klippfisk 1-2 % høyere for innsalting ved 13 °C enn for 2 °C, samtidig som kvaliteten generelt ble vurdert som bedre ved høy saltetemperatur.

Joensen (2004) oppgir 7-10 dagers pickelsalting som vanlig, og at etter 3-4 uker regnes fisken som saltmoden. Temperaturer under salting og modning er ikke angitt, men omtales som en faktor som kan ha betydning for utbytte, og som er lite undersøkt.

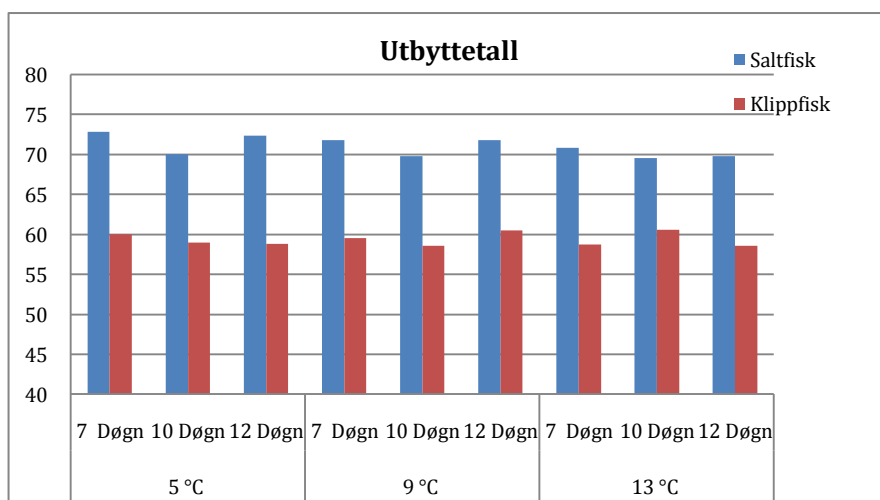
Innhenting av informasjon fra næringen viser stor spredning i tid og temperatur brukt under salting og modning. Under salting varierer saltetemperaturen som er brukt fra 3 til over 10 °C. Noen anlegg har temperaturstyring mens andre salter fisk i produksjonslokaler der temperaturen svinger med årstidene. Saltetiden (pickelsalting) som ble oppgitt varierte fra 2 døgn til 14 døgn eller mer. Temperaturen ved den videre modningen (tørrsalting) varierte som for saltingen (3-10 °C) mens tida varierte fra 3 døgn til mer enn 19 døgn. Hos noen produsenter gjøres salting og modning i samme trinn, her blir fisken pickelsaltet i flere uker før overføring til palle. Etter dette lagres fisken minimum 1-2 døgn for avrenning før tørking eller pakking.

## 3.2 Forsøksoppsett

Seks fullskala produksjonsforsøk har blitt gjennomført og rapportert der utbytte og kvalitet på salt- og klippfisk har blitt dokumentert ved ulike saltetider og temperaturer.

### 3.2.1 Forsøk 1 – Tint torsk saltet på Møre

Forsøket ble gjennomført ved en bedrift på Sunnmøre der tint torskeråstoff fanget med line ble produsert til 7/8-dels tørket klippfisk. Temperaturene som ble studert under pickelsalting uten laketilsetning i 7, 10 eller 12 døgn var 5, 9 og 13 °C.



**Figur 1. Salt- og klippfiskutbytte i % av frossen, sløyd og hodekappet fisk. Fisk pickelsaltet i 7, 10 eller 12 døgn ved 5, 9 eller 13 °C. Total saltetid var 21 døgn.**

Resultatene for saltfiskutbytte viste en systematisk trend der utbyttet økte dess kortere saltetiden var og dess lavere temperaturen var. Forskjellen mellom høyeste og laveste saltfiskutbytte var på 3,3 % (se Figur 1). For klippfisk ble det ikke registrert noen sammenheng mellom saltetid- og temperatur. Vanninnholdet i gruppene var fra 51,7 til 53,6 %. Variasjonen i utbytte kunne ikke forklares ut fra forskjeller i vanninnhold for alle grupper.

### 3.2.2 Forsøk 2 – Tint torsk saltet på Møre

Dette forsøket ble gjennomført ved en bedrift på Sunnmøre der tint torskeråstoff fanget med line ble produsert til ferdig 7/8-dels tørket klippfisk. Temperaturen under pickelsalting med laketilsetning (150 liter - 18 °Be) i 7, 14 eller 21 døgn var 5 °C. I dette forsøket ble det tilsatt lake under pickling, noe som ga høyere utbytte, både som saltfisk og klippfisk sammenliknet med Forsøk 1, som var basert på ren pickling.

**Tabell 1. Saltfisk og Klippfiskutbytte i % fra sløyd hodekappet fisk etter 7, 14 eller 21 døgns salting.**

Utbytte	Flekke- utbytte	7 døgn		14 døgn		21 døgn	
		Saltfisk	Klippfisk	Saltfisk	Klippfisk	Saltfisk	Klippfisk
Båt 1	93,8	73,3	57,5	73,4	59,3	74,6*	59,9*
Båt 2	94,5	72,8	58,0	74,0	59,1	73,7	59,2

\* Kun 500 kg fisk i karet, de andre karene har 650 kg (sløyd hodekappet vekt) fisk

Selv om forskjellene er små, viser resultatene at økt tid i pickelsalting gir høyere utbytte, spesielt ved en forlengelse av saltetiden fra en til to uker. Utbyttet i Forsøk 2 var noe høyere enn Forsøk 1, og forklaringen er mest sannsynlig tilsetningen av lake under pickelsalting. Et annet interessant funn er at gruppen saltet i ett kar som var kun 75 % fullt (merket\*) gav et høyere utbytte for både saltfisk (0,9 %) klippfisk (0,7 %).

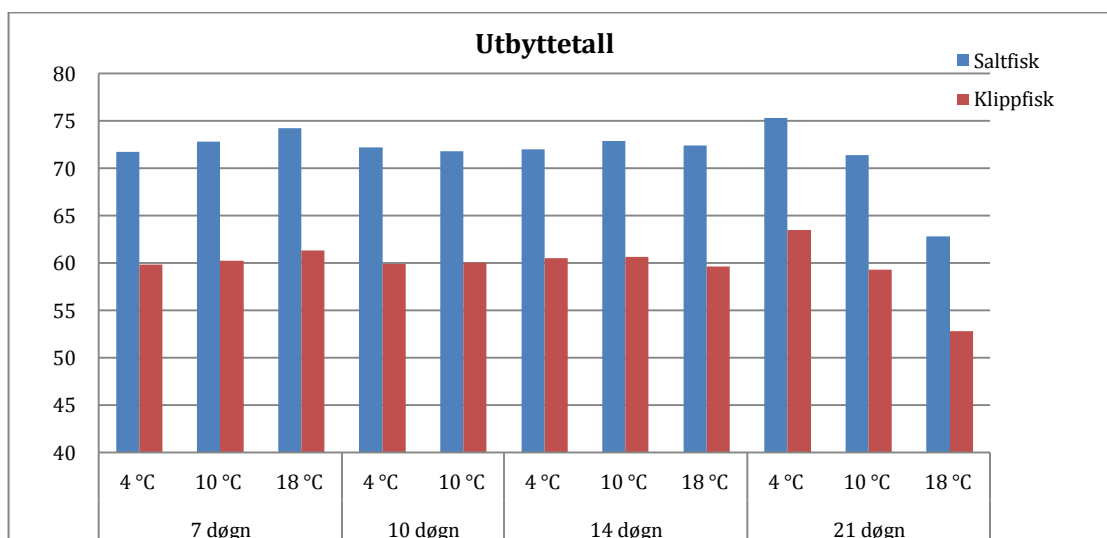
### 3.2.3 Forsøk 3 – Tint sei saltet på Møre

Forsøk 3 ble gjennomført ved en bedrift på Sunnmøre der tint seiråstoff fanget med trål ble produsert til saltfisk og videre tørket til 7/8-dels klippfisk. Temperaturen under pickelsalting uten laketilsetning i 7, 14 eller 21 døgn var 4, 10 eller 18 °C. Det ble ikke registrert forskjeller i kvalitet mellom de forskjellige gruppene av saltfisk eller klippfisk av sei. Det ble registrert større individforskjeller innad i hver gruppe enn forskjeller mellom hver gruppe (Figur 2).



**Figur 2. Klippfisk fra sei pickelsaltet i 7 døgn ved 4 °C (nederst til venstre), 10 °C (til høyre) og 18 °C (øverst til venstre). Pickelsaltetid var 7 døgn.**

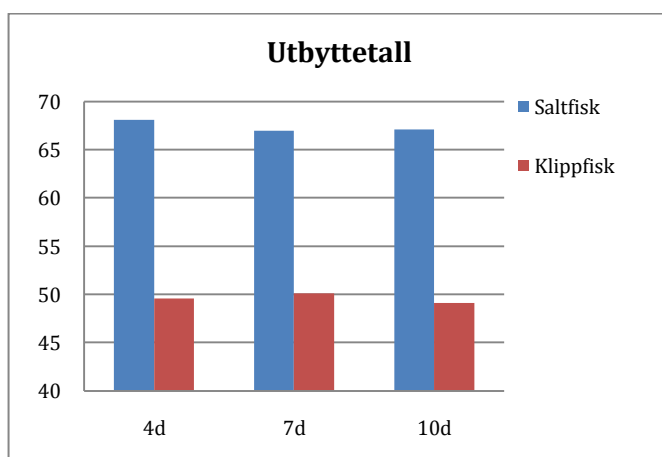
Verken saltfisk- eller klippfiskutbyttet varierte systematisk i forhold til saltetid eller saltetemperatur (Figur 3). Unntaket var saltfisk ved den høyeste temperaturen som gav et drastisk dårligere utbytte ved økt saltetid. Denne temperaturen ser derfor ut til å være for høy for salting, noe som de mikrobiologiske og andre analyser underbygget. Høyest utbytte gav salting i 21 døgn ved 4 °C, et funn som er i samsvar med Forsøk 2 der økt tid i pickelsalting gav økt utbytte.



Figur 3. Saltfisk- og klippfiskutbytte i % av sløyd hodekappet sei for grupper (hele kar) saltet i 7, 10, 14 eller 21 døgn ved 4, 10 eller 18 °C.

### 3.2.4 Forsøk 4 – Nyfanget torsk saltet i Troms

Garnfanget, fersk torsk ble pickelsaltet med laketilsetning (30 liter mettet lake per kar) i 4, 7 eller 10 døgn ved en temperatur på 4 °C og der saltfiskutbyttet ble målt etter en total saltetid på 21 døgn. Saltfiskutbytte etter endt salting og modning ble målt ved å individmerke 30 fisk per kar. Klippfiskutbytte ble målt etter tørking til 7/8-dels tørr klippfisk.

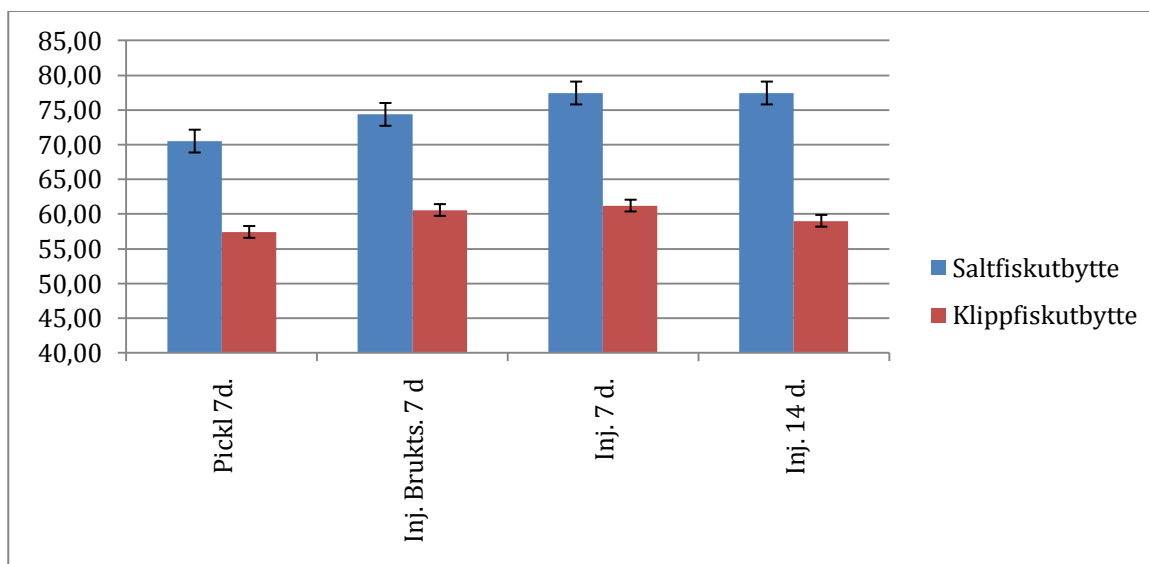


Figur 4. Saltfisk og klippfiskutbytte omregnet til % av sløyd, hodekappet fisk (flekkeutbytte stipulert til 94 %). Torsk saltet i fulle kar i 4, 7 eller 10 døgn ved en saltetemperatur på 4 °C.

Saltfiskutbyttet lå jevnt på rundt 67 % for alle grupper mens klippfiskutbyttet lå på litt i underkant av 50 % for alle grupper (Figur 4). Saltfiskutbyttet og klippfiskutbyttet er lavere enn de som en så i Forsøk 1 og 2. Utbyttet er vanligvis lavere ved nyfanget fisk kontra frosset og tint fisk. Vanninnholdet i klippfisken var likt mellom alle grupper (46-48 %), det samme var tilfellet for saltinnholdet (17-18 %). Vanninnholdet er relativt lavt, noe som samsvarer med det etter måten lave klippfiskutbyttet. Dersom vanninnholdet hadde vært 3 % høyere, ville utbyttet ha vært 5-6 % høyere. Ved lav temperatur ser det foreløpig ut til at saltetid i kar ikke har stor innvirkning på utbytte og kvalitet.

### 3.2.5 Forsøk 5 – Injeksjonssalting ved sunnmørsk bedrift

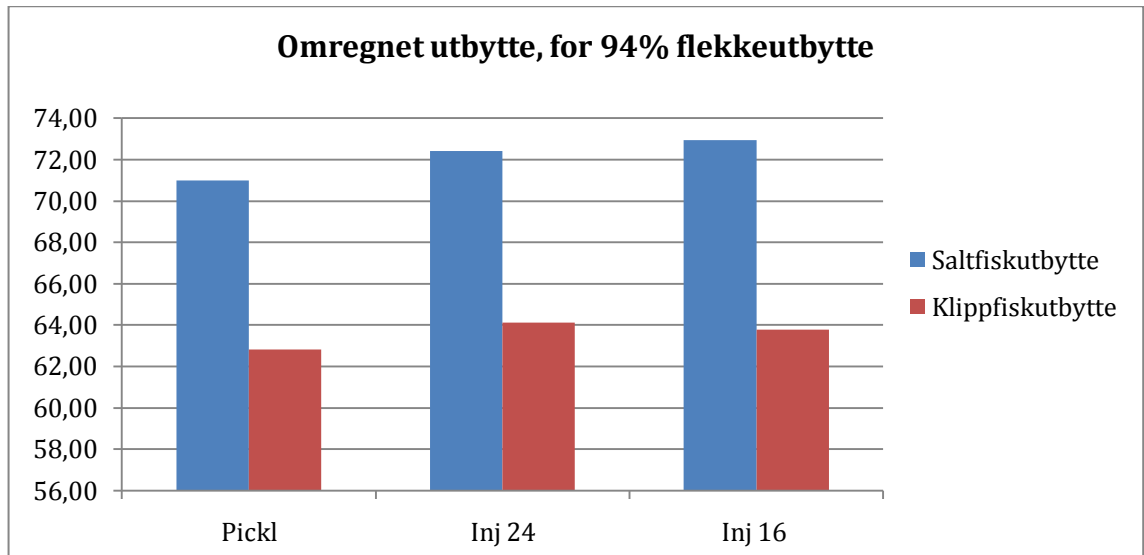
Fokus for denne rapporten har vært å undersøke om resultatene i de øvrige delrapportene har gyldighet også ved injeksjonssalting, og måle effekten av injeksjonssaltingen som sådan. I dette forsøket (Forsøk 5) ble fryst torsk tint og flekket før pickelsalting med laketilsats (ca. 150 liter metta lake per kar). Gruppe 1 ble pickelsaltet i 7 døgn, Gruppe 2 ble injisert før pickling i bruksalt i 14 døgn, Gruppe 3 ble injisert og så picklet i nytt salt i 14 døgn mens gruppe 4 ble injisert og picklet med nytt salt i 7 døgn. Saltfisk utbytte ble målt etter 21 døgns salting og klippfiskutbytte etter tørking til 7/8-dels klippfisk. Hver gruppe bestod av tre paralleller (tre fulle kar) og utbytte beregnet ved vekt målinger av 30 individmerket fisk per kar. Saltfiskutbyttet økte merkbart ved pickelsalting, men også klippfiskutbyttet økte. Økning av pickelsaltetid fra 1 til 2 uker ga størst klippfiskutbytte. Temperaturen pickelsaltingen var i området 8 °C.



Figur 5. Omregnet utbytte for saltfisk og klippfisk ut fra 94% flekkeutbytte.

### 3.2.6 Forsøk 6 – Injeksjonsforsøk med ulik lakestyrke - brosm

Et mer begrenset forsøk med injeksjon av fortynnet lake (Forsøk 6) ble utført for å undersøke om fortynnet lake ved innsaltingen kunne ha utbytteøkende effekt, slik som tidligere er påvist.



Figur 6. Utbytte omregnet til sløyd og kappa råstoffvekt, ut fra 94 % flekkeutbytte

Dette forsøket ga ikke øket klippfiskutbytte, bare et marginalt høyere saltfiskutbytte. Dette har trolig sammenheng med at fasen med fortynnet lake var kortvarig.

## 4 DISKUSJON

Utbyttegrafene i Forsøk 1 og 3 viser en trend der den korteste tiden gir et høyt utbytte, mens utbyttet synker mot 1 uke og øker mot 2 uker. Analyser av saltinnhold indikerer et lavt saltinnhold, noe som kan bety at denne gruppen egentlig ikke er helt moden, og mye av utbyttegevinsten vil kunne forsvinne i avlagring. Ved framtørking til klippfisk viser noen av disse "umodne" likevel bra utbytte og vurderes som klippfisk av normal kvalitet. Dette bør undersøkes nærmere.

### 4.1 Saltmodning og saltmetning

Saltmetning er et resultat av en transportprosess, der diffusjon er en viktig faktor. Diffusjons- prosessen er temperaturavhengig og går raskere når temperaturen øker. Saltmetningen bestemmer saltinnhold og dermed det kjemiske miljøet etter hvert som salteprosessen går fram.

Saltmodning er et resultat av en prosess der flere kjemiske og biokjemiske prosesser, muligens også mikrobielle, omdanner muskelen til et ønsket produkt, saltmoden fisk. Kjemiske prosesser følger samme temperaturavhengighet som diffusjonsprosessen, mens biokjemiske og mikrobielle prosesser har spesifikke optimumsbetingelser etter hvilket enzym eller hvilken mikrobe som er i aktivitet. I det temperaturområdet som er undersøkt, fra 4 °C til 18 °C, ventes flertallet av prosesser å bli positivt påvirket av en temperaturøkning. Saltinnholdet styrer også prosessene, mange enzymer inaktiveres av høye saltinnhold, men det er påvist at noen enzym (bl.a. endogene proteaser) kan være aktive også ved saltmetning og helt til saltmodning, men med en fallende trend (Stoknes et al. 2005). Thorarindsottir (2009) påviste også at proteinene ble mer stabile etter omlegging og løsing, som indikerer at prosessen bremses opp når laken fjernes.

Tidspunktet for omlegging blir derfor viktig for sluttproduktet etter en gitt totaltid, her 21 døgn. Det kan se ut som at det finnes en optimal tilstand/tidspunkt for omlegging. For tidlig omlegging vil gi en fisk med tilsynelatende bra saltfiskutbytte, men lavt saltinnhold og saltmetning, samt høyt vanninnhold. Optimal omlegging vil gi et godt saltfisk- og klippfiskutbytte, høy saltmetning og moderat vanninnhold. For sen omlegging ser ut til å gi et lavt saltfisk- og klippfiskutbytte, lavt proteininnhold og høyt vanninnhold.

I dette prosjektet viser Forsøk 3 (Figur 2) interessante resultat i så måte. Dette forsøket ble utført ved et stort spenn av temperaturer og saltetider, og utslagene ble tydelige. Høyest utbytte av samtlige hadde gruppen pickelsaltet ved 4 °C i 21 døgn. Denne gruppen hadde merkbart utbytteøkning fra 14 døgn (56 døgngader) til 21 døgn (84 døgngader), vi kan

regne med at den lave temperaturen ga en langsom prosess, og økningen av saltetid ga en mer optimal tilstand for omlegging. Lavest utbytte hadde gruppen pickelsaltet ved 18 c i 21 døgner (378 døgngader). Denne gruppen hadde høyest vanninnhold og lavest proteininnhold, saltinnhold som de øvrige. Det ser derfor ut til at høy temperatur ved lang pickelsaltetid er uheldig. Ved 18 °C ser en at 14 døgner (252 døgngader) pickeltid er vesentlig bedre, og mer i samsvar med flertallet av grupper mht saltfisk og klippfiskutbytte og øvrige analyser. Enda bedre er 7 døgner pickeltid ved 18 °C (126 døgngader). Etter dette ser det ut til at optimal pickelsaltetid er ca. 100 døgngader med akseptabelt område fra 50 til 250 døgngader.

I Forsøk 1 har gruppen pickelsaltet i 7 døgner ved 5 °C (35 døgngader) høyeste saltfiskutbytte, men ikke klippfiskutbytte. 35 døgngader er antatt å være i underkant av optimalområdet, og vi ser også her at vanninnholdet er høyt og saltmetningen lav. Dette er en fisk som antagelig er omlagt noe tidlig, og er ennå litt uferdig, skal vi dømme ut fra saltmetning og vanninnhold. Likevel har den et relativt høyt klippfiskutbytte. Høyest klippfiskutbytte hadde gruppen 9 °C pickelsaltet i 12 døgner (108 døgngader) og ved 13 °C i 10 døgner (130 døgngader)

I Forsøk 2 ser en økning av saltfisk- og klippfiskutbytte fra 7 døgner til 14 døgner ved 5 °C (35 til 70 døgngader), noe som er i overensstemmelse med de øvrige funn. Forsøk 4 er utbyttet forholdsvis likt som saltfisk pickelsaltet i 4, 7 eller 10 døgner, mens klippfiskutbyttet er høyest for 7 døgner pickelsalting (28 døgngader) Her er salttemperaturen lav, 4 °C, og alle grupper har i underkant av det optimale antall døgngader registrert i våre forsøk. Med referanse til Forsøk 3, burde en vente høyere utbytte ved å øke pikelsaltingen til 21 døgner. Forsøk 5 er det tydelig at saltfiskutbyttet øker ved injeksjonssalting kontra pickelsalting, men også klippfiskutbyttet øker ved injeksjonssalting. Utbyttet økte med øket saltetid (fra 56 til 112 døgngader), noe som er i overensstemmelse med øvrige funn.

## 4.2 Videreføring

Følgende områder bør undersøkes i videreføringen på bedre dokumentasjon av salte- og modningsprosessen ved produksjon av salt- og klippfisk:

- Mer utfyllende dokumentasjon om saltetid og salte temperatur spesielt rettet mot lagringsforsøk
- Er området rundt 100 døgngader optimal saltetid?
- Hvordan påvirkes utbytte ved lengre tids lagring som saltfisk?
- Hva er optimal saltetid og temperatur for frosset råstoff?
- Hva er optimal saltetid og temperatur for ferskt råstoff?
- Er lite saltmodnet fisk mindre stabil ved lenger tids lagring?



## 5 KONKLUSJON

Resultatene fra dette prosjektet viser at det er betydelige muligheter for en mer optimal styring av salte- og modningsprosessen enn det tilfellet er i dag. Alle forsøkene har vist at ved å endre saltetiden og/eller temperaturen kan det oppnås opptil flere prosent økning i utbytte. Forsøkene viser at det kan være betydelige økonomiske gevinster å hente ved å optimalisere produksjonen både gjennom valg av riktig saltemetode og gjennom forbedring av den enkelte saltemetode.

Optimal saltetid ser ut til å være i området 100 døgngrader ut fra det materialet som er undersøkt i dette prosjektet. Det kan se ut som at de biokjemiske modningsprosessene har gått for langt ved den høyeste saltetemperaturen, og at modningsprodukter (nedbrutte proteiner) kan ha blitt vasket bort med laken, slik at saltfritt tørrstoff (dvs. proteinprodukter) er forsvunnet, og utbyttet og proteininnholdet samtidig er redusert. Optimalt utbytte ut fra forsøkene er salting ved lav temperatur (4-5 °C) i 21 døgn, noe som er i samsvar med tidligere forsøk i arbeidet med modningsprosesser.

Ut fra nyere forskning (nevnt over) er det påvist at senking av vanninnholdet stabiliserer muskelproteinene ved salting, og at det lave utbyttet som en opplever ved høyere saltetemperaturer kan være et resultat av at muskelproteinene ikke er stabilisert i tide. Gyldigheten av dette funnet bør undersøkes videre.

Resultatene indikerer at salting ved 18 °C gir en moderat økning i generelt bakterieinnhold, men at den høye temperaturen ikke ser ut til å medføre økt risiko for brun- eller rødmidd på klippfisken sammenlignet med 4 eller 10 °C saltetemperatur. Dette er resultatet fra ett saltforsøk, og flere forsøk må gjennomføres for eventuelt å bekrefte disse resultatene.



## 6 REFERANSER

- Akse, L. og Joensen, S. 2008. Undersøkelse av utbyttefaktorer ved produksjon av saltfisk. Fiskeriforskningsrapport (under publisering).
- Akse, L. og Joensen, S. 1996. Fullsalting av torsk: Effekt av ulik ferskhet på råstoffet. Fiskeriforsknings rapport nr 15/1996.
- Akse, L. 1995a. Sammenligning av frosse/tint og kjølt torsk som råstoff til saltfiskproduksjon. Fiskeriforsknings rapport nr 11/1995.
- Akse, L. 1995b Råstoffkvalitetens og saltingsprosessen innvirkning på saltfiskkvaliteten. Fiskeriforsknings rapport 29/1995.
- Akse, L., Gundersen, B., Lauritzsen, Ofstad, R og Solberg, T. (1993). Saltfisk. – Saltmodning. - Utprøving av analysemetoder. – Misfarget saltfisk. Skriftserie, Fiskeriforskning/Norges Fiskerihøgskole, Tromsø 1/1993.
- Bjørkevoll, I., Lauritzsen, K., Gundersen, B., Dahl, R., Eilertsen, G., Sivertsen, A., Gildberg, A., Thorarinsdottir, K., Arason, S., Jonsdottir, R., Hellevik, A.H., Remme, J., F., Rønneberg, N. 2008. Ripening of salted cod, NORA-project.
- Bjørkevoll, I. 2005. Hospitering i Salt- og klippfisknæringa. Fiskeriforskningsrapport (konfidensiell).
- Bransjestandard for fisk. 1998. Standard - Saltfisk- og klippfiskprodukter, NBS 20-01.
- Hansen, H. 1995. Norsk saltfisk – Torsk. Kvalitetshåndbok, Norges Råfisklag og Eksportutvalget for fisk.
- Joensen, S. Carlehög, M., Lauritzsen, K., Sivertsen, A., Akse, L og Bjørkevoll, I. 2005. Sensorisk kvalitet på modnet saltfisk og klippfisk. Fiskeriforsknings rapport nr 11/2005.
- Joensen, S., Akse, L. og Sørensen N.K. 2000. Kjøling av fersk fisk. Effekt på vekt og kvalitet. Fiskeriforsknings rapport 21/2000.
- Joensen, S., Olsen, R.L. og Akse, L. 1996. Saltfisk av torsk – Gul misfarging. Fiskeriforskningsrapport nr 9/1996.
- Joensen, S. 2004. Saltfiskutbytter. Fiskeriforskningsrapport, konfidensiell.
- Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer. 1996. Forskrift nr 667. <http://www.lovdata.no>.
- Kvande-Pettersen, T. og Losnesgard, N. 1991. Faktorer som innvirker på kvalitet av saltfisk og klippfisk. Fiskeridirektoratet. Rapporter og meldinger nr 3/91.
- Kvande-Pettersen, T. 1971. Undersøkelse av kvalitetsfremmende faktorer for salt og klippfisk. Rapport nr 2. Salteforsøk utført i Lofoten våren 1970. Industrilaboratoriet AS, Kristiansund N, 9 pp.
- Lauritzsen, K., Gundersen, B., Dahl, R.W., Joensen, S., Bjørkevoll, I., Sivertsen, A., Eilertsen, G., Andersen, J.W., Perderson, K., Ersvær, T. og Dørum G.K. 2006b. Effekter av antioksidanter på klippfisk av sei. Fiskeriforsknings rapport 25/2006.
- Lauritzsen, K, Gundersen, B., Dahl, R.W., Joensen, S. og Eilertsen G. 2006a. Salting av torsk med økende kalsiumkonsentrasjon – effekter på klippfisk. Delrapport 2. Fiskeriforsknings rapport (konfidensiell).
- Lauritzsen, K., Bjørkevoll, I., Sivertsen, A. og Gundersen, B. 2005. Misfarging av klippfisk av sei. Fiskeriforsknings rapport 6/2005.
- Lauritzsen, K., Akse, L., Johansen, A., Joensen, S., Sørensen, N.K. and Olsen. R.L. 2004a. Physical and Quality Attributes of Salted cod (*Gadus morhua* L.) av Affected by State of Rigor and Freezing Prior to Salting. Food Res. Int. 37, 677-688.
- Lauritzsen, K, Akse, L, Gundersen, B. and Olsen, R.L. 2004b. Effects of calcium, magnesium and pH during salt curing of cod (*Gadus morhua* L.). J. Sci. Food Agric. Int. 84 pp. 683-693.
- 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 pp. 105-122.

- Lauritzsen, K., Martinsen, G. and Olsen, R.L. 1999. Copper induced lipid oxidation during salting of cod (*Gadus morhua* L.). *J. Food Lipids*, 6 pp. 299-315.
- Lauritzsen, K. og Akse, L. 1995. Saltkvalitet og saltfiskkvalitet. Fiskeriforsknings rapport 1/1995.
- Pedersen, T. 1989. Prosesser og produkter i norsk fiskeindustri, Bind 2, del 1: Tørking – Salting – Røyking, 2. Utg. Universitetsforlaget, Oslo.
- Solberg, T., Ofstad, R., Gundersen, B. og Akse, L. 1993. Salttype og saltfiskkvalitet. Fiskeriforsknings rapport nr 10/1993.
- Sölusamband Islenskra Fiskframleidenda. 1992. Leidbeiningar, nr 1-92. Þorskflök.
- Sørensen, N.K., Brataas, R., Nyvold, T.E. and Lauritzsen, K. 1997. Influence of early processing (*pre-rigor*) on quality. In: *Seafood from producers to consumers, integrated approach on quality* (J.B. Luten, T. Børresen and J. Oelenschläger, eds.) pp. 253-263. NL: Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Aas, G., Skjerdal, O.T., Bjørkevold, I., Vogt, G. og Stoknes, I. 2002. Plastemballasje for saltfisk. Pakke og lagringsforsøk.