

Rapport nr. Å0218

# Plastemballasje for saltfisk

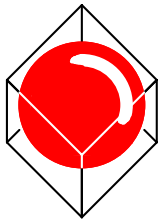
## Pakke- og lagringsforsøk



Grete Hansen Aas, Taran Skjerdal, Ingebrigt Bjørkevoll, Gjermund Vogt og Iren Stoknes

Ålesund, november 2002





**MØREFORSKING**  
**Ålesund**

*Møreforskning Ålesund*  
*Postboks 5075*  
*6021 Ålesund*  
*Telefon: 7016 1350*  
*Telefax: 7013 8978*

## RAPPORT

|   |   |
|---|---|
| Tittel:<br>Plastemballasje for saltfisk<br>Pakke- og lagringsforsøk   | ISSN 0804-5380                                |
|   | Rapport nr.: Å0218                            |
| Oppdragsgiver (navn og adr.):<br>Fiskeri og Havbruksnæringens Landsforening<br>Postboks 514 Sentrum<br>6001 Ålesund | Dato: november, 2002                          |
|   | Antall sider: 45                              |
|   | Referanse oppdragsgiver:<br>Arnt Olav Aarseth |
| Tlf./Fax.: 70124560   |   |
| Forfattere:<br>Grete Hansen Aas, Taran Skjerdal, Ingebrigt Bjørkevoll,<br>Gjermund Vogt og Iren Stoknes             | Signatur:                                     |
| Rapport godkjent av: Forskningsleder Iren Stoknes   | Signatur:                                     |

### Sammendrag:

Det er gjennomført et pakke og lagringsforsøk hvor saltfilet er pakket i Dynopack plastemballasje og tradisjonell pappemballasje. Kvaliteten på saltfileten er fulgt opp ved fysiske/kjemiske målinger, mikrobiologiske målinger og sensoriske analyser. Effekt av temperaturheving ved transportsimulering er undersøkt. Det er også undersøkt hvordan pakking i modifisert atmosfære påvirker kvaliteten. Grunnleggende studier av mikrobiologiske, kjemisk/fysiske og sensoriske egenskaper ved saltfilet lagret i Dynopack-plastskåler viste at produktkvaliteten var minst like bra som for fileten lagret i tradisjonell pappemballasje. Det kan konkluderes med at saltfilet pakket i Dynopack plastskåler har gode kvalitetsegenskaper, selv etter en lagringstid på 2 år ved kjøletemperatur.

I forhold til prosjektets mål kan det derfor konkluderes med at Dynopack plastskåler ser ut til å være godt egnet som emballasje for saltfilet. Denne emballeringsmetoden vil kunne gjøre det mulig å få saltfilet fra Norge direkte inn på detaljistmarkedet gjennom samdistribusjon med andre varer. På denne måten kan konkurransesituasjonen for saltfilet forbedres, og en kan oppnå bedre lønnsomhet for næringen.

Emneord: saltfilet, emballasje; kvalitet; rødmidd; sensorikk

Distribusjon/Tilgang: Begrenset



## Forord

Prosjektet "Plastemballasje for saltfisk" startet våren 2000. Prosjektet har vært et samarbeid mellom Fiskeri og Havbruksnæringens Landsforening (FHL)-"Saltfiskforum" med medlemsbedrifter, Polimoon AS og forskningsinstitutter. Forskningsinstituttene som har vært med er Møreforskning, Fiskeriforskning, Matforsk og Norconserv. De tre saltfiskprodusentene som har vært med i prosjektet er Roger AS ved Per K. Uggedal og Peer Torvik, Westfish AS ved Christian Caspersen og Severin Tranvåg AS ved Sigurd Solevåg (Tranvåg, Averøy).

Polimoon har vært en aktiv diskusjonspartner i tillegg til å være leverandør av emballasje og utstyr. Prosjektet har vært styrt av FHL og delfinansiert av Norges Forskningsråd. Polimoon og SND. Alle bedriftene har også gått inn med en betydelig egeninnsats i prosjektet.

Takk til alle som har deltatt i prosjektet. Prosjektledere ved FHL (tidl. FNL) har vært Gunnar Kolbeinson, Freddy Sørensen og Arnt Olav Aarseth. Ved Møreforskning har Iren Stoknes vært prosjektleder og Grete H. Aas har hatt ansvar for datainnsamling, bearbeiding og rapportkoordinering. Ann Helen Hellevik, Andreas Wammer og Wenche Emblem har bidratt til prosjektgjennomføring hos Møreforskning. Ved Fiskeriforskning har Taran Skjerdal og Ingebrigt Bjørkevoll vært ansvarlig for mikrobiologiske undersøkelser. Reidun Dahl har stått for de praktiske harskningsanalysene. Ved Matforsk har Gjermund Vogt vært ansvarlig for sensoriske analyser og analyse ved elektronisk nese og Headspace GC-MS. Ved Norconserv har Morten Sivertsvik vært diskusjonspartner, spesielt innen modifisert atmosfærepakking.

I prosjektet er det gjennomført et pakke/lagringsforsøk samt markedsarbeid. Dette er en felles rapport for arbeidet som er gjort i pakke/lagringsforsøket som er gjennomført ved Roger AS, mens en egen delrapport beskriver markedsarbeidet (Fjortoft 2000).

Vi vil takke for god hjelp til gjennomføring av forsøket ved Roger AS. Særlig vil vi takke produksjonssjef Kim Bjørge som fulgte opp alle uttak under hele lagringsperioden. Vi vil også takke AGA, ved Kjell Arne Straumann for bistand under pakking og lån av gasspakkeutstyr, samt Nordic Supply ved Hallstein Soleng for lån av gassmåleutstyr vederlagsfritt.

Ålesund, nov 2002

Grete Hansen Aas  
(rapportkoordinator)



## Sammendrag

Tradisjonelt blir saltfilet og saltfisk pakket i pappkartonger før transport til markedet. Avrenning av væske fra kartongene og utskillelse av lukt hindrer samdistribusjon med andre varer. Næringen ønsket en tett emballasje for å oppnå samdistribusjon med andre varer. En var i utgangspunktet usikker på hvilken effekt en tett emballasje ville ha på saltfisk over tid. Det var spørsmål om andre mikroorganismer ville utvikle seg i den fuktige og tette atmosfæren, om det ville bli fargeendringer og andre smakskomponenter enn det en er vant til ved bruk av vanlig pappemballasje.

Det ble gjennomført et pakkeforsøk med påfølgende lagring i opp til 2 år for å bevise/avkrefte at plastemballasje har uønsket effekt på saltfisk. Råstoffet var kappet og sløyd blokkfrosset torsk som ble filetert, saltet og lagt til avrenning før pakking. Saltfilet ble pakket i plastskåler og påsveiset overfilm, noen i modifisert atmosfære (50% CO<sub>2</sub>, 50% N<sub>2</sub>), og noen med luft. Disse ble så sammenlignet med fisk pakket i pappkartonger. Noen av plastskålene og kartongene ble utsatt for transportsimulering. Det ble foretatt 6 prøveuttak i løpet av 2 år.

Møreforskning fant at vann-, salt-, aske- og proteininnhold, samt pH var stabil gjennom lagringsperioden. Det ble ikke funnet forskjeller mellom fisken som var pakket i plastskåler eller fisken i pappkartonger. Derimot ble det avdekket et avrenningsproblem av lake i plastskålene. Det ble stående et par cm med lake i bunnen av plastskålene, noe som kan skyldes en kort avrenningstid før pakking. Rehydreringsevnen til fisken ble redusert det andre året. Farge målt instrumentelt viser at L\*-verdien, som uttrykk for lyshet, ble høyest for plastpakket saltfilet i forhold til kartongpakket. Det visuelle inntrykket var også at plastpakket fisk var hvitere enn fisken pakket i tradisjonell emballasje. CO<sub>2</sub>-innholdet i plastskåler pakket i modifisert atmosfære (MAP-pakket fisk) var "relativt" stabilt under lagring i 4 måneder, mens oksygeninnholdet lå opp mot 2 %, noe som var høyere enn ønskelig.

Fiskeriforskning har gjort mikrobiologiske undersøkelser og analysert harskning. Det viste seg at pakking av saltfilet i CO<sub>2</sub>-anrikt atmosfære hindret utvikling av rødmidd. De ulike pakke- og lagringsbetingelsene viste forøvrig liten forskjell. Bakteriveksten i utvannet saltfisk ble mindre dersom saltfisken ble lagret i et år eller mer før utvanning. Saltfisk i plastemballasje harsknet like langsomt eller langsommere enn tradisjonelt emballert saltfisk.

Matforsk analyserte sensoriske egenskaper samt harskning. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i harskningskomponenter mellom 4 og 24 måneders lagring for de ulike pakkemetodene. Det ble funnet en trend i økt utvikling av harskning over tid samt påvist en økning av generell smaksintensitet i løpet av lagringsperioden. Fisk lagret i plastskåler var gjennomgående hvitere enn fisk lagret i pappkartonger og fisk lagret i plastskåler var saftigere og mindre hard enn fisk lagret i pappkartonger.

På bakgrunn av resultatene fra prosjektarbeidet kan det konkluderes med at saltfilet av torsk lagret i Dynopack plastskåler i opptil 2 år har minst like gode kvalitetsegenskaper som filet lagret i tradisjonell pappemballasje. Dynopack-pakkekonseptet ser dermed ut til å være godt egnet som emballasje til saltfilet. Denne emballeringsløsningen vil kunne gjøre det mulig å få saltfilet fra Norge direkte inn på detaljistmarkedet gjennom samdistribusjon med andre varer. Dette vil kunne bidra til forbedret konkurransesituasjon, og bedre lønnsomhet for næringen.





## Innholdsfortegnelse

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.    | INNLEDNING .....                                      | 11 |
| 1.1   | Fisk og emballasje .....                              | 11 |
| 1.2   | Hensikten med arbeidet .....                          | 12 |
| 1.3   | Arbeidsfordeling i prosjektet .....                   | 13 |
| 2.    | MATERIALE OG METODER .....                            | 14 |
| 2.1   | Råstoff .....   | 14 |
| 2.2   | Emballasje, pakking og lagring .....                  | 14 |
| 2.3   | Pakkeserier .....                                     | 15 |
| 2.4   | Målinger og analyser .....                            | 17 |
| 2.4.1 | Analyser av fysiske/kjemiske parametere .....         | 17 |
| 2.4.2 | Mikrobiologiske studier og analyser .....             | 19 |
| 2.4.3 | Harskning .....                                       | 22 |
| 2.4.4 | Sensoriske analyser .....                             | 23 |
| 3.    | RESULTATER OG DISKUSJON .....                         | 24 |
| 3.1   | Fysiske/kjemiske målinger .....                       | 24 |
| 3.2   | Rødmidd og brunmidd .....                             | 31 |
| 3.3   | Bakterieinnhold i saltfisk og utvannet saltfisk ..... | 34 |
| 3.4   | Harskning .....                                       | 37 |
| 3.4.1 | TBARs .....   | 37 |
| 3.4.2 | Headspace Gasskromatografi-Massespektrometri. ....    | 37 |
| 3.4.3 | Elektronisk nese .....                                | 38 |
| 3.5   | Sensorisk analyse. ....                               | 39 |
| 4.    | OPPSUMMERING OG KONKLUSJON .....                      | 41 |
| 4.1   | Oppsummering .....                                    | 41 |
| 4.2   | Konklusjon .....                                      | 42 |
| 5.    | REFERANSER .....                                      | 43 |



## 1. INNLEDNING

### 1.1 Fisk og emballasje

#### *Saltfisk – produksjonsvolum*

I 2001 ble det produsert og eksportert ca. 40.000 tonn saltfisk og 70.000 tonn klippfisk fra Norge til en totalverdi på 4,3 mrd. NOK. Av dette utgjorde saltfisk en verdi på 1,4 mrd. kr. Saltfisknæringen er en av de største industrielle næringene i landet.

#### *Tradisjonell emballasje for saltfisk*

Hovedhensikten med emballasje er å beskytte produktet. Den skal redusere oksidasjonsprosesser (harskning), redusere vanntap, hindre drypp av væske fra emballasjen, redusere bakterievekst og kjemisk forringelse samt hemme lukt. Forskrifter fastsetter detaljerte krav til hvilke stoffer og hvilke mengder det er tillatt å bruke ved produksjon av ulike emballasjetyper. Kravene som stilles til emballasjen er først og fremst at det ikke skal migrere kjemiske stoffer fra emballasjen til produktet.

Saltfisk til eksport blir vanligvis stablet direkte på palle med en enkel beskyttelsesduk over, eller den blir pakket i pappkartonger på paller. For eksport benyttes det i dag i all hovedsak pappkartonger for saltfisk. Saltfisken pakkes som oftest i 25 kg`s kartonger som er belagt med PE (polyetylen) på innsiden. Kartongen består av to deler, en bunn og et lokk. Fisken legges i bunnen med salt mellom hvert lag, lokket legges over og det ”strepes” med nylonband rundt. Kartongene stables på palle og fraktes i egne biler/containere med kjøling. Begge pakkemetodene kan medføre lukt og lekkasje under distribusjon, og samdistribusjon av saltfisk og klippfisk med andre varer blir derfor vanskelig. Pakkemetodene gjør dessuten leveranser av mindre mengder enn hele paller vanskelig. På bakgrunn av dette er det utviklet et nytt emballasjekonsept for saltfisk. Konseptet er basert på pakking av fisken i plastskåler i varierende størrelser (tilsvarende 5-20 kg fisk) med påsveiset overfolie.

Saltfisken som pakkes er inne i en modningsprosess, og vil fortsette å avgi noe vann også under transport. Det vil derfor bli noe lekkasje av væske fra dette godset. I følge norske saltfiskeksportører er reklamasjoner på grunn av vekttap under lagring og transport et typisk problem. Kassene med fisk er i utgangspunktet pakket med noe overvekt i Norge, men ved kontrollveing i mottakerlandet viser det seg å være undervekt. Det skyldes trolig avrenning av væske fra kassene.

Saltfisk er rik på flyktige aromakomponenter, og det vil være en betydelig ”fiskelukt” fra slike varer. Lekkasje av saltlake fra emballasjen er også et problem i forhold til rustdannelse. All transport av saltfisk foregår derfor i egne biler, og det er uaktuelt å ha felles transport med andre matvarer. Dette er særlig et problem når det gjelder distribusjon ut til for eksempel supermarkeder eller HORECA (Hotell, Resturanter, Catering) markeder. Til slike markedssegmenter kan det være snakk om mindre kvanta, og behov for samdistribusjon med andre matvarer.

#### *Dynopack plastemballasje*

Dynopack-systemet<sup>1</sup> er et komplett emballasjesystem for næringsmidler. Det består av stive prestøpte (termoformede) plastskåler som produktet legges i og en overfolie som forseglar skåla. Systemet omfatter også teknisk utstyr. Det dreier seg om ulike pakkemaskiner, fra små

---

<sup>1</sup> Dynopack er et emballasjekonsept levert av Polimoon

og rimelige manuelle forseglingsmaskiner til fullautomatiske pakkelinjer med høy kapasitet og mulighet for vakuump/gass-pakking og tilkobling av fylleutstyr etc. Dynopack-systemet har i dag en rekke bruksområder over hele Europa og Amerika. Produkter som fersk fisk, marinert/røykt fisk, kaviar, salater, levende skjell og andre ulike catering-produkter blir pakket i Dynopack. Systemet egner seg godt for blant annet vakuumering, gasspakking (MAP)<sup>2</sup>, sterilisering, pasteurisering, frysing, kjøling og gjenoppvarming med mikrobølger, varmluft eller koking.

Dynopack PEHD (polyetylen-high density) er skåler som er termoformet av polyetylen med høy tetthet. Materialet gjør at skålene blir stive og har svært høy bruddstyrke. For pakking av saltfisk tenker en først og fremst på å benytte forsegling med vanlig atmosfære inne i pakkene. Skålene kan stables opp på hverandre på paller. Lufta/gassen rundt fisken inne i skålene er med på å ta av for trykket, og dermed unngår en mye klem på fisken.

Verken næringsmiddelkomponenter eller husholdningskjemikalier vil influere på materialet. Komponenter fra PEHD vil heller ikke migrere inn i det emballerte produktet. Materialet oppfyller myndighetskravene i de land det blir eksportert til når det gjelder kontakt med næringsmidler. I tillegg tilfredsstillende de EU- direktiv 90/128 som gjelder plastmaterialer og artikler som kommer i kontakt med næringsmidler. Det er også sertifisert av ”Emballasjekonvensjonen”.

### *Miljøhensyn*

Verken pappemballasje som benyttes i dag, eller Dynopacks plastskåler, representerer noe vesentlig miljømessig problem. Begge varianter kan gjenvinnes eller forbrennes og omsettes til energi. PEHD`s kjemiske struktur gjør materialet til et av de mest miljøvennlige plastmaterialer som finnes. Ved fullstendig forbrenning er de eneste forbrenningsgassene karbondioksyd og vanddamp. Varmeenergien vil være som for parafin. Verken ved nedbrytning eller forbrenning vil det avgis noen form for helse- eller miljøfiendtlige komponenter.

Vekten og volumet av selve emballasjen er også en faktor som må vurderes i forhold til transport og miljøforurensning. Den tradisjonelle pappkartongen som rommer 25 kg saltfisk veier ca. 1000 gram. Tilsvarende veier plastemballasjen som rommer 20 kg fisk 400 gram. Det vil si at ved eksport av en full trailer med saltfisk (20 tonn) vil vekten av plastemballasjen utgjøre ca. 400 kg mindre i vekt enn om det benyttes pappemballasje.

## 1.2 Hensikten med arbeidet

Hensikten med arbeidet var å dokumentere kvaliteten på saltfisk når den ble pakket i ulike emballasjetyper og lagret under forskjellige lagringsbetingelser i inntil 2 år. Fisk pakket i pappkartonger skulle sammenlignes med fisk pakket i plastskåler fylt med luft, og modifisert atmosfære. Noe av fisken ble utsatt for transportsimulering ved å bli flyttet ut fra kjølelager 2 dager per måned i 4 måneder. Kvaliteten ble dokumentert med mikrobiologiske målinger, harskning, sensoriske egenskaper, samt innhold av vann, salt, aske, utvikling av pH, dokumentasjon av vannbindingsevne og rehydreringsevne målt på utvannet fisk, samt vektutvikling.

---

<sup>2</sup> MAP = Modifisert Atmosfære Pakking

Hovedmålet med prosjektet har vært å bidra til at saltfiskbedriftene lettere kan komme inn på detaljistmarkedet uten først å måtte gå via grossister. Mer konkret innebar dette å undersøke hvilken effekt emballering i Dynoplast-skåler har på saltfiskkvalitet etter lagring og transport, sammenlignet med tradisjonell pappemballasje, samt å undersøke hvordan ulike pakkemetoder og temperaturregimer virker inn på saltfiskkvaliteten.

### 1.3 Arbeidsfordeling i prosjektet.

#### *Møreforskning*

Møreforskning har hatt ansvar for pakking, lagring og uttak av prøver gjennom forsøksperioden, og for distribusjon av prøver til de andre instituttene. Møreforskning har vært ansvarlig for analyser av innhold av vann, salt, protein, aske, utvikling av pH, dokumentasjon av vannbindingsevne og rehydreringsevne (ved utvanning), samt vektutvikling/drypptap gjennom lagringsperioden. Farge er målt ved instrumentell fargemåling, samt visuelle mål og generell kvalitetsvurdering av fisk og emballasje. Måling av oksygen og karbondioksyd i de 4 første månedene i pakningene med fisk pakket under modifisert atmosfære, temperatur/luftfuktighetsregistrering er gjennomført på kjølelageret, og i emballasjen. Vurdering av, duggdannelse, klemskader, fasong av skåler (fotografering) er gjennomført. Koordinering av rapportering har vært Møreforskings ansvar.

#### *Fiskeriforskning*

Fiskeriforskning har hatt ansvar for å planlegge og utføre de mikrobiologiske undersøkelsene, samt å analysere harskningsgraden i fisken under lagring. I de mikrobiologiske studiene er det undersøkt om pakkemetodene påvirker dannelse av rødmidd og brunmidd, dvs rød og brun misfarging på fisken, og om totalkimet i saltfisk og i utvannet saltfisk endres som følge av pakkemetode og lagringstid av saltfisken.

I tillegg til dette har Fiskeriforskning hatt tillatelse til vederlagsfritt å bruke overskuddsfisk fra dette prosjektet til andre forsøk, mot at oppdragsgiver ble informert om hva fisken ble brukt til. Fisken har vært brukt i to prosjekter, (1) som råmateriale for utvikling av konserveringsmetoder for utvannet saltfisk (DESCOD Improved shelf life and safety of desalted cod, an easy-to-use product of salted cod, finansiert av EU), og (2) til utvikling av en ny utvanningsprosess (DESCOD og egenfinansiert prosjekt ved Fiskeriforskning). Resultatene fra disse studiene er beskrevet i blant annet Skjerdal *et al* 2002 og Olsen *et al* 2001. Det er også laget kortfattede informasjonsbrev og faktaark fra disse studiene, som kan fås på forespørsel.

#### *Matforsk*

Matforsk har hatt ansvar for sensorisk analyse (trent dommerpanel) og kjemiske analyser (Dynamisk Headspace-GC/MS og Elektronisk nese) av saltfiletene. Når det gjelder sensoriske analyser har saltfiletene blitt bedømt ved hjelp av beskrivende tester på både smak, lukt, tekstur og glans. Når det gjelder kjemiske metoder er det først og fremst harskningskomponenter og eventueller flyktige kontaminanter det har vært analysert etter.

#### *Norconserv*

Norconserv fikk av økonomiske årsaker tildelt en svært begrenset rolle i prosjektet. Insituttet bidro med råd angående MAP-pakking og deltok i prosjektmøte i november 2000.

## 2. MATERIALE OG METODER

### 2.1 Råstoff

I forsøket ble det benyttet kappet og sløyd blokkfrosset torsk (<2,5 kg). Ca. 2.5 tonn ble tint etter bedriftens ordinære tineprosess mandag 17/4-00. Neste dag ble det tinte råstoffet filetert og injeksjonssaltet. Etter injeksjonssalting ble filetene saltet videre i tette kar (selvforlaking). Etter 8 dager i saltlake ble karet med filet snudd ned på en palle. Saltfiletene lå til avrenning på palle til neste dag før pakking

Bedriftens ordinære rutiner for salting og avrenning for pakking ble fulgt. Saltfiletene var fordelt på 3 paller.

#### *Kvalitetsvurdering*

Saltfileten var av god kvalitet. Den var lys og fin og det var forholdsvis liten andel universal fisk. Noen fileter var ”klebet” sammen på grunn av mangel på salt mellom filetene ved salting i kar. Enkelte fileter med sterk misfarging ble tatt ut av forsøket.

### 2.2 Emballasje, pakking og lagring

To emballasjetyper ble benyttet: tradisjonell pappkartong og plastskåler

- Tradisjonell pappkartong (Bilde 1) for saltfisk/klippfisk: 26,5 kg filet + 4 kg salt, totalt 30,5 kg ble pakket i hver kartong. Litt salt ble strødd i bunnen, mellom lagene og det øverste laget med filet ble lagt med skinnet opp. Fem merkede fileter ble lagt innimellom de andre. En blanding av alle filetstørrelser ble brukt (200-800g).
- I plastskåler (Bilde 2): 5,3 kg filet + 1 kg salt, totalt 6,3 kg i hver plastskål som rommer 7,7 liter. En måtte være forsiktig med for mye salt på det øverste laget, for å unngå problemer med påsveising av plastfilm. Plastskålene ble pakket med atmosfære (kun påsveising med film) eller med MAP (først vakuumering og deretter påfylling av gass). Med MAP ble det i hovedforsøket pakket med en gassblanding på 50% CO<sub>2</sub> og 50% N<sub>2</sub>.



**Bilde 1:** 25 kg pappkartong med saltfileter fra pakkeforsøk med Roger AS.



**Bilde 2:** 7,7 liters Dynopack plastskål med saltfileter fra pakkeforsøk ved Roger AS.

Til dette forsøket for laboratorieanalyser ble det benyttet mindre plastskåler enn de som ble pakket for markedsarbeid (Fjørtoft 2000.) Dette ble gjort for å spare råstoff.

### 2.3 Pakkeserier

Det ble pakket tilsammen 5 pakkeserier for lagring. To temperaturregimer ble undersøkt:

- Kjølelagring ved 4°C
- Transportsimulering med forhøyet temperatur ca 2 ganger i måneden i 4 måneder, deretter stabil 4°C i inntil 2 år.



*Bilde 3: Lagring av plastskåler på palle for lagringsforsøket.*

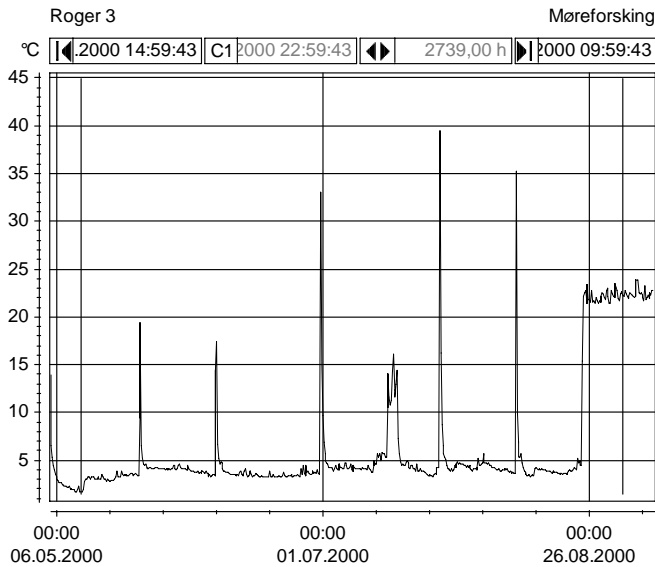
De 5 pakkeseriene i forsøket var:

- Tradisjonell papp, kjølelagret.
- Tradisjonell papp med transportsimulering\*.
- Plastskåler, kjølelagret.
- Plastskåler med transportsimulering\*.
- Plastskåler med CO<sub>2</sub> anriket atmosfære\*\*, kjølelagret.

\* Ved transportsimulering ble paller med emballert fisk kjørt ut av kjølelager 2 dager i måneden de første 4 månedene, tilsammen 7 ganger. Noen ganger ble pallene satt i sollys. Dette ble gjort for å simulere et tilnærmet reelt temperaturregime ved utsendelse av saltfisk

\*\* MAP. Modifisert atmosfære, 50% CO<sub>2</sub> og 50% N<sub>2</sub>

Utskrift av temperaturlogger som lå inne i en av pakkene som ble utsatt for transportsimulering er vist i Figur 1. Utskriften viser at kjølerommet holdt stabilt 4°C. Ved uttakene fra kjølerommet viser målingene at temperaturen kom opp i mellom 15 og 40°C i løpet av dagen pallen stod ute. De høyeste verdiene skyldes antakelig direkte solbestråling.



**Figur 1.** Temperaturutvikling i emballasjen som ble utsatt for transportsimulering de fire første månedene av lagringsforsøket. Loggeren var plassert i emballasjen. Transportsimulering er dokumentert som temperaturhevinger (topper) fra logger plassert i emballasjen. Toppene illustrerer temperaturøkning ved lagring utenfor lagerbygningen, noen ganger i sollys.

#### Merking

Totalt 314 fileter ble veid og merket individuelt ved forsøksstart og fordelt i kartonger og plastskåler før registrering av sluttvekt ved de ulike prøveuttakene. Filetene fra hele partiet ble tilfeldig fordelt på de ulike pakkeseriene som beskrevet i tabell 1.

#### Uttak og forsendelse av prøver

Før pakking ble det tatt ut fileter til nulluttak av råstoffet, 20 fileter til Møreforsking og 10 til hver av Matforsk og Fiskeriforskning. For de øvrige uttakene viser tabell 1 oversikt over uttakene.



**Tabell 1:** Oversikt over lagringstid og prøveuttak for de ulike pakkeseriene. Antall skåler/kartonger som er tatt ut ved prøveuttak er angitt.

| Lagringstid               | 2 mnd* | 4 mnd* | 8 mnd | 12 mnd* | 18 mnd | 24 mnd* |
|---------------------------|--------|--------|-------|---------|--------|---------|
| Uttak                     | 1      | 2      | 3     | 4       | 5      | 6       |
| Serie                     |        |        |       |         |        |         |
| Plastskåler 4° C          | 9      | 9      | 3     | 9       | 3      | 9       |
| Plastskåler transportsim. | 9      | 9      | 3     | 9       |        |         |
| Plastskåler MAP           | 9      | 9      |       |         |        |         |
| Pappkartong 4 C           | 3      | 3      | 2     | 3       | 2      | 3       |
| Pappkartong transportsim. | 2      | 2      | 2     | 2       |        | 1       |

\*Ved hoveduttakene (0, 2mnd, 4 mnd, 12 mnd og 24 mnd) ble det sendt prøver for analyse til Matforsk og Fiskeriforskning. De fikk tilsendt 3 plastskåler fra hver behandling samt 10 fileter fra hver pappkartong, pakket i aluminiumsfolie og plast. Ved de andre uttakene ble målinger og analyser kun gjort hos Møreforskning.

## 2.4 Målinger og analyser

### 2.4.1 Analyser av fysiske/kjemiske parametere

#### *Uttak av prøver*

For hver prøve ble det tatt ut 3 fileter, og skåret ut en skinn- og beinfri bit av tykkeste del av fileten. Disse bitene ble homogenisert ved hjelp av en Braun kjøkkenmaskin, før gjennomføring av kjemiske analyser med minimum 3 parallelle analyseprøver.

#### *Vanninnhold*

Vannprosenten ble beregnet ut fra vekttap av 10 gram prøver etter tørking ved 105°C over natten. For de prøvene det også skulle måles saltinnhold i, ble det veid inn 5 gram prøve for å unngå ”overkoking” i foraskingsovn.

#### *Vannbindingsevne*

Vannbindingsevne ble bestemt ved en metode for bestemmelse av vannbindingsevne og koketap i fiskemuskel, *FTFi nr 663 ; 1/7/2 Tromsø*. Vannbindingsevnen viser mengde gjenværende vann etter sentrifugering i forhold til vanninnhold i prøven.

#### *Saltinnhold*

Saltinnhold ble bestemt ved Mohr`s metode som angitt i Sentrallaboratoriets metode nr. 49. Først ble den homogeniserte og tørkede prøven forasket ved 550°C i ca. 4 timer. (Det ble brukt samme prøve som ved analyse av vanninnhold. Prøvene hadde da stått over natten i tørkeskap).

#### *Rehydreringsevne*

Rehydreringsevne er et mål på fiskens evne til opptak av vann ved utvanning. Rehydreringsevne ble bestemt ved beregning av %-vis vektøkning målt av 5 fileter før og etter utvanning. Målingene ble gjort for hver pakkserie. Forhold fisk/vann var 1:2,5 og det ble benyttet springvann. Utvanningskarene ble plassert i kjølig kjeller rom i 48 timer med vannskifte etter 24 timer. Det ble gjort målinger for enkeltfileter og for samlet vekt.

### *pH*

Det ble benyttet to ulike apparater til pH måling. En stikkelektrode (embro pH-meter PHX 1495) og et pH-meter (Mettler-Toedo 340). På grunn av kalibreringsfeil ved stikk elektroden ble denne ikke benyttet i de to siste uttakene. Ved bruk av pH-meter ble 10 gram av homogenisert prøve blandet med 0,15 M KCl etter forholdet 1:1. Ved bruk av stikkelektrode ble gjennomsnittet av målinger på 5 fileter per emballasje beregnet.

### *Farge*

Det ble utført instrumentell fargemåling med Minolta Chromameter CR 200. Fargen blir beskrevet ved systemet CIE (1976) L\*, a\* og b\*. L\* måler lyshet (0=svart, 100= hvit), a\* måler grønn-rød fargetone (-60= grønn, + 60= rød) og b\* gir mål på blå-gul fargetone (-60= blå, +60= gul). For saltfisk og klippfisk blir L\*- og b\*-verdiene ansett som mest relevante. Det ble foretatt 3 målinger på 5 fileter per emballasje (1-3 fra hver serie). Det ble kun målt på kjøttssiden av fileten etter først å ha fjernet mest mulig saltkorn av fileten. Gjennomsnittet av målingene ble beregnet.

### *Vektutvikling/drypptap/temperaturregistrering*

Vektutvikling/drypptap ble målt ved at 5 fileter per kartong/plastskål ble merket og veid ved pakking, og ved prøveuttak. Saltkorn ble forsøkt ristet bort før veiing.

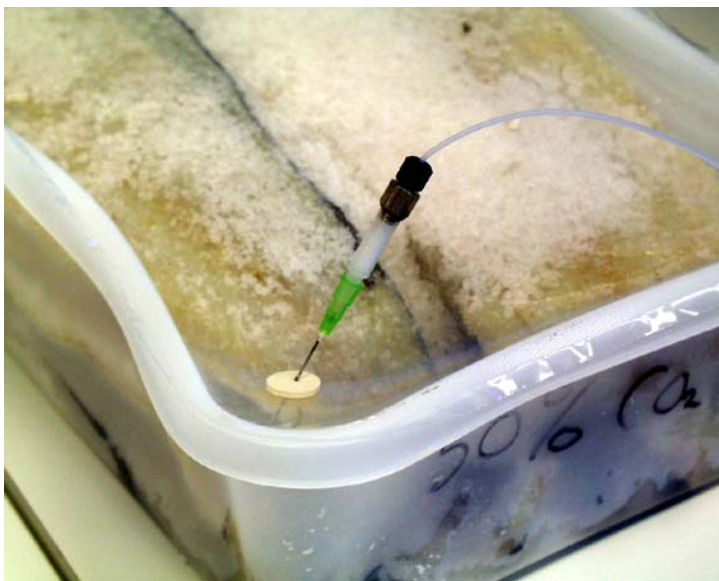
Temperatur ble dokumentert på lageret under lagring. Det ble også målt temperatur inne i en plastskål under lagring ved hjelp av en Tinylogger fra Octopus Marine Consultancy

### *Protein*

Analyse av totalt proteininnhold ble utført etter Kjeldahls metode ved Næringsmiddeltilsynet i Ålesund. Det ble målt for tre paralleller i hver serie og gjennomsnittet ble beregnet.

### *Gassmålinger*

Ved måling av restoksygen og CO<sub>2</sub> i plastskålene ble det benyttet PBI Dansensor, Combi Check 9800-1. Dette ble gjort ved å stikke en føler gjennom et septat som var festet til plastfilmen på pakningen (se bilde 4).



**Bilde 4:** En føler stikkes gjennom et septat festet til filmen for måling av O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>.

### *Statistiske beregninger*

Det er benyttet SYSTAT®10, og enveis variansanalyse (ANOVA) for å analysere effekten av lagringstid og pakkeserie. Bonferroni-test er brukt for å påvise forskjeller mellom pakkeseriene over tid. Signifikante forskjeller på 5% mellom seriene eller uttak vil si at man med 95% sikkerhet kan si at prøvene er forskjellige. Resultatene presenteres grafisk som gjennomsnittstall.

### 2.4.2 Mikrobiologiske studier og analyser

#### *Rødmidd og brunmidd (Saltelskende mikrober)*

Saltfisk og klippfisk kan misfarges av rødmidd og brunmidd. Eksempler på misfarget fisk er gitt i bilde 5. Rødmidd og brunmidd representerer en spesiell gruppe mikrober som er tilpasset høye saltkonsentrasjoner (Larsen 1986). De betegnes derfor "halofile" og "osmofile"<sup>3</sup>. Rødmidd finnes ofte i solsalt, og tilføres bedriften derfra. Bakteriene etablerer seg raskt i bedriften, og det er derfor svært vanlig at saltfisk og klippfisk inneholder spor, dvs 50-500 bakterier per gram fisk, av rødmidd. Bakteriene er som navnet sier røde, men det må i størrelsesorden 1-10 millioner bakterier per cm<sup>2</sup> fiskeoverflate til for at det skal dannes synlig rødfarge. Rødmiddbakteriene krever minst 15 °C for å vokse, og det betyr at rødmidd bare sjelden utvikles dersom fisken lagres med tilstrekkelig kjøling. Effekten av temperatur ble tydelig illustrert høsten 2000, som var uvanlig mild. Produsenter som ikke hadde tilstrekkelig kjølekapasitet fikk da misfarget fisk (Skjerdal 2000).

Det er imidlertid ikke tilstrekkelig at produksjonsanleggene har god kjøling. Saltfisk og klippfisk blir ved tradisjonelt salg lagt fram i salgshyllene uten noen form for kjøling, og brudd i kjølekjeden kan også forekomme under transport. Rødmidd kan dermed dannes etter at fisken er sendt fra produsenten. Det er derfor ønskelig at det utvikles emballasje og emballeringsmetoder som hindrer utvikling av rødmidd.

Brunmidd er en encellet sopp som lett kan etableres og spres via luftesystemer. Spor av brunmidd forekommer relativt ofte på saltfisk, men ikke så ofte som rødmidd. Imidlertid utvikles brunmidd relativt oftere på saltfisk enn rødmidd, fordi brunmidd vokser ved lavere temperatur. Problemstillingene rundt brunmidd er for øvrig de samme som for rødmidd. I dette prosjektet var målet å undersøke om noen av pakkemetodene hindret utvikling av rødmidd og brunmidd, samt om brudd i kjølekjeden ved transportsimulering var stor nok til å gi utvikling av rødmidd.

---

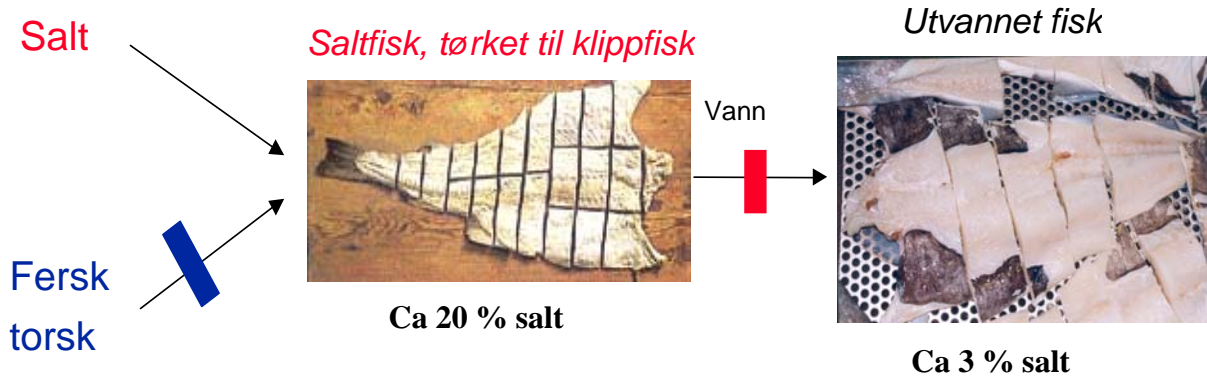
<sup>3</sup> Halofile betyr saltelskende, og betegnelsen halofile mikrober brukes om mikrober som krever svært høye saltkonsentrasjoner for å vokse (Larsen 1986). Osmofile mikrober kan bare vokse ved lav vannaktivitet, dvs ved høye konsentrasjoner (minst 5 %) av salt, sukker eller andre tilsetningsstoffer.



**Bilde 5:** Eksempel på saltfisk med misfarging av rødmidd (øverst) og brunmidd (nederst). Foto: rødmidd: G. Lorentzen, Fiskeriforskning, brunmidd: T. Skjerdal, Fiskeriforskning.

#### *Salttolerante bakterier*

Saltfisk og klippfisk betraktes som fullkonservert, på grunn av det høye saltinnholdet (15-20 %). Det har også vært antatt at så godt som alle mikrober unntatt de saltelskende (se rødmidd og brunmidd over) drepes ved så høy saltkonsentrasjon (Figur 2). Denne antagelsen har imidlertid vist seg å bare være delvis riktig. I senere års studier er det funnet over 70 bakteriearter i fullsaltede fiskeprodukter (Skjerdal og Pedersen 2001). De fleste av disse bakteriene vokser ikke i saltfisk så lenge den er fullsaltet, men vokser opp og gir kvalitetsforringelse av fisken etter utvanning (Bjørkevoll *et al* 2002, Skjerdal *et al* 2002). En av disse bakterientypene er *Psychrobacter*, som finnes i all saltfisk og klippfisk, og er en hovedårsak til at utvannet saltfisk og klippfisk har svært kort holdbarhet. Bakterien finnes på slimet på levende fisk, og kan overleve både gjennom salting og utvanning (Bjørkevoll *et al* 2002).



Tradisjonell tenkning:

Fiskebakterier drepes i saltingen

Halofile bakterier drepes i utvanningen

Nyere forskning:

En rekke bakterier overlever både salting og utvanning

**Figur 2:** Tradisjonell og ny forståelse av bakterieoverlevelse og -vekst i saltfisk og utvannet saltfisk. Siste års forskning har vist at en rekke bakterier kan overleve gjennom salting, tørking og utvanning.

Utvannet saltfisk er et kommende produkt i mange land, men har svært kort holdbarhet som kjølevarer. Konservering av utvannede produkter er derfor nødvendig. I dette prosjektet er det undersøkt om pakkemetodene har effekt på overlevelsen av bakterier i fullsaltet fisk og på bakterieveksten i utvannet saltfisk. Dersom pakking av saltfisk i plastskåler, med eller uten modifisert atmosfære, gir mindre bakterievekst i utvannet fisk vil det være et viktig bidrag til slik konservering.

#### Analyse av rødmidd og brunmidd

Rødmidd og brunmidd ble analysert med NMKL metode nr 141 (Lorentzen *et al* 2001).

#### Analyse av salttolerante bakterier

Salttolerante bakterier ble målt i saltfisk og i sterilt utvannet saltfisk. Fisk og fortynningsvæske (sterilt saltvann (3%) med pepton (0.9 %)) i forholdet 1:10 ble homogenisert ved hjelp av stomacher, og sådd ut på Standard Plate Count Agar (Oxoid CM463) tilsatt 0, 3 eller 7.5 % NaCl. Ulike saltkonsentrasjoner ble brukt for å få en indikasjon på om arter med ulik salttoleranse hadde ulik overlevelsessevne under salting, lagring og utvanning. Prøvene ble inkubert ca 3 dager ved 20°C før avlesning. Det ble målt på 3 fisk for hvert prøveuttak og pakkemetode. Steril utvanning ble gjort ved å legge saltfiskbiter i sterilt vann (forhold 1:10) i 24 timer. Sluttkonsentrasjonen av salt i fisken var da ca 3 %. Den ferdig utvannede fisken ble pakket i sterile plastposer og lagret i 5 dager ved 4°C før analyse.

### 2.4.3 Harskning

#### *Thiobarbitursyrereaktive stoffer(TBARS)*

Gulning av saltfisk har sammenheng med harskning (Lauritzen *et al* 2000).

Harskningsgraden i homogenisert muskel ble bestemt ved å måle mengden thiobarbitursyre reaktive stoffer (TBARS), som beskrevet av Dulavik *et al* (1998). Thiobarbitursyre (TBA) reagerer med malondialdehyd (MDA), som er et sekundært oksidasjonsprodukt fra umettede fettsyrer, og danner et rødfiolett kompleks som kan kvantifiseres spektroskopisk. TBA er ikke spesifikt for MDA, men vil også reagere med aldehyder og ketoner som dannes. Metoden brukes for å sammenligne verdiene av thiobarbitursyre reaktive stoffer i hver gruppe over tid.

Det ble tatt ut tre fileter fra hver gruppe. Det ble opparbeidet to prøver fra hver fisk, og målt to paralleller fra hver prøve, dvs at det er 4 målepunkter per filet.

#### *Headspace Gasskromatografi-Massespektrometri.*

Oksidasjon/harskning av fisk fører til dannelse av en rekke forskjellige flyktige kjemiske komponenter. Typiske stoffer er aldehyder, ketoner, alkoholer etc. Disse har ofte en sammenheng med den sensoriske oppfattelsen av harskhet når en utfører lagringsforsøk, og gir normalt tilleggsinformasjon i forhold til TBARS. Metoden som er benyttet i dette prosjektet er utviklet på MATFORSK for analyse av fisk.

25 gram kvernet fisk ble veiet inn i en 250 ml erlenmeyerkolbe med sliff, tilsatt 100 ml destillert vann og kondisjonert i nitrogenatmosfære ved 70°C i 15 minutter. Deretter ble prøven oversveipt med 100 ml/min nitrogen i 20 minutter ved 70°C. Flyktige komponenter ble adsorbent på Tenax GR/Carbosieve-SIII adsorber, ved "purge and trap" teknikk. Adsorberte komponenter ble injisert med en Perkin Elmer ATD 400 injektor på en Hewlett Packard HP5890/5970 GC/MSD gasskromatografisystem utstyrt med en J&W Waxether kolonne. Det ble analysert på 3 fisk fra samme pakning. Identifisering av topper ble utført ved hjelp av Wiley massespekterbiblioteksøk.

#### *Elektronisk nese.*

Det er analysert med elektronisk nese på de samme fiskestykkene som har vært brukt til sensorisk analyse og Gasskromatografisk analyse. Målet var å finne ut om Elektronisk nese som hurtigmetode kunne benyttes til å overvåke utviklingen av flyktige stoffer, deriblant harskningskomponenter gjennom lagringstiden. Metoden baserer seg på gass-sensor teknologi. I forsøket er det benyttet et kommersielt instrument fra Nordic Sensor Technology Linköping (NST 3220), bestående av MOSFET-, CO<sub>2</sub>- og Taguchisensorer, totalt 22 sensorer. Sensorene har mer eller mindre spesifisitet for forskjellige typer molekyler avhengig av funksjonelle grupper. Da prosjektet startet hadde metoden aldri vært uttestet på fisk av denne typen før.

3 gram av samme fisken som ble benyttet på headspaceanalysen ble kondisjonert ved 60°C i 10 minutter før injeksjon til sensorene. Analysen ble utført på 3 forskjellige fisker fra hver pakning.

#### 2.4.4 Sensoriske analyser

Saltfisken ble analysert av panelet ved en beskrivende test ved QDA-metode (Quality-Descriptive-Analyse, ISO 6564: 1985 E).

I en beskrivende test blir prøvene analysert ut i fra et visst antall sensoriske egenskaper som er bestemt på forhånd. I analysene av saltfisk ble prøvene bedømt etter følgende egenskaper; glans (bedømt på overflaten), intensitet av lukt, surlukt, sjøluft, metallukt, emballasjelukt, lutluft, harsklukt, hvithet, fargetone, fargestyrke, intensitetsmak, frisksmak, modensmak, sursmak, saltsmak, bittersmak, stikkende smak, sjøsmak, metallsmak, emballasjesmak, lutsmak, harsksmak, grovhet, hardhet, saftighet og klebrighet.

I en beskrivende test ble forsøket delt inn i forforsøk og hovedforsøk. I forforsøket ble panelet kalibrert og inntrenet i bruk av de valgte egenskapene og intensiteten av disse. I forforsøket fikk panelet servert to av sortene som kalibreringsprøver.

Et sensorisk panel er å betrakte som et måleinstrument, ikke som enkeltpersoner. I forforsøket gikk man gjennom bedømmelsene av kalibreringsprøvene i plenum med panelet. Hensikten er å kontrollere at dommerne har forstått egenskapsbeskrivelsene og er enige om intensiteten av de forskjellige egenskapene.

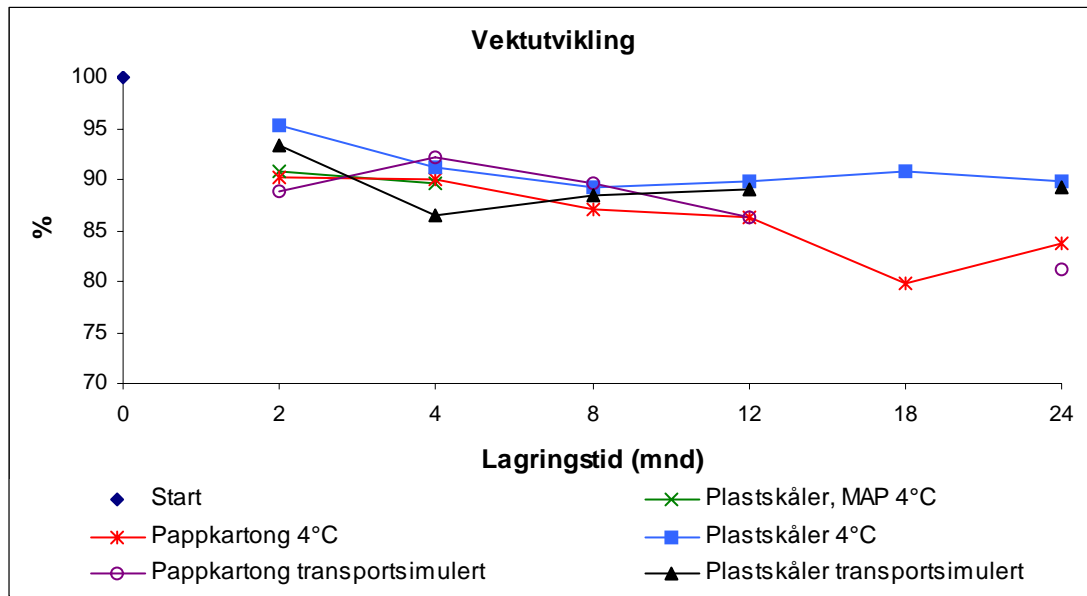
Panelet bedømte prøvene på en skala fra 1 poeng, ingen intensitet av egenskapen til 9 poeng, tydelig intensitet av egenskapen. Samme prøver ble servert i forforsøket i uttak 1, 2 og 3. For uttak nr 4 ble en prøve bedømt i forhold til hverandre og en ny referanseprøve. I hovedforsøket fikk dommerne servert prøvene i randomisert rekkefølge.

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Fysiske/kjemiske målinger

##### Vektutvikling og lakedannelse

Vektendring (prosentvis) gjennom lagringsperioden er vist i figur 3.



**Figur 3:** Vektutvikling over lagring i 2 år, der 100% representerer "startvekt".

Det er signifikante forskjeller mellom seriene når det gjelder vekttap beregnet på individvekt av merkede fileter. Det største vekttapet kommer fra filetene som har vært lagret i kartong. Fileter lagret i plastskåler har et signifikant høyere innhold av vann enn filetene i kartong. De har tapt omtrent 10% av sin opprinnelige vekt. For pappkartong 4° C er vekttapet over 15% etter 2 års lagring.

Bonferroni-test viser at det kun er pappkartong 4° C som skiller seg signifikant fra de andre. Tilsvarende forskjeller for kartong som er transportsimulert er ikke påvist, og det kan skyldes at det ikke var så mange uttak av denne pakkserien siste år. Det er også signifikante forskjeller mellom vekttapet det første året i forhold til det andre året. Det ser ut som om lagring utover ett år gir ytterligere vekttap. Dette er en kvalitetparameter som bør være med i planlegging av logistikk og lagring av produktet. I utgangspunktet ville en forventet å se det samme for vanninnholdet, men der er det ikke påvist denne sammenhengen mellom emballasje og vanninnhold. Økt vannbindingsevne som ble påvist, kan forklares med tap av vann som funnet. Vekttapet som registreres her, kan også være korrelert til lavere rehydreringsevne over tid.



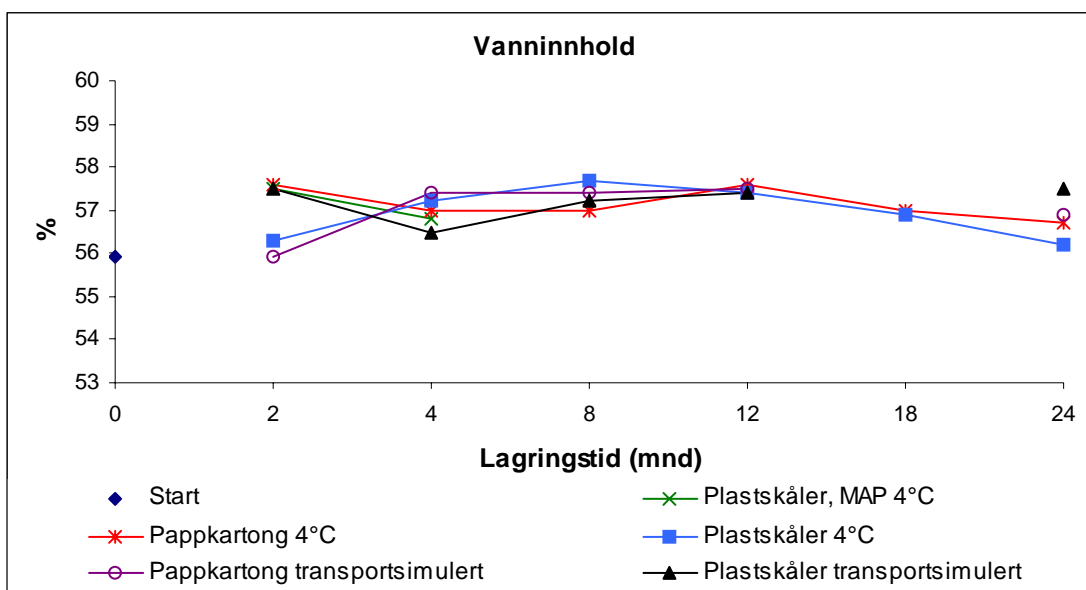


**Bilde 6:** Tilfeldig valgte plastskåler som er utsatt for transportsimulering. De har vært lagret i 8 uker. Lake i bunnen av skålen vises tydelig.

Lakeinnholdet i plastemballasjen var høyt. Dette kommer av at saltfiskfileten har fortsatt å ”slippe” vann etter pakking. Filetene var forholdsvis lite ”presset” etter kun et døgnns avrenning på palle etter salting ved saltforlaking. Allerede etter 2 måneders lagring kunne det ses et væskelag i bunnen av kartongen. Bildet over viser laken i bunnen av plastskåler hos tilfeldig valgte plastskåler etter 8 ukers lagring.

#### Vanninnhold

Resultater fra måling av vanninnhold i saltfilet er vist i Figur 4.



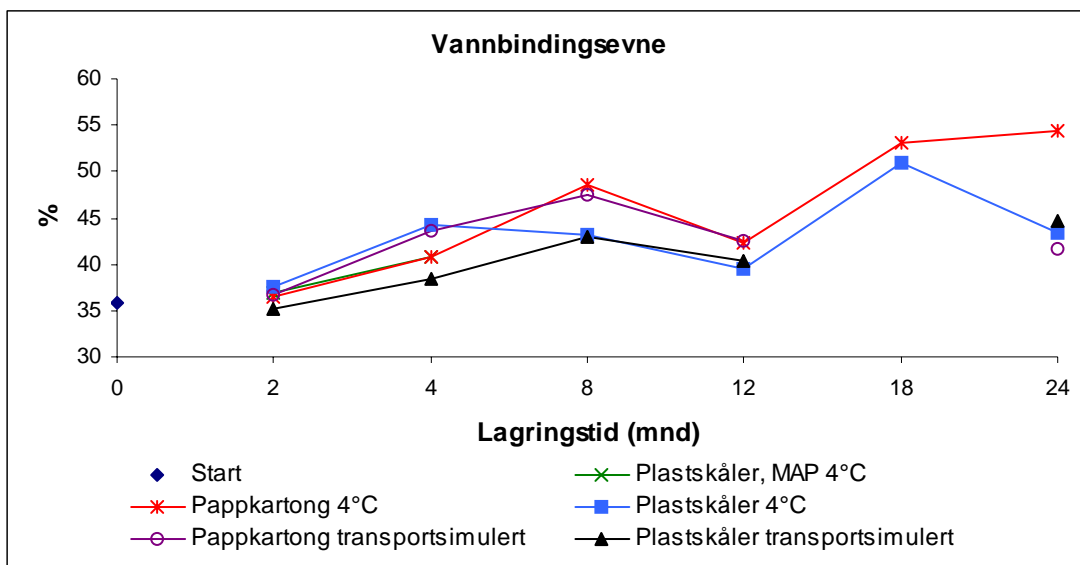
**Figur 4:** Vanninnhold i saltfilet etter forskjellig lagringstid for de ulike pakkeseriene.

Det ble funnet signifikante forskjeller mellom vanninnholdet fra de første uttakene til 8 måneders lagring, når alle seriene er behandlet under ett (ANOVA og Bonferroni). De største forskjellene mellom seriene ble påvist ved uttaket etter 2 måneders lagring. De variasjonene mellom seriene som ble vist her, ble ikke påvist i de senere uttakene. Uttaket etter 2 måneder viste mye større variasjon enn de andre.

Vanninnholdet i muskelkjøttet lå mellom 56-58%, og dette er verdier innen normalområdet for moden saltfisk (Lauritzen og Akse 1995, Stoknes 1998, Willemsen og Stoknes 2001). Vanninnholdet kan sies å være stabilt over 2 års lagringstid. De ulike pakkemetodene har ikke hatt innvirkning på vanninnholdet, og vi kan ikke finne forskjeller mellom kartong og plastemballasje. Vanninnholdet varierer heller ikke mellom de pakningene med fisk som ble utsatt for transportsimulering sammenlignet med de som har vært på kjølelagring i hele lagringsperioden. Forskjeller mellom serier når det gjelder andre parametre knyttet til vann blir altså ikke bekreftet med analysene av vanninnholdet.

#### Vannbindingsevne

Vannbindingsevne i saltfilet gjennom lagringsperioden er illustrert i figur 5 for de ulike pakkeseriene.



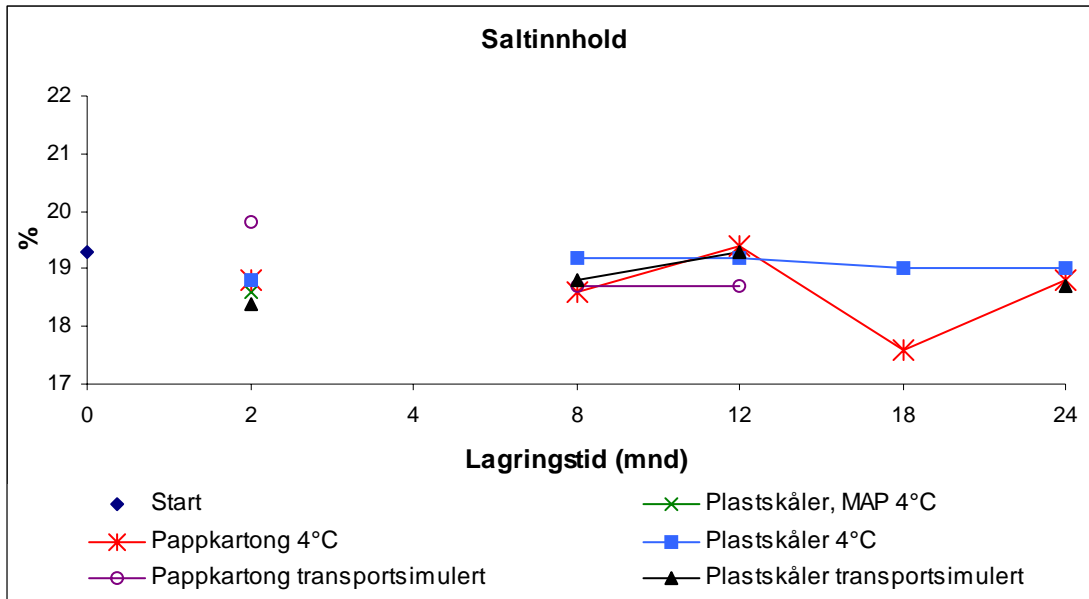
Figur 5: Vannbindingsevne i saltfilet etter forskjellig lagringstid for de ulike pakkeseriene.

Det ble funnet signifikante forskjeller mellom seriene når det gjaldt vannbinding (ANOVA n=79). Forskjellene var også signifikante mellom uttakene. Vannbindingsevnen økte over tid hvis vi ser bort fra uttaket etter 12 måneders lagring. Dette uttaket skiller seg fra de andre. Når vannbindingsevnen øker, kan dette ha sammenheng med endring i vanninnhold over tid, registrert som filetvekt. Etter to år, skiller vannbindingsevnen i kartong seg fra de andre behandlingene. Det er også systematiske endringer i vannbindingsevne mellom uttakene, så det kan stilles spørsmål om metoden gir grunnlag for variasjoner i resultatene.

Vannbindingsevnen ser altså ut til å øke med økende lagringstid, men det er ikke funnet tilsvarende observasjoner på vanninnhold. Resultatene tyder på at vannet i muskelkjøttet "sitter bedre fast"- er fastere bundet- etterhvert som lagringstiden øker. Når vi ser på filetvekt som endrer seg ved lagring, støtter dette den teorien.

*Saltinnhold*

Innhold av salt i saltfilet gjennom lagringsperioden er vist i Figur 6.

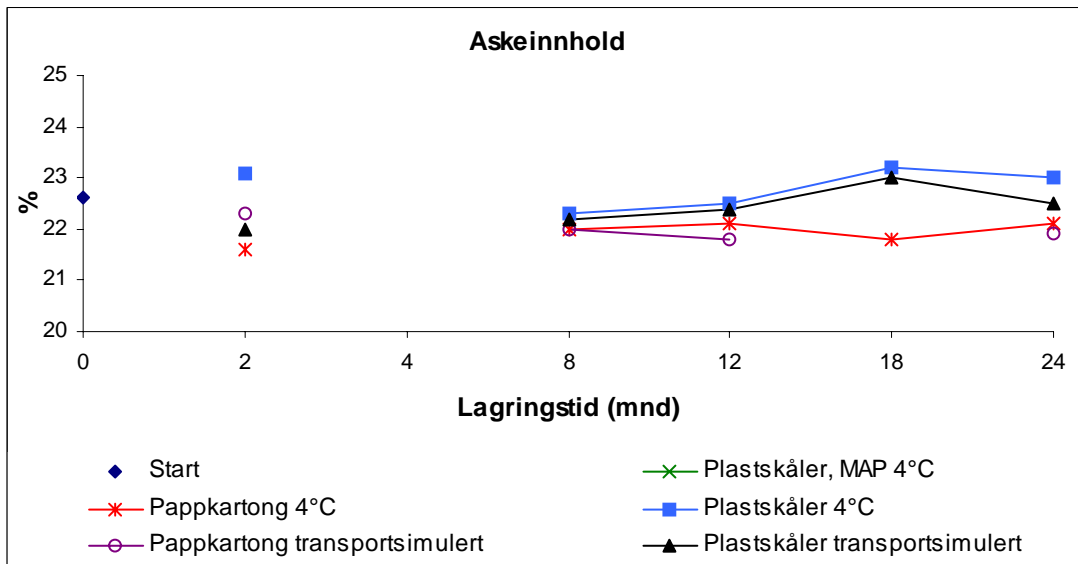


**Figur 6:** Saltinnhold i saltfilet etter forskjellig lagringstid for de ulike pakkeseriene.

Det er ikke funnet signifikante forskjeller i saltinnholdet i filetene mellom seriene, og innholdet av salt er stabilt gjennom lagringsperioden. Dette indikerer at filetene var saltmodne, med et saltinnhold på ca. 19% ved pakking.

*Askeinnhold*

Askeinnholdet i saltfilet ble målt gjennom lagringsperioden. Resultatene er vist i Figur 7.

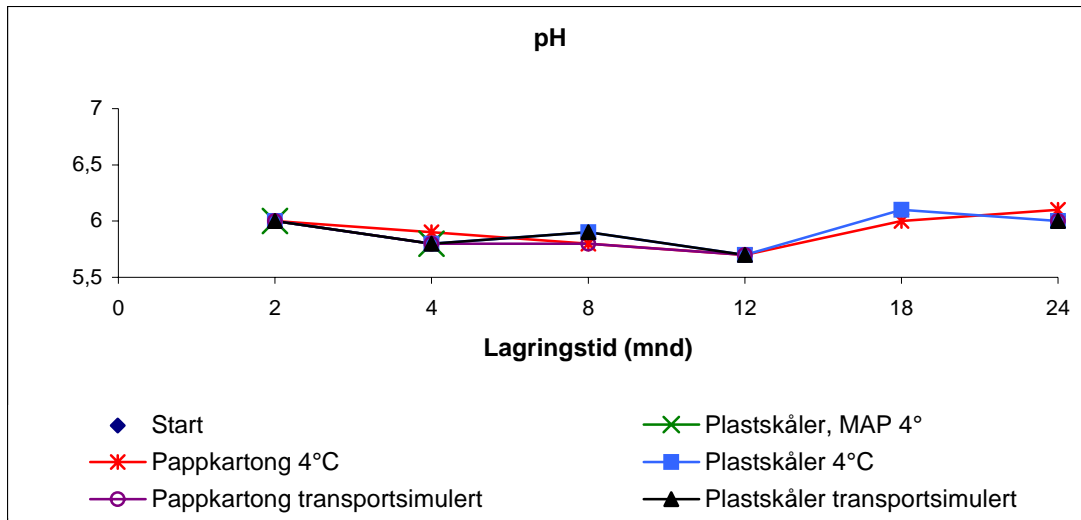


**Figur 7:** Askeinnhold i saltfilet etter forskjellig lagringstid for de ulike pakkeseriene.

Som for det målte saltinnholdet, var også askeinnholdet jevnt og stabilt gjennom hele lagringsperioden (21-23%). Dette er i samsvar med tidligere rapporterte resultater (Walde m.fl. 1996, Stoknes 1998). Ved forbrenning av saltfisk til aske består askeinnholdet av mineraler og bisalter.

*pH*

pH ble målt i saltfiletene gjennom lagringsperioden og de målte verdiene er vist i Figur 8.



**Figur 8:** pH i saltfilet etter forskjellig lagringstid for de ulike pakkeseriene.

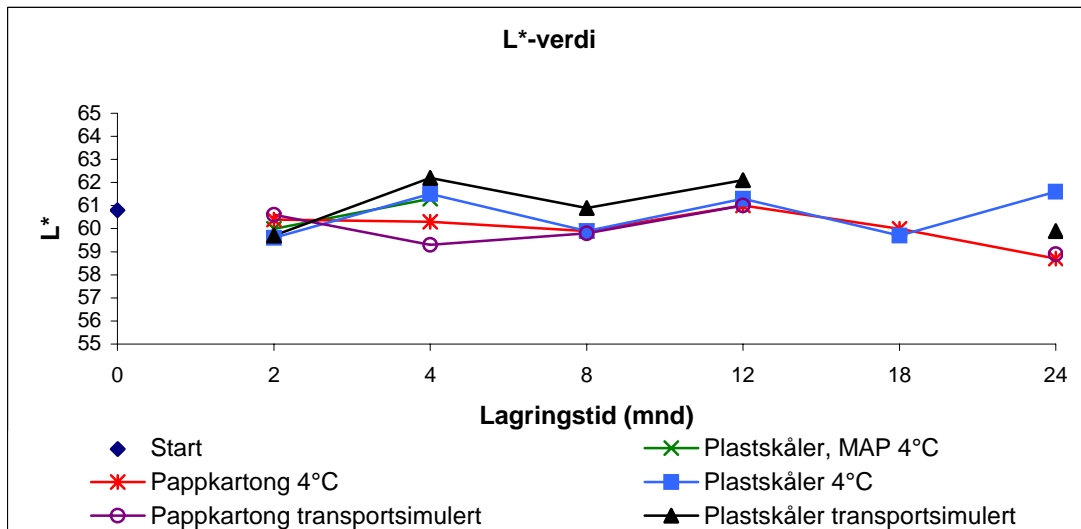
pH lå i området 5,8-6,1 og var stabil gjennom lagringsperioden. Disse verdiene ligger innen område som er observert tidligere (Stoknes 1998).

*Proteininnhold*

Proteininnholdet ble funnet å være 19,9-20% gjennom hele lagringsperioden. Dette er i samsvar med tidligere registreringer (Willemsen og Stoknes 2001).

*Instrumentell fargemåling*

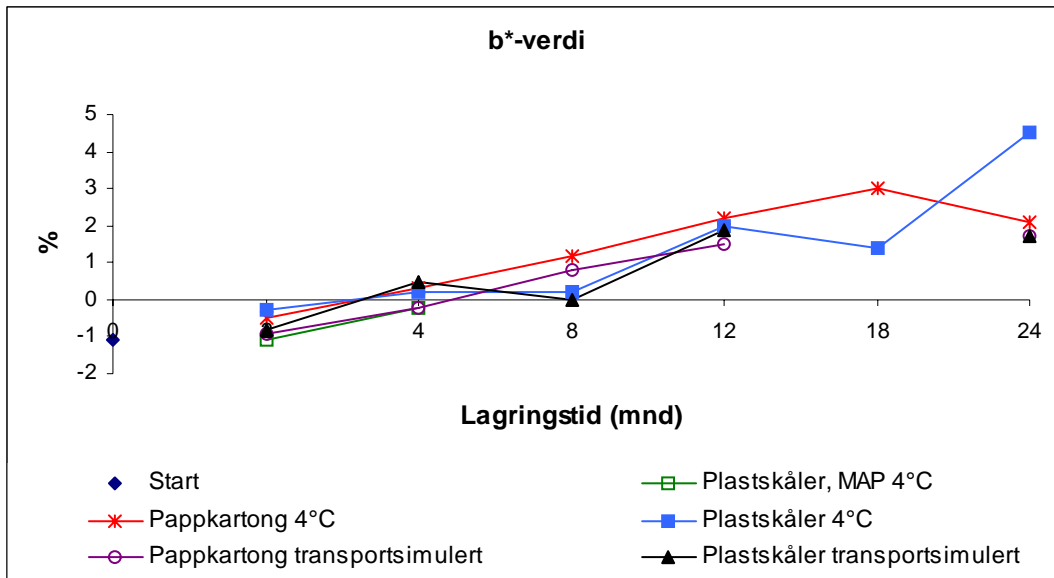
Lyshet målt instrumentelt er vist i figur 9 for alle pakkeseriene målt i løpet av 2 år.



**Figur 9:** L\*-verdi målt i saltfilet etter forskjellig lagringstid for de ulike pakkeseriene (L\*=0 (svart), L\*= 100 (hvit)).

L\*-verdien ble funnet høyere for plastpakket saltfilet i forhold til kartongpakket. L\*-verdien uttrykker lyshet, og det var også det visuelle inntrykket at fileter som var pakket i plast så hvitere ut enn fileter pakket i kartong. Lysheten ble funnet å være litt høyere enn verdiene observert på lagret, saltmoden fisk av Willemsen og Stoknes (2001).

Gul fargetone ble også målt med instrumetell fargemåling og gjennomsnittlige analyseverdier er vist i Figur 10.

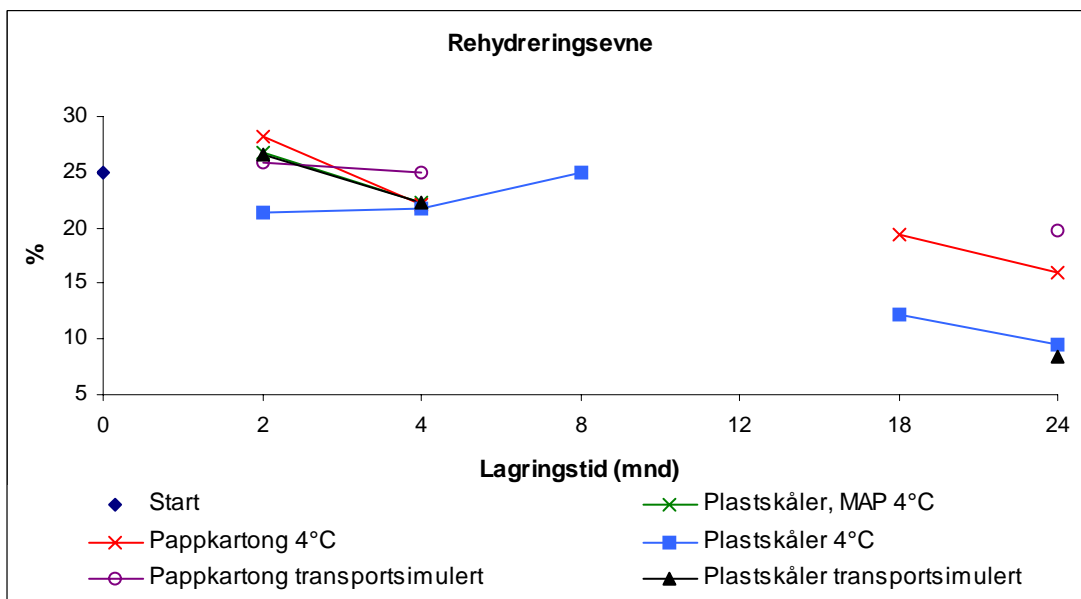


**Figur 10:**  $b^*$ -verdi i saltfilet etter forskjellig lagringstid for de ulike pakkeseriene ( $b^* = -60$  (blå),  $b^* = +60$  (gul)).

$b^*$ -verdien økte utover i lagringsperioden. Denne verdien uttrykker gulhet, men verdiene som oppnås er svært lave og med til dels store standardavvik. Det visuelle inntrykket var at filetene pakket i pappkartong var gulere enn filetene pakket i plastskårer. De målte verdiene viser også at filetene pakket i plastskårer hadde lavere gul fargetone enn filetene pakket i pappkartonger. Et unntak er målingen ved 24 måneder.

#### Rehydreringsevne

Saltfiletens evne til å absorbere vann ble undersøkt og prosentvis vektøkning er vist i Figur 11.



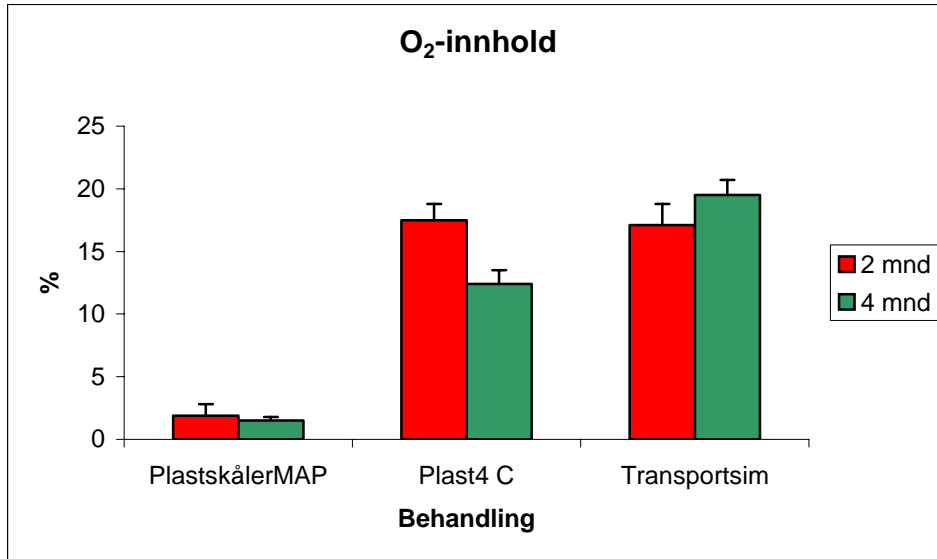
**Figur 11:** Rehydreringsevnen (prosentvis vektøkning) til saltfiletene etter forskjellige lagringstid for de ulike pakkeseriene

Rehydreringsevnen til saltfiletene ble påvirket av lagringstida. Den ble signifikant lavere etter 18 og 24 måneders lagring. Dette støttes av data for vektendring. Analyse av vanninnhold viser imidlertid ikke signifikante forskjeller. Saltfilet pakket i plastemballasje så ut til å ha lavere rehydreringsevne enn saltfilet pakket i pappkartong, men disse forskjellene er ikke signifikante. Rehydreringsevnen var forskjellig mellom pakkeseriene og det er signifikante forskjeller mellom fisk pakket i plastskåler med luft og modifisert atmosfære sammenlignet med de andre pakkeseriene. Fisken som er pakket i plastskåler fikk lavere rehydreringsevne enn fisk pakket i pappkartonger, dvs. at saltfiletens evne til å ta opp vann avtok med lagringstiden. Årsaken til at fisk pakket i pappkartong hadde bedre evne til å ta opp vann etter en lagringstid på 18 og 24 måneder, kan skyldes at fisken var tørket mer, og dermed hadde større mulighet til å binde vann.

Gjennom analyser er det registrert flere parametre som alle uttrykker noe i forhold til vanninnholdet til fisken. Dette gjelder registrering av vanninnhold, rehydreringsevne, vannbindingsevne og vekttap. De parametrene som vi har funnet signifikante forskjeller hos er vekttap som individuelle filetvekter, samt rehydreringsevne og vannbindingsevne. Analyse av vanninnhold har ikke bekreftet disse funnene.

#### Gassmålinger

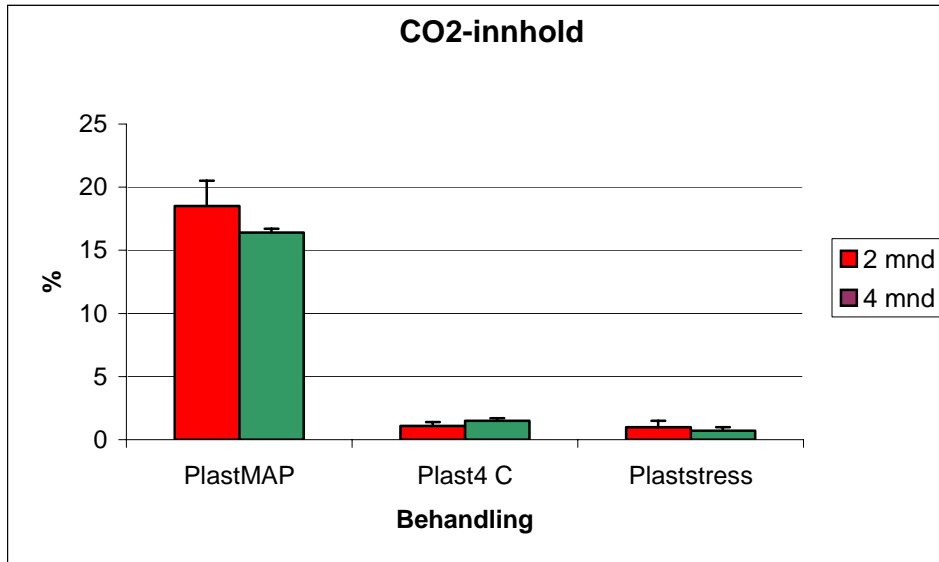
Noen minutter etter pakking i MAP (50% CO<sub>2</sub>, 50% N<sub>2</sub>) ble restoksygen og rest-CO<sub>2</sub> målt. En del CO<sub>2</sub> hadde da løst seg i fisken, og måleren viste 0,7% O<sub>2</sub> og 40,5 % CO<sub>2</sub>. I tomme plastskåler ble restoksygenet målt til 0,5-0,6%. (I luft er det 19,9 % O<sub>2</sub> og 0,5 % CO<sub>2</sub>). Oksygeninnhold i plastskålene etter ulik lagringstid er vist i Figur 12.



Figur 12: Oksygeninnhold i plastskåler med saltfilet etter 2 og 4 måneders lagring.

Oksygeninnholdet ble ikke endret signifikant fra 2 til 4 måneders lagring med MAP. Det ble benyttet en film av "middels" kvalitet på plastskålene under pakking, og den viste seg å gi liten lekkasje av oksygen inn i pakningen under lagring fra 2-4 måneder. Det var anbefalt å holde oksygeninnholdet under 0,5 % ved MAP pakking, men det ble registrert litt høyere verdier ved pakking (opptil 2 %). For de øvrige seriene pakket i plastskåler, ble det fylt ordinær atmosfærisk gassblanding (luft) i skålene. Denne antas å inneholde ca 19,9 % O<sub>2</sub>. For skålene med fileten som ble oppbevart på kjølerom hele perioden, ble det registrert en nedgang i

O<sub>2</sub> innhold til ca.13 %. I skålene pakket i luft som ble utsatt for høy temperatur (7 ganger) i løpet av de 4 første månedene (transportsimulering), ble det derimot registrert en økning i O<sub>2</sub>-innholdet fra 2-4 mnd. Det ser ut som om oksygeninnholdet øker ved transportsimulering (endring av temp).



**Figur 13:** CO<sub>2</sub>-innholdet i plastskåler med saltfilet etter 2 og 4 måneders lagring.

For MAP-pakket filet ble CO<sub>2</sub>-innholdet redusert fra 2 til 4 måneders lagring. Ved pakking av fersk fisk tar det 7-8 timer før det oppstår likevekt og CO<sub>2</sub> er løst i fisken (Sivertsvik pers. med). Etter pakking med 50 % CO<sub>2</sub>, ble det foretatt måling noen minutter etter pakking. Da ble det funnet rundt 40 % CO<sub>2</sub>. Etter 2 mnd lagring var CO<sub>2</sub>-innholdet nede på ca. 18%. CO<sub>2</sub>-innholdet forandrer seg relativt lite ved lagring fra 2 til 4 måneder. For de andre seriene pakket i luft, ble det registrert CO<sub>2</sub>-innhold på ca. 2% etter 2 og 4 mnd.

### 3.2 Rødmidd og brunmidd

#### *Utvikling av rødmidd og brunmidd i hovedforsøket*

Det ble ikke påvist brunmidd i fisken, og effekten av pakkemetodene på brunmidd kunne derfor ikke undersøkes.

Saltfisen i dette forsøket inneholdt imidlertid spor av rødmidd, i størrelsesorden 50-300 per gram fisk. Det ble ikke registrert vekst av rødmiddbakterier i lagringsforsøket for noen av pakkevariantene, heller ikke i den transportsimulerte fisken som var lagret ved høyere temperaturer i korte perioder. Dette betyr at lagringstiden ved høyere temperatur for den transportsimulerte fisken (ca 7x8 timer i løpet av de fire første månedene) ikke gav så stor varmebelastning at rødmidd utviklet seg. Dette stemmer med tidligere erfaringer med veksthastigheten til rødmidd.

Rødmiddbakterier formerer seg ved å dele seg i to, dvs at antallet øker slik: 100-200-400-800-1600-3200-6400-12800-25400-ca50000-100000-200000-400000-800000-160000 osv. Det betyr at det tar ca 14 doblingstider før rødmiddbakteriene i saltfisen i dette forsøket har blitt så mange at de gir synlig rødfarge. Under optimale vekstforhold, dvs ved 37-45°C er doblingstiden for rødmiddbakterier ca 3 timer (Larsen 1974). Ved romtemperatur er

doblingstiden erfaringsmessig ca 1 døgn, og ved 12-15 °C flere døgn. Ved optimale vekstvilkår ville de 16 timene som fisken ble lagret ved høyere temperatur gi ca 500 rødmiddbakterier (1-2 doblinger). Imidlertid ville det være sannsynlig at den transportsimulerte fisken ville bli misfarget før den som hadde blitt lagret i ubrutt kjølekjede dersom de ble lagret videre i romtemperatur. Det ble gjort et tilleggsforsøk for å undersøke dette.

*Framprovoserte forskjeller mellom pakkemetoder og temperaturregimer, tilleggsforsøk.*

På bakgrunn av resultatene beskrevet ovenfor ble det gjort noen tilleggsstudier for å framprovosere eventuelle forskjeller mellom pakkemetoder og lagringsregimer. Uåpnede fiskepakninger fra de ulike pakkevariantene ble lagt på ca 20°C, og tiden for utvikling av synlig rød misfarging ble registrert. Resultatene er vist i bilde 7.

I disse forsøkene ble det observert stor forskjell mellom pakkemetodene, og en viss forskjell mellom lagringsregimene. Den transportsimulerte fisken (merket stresset) fikk misfarging flere dager før fisken som var lagret i ubrutt kjølekjede (merket ustresset). Dette var som forventet, ettersom den transportsimulerte fisken hadde 1-2 doblingstider forsprang på den ustressede fisken (bilde 7). Den plastpakkede fisken fikk rødfarge litt senere enn den tradisjonelt pakkede. Det indikerer at pakking i plast i alle fall ikke er dårligere enn papp med hensyn på utvikling av rødmidd.





**Bilde 7:** Utvikling av rødfarge på kjølelagret og transportsimulert (stresset) fisk i hhv. papp (øverst), plast (midten) og modifisert atmosfære (nederst) etter 6 ukers lagring på ca 20°C. Fisken er tatt fra hovedforsøket etter ca 5 måneders lagring.

Den største forskjellen mellom pakkemetodene var imidlertid mellom MAP og de øvrige. Fisken i modifisert atmosfære fikk ikke rød farge, selv etter 3 måneders lagring ved 20 grader. Dette kunne skyldes at rødmiddbakteriene var drept, eller at CO<sub>2</sub> hindret dem i å vokse. Et nytt forsøk ble gjennomført for å undersøke om CO<sub>2</sub> hadde drept eller bare inhibert rødmiddbakteriene. Kontrollfisk og CO<sub>2</sub> -pakket fisk ble tatt ut av emballasjen og lagt til dyrking på 37°C. Overlevende rødmiddbakterier skulle da vokse og gi rød farge på fisken. Resultatet er vist i Bilde 7. Kontrollfisken fikk rødfarge som før, men den CO<sub>2</sub> pakkete fisken fikk det ikke. Det synes derfor som om bakteriene drepes ved lagring i CO<sub>2</sub> anrikt atmosfære.



**Bilde 8:** Utvikling av rødfarge forårsaket av rødmiddbakterier på saltfisk pakket i tradisjonell pappemballasje og MAP bestående av 50 % N<sub>2</sub> og 50 % CO<sub>2</sub>. Fisken ble tatt ut av emballasjen og lagt på 37°C for å framprovosere vekst.

På grunnlag av de positive resultatene med modifisert atmosfære ble det undersøkt hvor lenge fisken måtte eksponeres for CO<sub>2</sub> for at rødmiddbakteriene ble drept. Dersom noen timer var nok, ville det være mulig å fjerne rødmidd fra fisken før pakking og utsending, rett og slett ved å føre CO<sub>2</sub> inn i produksjonslokaler og lager utenom arbeidstid. Resultatene viste imidlertid at rødmiddbakteriene overlevde inntil 2 måneders kjølelagring i CO<sub>2</sub> anrikt atmosfære. Rødmidd kan dermed ikke fjernes fra lager og produksjonslokaler med CO<sub>2</sub>.

### 3.3 Bakterieinnhold i saltfisk og utvannet saltfisk

Bakterietallet i saltfisken holdt seg stabilt på ca 100-300 bakterier (cfu) per gram fisk gjennom hele lagringsperioden. Ingen av prøvene hadde høyere bakterietall enn 10000 CFU/ g muskel gjennom lagringsperioden. Det var ingen forskjell mellom pakkemetodene.

Saltfisk og klippfisk er råstoff for utvannet saltfisk, som betraktes som et kommende produkt i mange land. Utvannet saltfisk har imidlertid svært kort holdbarhet som kjølevare, og alle tiltak som kan redusere bakterieveksten i fisken etter utvanning er derfor positive bidrag til utvikling av utvannet saltfisk som kommersielt produkt.

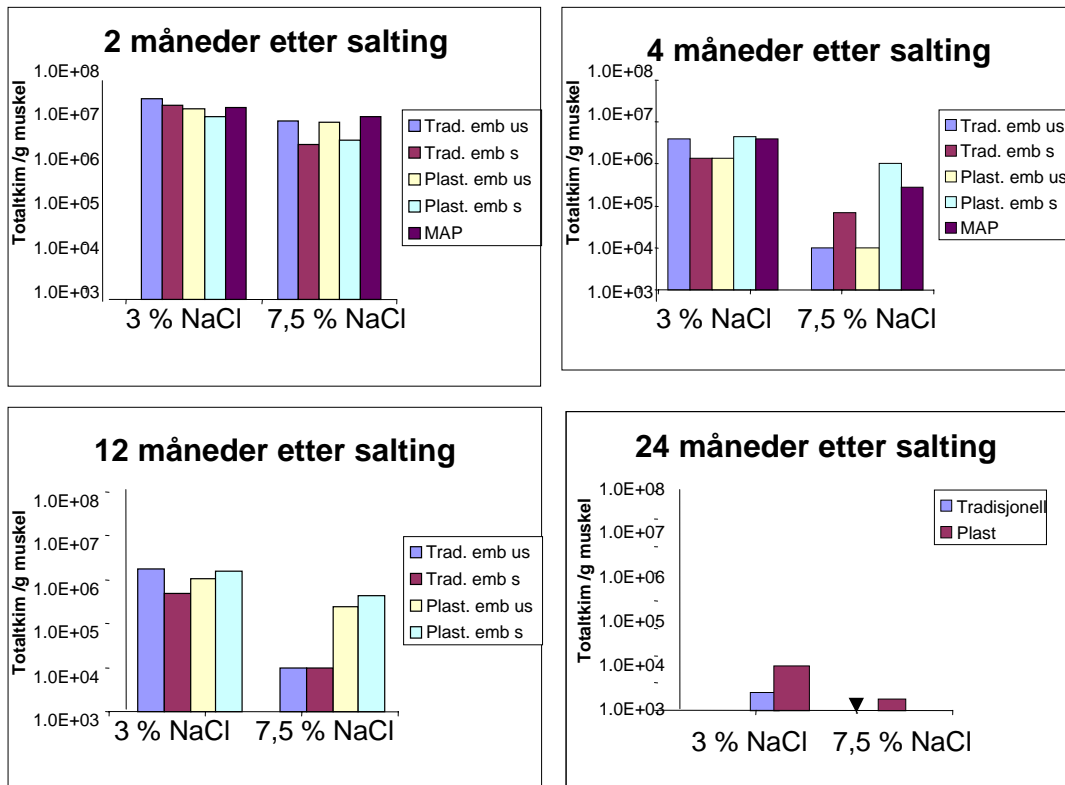
I dette prosjektet ble bakterietallet i utvannet fisk målt etter 5 dagers kjølelagring. Tidspunktet ble valgt for å få fram eventuelle forskjeller mellom de ulike pakkemetodene, og fordi bakterietallet i utvannet saltfisk erfaringsmessig ofte går over tillatte grense etter ca 5 dager. Resultatene er vist i Figur 14.

Bakterieinnholdet i utvannet fisk endret seg i løpet av lagringsperioden. Kimtallet ble lavere jo lenger saltfisken hadde vært lagret før utvanning (Figur 14). I det første uttaket (0 mnd etter saltfiskproduksjon og pakking) var bakterieinnholdet i utvannet fisk  $10^7$  cfu per gram fisk. Etter 1 år var det ca  $5.7 \times 10^5$ , og etter 2 år bare ca  $3,5 \times 10^3$ . Det vil si at bakterietallet sank med ca 1,5 – 2 log-enheter per år. Det var ingen signifikant forskjell mellom pakkemetodene. Lagringstiden av saltfisk er dermed viktigere for bakterieinnholdet i utvannet saltfisk enn emballeringsmetode og temperaturregime.

Den dominerende bakterietypen i saltfisken så ut til å være *Psychrobacter*. Denne bakterietypen dominer vanligvis i utvannet saltfisk, og er dessuten en spesifikk forråtnelsesbakterie i utvannet saltfisk (Bjørkevoll *et al* 2002). Resultatene viser at lagring av saltfisken et år eller mer før utvanning kan dempe veksten av denne bakterien noe. For produsenter av kjølevareprodukter av utvannet saltfisk, kan det derfor anbefales å lagre saltfisk en tid før den vannes ut, såfremt fisken ikke taper sensorisk kvalitet ved å lagres så lenge som saltfisk før utvanning.

*Psychrobacter* vokser best ved 0-3 % salt. Saltfisken i dette prosjektet inneholdt imidlertid minst 8 andre bakterietyper (undersøkt i DESCOD prosjektet, Skjerdal *et al* 2002), hvorav noen vokste med 7,5 % salt. Disse artene så ut til å ha lavere overlevelsevne i saltfisk enn *Psychrobacter* (Figur 5). Resultatet viser at det kan skje en reduksjon av antall bakteriearter i saltfisk under lang tids lagring. Fra et produktutviklingsynspunkt er dette positivt.

## Bakterietall i utvannet saltfisk etter 5 dagers kjølelagring

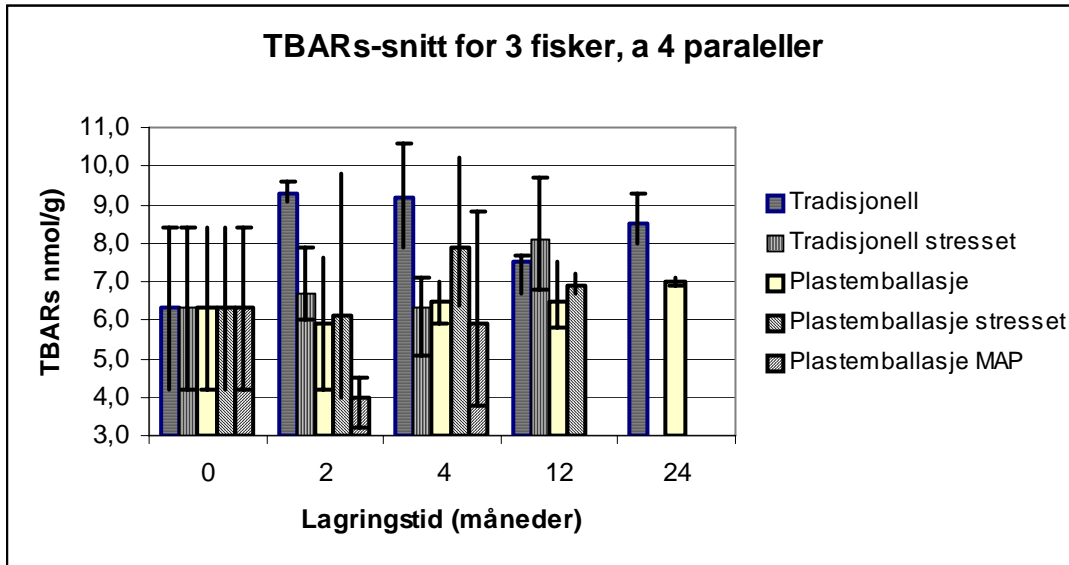


**Figur 14:** Bakterieneinnhold i utvannet saltfisk etter 5 døgns lagring ved 4 °C . Saltfisken var pakket i tradisjonell emballasje med og uten stress (= transportsimulering), plastpakning med og uten stress og MAP-pakning i hhv 2, 4, 12 og 24 måneder før utvanning. Stress vil si lagring for korte perioder ved romtemperatur (transportsimulering).

### 3.4 Harskning

#### 3.4.1 TBARs

Resultatene fra analysene av harskningsgrad er gitt i figur 15.



**Figur 15:** Harskningsgrad i saltfiskfilet under kjølelagring ved 4 °C, målt som thiobarbitur-syresreaktive stoffer (TBAR) i nmol/g fisk. Stolpene angir gjennomsnittet av 3 fisker for hver gruppe.

Ingen av prøvene viser særlig økning i harskningsgraden i lagringsperioden. Etter 12 og 24 måneders lagring er harskningsgraden fortsatt bare mellom 7 og 9 nmol TBARs/g prøve.

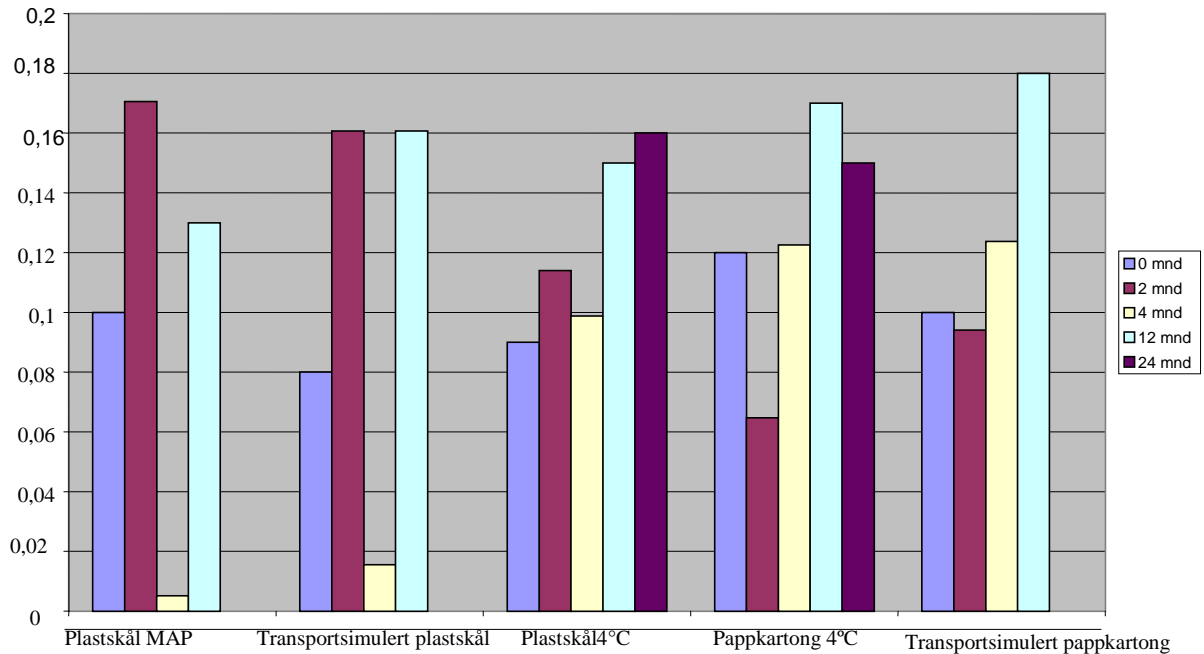
Det kan synes som fisken i modifisert atmosfære harskner noe langsommere enn resten av fisken, men forskjellen mellom gruppene er ikke signifikant. For fisk lagret i 24 måneder ser vi en tendens til at plastemballert fisk er mindre harsk enn tradisjonelt pakket saltfiskfilet. Oppbevaring av fisken for korte perioder ved romtemperatur ser heller ikke ut til å øke graden av harskning i nevneverdig grad. Resultatene indikerer at tradisjonelt pakket fisk er noe mer utsatt for harskning enn plastemballert fisk, men forskjellene er små.

De store standardavvikene etter 0, 2 og 4 måneders lagring skyldes stor forskjell mellom fiskene i hver gruppe ikke analyseusikkerhet. Individvariasjonene overskygger dermed forskjellene i harskningsgrad som pakkemetodene medfører.

#### 3.4.2 Headspace Gasskromatografi-Massespektrometri.

Det er ikke funnet signifikante forskjeller i prøvene når det gjelder harskningskomponenter på GC-MS (figur 16). Det er imidlertid en trend i at fisken blir harskere under lagring men ikke mer for lagringsbetingelser i pappkartong som er tradisjonell emballasje enn for plastskål. I plastskål med MAP holdt fisken seg best med hensyn på utvikling av harskning. Det var store individforskjeller mellom fiskene, noe som kan påvirke resultatene i noen grad, men likevel ikke så mye at de vil maskere en mer utviklet harskning av produktene. Verdiene for oksidasjonskomponenter er lavere enn hva en for eksempel ofte finner i tilsvarende frossen fisk.

### Relativ økning i oksidasjon(hexanal)

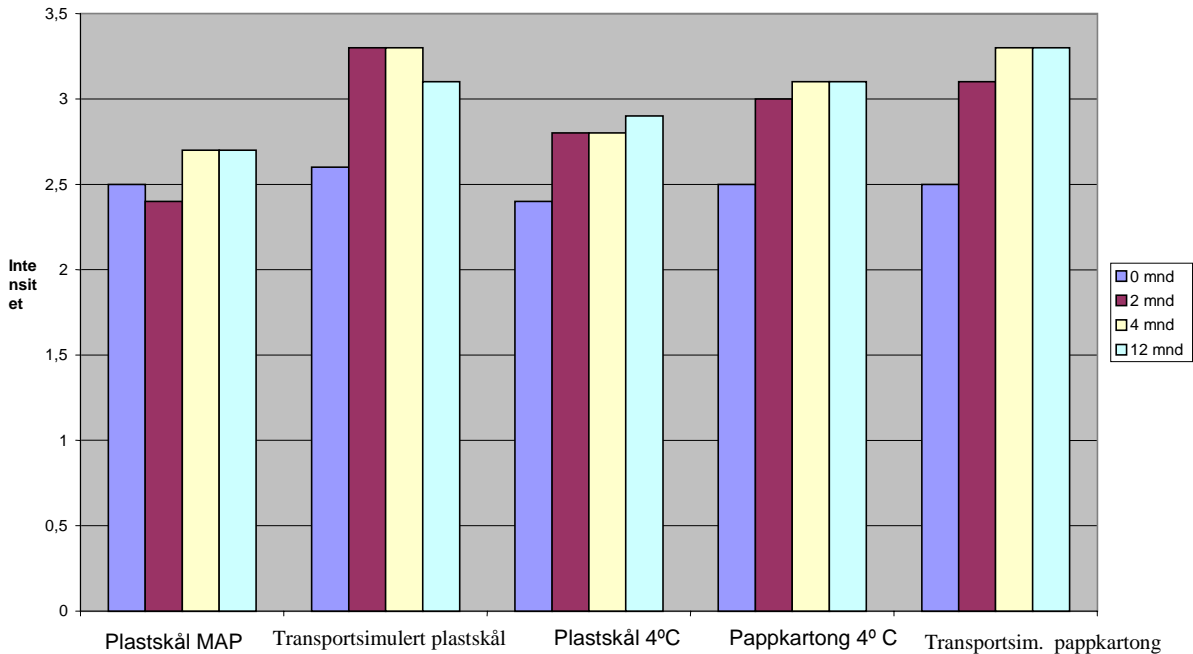


**Figur 16:** Relativ økning i oksidasjon gjennom lagringsforsøket basert på hexanal som markør.

#### 3.4.3 Elektronisk nese

Elektronisk nese greide dels å skille tidsforløpet til prøvene frem til 12 måneder (figur 17). Det ble funnet at plastskål med MAP hadde lavest utvikling av flyktige komponenter frem til 12 måneder. Fisk lagret i plastskål med luft viste også lavere verdier enn transportsimulerte produkter og produkter lagret i tradisjonell emballasje. Transportsimulering (temperaturøkning i korte perioder) har hatt en viss negativ effekt.

## Elektronisk nese på saltfisk



**Figur 17:** Utvikling av oksidasjon basert på elektronisk nese gjennom lagringsforsøket.

### 3.5 Sensorisk analyse

#### 2 måneders lagring (uttak 1)

Etter uttak 1 som var lagring etter 2 måneder var det signifikant forskjell i tre sensoriske egenskaper

For egenskapen intensitet av smak hadde fisk pakket i transportsimulert pappkartong høyere intensitet enn fisk pakket i pappkartong (kjølelagret), men forskjellene er så små at sannsynligvis vil ikke den vanlige forbruker kjenne forskjell.

Fisk lagret i plastskål med MAP ga mer frisksmak enn fisk lagret i pappkartong, men også her er det relativt liten forskjell mellom prøvene.

Nullprøven var signifikant forskjellig fra andre sorter for egenskapene intensitet av lukt, saltsmak, sjøsmak, emballasjesmak og klebrighet. Den hadde gjennomgående lite lukt, mindre saltsmak, mindre sjøsmak, noe mer emballasjesmak og noe var noe mer klebrig enn en del av de andre prøvene.

#### 4 måneders lagring (uttak 2)

I uttak 2 etter 4 mnd var det signifikant forskjell på 5 % -nivå mellom sortene for 12 av egenskapene, hhv. intensitet av lukt, surlukt, sjøluke, metallukt, lutluke, hvithet, fargetone, fargestyrke, modensmak, sjøsmak, emballasjesmak og lutsmak.

Generelt sett i uttak 2 er det fisken i plastskål med MAP, pappkartong 4°C og transportsimulert pappkartong det er flest signifikante forskjeller mellom.

### *Lukt*

For egenskapene intensitet av lukt og surlukt hadde fisken i transportsimulert pappkartong høyere intensitet av lukt og mer surlukt enn de øvrige.

Transportsimulert plastskål ga fisk med mer sjøluft enn fisk i transportsimulert pappkartong selv om det var merkbar sjøluft på begge prøvene.

Fisk i transportsimulert pappkartong hadde mer metallukt enn fisk i transportsimulert plastskål og plastskål med MAP.

Fisk i plastskål med MAP ga mindre lutluft enn de andre prøvene.

### *Farge*

Når det gjelder fargeegenskapene var fisken i plastskålene med MAP hvitere enn fisken fra pappkartong og transportsimulert pappkartong. Pappkartong og transportsimulert pappkartong ga derimot fisk med mer fargetone og fargestyrke enn plastskål med MAP, dvs. fisk fra plastskålene med MAP virket blassere i fargen.

### *Smak*

Fisk i transportsimulert pappkartong ga mer modensmak enn fisk i plastskål med MAP. Imidlertid er forskjellene små. Fisk i plastskål med MAP og fisk i transportsimulert plastskål ga mer sjøsmak enn fisk i transportsimulert pappkartong. Transportsimulert pappkartong ga fisk med mer emballasjesmak enn plastskål med MAP og transportsimulert plastskål. Fisk i transportsimulert pappkartong hadde mer lutsmak enn fisk i plastskål med MAP (2,32 poeng).

### *12 måneders lagring (uttak 4)*

Etter 12 måneder ga plastskål og pappkartong fisk med mindre farge enn transportsimulert pappkartong, og plastskål ga fisk med mindre fargestyrke enn transportsimulert pappkartong, og virker derfor hvitere og blassere. Det var ellers ingen andre signifikante forskjeller mellom prøvene. Imidlertid var det en tendens i at transportsimulert pappkartong ga fisk med mer lutsmak enn fisk fra plastskål og pappkartong.

### *24 måneders lagring (uttak 6)*

Etter 24 måneder hadde fisk i plastskåler mer saftighet enn fisk i pappkartong og pappkartong ga større hardhet enn plastskål, ellers var det ingen andre signifikante forskjeller mellom prøvene. Det var en liten trend i at plastskål ga fisk med mer sur-lukt, pappkartong ga fisk med mer metall-lukt, pappkartong ga mer farge enn plastskål og plastskål ga noe mer sjøsmak enn pappkartong.

I starten av lagringen virket det som om prøvene lagret i plastskål hadde mer sjøsmak og hadde høyere verdier på de egenskaper som betegner friskhet, slik som syrlighet. Etter 12 måneders lagring var det ingen forskjell i smak, men kun i farge. Fisk lagret i plastskål hadde en hvitere farge enn fisk lagret i pappkartong. Etter 24 måneders lagring hadde fargen jevnet seg noe ut, men fisken lagret i plastskål virket noe saftigere.



## 4. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

### 4.1 Oppsummering

#### *Fysiske/kjemiske analyser*

Saltfileten i forsøket viste en stabil og god kvalitet. Vanninnhold, pH, saltinnhold og askeinnhold var stabilt gjennom lagringsperioden. Vekttap for enkeltfileter ble påvist over tid. Rehydreringsevnen sank i løpet av det siste året, mens vannbindingsevnen økte. Ingenting i resultatene tydet på at fisken holdt seg dårligere i plastemballasje i forhold til tradisjonell pappkartong. Forsøket dokumenterer en stabil og jevn kvalitet på saltfisk i inntil 2 år. Transportsimuleringen som ble foretatt i de fire første lagringsmånedene ser ikke ut til å ha påvirket fisken i nevneverdig grad. Det er påvist noen forskjeller mellom pappemballasje og plastemballasje, men de er relativt små, og regnes for å ha liten betydning i konsumentøyemed

#### *Mikrobiologiske undersøkelser*

Saltfisk hadde spor av rødmiddbakterier, men det ble ikke utviklet synlig rødmidd på noen av prøvene i hovedforsøket i løpet av lagringsperioden. Pakking av saltfisk i CO<sub>2</sub> anriket atmosfære skilte seg likevel ut fra de øvrige pakkemetodene fordi rødmiddbakteriene ble drept etter 2 måneders kjølelagring. Det ble ikke påvist brunmidd i saltfisk.

Pakkemetode og transportsimulering påvirket ikke bakteriemengden i saltfisk og utvannet saltfisk. Imidlertid ble bakterieveksten i utvannet saltfisk langt mindre dersom fisken ble lagret som saltfisk i et år eller mer før utvanning sammenlignet med om fisken ble vannet ut to måneder etter salting. Dette er svært positivt med tanke på videre utvikling av utvannet saltfisk som kommersielt produkt for omsetning i kjøledisk.

#### *Harskning*

Saltfilet så ut til å harskne i liten grad når den ble lagret ved 4°C, selv etter 24 måneders lagring. Saltfisk i plastemballasje harsknet like langsomt eller noe langsommere enn tradisjonelt emballert saltfisk. For elektronisk nese så det imidlertid ut som om plastemballasje ga noe mindre dannelse av flyktige komponenter enn pappemballasje i de første månedene av lagringen. Sensoriske analyser viste heller ingen forskjell i harskning gjennom lagringsforsøket.

#### *Sensorikk*

Det er ikke funnet store forskjeller i fiskekvaliteten gjennom lagringsforløpet når det gjelder sensoriske egenskaper. Det er imidlertid funnet at det er en generell økning i smaksintensitet gjennom lagringsforløpet. Noe kan skyldes drift, men ikke alt. Det er liten forskjell mellom fisk lagret i plastskåler og pappkartonger. Det er imidlertid funnet en liten forskjell i farge mellom seriene i løpet av lagringsperioden. Fisk lagret i plastskål var gjennomsnittlig hvitere enn fisk pakket i pappkartong. Det er også funnet at fisk lagret i plastskål var saftigere og mindre hard enn fisk lagret i pappkartong. En vil anta at forskjellene er så små at en vanlig forbruker ikke vil kunne kjenne smaksforskjell om fisken har vært lagret i plastskål eller i pappkartong.

## 4.2 Konklusjon

Grunnleggende studier av kjemisk/fysiske, mikrobiologiske, og sensoriske egenskaper ved saltfilet lagret i Dynopack-plastskåler viste at produktkvaliteten var minst like bra som for filet lagret i tradisjonell pappemballasje. Det kan konkluderes med at saltfilet pakket i Dynopack plastskåler har gode kvalitetsegenskaper, selv etter en lagringstid på 2 år ved kjøletemperatur.

I forhold til prosjektets hovedmål kan det derfor konkluderes med at Dynopack plastskåler ser ut til å være godt egnet som emballasje for saltfilet. Denne emballeringsmetoden vil kunne gjøre det mulig å få saltfilet fra Norge direkte inn på detaljistmarkedet gjennom samdistribusjon med andre varer. Dette vil kunne bidra til forbedret konkurransesituasjon for saltfisk/saltfilet, og bedre lønnsomhet for næringen.

## 5. REFERANSER

Akse L. og Joensen S. 1996. Forbedret saltfiskkvalitet - Småskala salteforsøk. Forsøk 1 Vardø juni 1995. Delrapport 1, prosjekt nr 8416; Fiskeriforskning.

Akse L. og Joensen S. 1996. Forbedret saltfiskkvalitet - Småskala salteforsøk. Forsøk 2 Tromsø november 1995. Delrapport 2, prosjekt nr 8416; Fiskeriforskning.

Akse L. og Joensen S. 1996. Forbedret saltfiskkvalitet - Småskala salteforsøk. Forsøk 3 Tromsø mars/april 1996. Delrapport 3, prosjekt nr 8416; Fiskeriforskning.

Akse L. og Joensen S. 1996. Forbedret saltfiskkvalitet - Småskala salteforsøk. Forsøk 4 Tromsø mai/juni 1996. Delrapport nr 5, prosjekt nr 8416; Fiskeriforskning.

Akse L. og Joensen S. 1996. Forbedret saltfiskkvalitet - Sammenligning av islandsk og norsk saltfisk. Delrapport nr 6, prosjekt nr 8416; Fiskeriforskning.

Akse L. og Joensen S. 1999. Sildetorsk til saltfiskproduksjon. Rapport 13/1999; Fiskeriforskning.

Bergslien H. 1994. Pakking av fersk laksefilet i modifisert atmosfære. Rapport 1/1994, Norconserv.

Bjerkeng B. 1994. Abiotiske faktorer med betydning for kvalitet ved pakking av fisk og fiskeprodukter i modifisert atmosfære – en litteraturstudie. Rapport 2/1994, Norconserv.

Bjørkevoll I, Olsen RL, Skjerdal T, 2001, Spoilage potential and origin of *Psychrobacter* in salt-cured cod (*Gadus morhua*). In Press. International Journal of Food Microbiology

Dulavik, B., Sørensen, N.K., Barstad, H., Horvli, O. & Olsen, R.L. (1998). Oxidative stability of frozen light and dark muscle of saithe (*Pollachius virens* L.). *Journal of Food Lipids*, 5, pp 233-245.

Fjørtoft, K. 2000. Plastemballasje for saltfisk. Forundersøkelse. Produkttesting i italia. Rapport Å0219, Møreforskning Ålesund.

Larsen H, 1986, Halophilic and halotolerant microorganisms – an overview and historical perspective. *FEMS Microbial Reviews* 29:2-7

Lorentzen G, Pedersen G og Skjerdal T, 2001, Halofile og osmofile mikrober (rødmidd og brunmidd). Bestemmelse i fullsaltede fiskeprodukter. NMKL metode nr 141, 2. utgave

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

Ness G.L., Løland L. og Lillebø T.E. 1999. Vakuem emballering av saltfisk. Kandidatoppgave. Høgskolen i Ålesund.

Nyvold T.E. 1996. Sensorisk analyse av saltfisk innkjøpt i Spania og Norge. Delrapport 4, prosjekt nr 8416; Fiskeriforskning.

Olsen JV, Bjørkevoll I, Akse L, Skjerdal T, 2001, Nye utvanningsmetoder for saltfisk. Åpen rapport, Fiskeriforskning, desember 01.

Rustad T. og Halvorsen J. 1996. Forbedring av saltfiskkvalitet. Delrapp. 5: Studier av proteindenaturering ved salting av torsk. Delrapport nr. 5, Rapport Å9619, Møreforskning, Ålesund.

Sivertsvik, M. 1999. Use of soluble gas stabilisation to extend shelf-life of fish. Western European Fish Technologist Assoc. 29 th Annual meeting, October 10-14, 1999, Thessaloniki, Greece. 1-6.

Sivertsvik M., Rosnes J.T og Bergslien H. 1995. Transport av modifisert atmosfære-pakket laks til Frankrike. Rapport 1/1995, Norconserv.

Sivertsvik M. (1995) Pakking av hel, sløyd laks, Cool Concept. Rapport 7/1995, Norconserv.

Sivertsvik M. og Bergslien H. 1995. Fersk torsk og sei i modifisert atmosfære. Effekter av forbehandling med sitronsyre. Rapport 6/1995, Norconserv.

Sivertsvik M. (1996) Kontroll av sveiset og klipset emballasje. Rapport 2/1996, Norconserv.

Skjerdal T, 2000, Rødmidd ødelegger saltfisken – igjen! Artikkel i Fisk Industri og Marked 10:14-15.

Skjerdal T og Pedersen G, 2001, Produksjon av fermentert fiskesaus fra nedklasset saltfisk, sild, pyllorus og startkulturer. Åpen rapport, Fiskeriforskning, november 01

Skjerdal T, Pedro S, Serra JA, 2002, Final report, Improved quality and shelf life of desalted cod, - an easy-to-use product of salted cod. (DESCOD). Published by EU.

Stoknes I.S. og Espe O., 1997. Forbedring av saltfiskkvalitet. Delrapp. 3: Enzymaktivitet i fiskemuskel under saltmodning. Rapport Å9713, Møreforskning, Ålesund.

Stoknes, I. S. & A-H. Hellevik, 1997. Forbedring av saltfiskkvalitet. Delrapport 4: Lakesalting av fisk. Rapport Å9714, Møreforskning, Ålesund.

Stoknes, I.S. og Akse, L., 1997. Forbedring av saltfiskkvalitet. Sluttrapport Norges forskningsråd, prosjekt nr. 108893/112. Utgitt av Fiskerinæringens landsforening.

Stoknes, I.S., 1997. Bruk av rosmarinekstraktet "Natural White" ved salting av torsk. Rapport Å9715, Møreforskning Ålesund.

Stoknes, I.S. og Hellevik A.H., 1998. Prosess for utvanning av klippfisk. Rapport Å9808, Møreforskning Ålesund.

Stoknes, I.S., 1998. Tilpasning av tineprosess for saltfisk- og klippfiskproduksjon. Delrapport nr. 1. Produksjonsforsøk hos Roger AS. Rapport Å9815, Møreforskning Ålesund. 23 s

Stoknes, I.S. 1999. Tilpasning av tineprosess for saltfisk- og klippfiskproduksjon. Delrapport nr. 2. Laboratorieforsøk hos Møreforskning. Tap av proteiner under tining. Rapport Å9913, Møreforskning, Ålesund.

Stoknes, I.S., 1999. Tilpasning av tineprosess for saltfisk- og klippfiskproduksjon. Delrapport nr. 3. Testproduksjon hos Tranvåg Averøy med HeliX tinetank fra Stranda Motorverksted. Rapport Å9914, Møreforskning, Ålesund.

Stoknes, I.S., 1999. Forbehandling og salting av "sildetorsk". Produksjonsforsøk hos Brødrene Aasjord AS og laboratorieforsøk hos Møreforskning. Rapport Å9907, Møreforskning, Ålesund. SYSTAT®10 Statistics I, Copyright ©2000 by SPSS Inc., USA.

Walde P.M, Stoknes I. og Espe O., 1996. Forbedring av saltfiskkvalitet. Delrapp. 1: Småskala salteforsøk. Rapport Å9620, Møreforskning, Ålesund.

Walde, P.M. og Espe, O., 1997. Forbedring av saltfiskkvalitet. Delrapp. 2: Analyse av konkurrerende saltfisk fra Spania.

Willemsen, H.M og Stoknes, I., 2001. Videreforedling av saltfisk. prosess- og produktutvikling. Saltmodningsprosessen. Rapport Å 0111, Møreforskning Ålesund, 64 s.