

**RAPPORT MA 10/13**

Ingebrigt Bjørkevoll, Ann Helen Hellevik,  
Per Magne Walde

**Styring av salteprosessen ved  
produksjon av salt- og klippfisk**

Delrapport II – Forsøk med sei

© 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 eksemplar til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforskning Marin er all annen eksemplarfremstilling 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 – Delrapport II – Forsøk med sei
Forfatter(e)	Ingebrigt Bjørkevoll, Ann Helen Hellevik og Per Magne Walde
Rapport nr.	MA 10/13
Antall sider	30
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	30.11.10

## 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. Utbyttmåliner, både som saltfisk og klippfisk, viste at fisk saltet ved 4 °C i 7 døgn skilte seg positivt ut. Denne gruppen har et lavt vanninnhold som klippfisk, og et høyt proteininnhold. Nest høyest utbytte – både som saltfisk og klippfisk, har fisk saltet ved 18 °C i 7 døgn. Også i dette tilfellet er vanninnholdet lavt og proteininnholdet høyt. Dette er gunstig. Fisk saltet ved 18 °C i 21 døgn hadde det klart lavest utbytte, både som saltfisk og klippfisk. Denne gruppen fisk har et høyt vanninnhold og et lavt proteininnhold. Optimal modningstid viste seg å være på rundt 100 døgngrader. Dette bør imidlertid undersøkes nærmere med flere forsøk der utbytte og kvalitet vurderes også ved lengre tids kjølelagring.



# FORORD

Denne rapporten er nummer to i rekken av fem rapporter i prosjektet "Mer optimal styring av salteprosessen ved salt- og klippfiskproduksjon" som har blitt gjennomført i perioden 2008-2010. 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

Prosjektleder

Forsker II

Ingebrigt Bjørkevoll (sign.)



# INNHold

---

<b>Sammendrag</b> .....	<b>9</b>
<b>Summary</b> .....	<b>10</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>11</b>
1.1 Formål .....	11
<b>2 Materiale og metoder</b> .....	<b>13</b>
2.1 Råstoff .....	13
2.2 Gjennomføring av forsøk .....	13
2.3 Analyser .....	13
<b>3 Resultater</b> .....	<b>15</b>
3.1 Kvalitets og utbyttmålinger .....	15
3.2 Kjemiske analyser av klippfisk .....	17
3.3 Mikrobiologiske analyser .....	20
3.3.1 Gjennomføring .....	20
3.3.2 Resultater .....	21
<b>4 Diskusjon</b> .....	<b>25</b>
<b>5 Konklusjon</b> .....	<b>29</b>
<b>6 Referanser</b> .....	<b>30</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 4-5 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.

Når det gjelder utbytte, både som saltfisk og klippfisk, skilte fisk saltet ved 4 °C i 7 døgn seg positivt ut. Denne gruppen har også et lavt vanninnhold som klippfisk, og et høyt proteininnhold. Det høye utbyttet er derfor helt reelt, og gjenspeiler en ønsket situasjon. Nest høyest utbytte både som saltfisk og klippfisk, har fisk saltet ved 18 °C i 7 døgn. Også i dette tilfellet er vanninnholdet lavt og proteininnholdet høyt, som indikerer en gunstig situasjon.

På den annen side har fisk saltet ved 18 °C i 21 døgn klart lavest utbytte, både som saltfisk og klippfisk. Denne gruppen har også et høyt vanninnhold og et lavt proteininnhold, slik at utbyttet reelt sett er enda lavere. Det ser derfor ut til at denne gruppen representerer et ugunstig alternativ. Det ble derimot ikke registrert andre kvalitetsmessige forskjeller mellom gruppene.

Det ser ut til å være en optimal modningstid på rundt 100 døgngader der utbytte er høyest. Dette bør undersøkes nærmere med flere forsøk der utbytte og kvalitet vurderes også ved lengre tids kjølelagring.

# SUMMARY

In today's production of salted and dried salted (clip fish) fish many different production methods are being used. At the same time, documentation of how the process is affected by important parameters as salting time and temperature are scarce. 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. This report describes salting trials on saithe carried out at a salt- and clip fish producer in Western Norway.

Concerning yield, salting at 4 °C in 7 days gave the best results, both for salted and dried salted saithe. This group of fish also had relatively low water content and high protein content. On the other hand, fish salted at 18 °C for 21 days, had the lowest yield. This group had high water content and low protein content. However, no visual variations were found between the different salting methods.

# 1 INNLEDNING

En gjennomgang av litteratur og informasjon fra næringen på saltetider og temperaturer viser store forskjeller i praksis mellom bedriftene (Bjørkevoll og Hellevik, 2009). 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.

## 1.1 Formål

I den delen av prosjektet som rapporten omhandler har forsøket vært å undersøke hvordan saltetid og saltetemperatur påvirker saltmodning (saltmetning), kvalitet og utbytte ved produksjon av saltfisk og klippfisk av sei. I disse forsøkene, som ble gjennomført ved Brødrene Sperre AS, var formålet å undersøke pickelsalting ved 4, 10 og 18 °C. For hver temperatur ble fire ulike saltetider bli undersøkt, 7, 10, 14 og 21 døgn. Total salte- og modningstid (ved 4 °C) var 28 døgn for alle grupper.



## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Råstoff

I forsøkene ble det brukt fryst sei (2,5 – 5 kg sløyd, hodekappet vekt) fra samme trålfangst.

### 2.2 Gjennomføring av forsøk

Totalt 10 600 kg trålseie ble tint over natten i rennende sjøvann. Rundt 400 kg sløyd hodekappet sei ble tint i hvert kar, totalt 26 kar. Hvert kar hadde nettovekt frossenfisk notert på siden. Sjøvannstemperaturen var 8,8 °C etter endt tining. Råstoffkvaliteten var middels god; en del blod i fisken og noe oppriving på grunn av bløt fisk. Det var svært lite av fisken som var for lite tint, råstoffet var heller overtint. To og to kar fra tiningen ble flekket separat og saltet ned i ett fullt kar (ca. 750 kg flekket fisk). Ett kar ble da en av totalt 11 grupper (tabell 1). Det ble brukt rent sjøsalt i forsøket. Temperaturen i tykkfisken på tint fisk lå på 8,8 °C gjennom hele forsøket.

Loggere ble plassert utenpå eller midt nede i karet under salting for hver lagringstemperatur. Grupper som skulle lagres ved 4 °C ble satt på kjølerom, grupper som skal lagres ved 10 °C ble satt ute i hallen der temperaturen ble målt til 9,2 °C. Siste gruppe (18 °C) ble satt på et lite verksted med varme på. Her var temperaturen rundt 16-17 °C rett etter at karene var plassert der og temperaturen var stilt inn på 18 °C.

### 2.3 Analyser

Utbytte ble beregnet ut fra batchvekt for hvert kar og registrert etter 28 døgns salting for alle gruppene. Etter pickelsalting fisken snudd over på palle og lagret på kjølerom (4 °C) til total saltetid var 28 døgn. Etter endt salting fjernes saltet og nettovekt fisk måles. Saltfisken ble også vurdert visuelt (farge, spalting). Videre ble saltfisken tørket til klippfisk. Alle grupper ble tørket til samme tørrhetsgrad (7/8-dels). Det er viktig at fisken blir tørket så likt som mulig slik at utbytte for de ulike gruppene kan sammenlignes. Samme analyser som for saltfisk ble også gjennomført for klippfisk. Det ble tatt ut lakeprøver fra hver temperatur før sning av karene. Lakeprøver ble lagret i plastflasker i kjøleskap frem til analysering av bakterieinnhold.

**Tabell 1. Data for 13 grupper med sei pickelsaltet i 7-21 døgn ved 4, 10 eller 18 °C. Vekt er i kg frossen fisk (sløyd, hodekappet). Forhold fisk-salt i parentes bak vekt salt**

<b>Gruppe</b>	<b>Temperatur (°C)</b>	<b>Tid (døgn)</b>	<b>Vekt fisk (kg)</b>	<b>Saltmengde (kg)</b>
1	4	7	798	411,7 (0,52)
2 (I)	4	10	867	393,8 (0,45)
3 (II)	4	10	795	375,9 (0,47)
4	4	14	742	375,9 (0,51)
5	4	21	834	411,7 (0,49)
6	10	7	788	297,0 (0,38)
7 (I)	10	10	843	375,9 (0,45)
8 (II)	10	10	789	358,0 (0,45)
9	10	14	775	340,1 (0,44)
10	10	21	859	375,9 (0,44)
11	18	7	798	364,5 (0,46)
12	18	14	809	260,4 (0,32)
13	18	21	878	351,0 (0,40)

## 3 RESULTATER

### 3.1 Kvalitets og utbyttmålinger

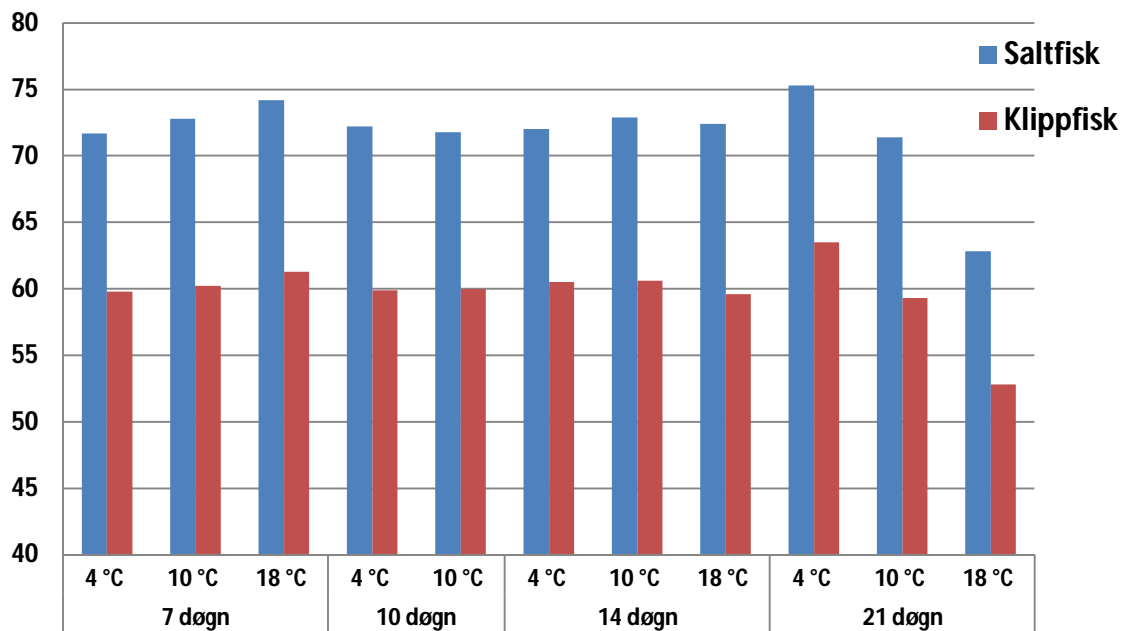
Det ble ikke registrert synlige forskjeller verken i farge eller andre kvalitetsparametere mellom gruppene av saltfisk, men det var for lite salt på fisken som lå nederst på pallen (fisk som hadde ligget øverst i saltet). Visuelt ble det heller ikke funnet betydelige forskjeller mellom de forskjellige gruppene av klippfisk (figur 1). Etter endt tørking ble antall fisk som ble vurdert som for lite tørket (rå/slakk fisk) registrert for hver gruppe.

**Tabell 2. Saltfisk- og klippfiskutbytte for 13 grupper med sei pickelsaltet i 7-21 døgn ved 4, 10 eller 18 °C. Total salte- og modningstid (ved 4 °C) var 28 døgn. Vekt før tining er i kg sløyd, hodekappet.**

Gruppenavn	Vekt etter salting	Utbytte saltfisk	Vekt etter tørking	Utbytte klippfisk	Antall råslakffisk
4 °C – 7 døgn	572	71,7	477	59,8	9
10 °C – 7 døgn	574	72,8	474	60,2	3
18 °C – 7 døgn	592	74,2	489	61,3	3
4 °C – 10 døgn (PI)	621	71,6	518	59,7	8
4 °C – 10 døgn (PII)	578	72,7	477	60,0	9
10 °C – 10 døgn (PI)	603	71,5	505	59,9	2
10 °C – 10 døgn (PII)	569	72,1	474	60,1	4
4 °C – 14 døgn	534	72,0	449	60,5	9
10 °C – 14 døgn	565	72,9	470	60,6	5
18 °C – 14 døgn	586	72,4	482	59,6	2
4 °C – 21 døgn	628	75,3	530	63,5	17
10 °C – 21 døgn	613	71,4	509	59,3	4
18 °C – 21 døgn	551	62,8	464	52,8	2



Figur 1. Klippfisk fra gruppe pickelsaltet ved 4 °C (nederst til venstre), 10 °C (til høyre) og 18 °C (øverst til venstre) i 7 døgn.



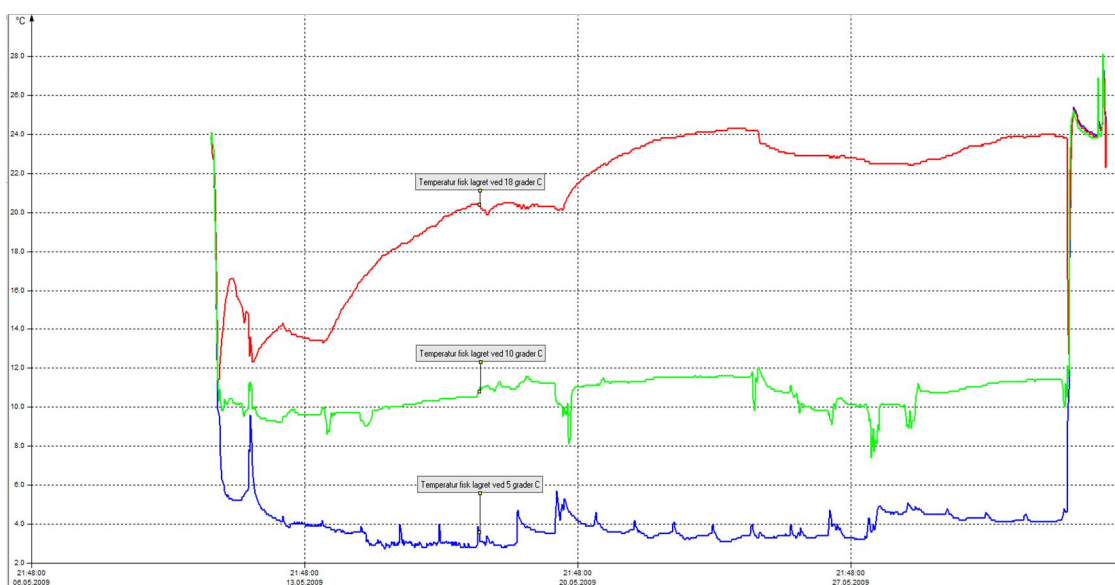
Figur 2. Saltfisk- og klippfiskutbytte i % av sløyd, hodekappet fisk. Sei saltet i 7, 14 eller 21 dager i 4, 10 eller 18 °C.



Høyest saltfiskutbytte hadde gruppen saltet ved 4 °C i 21 døgn, nest høyest utbytte hadde gruppen saltet ved 18 °C i 7 døgn (figur 2). Lavest utbytte har fisk saltet ved 18 °C i 21 døgn.

Som for saltfisk gav gruppen saltet ved 4 °C i 21 døgn høyest utbytte for klippfisk, nest høyest utbytte gav gruppen saltet ved 18 °C i 7 døgn. Klart lavest utbytte hadde gruppen saltet ved 18 °C i 21 døgn (figur 2).

Temperaturloggerne som ble plassert på karene under salteprosessen viste at "4 °C-gruppen" hadde blitt lagret ved 3 – 5 °C, "10 °C-gruppen" ved 8 – 12 °C mens "18 °C-gruppen" først kom opp i 18 °C etter 3 døgn, for deretter å bli holdt ved 20 – 24 °C i resten av perioden (figur 3). En kan slå fast at denne gruppen har blitt saltet ved en temperatur som er betydelig høyere enn normalt.

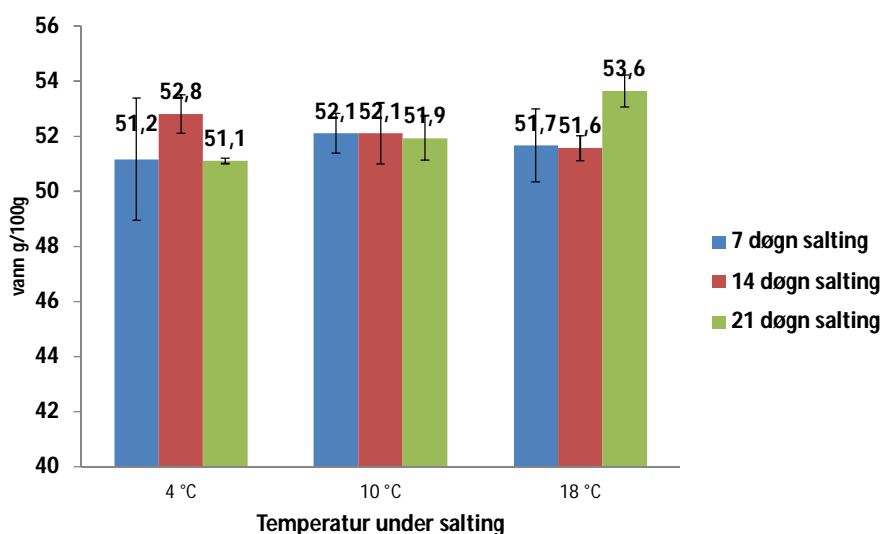


Figur 3. Temperaturforløp under lagring ved 4 (blå kurve), 10 (gul kurve) og 18 °C (rød kurve).

### 3.2 Kjemiske analyser av klippfisk

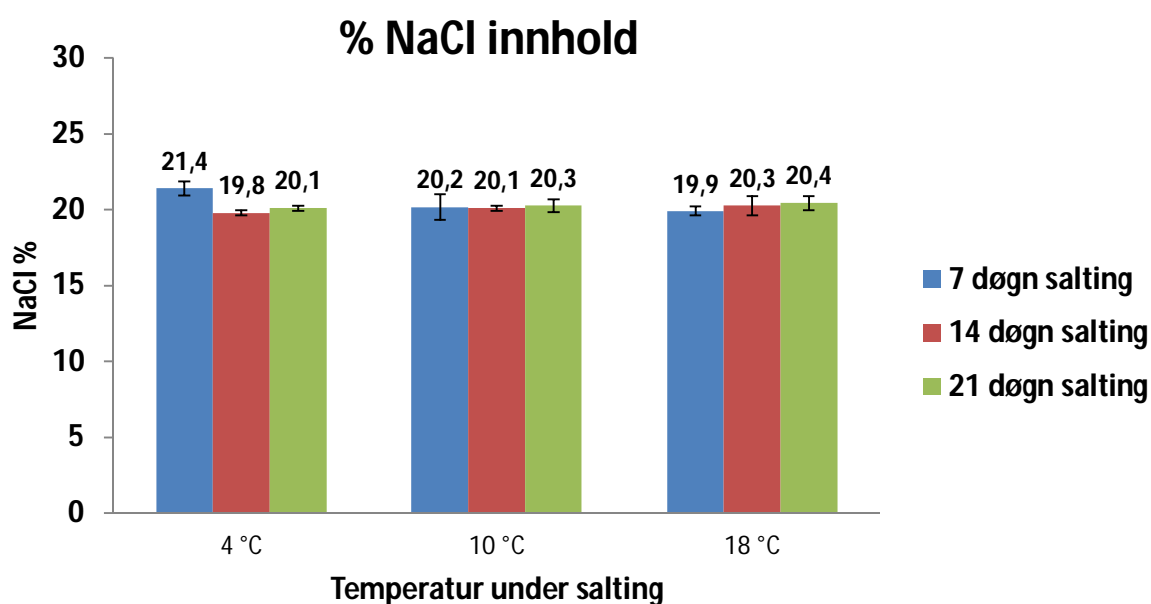
Figur 4 viser innhold av vann (g/100g) i klippfisk av sei etter salting i 7, 14 og 21 døgn ved 4, 10 og 18 °C. Resultatene viser gjennomsnittsverdi av 3 fisk med standardavvik. Til analysering av kjemisk kvalitet ble det for hver gruppe tatt ut en fisk som hadde ligget øverst på pallen, en fra midten og en fisk som hadde ligget nederst på pallen under saltmodning (som hadde motsatt plassering i karet under pickling). Ved uttak av prøver ble snittmetoden brukt og skinn og bein fjernet før homogenisering.

## Vanninnhold



Figur 4. Vanninnhold i klippfisk sei saltet i 7, 14 eller 21 døgn ved 4, 10 eller 18 °C. Gjennomsnitt og standardavvik for tre fisk per gruppe vist. Fisk ble tatt ut fra nederst, midten og øverst på pallen.

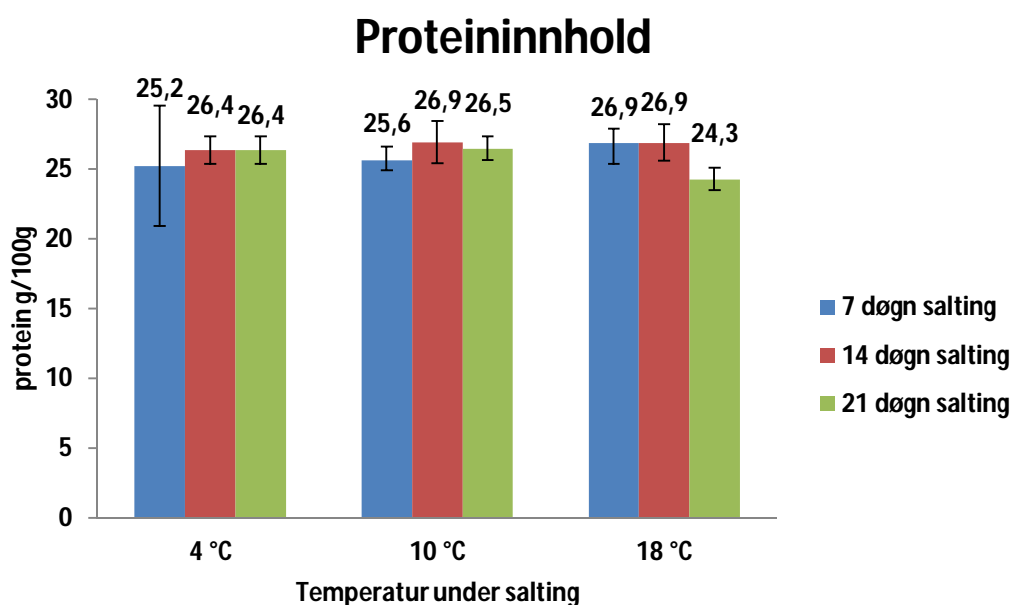
Vanninnholdet i klippfisken er fra 51 % til nesten 54 % for alle grupper, noe som er høyt i forhold til at fisken skal være 7/8-dels tørr (vanninnhold på rundt 45 %). Det er minst vanninnhold i fisk saltet i 21 døgn ved 4 °C og høyest i fisk saltet i 21 døgn ved 18 °C. Dette viser at gruppen med høyest utbytte har lavest vanninnhold og gruppen med lavest utbytte har høyest vanninnhold. Ellers ser en ingen trender i vanninnhold med hensyn til saltetid eller saltetemperatur.



**Figur 5. Saltinnhold (%) i klippfisk sei saltet i 7, 14 eller 21 døgn ved 4, 10 eller 18 °C. Gjennomsnitt og standardavvik for tre fisk per gruppe vist. Fisk ble tatt ut fra nederst, midten og øverst på pallen.**

Saltinnholdet i alle grupper av klippfisk av sei lå på rundt 20-21 %. Det ble ikke funnet noen systematiske trender i saltinnhold med hensyn til saltetid eller saltetemperatur. Figur 5 viser prosentvis innhold av salt i klippfisk av sei etter salting i 7, 14 og 21 døgn ved 4, 10 og 18 °C. Resultatene er gjennomsnittlig måling av 3 fisk per gruppe med standardavvik. Resultatene viser at en har størst innhold av salt i fisk saltet i 7 døgn ved 4 °C og minst i fisk saltet i 14 døgn ved 4 °C.

Proteininnholdet i gruppene av klippfisk sei lå på 24,3 til 26,9 % (figur 6). Resultatene for proteininnhold viser at innholdet er lavest i gruppen saltet i 21 døgn ved 18 °C og høyest i gruppen saltet i 14 dager ved 10 og 18 °C. Størst variasjon har en i gruppen saltet ved 4 °C i 7 døgn.

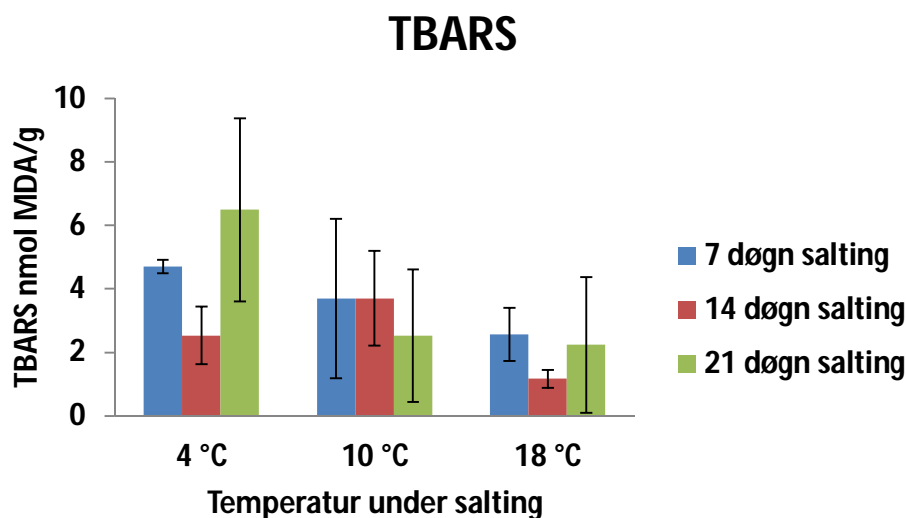


**Figur 6. Innhold (g/100g) av protein i klippfisk av sei etter salting i 7, 14 og 21 døgn ved 4, 10 og 18 °C. Gjennomsnitt og standardavvik for tre fisk per gruppe vist. Fisk ble tatt ut fra nederst, midten og øverst på pallen.**

Analysene av TBARS (harskning) viser at nivået ligger mellom 1 og 6 nmol MDA/g for alle grupper av klippfisk (figur 7). Dette er lavt sammenlignet med forsøk på torsk der nivået etter 21 døgns salting lå på rundt 20-25 nmol MDA/g (Lauritsen *et al.*, 1999).

Høyest nivå av TBARS finner en i gruppen saltet i 7 døgn ved 4 °C og lavest i gruppen saltet i 14 døgn ved 18 °C. Noe uventet, viser resultatene en trend til at harskningen reduseres ved økt saltetemperatur. Det er likevel store individvariasjoner innen for parallellene. Målingene viser heller ikke høyere TBARS/g fisk for sei enn tidligere

analyser av saltfisk av torsk (Bjørkevoll *et al.* 2008). Dette kunne en kanskje forvente i og med sei er en fetere fisk enn torsk.



Figur 7 TBARS- innhold (nmol MDA/g) (et mål på harskning av fett) i sei etter salting i 7, 14 og 21 døgn ved 4, 10 og 18 °C og videre tørking til 7/8-del klippfisk. N = 3.

## 3.3 Mikrobiologiske analyser

### 3.3.1 Gjennomføring

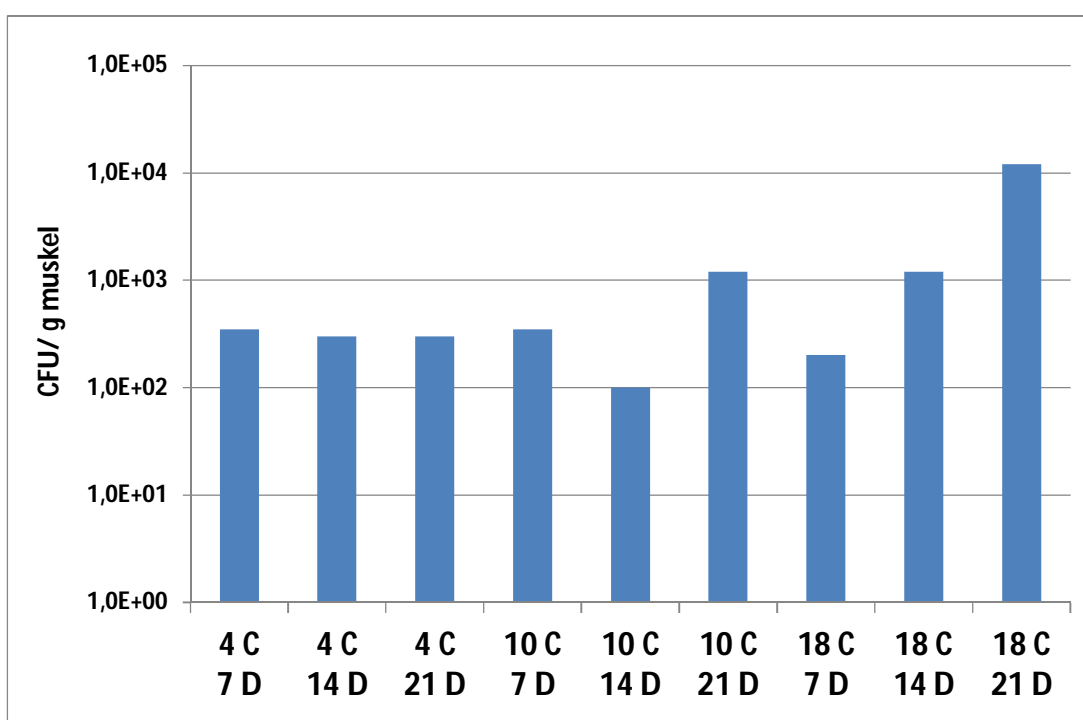
Totalt 3-5 g skinn og beinfri muskel ble tatt ut ved bruk av sterilteknikk og overført til sterile poser. Det ble analysert på 9 grupper (4, 10 og 18 °C i 7, 14 eller 21 døgn) og 3 fisk per gruppe, totalt 27 prøver. I tillegg ble prøver av lake fra uttak etter 7 og 21 døgn analysert for alle 3 temperaturer, totalt 6 prøver. For hver prøve ble ca. 5 g lake tatt ut til analysering.

Muskel ble homogenisert 1:5 i pH-justert (7,4) peptonvann tilsatt 25 % NaCl ved analysering av rødmidd på rødmidd-medium. Samme fortykning ble brukt for analysering av brunmidd på DG-18 medium, der peptonvann (pH 5,6) tilsatt 7,5 % NaCl ble brukt under homogeniseringen. For analysering av totalt kimtall ble prøver fortyknet 1:10 og ikke 1:5 som for analysering av midd-innhold. Ved utsåing på agar ble PCA tilsatt 0,9 % (for totalt kimtall) eller 20 % NaCl (for totalt antall halofile bakterier) benyttet og prøver homogenisert i peptonvann med henholdsvis 0,9 % NaCl (pH 7,0) og 25 % NaCl (pH 7,4). Alle prøver ble så videre fortyknet 1:100 i respektive type peptonvann.

For lakeprøver ble 100 µl (mikroliter) overført til alle typer medium foruten rødmidd-medium der 200 µl ble benyttet. For fiskemuskel ble 200 µl homogenisat sådd ut for analysering av midd-innhold (rød og brun) og 100 µl sådd ut ved analysering av totalkim på PCA (0,9 eller 20 %).

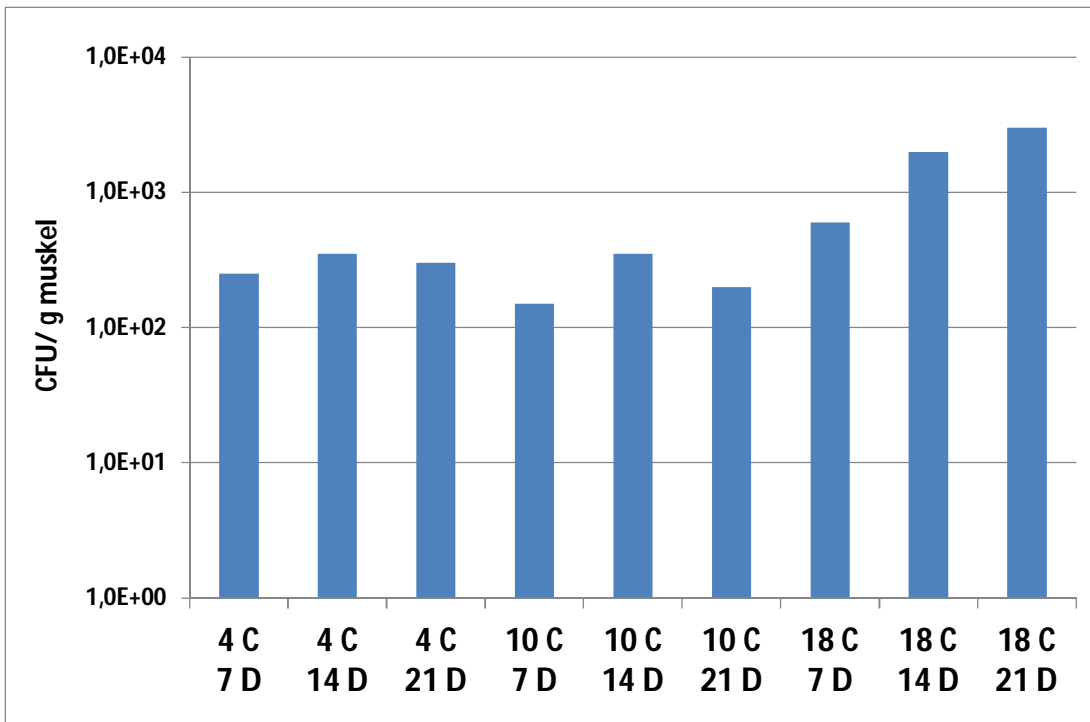
### 3.3.2 Resultater

Totalt kimtall lå mellom 100 og 10000 bakterier per gram i klippfisk (figur 8). Av 9 grupper lå 8 lavt omkring 100 -1000, mens siste uttak (21 døgn) for fisk saltet ved 18 °C skilte seg ut med et relativt høyt kimtall. Det var en av tre fisk som hadde et høyt kimtall i denne gruppen, de to andre fiskene i gruppen hadde et lavt kimtall tilsvarende de andre gruppene.

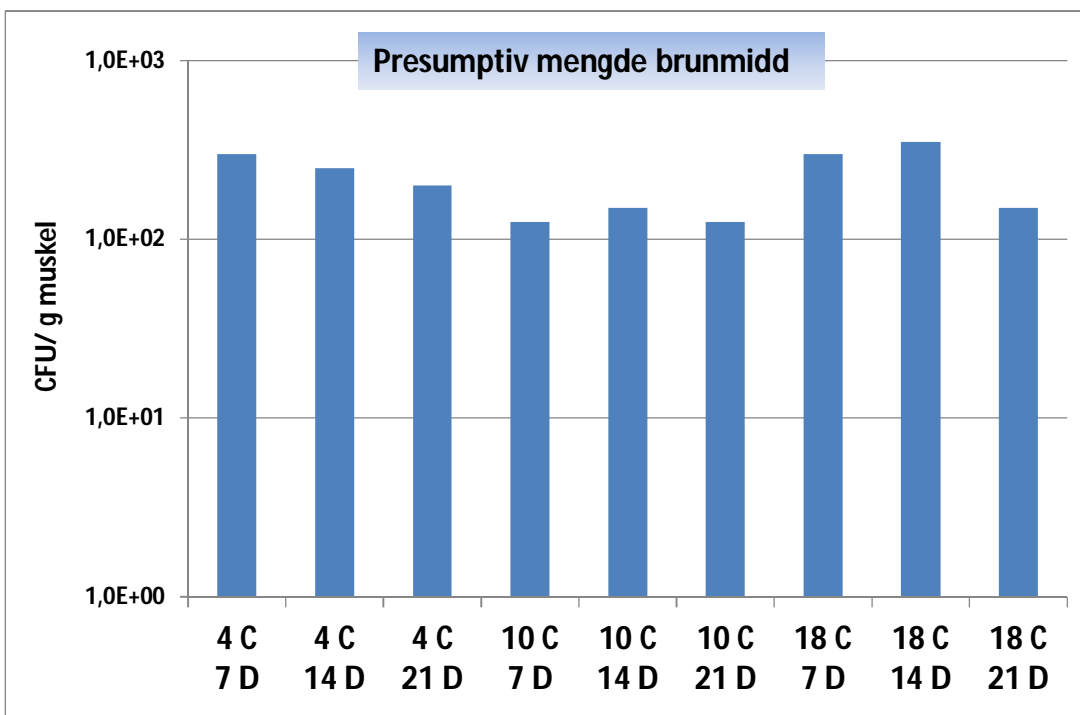


Figur 8. Totalt kimtall i klippfisk sei saltet ved 4, 10 eller 18 ° C i 7, 14 eller 21 døgn. Prøver dyrket på PCA med 0,9 % NaCl og inkubert ved 4 °C.

Mengde totalt halofile bakterier (salttolerante) lå i området 100 – 3000 for alle grupper (figur 9). Fisk saltet ved 18 °C skilte seg ut med et bakterieinvå som var 5-10 ganger høyere enn de to andre gruppene i tillegg til at nivået steg med økt saltetid.



Figur 9. Totalt antall halofile bakterier i klippfisk sei saltet ved 4, 10 eller 18 ° C i 7, 14 eller 21 døgn. Prøver dyrket på PCA med 20 % NaCl og inkubert ved 20 °C.



Figur 10. Totalt antall presumptive brunmidd i klippfisk sei saltet ved 4, 10 eller 18 ° C i 7, 14 eller 21 døgn. Prøver dyrket på PCA med 20 % NaCl og inkubert ved 20 °C.

For detektering av brunmidd ble prøver dyrket på mediet DG-18. På dette mediet ble det kun registrert brunmidd-lignende kolonier på 1-2 av 27 prøver. Ved dyrking på PCA tilsatt 20 % NaCl ble det registrert små brune og forhøyede kolonier på 23 av 27 prøver klippfisk. Det er noe usikkert om dette er brunmidd, og derfor blir resultatene presentert som mengde presumptive brunmidd (sannsynligvis brunmidd). Nivået presumptive brunmidd lå lavt for alle grupper, på litt i overkant av 100 /gram (figur 10).

Mengde rødmidd ble undersøkt ved dyrking av klippfiskprøver på rødmidd medium inkubert ved 37 °C. Det ble ikke registrert rødmidd bakterier på noen av prøvene, det vil si at alle grupper inneholdt under 25 rødmidd-bakterier per gram. Disse resultatene indikerer at rødmidd ikke ser ut til å vokse under pickelsalting, ei heller ved høye temperaturer. Dette kan komme av at oksygentilgangen er liten, både på grunn av laken som stenger ute luft og av høyt saltinnhold i laken (som reduserer oksygenmetningen vesentlig), som dermed hindrer den obligat aerobe (må ha oksygen for å vokse) rødmidd bakterien i å vokse. På rødmidd-agar ble det registrert rundt 25 bakterier (andre typer enn rødmidd) per gram eller under for alle grupper utenom salting i 14 og 21 døgn ved 18 °C. Disse gruppene inneholdt henholdsvis 87 og 67 bakterier per gram, men dette var ikke rødmidd bakterier (som gir røde kolonier), men brune og for det meste transparente (gjennomsiktige) kolonier.

Bakterienivået ble også målt i laken etter 7 og 21 døgns salting. Totalt kimtall lå mellom 100 og 900 bakterier per gram, noe lavere for gruppene saltet ved 10 °C enn de to andre temperaturene. Nivået av totalt halofile bakterier i laken var under 100/ g for 4 av 6 grupper. Salting ved 10 °C i 7 døgn og ved 18 °C i 21 skilte seg ut med noe forhøyet bakterieinnhold, på henholdsvis 3900 og 1400 bakterier per gram. Det ble ikke registrert brunmidd i laken, verken ved dyrking på DG-18 medium eller PCA medium med 20 % NaCl. Det ble ikke funnet rødmidd i noen av lake-prøvene.

Det ble registrert lave nivå for totalt kimtall og totalt halofile bakterier i klippfisk sei i dette forsøket. Unntaket var totalt kimtall for gruppen saltet ved 18 °C i 21 døgn som inneholdt rundt 100 000 bakterier per gram. Siden det kun var en av tre fisk som skilte seg ut med et høyt bakterieinnhold i denne gruppen er resultatene noe usikre. Også for totalt halofile bakterier inneholdt gruppene saltet ved 18 °C noe mer bakterier enn de andre gruppene, men her var forskjellene mindre enn for totalt kimtall. Nivået av brunmidd er usikkert da vi ikke registrerte brunmidd på det selektive mediet (DG 18), men fant brunmidd-lignende kolonier på PCA med 20 % NaCl. Her var nivået lavt og likt for alle grupper. På rødmidd-agar ble det ikke registrert rødmidd for noen av gruppene, men for 18 °C i 14 og 21 døgn ble det registrert et noe forhøyet innhold av andre typer bakterier.





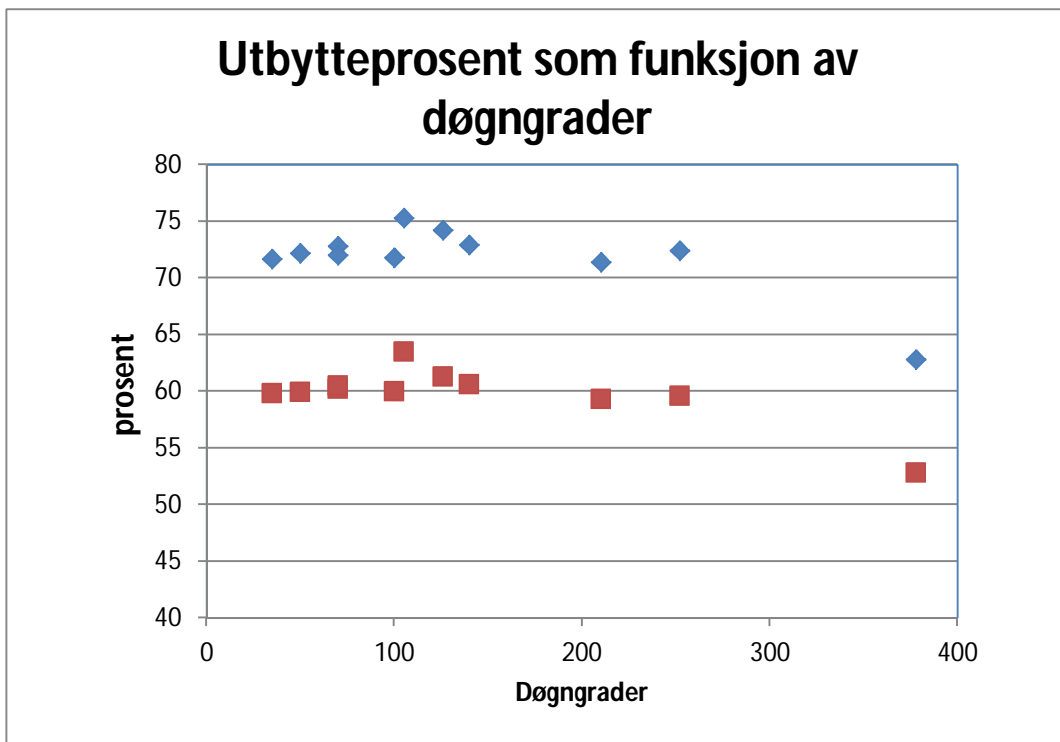
## 4 DISKUSJON

Når det gjelder utbytte, både som saltfisk og klippfisk, skiller fisk saltet ved 4 °C i 7 døgn seg positivt ut. Denne gruppen har også et lavt vanninnhold som klippfisk, og et høyt proteininnhold. Det høye utbyttet er derfor helt reelt, og gjenspeiler en ønsket situasjon. Nest høyest utbytte – både som saltfisk og klippfisk, har fisk saltet ved 18 °C i 7 døgn. Også i dette tilfellet er vanninnholdet lavt og proteininnholdet høyt, som indikerer en gunstig situasjon.

På den annen side har gruppen fisk saltet ved 18 °C i 21 døgn klart lavest utbytte, både som saltfisk og klippfisk. Denne gruppen har også et høyt vanninnhold og et lavt proteininnhold., slik at utbyttet reelt sett er enda lavere. Det ser derfor ut til at denne gruppen representerer et ugunstig alternativ. Det ble derimot ikke registrert andre kvalitetsmessige forskjeller mellom gruppene.

Transport og reaksjonsprosesser går hurtigere ved økende temperatur. Ved lav temperatur oppnås saltmetning langsommere enn ved høy temperatur, og prosesser utløst av økende saltinnhold kommer senere i gang, og tar lenger tid å gjennomføre. Det er utført innledende studier på enzymatiske prosesser (proteolytisk aktivitet på spesifikke proteaser) under salteforløp. Noen proteaser øker sin aktivitet under salting, i ca. 5 døgn, for deretter å avta ettersom saltprosenten stiger utover ca. 13 % (Stoknes *et al.*, 2005). Forståelsen av samspillet mellom disse prosessene og kvalitet og utbytte for saltfisk og klippfisk er ennå i en tidlig fase, men det er rimelig å anta at prosesser i ulik grad rekker å bli fullført under salteprosessen.

Resultatene av de kjemiske analysene viser ingen trend i forhold til varierende temperatur under salting med unntak av analyse av harskning (TBARS) som noe uventet indikerer lavere harskning dess høyere temperatur. Fra andre forsøk er det kjent at saltopptaket i begynnelsen er raskere jo høyere temperaturen er. Dette forsøket kan tyde på at 4 °C representerer en forsinket konservering, når en ser på innholdet av TBARS.



**Figur 11. Saltfiskutbytte og klippfiskutbytte som funksjon av døgngnader. Saltfiskutbytte vist med blå firkant og klippfiskutbytte vist med rød firkant.**

Når en ser på sammenhengen mellom utbytte og døgngnader (figur 11), er høyest utbytte både for saltfisk og klippfisk konsentrert rundt 100 døgngnader. Vesentlig lavere utbytte oppnås ved svært høyt antall (378) døgngnader.

Ut fra en generell kinetisk vurdering kan det se ut som at de ulike fasene representerer et visst antall døgngnader, slik at en høy temperatur i kort tid tilsvarer lavere temperatur i lengre tid. Ifølge Thorarinsdottir *et al.*, (2002) vil salting gjøre muskelproteiner ustabile, noe som motvirkes ved senking av vanninnholdet. Undersøkelsene i dette forsøket kan også tyde på at omlegging bør finne sted når en viss del av modningsprosessen er gjennomført, for å stabilisere produktet gjennom avrenning og senking av vanninnholdet.

Temperaturøkning fra 4 til 10 °C under salting har liten påvirkning på bakterieinnholdet i sluttproduktet klippfisk. En økning i saltetemperaturen til 18 °C medfører imidlertid økt risiko for forhøyet bakterieinnhold. Siden disse bakterier ikke er identifisert, vil det være vanskelig å avgjøre hvilken effekt bakteriene har på kvalitet. Likevel vil forhøyet kimtall være en indikasjon på at saltetemperaturen er for høy. Når det gjelder brun- og rødmidd, var det ingen forskjeller mellom gruppene. Det ble registrert lave nivå av brunmidd (litt i overkant av 100/g) og rødmidd nivå under

deteksjonsgrensen (under 25/g). At ikke mengden av midd øker ved høy saltetemperatur kan komme av at disse organismene er obligat aerobe (må ha oksygen for å vokse). I saltekarene vil det være lav tilgang på oksygen fordi laken stenger luften ute og fordi høy saltholdighet i laken gir lav oksygenmetning. Dermed ser det ut til at brun- eller rødmidd ikke er i stand til å vokse selv om temperatur og saltholdighet er gunstig. Heller ikke overflatelake inneholdt brun- eller rødmidd. Dette indikerer at overflaten, der det vil være tilgang på oksygen, ikke ser det ut til å ha vekst av disse organismene under salting. Dette kan kanskje komme av at organismene ikke greier å holde seg konstant i overflaten. Likevel er det kjent at rødmidd kan danne vakuoler (luftbobler) som gjør at de kan holde seg flytende. For brunmidd vil også plastikk hetter over karene være med på å hindre luftbåren kontaminasjon av brunmidd-sporer under lagring.



## 5 KONKLUSJON

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 kan ha blitt vasket bort med laken, slik at saltfritt tørrstoff (dvs. proteinprodukter) er forsvunnet, og utbyttet og proteininnholdet samtidig er redusert. Optimalt utbytte er salting ved lav temperatur (4 °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 kan være et resultat av at ikke muskelproteinene 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

Bjørkevoll, I. og Hellevik, A.H. (2009). Styring av salteprosessen ved produksjon av salt- og klippfisk, Delrapport I. Møreforskingrapport nr. Å0905

Bjørkevoll, I., Lauritzsen, K., Bjørn Gundersen, Dahl R., Eilertsen, G., Sivertsen, A., Gildberg, A., Thorarinsdottir, K., Arason, S., Jonsdottir, R., Hellevik, A.H. and Rønneberg, N. (2008). Ripening of salted cod. NORA-Project report

Lauritzsen, K., Martinsen, G. and Olsen, R.L. (1999). Copper induced lipid oxidation during salting of cod (*Gadus morhua* L.). J. Food Lipids, 6: 299-315

Stoknes, I.S., Walde, P.M. og Synnes, M. (2005). Proteolytic activity in cod (*Gadus Morhua*) during salt curing. Food Research International Vol. 38 pp. 693-699.

Thorarinsdottir, K.A., Arason, S. Geirsdottir, M., Bogason, S.G. og Kristbergson, K. (2002). Changes in myofibrillar proteins during processing of salted cod (*Gadus morhua*) as determined by electrophoresis and differential scanning calorimetry. Food chemistry Vol. 77, s. 377-385.