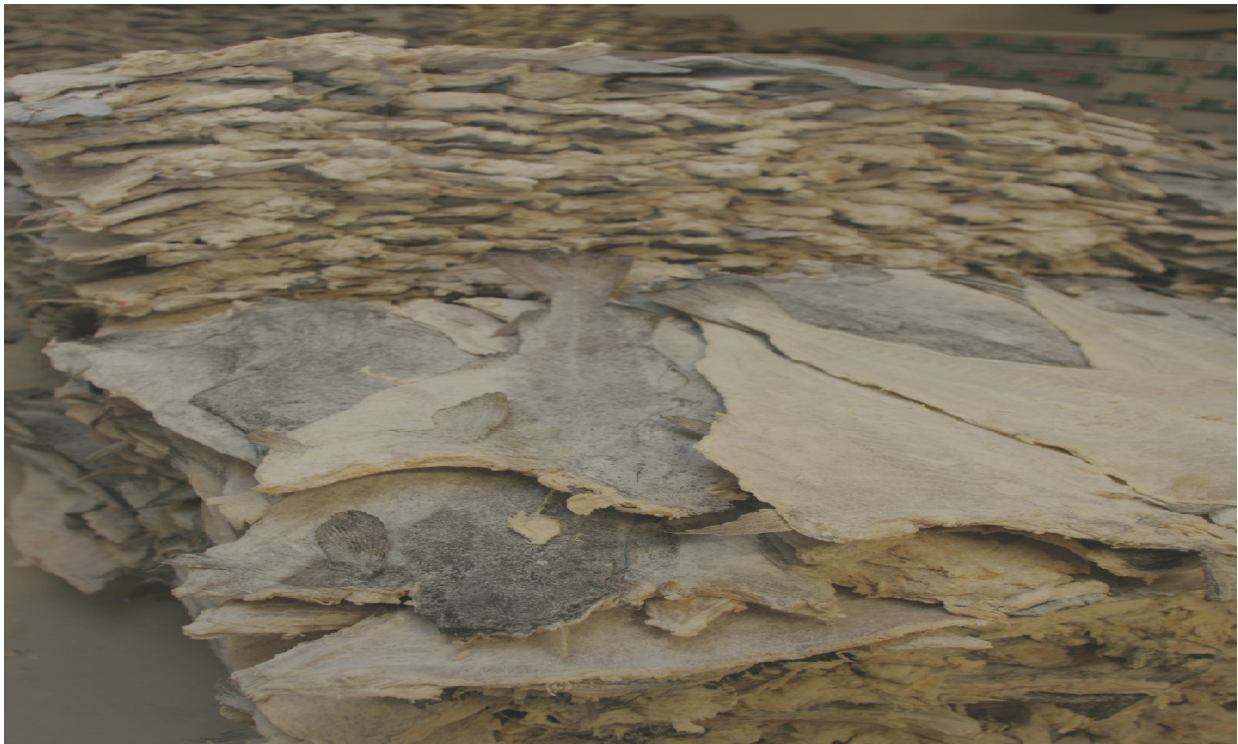


# UTVANNING AV KLIPPFISK

## PROSESSENS BETYDNING FOR FISKENS KVALITET

Av

Christian H. Olsen



Masteroppgave i fiskerifag

Studieretning marine næringsmidler

(60 stp)

Institutt for marin bioteknologi (IMAB)

Norges fiskerihøgskole

Universitetet i Tromsø

Mai 2007





# FORORD

Denne oppgaven symboliserer slutten på mitt fem år lange studie ved Norges fiskerihøgskole, og en uforglemmelig periode som student ved Universitetet i Tromsø. I den forbindelse vil jeg takke mine veiledere Margrethe Esaiassen og Sjurdur Joensen for god og uvurderlig hjelp i forbindelse med oppgaven og det praktiske arbeidet.

Den praktiske delen av oppgaven er utført ved Fiskeriforskning i Tromsø i perioden august - 06 til og med januar -07. Derfor er det på sin plass å takke og bukke for tilgang til alt nødvendig utstyr og råstoff. Klippfisk-kokken Guro Eilertsen og bakteriedyrker Ingebrigt Bjørkevoll takkes for god og kyndig opplæring på laben. Resten av de ansatte på Fiskeriforskning takkes også for alltid å ha vært imøtekommende og hjelpsomme. En ekstra takk sendes til damene i kantina for nydelig mat i løpet av året som har gått.

En takk går også til kulletts kroppsbyggere Ole Marius og Thommy for uttallige forsøk på å forbedre min fysiske helse, og ikke minst for godt samboerskap i ”bunkersen” i Thyholdtveien 11. Marthe fortjener også en stor takk for all oppmuntring og støtte, samt gratis hårklipp og hjelp i forbindelse med oppgaven. Den fine gjengen i kull-2002 takkes for alltid å ha stilt opp ved kaffepauser og andre sosiale formål. Spesielt minnes den flotte turen vi hadde til Italia.

Sist men ikke minst vil jeg takke min kjære familie for all støtte, oppmuntring og økonomiske støttetiltak i løpet av studieperioden.

Christian H. Olsen

Tromsø, mai 2007

Bildet på forsiden er tatt av Frank Gregersen, ©Fiskeriforskning



## SAMMENDRAG

For å imøtekomme nye kjøpstrender, er det viktig å kunne tilby såkalte klar-til-bruk produkter av utvannet klippfisk. Samtidig er det viktig å produsere produkter med så lang holdbarhet i kjølt tilstand som mulig. Tidligere forsøk har imidlertid vist at holdbarheten til kjølelagret utvannet klippfisk er svært kort sammenlignet med produkter av fullsaltet klippfisk.

Målet med dette arbeidet har vært å undersøke hvilke effekter utvanningsprosessen har på kvaliteten til den utvannede klippfisken. Første del av studiet omfattet undersøkelser rundt bruken av ulike utvanningstemperaturer i intervallet 0-20°C. Det viste seg at kvaliteten i hovedsak var bestemt av utvanningstid, og det ble derfor satt i gang ytterligere to forsøk for å undersøke hvilken effekt en utvanningstemperatur på 0°C hadde for holdbarheten til utvannet klippfisk i kjølt tilstand.

Etter hva resultatene har vist er det ingenting som tyder på at bruken av 0°C som utvanningstemperatur gir produkter med dårligere kvalitet sammenlignet med klippfisk vannet ut ved høyere temperaturer. Derimot viste det seg at utvanning ved 0°C ga en lavere bakterievekst i den utvannede klippfisken både etter endt utvanning og i løpet av en kjølelagringsperiode ved 0°C på 25 dager sammenlignet med fisk vannet ut ved 4 og 10°C. I tillegg viste forsøkene at det ikke var signifikante forskjeller i verken pH eller TVN-innhold mellom fisk vannet ut ved 0, 4, og 10°C. Holdbarheten med hensyn på mikrobiologisk vekst hos klippfisken som var vannet ut ved 0°C ble beregnet til å være 21 dager, noe som var tre dager lengre enn fisk vannet ut ved de øvrige temperaturer.

Nøkkelord: Klippfisk, utvanning, kvalitet, holdbarhet, bakterievekst



<b>1</b>	<b>INTRODUKSJON</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>TEORI</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Produksjon av klippfisk</b> .....	<b>4</b>
2.1.1	Salteprosessen .....	4
2.1.2	Tørkeprosessen.....	6
<b>2.2</b>	<b>Utvanning av klippfisk</b> .....	<b>7</b>
2.2.1	Masetransport mellom fisk og vann i utvanningen.....	7
2.2.2	Utvanningsmetoder .....	8
<b>2.3</b>	<b>Holdbarhet og kvalitet i utvannet klippfisk</b> .....	<b>12</b>
2.3.1	Mikrobiologisk vekst.....	12
2.3.2	Sensorisk kvalitet .....	12
2.3.3	TVN og pH.....	13
2.3.4	Effekt av temperatur .....	14
2.3.5	Pakkemetoder .....	14
<b>3</b>	<b>MATERIAL OG METODE</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Råstoff og klippfiskproduksjon</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Utvanningsforsøk</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Analysemetoder</b> .....	<b>20</b>
3.3.1	Vektmålinger .....	20
3.3.2	Saltinnhold .....	20
3.3.3	Vanninnhold .....	20
3.3.4	Sensorisk analyse .....	21
3.3.5	Statistiske analyser .....	22
3.3.6	Bakteriell analyse .....	22
3.3.7	TVN innhold .....	22
3.3.8	pH – analyse .....	23
<b>4</b>	<b>RESULTATER</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>Klippfiskens vektutvikling i utvanningen</b> .....	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>Saltinnhold i utvannet klippfisk</b> .....	<b>27</b>
<b>4.3</b>	<b>Vanninnhold i den utvannede klippfisken</b> .....	<b>30</b>
<b>4.4</b>	<b>Sensorisk kvalitet i utvannet klippfisk</b> .....	<b>32</b>
<b>4.5</b>	<b>Holdbarhet i kjølelagret utvannet klippfisk</b> .....	<b>37</b>
4.5.1	Bakterievekst i kjølelagret utvannet klippfisk.....	37
4.5.2	TVN innhold i utvannet klippfisk .....	40
4.5.3	pH i utvannet klippfisk .....	41
<b>5</b>	<b>DISKUSJON</b> .....	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>REFERANSER</b> .....	<b>50</b>
<b>8</b>	<b>VEDLEGG 1</b> .....	<b>54</b>





# 1 INTRODUKSJON

Produksjon av klippfisk har lange tradisjoner i Norge, og ble tatt i bruk som foredlingsmetode omkring 1640. Metoden gikk ut på å salte fisken lagvis i en viss periode, for så å tørke den på klipper og svaberg, derav navnet klippfisk. Fiskeslag som ble benyttet var torsk, sei, brosme og lange. I dagens kommersielle produksjon er det i all hovedsak torsk og sei som benyttes.

Klippfisk utgjør en viktig hovedingrediens i mange tradisjonelle retter i mange land som for eksempel Brasil, Portugal og Spania. En av hovedgrunnene til at klippfisk har vært ettertraktet i lang tid skyldes hovedsakelig dens høye næringsinnhold og ikke minst lang holdbarhet ved forholdsvis høye temperaturer. De sensoriske endringene som følge av salte og tørkeprosessen gjør at produktets sensoriske egenskaper blir karakteristiske, og skiller seg fra fersk fisk. Fullsaltet klippfisk har vanligvis et saltinnhold på 15-20 %. Det høye saltinnholdet gjør at fisken må vannes ut før konsumering. Ønsket saltinnhold i den utvannede fisken varierer til en viss grad etter tilberedningsmåte og de ulike konsumenters krav, men ligger vanligvis rundt 2-4 %. Utvanningstiden avhenger av mange faktorer som råstoffets kvalitet og størrelse i tillegg til hvilken utvanningsmetode som benyttes. Utvanning hjemme hos konsumentene blir vanligvis gjort på tradisjonelt vis med stillestående vann, og tar 1-2 dager.

Trendene i markedet tilsier at dagens konsumenter i større grad etterspør produkter som har kortere tilberedningstid, såkalte klar-til-bruk produkter. For å imøtekomme disse kravene har det etter hvert kommet ferdig utvannede produkter av klippfisk på markedet. I motsetning til de fullsaltede produktene har disse en svært begrenset holdbarhet i kjølt tilstand. Tidligere forsøk har vist at kjølelagret (1-4°C) salt og klippfisk allerede etter 6 – 10 dagers lagring har bakteriekonsentrasjoner over den maksimale grensen på  $5 \times 10^6$  ( Bjørkevoll 1999; Magnússon *et al.* 2006). Dette påvirker også den sensoriske kvaliteten både med tanke på utvikling av sur lukt, smak etc.

Det fins lite kunnskap som omfatter hvordan selve utvanningsprosessen påvirker fiskens kvalitet, spesielt da med tanke på effekten av ulike utvanningstemperaturer.

*Hensikten med denne oppgaven var derfor å undersøke hvilke kvalitetsforskjeller, spesielt med hensyn på mikrobiologisk kvalitet som oppsto mellom klippfisk vannet ut ved ulike temperaturer, og hvilken betydning dette fikk for holdbarheten etter endt utvanning. I tillegg ble kvalitetsutviklingen undersøkt gjennom deler av utvanningsprosessen, i form av vektutvikling, saltinnhold, vanninnhold og sensorisk kvalitet.*

## **2 TEORI**

### **2.1 Produksjon av klippfisk**

#### **2.1.1 Salteprosessen**

Før salting blir sløyd og hodekappet fisk flekket og rensset for blod og innvoller. Eventuelt blir også svarthinnen fjernet før eller under vaskingen (Pedersen, 1989). De mest brukte metodene for salting av torsk i dag er tørrsalting, pickelsalting, saltinjeksjon, lakesalting eller vakuumsalting (Lauritzsen, 2004). En kombinasjon av flere metoder i løpet av en salteprosess er vanlig, men prosessen avsluttes som regel med tørrsalting. Saltfisk har vanligvis et saltinnhold på 18-20 % og et vanninnhold på 56-57 % (Pedersen, 1989).

#### **Tørrsalting**

Ved tørrsalting blir ferdig flekket fisk lagt lagvis i kar med salt mellom hvert lag. Etter hvert som vann trekker ut av fiskemuskelen, blir den blandet med saltet og det oppstår en saltlake mellom fiskelagene. Denne laken vil renne av etter hvert, og fisken står mer eller mindre tørr gjennom hele prosessen. Etter 4-5 døgn legger en om fisken, slik at den som lå øverst i første lag kommer nederst, og omvendt. Etter å ha stått mørkt og kjølig er fisken vanligvis saltmoden etter ca. 3 uker ( Pedersen, 1989).

#### **Pickelsalting**

Pickelsalting av fisk foregår på tilsvarende måte som tørrsalting, men saltlaken som etter hvert dannes blir ikke tappet ut, og fisken blir dekket av sin egen lake. Normalt sett, etter at fisken har blitt pickelsaltet i 5-7 dager, blir den tørrsaltet i en eller to omganger. I løpet av denne perioden blir overflødig salt fra fiskens overflate fjernet, og fisken blir omstabet på tilsvarende måte som ved ren tørrsalting (Kvande-Pettersen & Losnegaard, 1991).

#### **Lakesalting**

Ved lakesalting blir fisk vanligvis lagt i kar med ferdig tilgjort saltlake. Lakens saltkonsentrasjon kan variere, men er vanligvis på ca. 18-25 % NaCl. Saltinnholdet til den ferdig modnede saltfisken kan reguleres etter saltetid og temperatur i saltlaken. Vanligvis

ligger fisken ca. 2-4 dager i laken før den blir pickelsaltet og/eller tørrsaltet en eller to ganger i 14-21 dager. Forsøk har vist at en slik kombinasjon gir et høyere saltfiskutbytte sammenlignet med tørrsalting, som følge av et mindre fuktighetstap (Bøgh-Sørensen *et al.* 1986). På grunn av høyere vanninnhold, kreves det derfor en lengre tørkeprosess for å produsere ferdig klippfisk av lakesaltet saltfisk sammenlignet med andre saltemetoder (Pedersen, 1989).

### **Saltinjeksjon**

Saltinjeksjon innebærer at saltet blir automatisk injisert direkte inn i fiskemuskelen ved bruk av nåler. Saltet penetrerer hurtigere som følge av at det blir mekanisk injisert inn i muskelen ved hjelp av trykk. Nålene går som regel inn på muskelsiden og injeksjonen av den mettede saltløsningen starter når nålene har nådd skinnet på innsiden av fileten, og flyter ut når nålene er på vei ut. Injeksjonstrykket og antall behandlinger kan justeres i en automatisk injeksjonsmaskin. Etter behandlingen blir fisken vanligvis lakesaltet, pickelsaltet og/eller tørrsaltet en eller to ganger. Saltfiskutbytte for denne metoden har gjennom tidligere forsøk vist seg å være høyere sammenlignet med tradisjonell tørrsalting (Davidsson, 1989).

### **Vakuumsalting**

Vakuumsalting av fisk er en forholdsvis ny og lite anvendt metode, som har vist seg å gi et hurtigere opptak av salt i fiskemuskelen sammenlignet med tradisjonelle tørrsaltingsmetoder. En variant er å kombinere metoden med lakesalting og tørrsalting. Joensen *et al.* (1997) utførte forsøk med å sammenligne vakuumsalting av torsk med lakesalting. Metoden gikk ut på å legge fileter i en stamp, for så å tørrsalte og dekke over med en saltlake. Stampen ble så plassert i en vakuumsrom og fisken ble utsatt for vakuumpulser i en viss periode. Temperaturen i laken under behandlingen var 12°C. Etter behandlingen lå fisken i den samme laken i 14 timer, før den ble lagt om og tørrsaltet. Resultatene viste at saltfiskutbyttet ble høyere i den vakuumsaltede torsken sammenlignet med den lakesaltede. Derimot viste det seg at filetene til den vakuumsaltede torsken fikk en mer gulaktig farge.

## 2.1.2 Tørkeprosessen

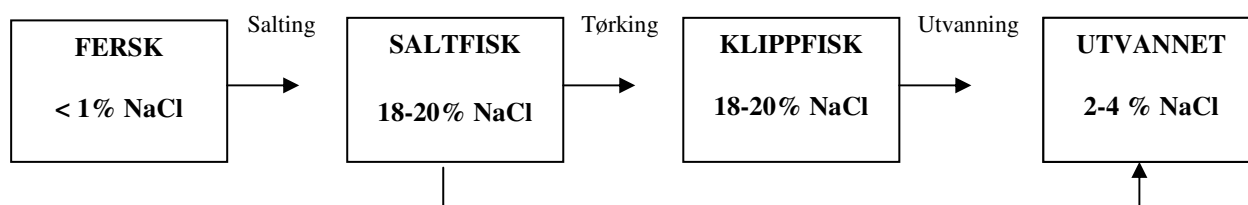
I dagens kommersielle produksjon av klippfisk blir den fullsaltede fisken vanligvis tørket i kanaltørke eller kammertørke (skaptørke).

Dagens kanaltørkere har stor kapasitet med plass til flere vogner samtidig. Prinsippet er at fisken blir lagt på tørkebrett stablet i vogner som går inn i den ene enden og ført gjennom kanalen og ut den andre enden. På vei gjennom tørken møter fisken en motgående luftstrøm med ønsket temperatur og hastighet. Temperaturen er lavest i begynnelsen (16-18°C), og høyest ved slutten (30-32°C). Valg av temperaturintervall avhenger av hvilken tørkegrad som ønskes i den ferdige klippfisken (Pedersen, 1989)

Tørking i kammer innebærer at man setter vognene inn fra siden i hver sine kammer. Vognene står i ro gjennom hele prosessen og luften går gjennom kammeret på tvers. Størstedelen av norsk klippfisk blir produsert som 7/8 tørr, d.v.s et vanninnhold på ca. 45 % og et saltinnhold på 18-20 % (Pedersen, 1989).

## 2.2 Utvanning av klippfisk

Det høye saltinnholdet i den ferdige klippfisken medfører at fisken må vannes ut i 1-2 døgn før konsumering. Den ferdig utvannede klippfisken har som regel et saltinnhold på 2-4%. Vanligvis blir fisken kuttet opp i mindre biter (3-5 cm. brede), og vannes ut med eller uten skinn.



Figur 1: Prosessbeskrivelse for produksjon av ferdig utvannet klippfisk

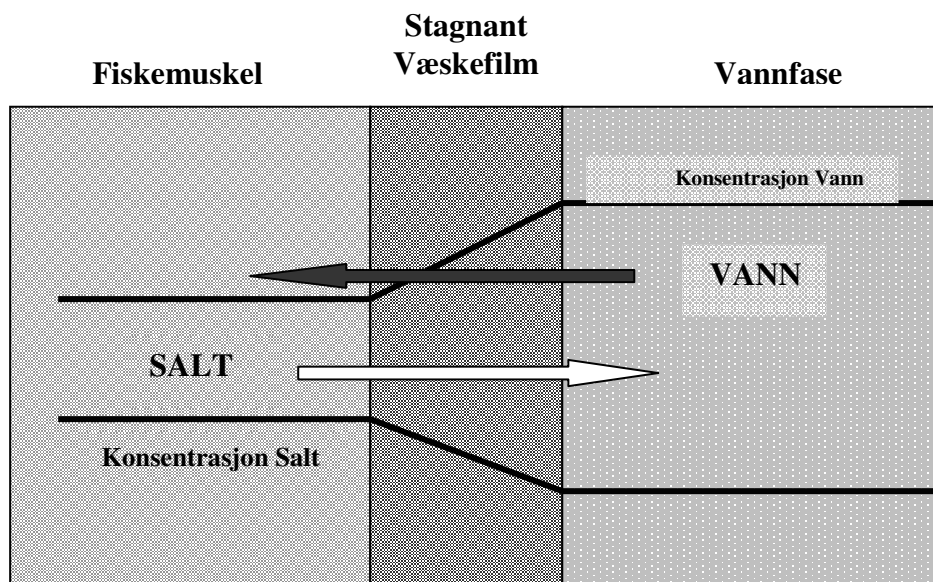
### 2.2.1 Massetransport mellom fisk og vann i utvanningen

Utvanning av klippfisk og saltfisk kan betraktes som en ren transportprosess mellom fast fase og væskefase (Olsen *et al.* 2001). Den store konsentrasjonsforskjellen av salt mellom fisk og vann i utvanningsprosessen gjør at det oppstår en utveksling av salt og vann. Salt diffunderer ut av muskelen som følge av den lave saltkonsentrasjonen i vannet. På tilsvarende måte drives vann inn i muskelen på grunn av den lave vannkonsentrasjonen i fiskemuskel, og som følge av at saltet trekker til seg vann. Dette gjør at fiskemuskel tilnærmet får tilbake det opprinnelige vanninnholdet som den hadde i fersk tilstand.

Med hensyn på vektutvikling har Barat *et al.* (2003) beskrevet utvanningsprosessen som todelt. I løpet av den første perioden er det salttapet og vannopptaket som påvirker vektøkningen i form av drivende krefter på grunn av de store konsentrasjonsforskjellene i salt mellom fisk og vannfase. I andre periode, når det oppstår en likevekt i saltkonsentrasjon, er vektøkningen en årsak av at proteinene i fiskemuskel rehydreres (svelles).

Transporthastigheten av vann og salt i utvanningen påvirkes av en rekke faktorer. Transporttallet i den stagnante væskefilmen (se figur 2) er et begrep som kan beskrive motstanden i filmen og dermed hvor fort saltet transporteres fra fisk til vann. Dette kan derfor

være en begrensende faktor for utvanningshastigheten (Olsen *et al.* 2001). Fiskebitenes størrelse og hvor på fisken de kommer fra, har stor betydning for hastigheten til diffusjonen av salt og vann. Fiskebiter tatt fra fiskens buklapper er tynnere og krever derfor en kortere utvanningstid enn biter tatt fra ryggmuskelen (loins). Akse *et al.* (2000) viste at tynne biter hadde betydelig raskere vannopptak og salttap sammenlignet med tykke biter. Hvorvidt fiskebitene som vannes ut er skinnfrie kan også ha betydning for utvanningen. Antall snittflater i de oppkuttete fiskebitene kan også påvirke utvanningshastigheten. Tidligere forsøk har vist at transporten av salt og vann går hurtigere gjennom snittflater sammenlignet med ”langsgående overflater” (Ree, 1985). Akse og Joensen (1996) har vist at skinn fungerer som en barriere som reduserer inntrengningen av vann i fiskemuskelen. De fant ut at fiskebiter uten skinn hadde opptil 10,6% høyere vektøkning og 3,3% høyere vanninnhold i forhold til biter med skinn.



**Figur 2: Prinsippkisse for massetransport fra fiskemuskel gjennom stagnert væskefilm til vannfase. Skisse tegnet etter Olsen *et al.* 2001**

## 2.2.2 Utvanningsmetoder

Utvanningsmetodene som er presentert i denne delen omfatter både saltfisk og klippfisk. De nyere metodene som tromling, vakuumpump og stikkinjisering har hovedsakelig vært utprøvd på saltfisk, men kan også antas å være aktuelle for klippfisk.

## **Tradisjonell**

Den tradisjonelle utvanningsmetoden er en tidkrevende, men enkel metode hvor fisken vanligvis blir vannet ut i kar med stillestående eller rennende vann av ulike temperaturer i 1-2 døgn avhengig av ønsket saltinnhold og fiskebitenes størrelse. Forholdet fisk:vann varierer, og vanligvis blir vannet skiftet ut en eller flere ganger i løpet av prosessen. Lauritzen & Akse (1994) viste at en utvanningstemperatur  $<15^{\circ}\text{C}$ , 1-3 vannskift, forhold fisk:vann 1:5, og en minimum utvanningstid på 24 timer gir utvannet klippfisk med både akseptabelt saltinnhold og vektøkning. Bruk av rist i utvanningskaret benyttes ofte for at fisken ikke skal komme i direkte kontakt med saltet som legger seg på bunnen. Omrøring kan også gjøres for å opprettholde en jevn saltkonsentrasjon i utvanningsvannet, men dette har vist seg å tilsynelatende liten effekt (Rodríguez-Barona *et al.* 2001). Ved utvanning av fiskebiter med ulik størrelse har det vist seg at denne metoden ofte resulterer i dårlig utjevning av salt i fiskemuskelene. Justering av vannskifter og forholdet fisk:vann kan sannsynligvis gjøre at utjevningen av salt blir bedre (Akse *et al.* 2000).

Forsøk gjort på saltfisk har vist at den lange utvanningstiden gjør at muskelproteinene sannsynligvis får lengre tid til å svulle sammenlignet med andre metoder, og at vektubytting dermed blir større etter endt utvanning (Olsen *et al.* 2001).

Metoden har vist seg å gi produkter med god sensorisk kvalitet. I tillegg viser tidligere resultater at klippfisk vannet ut på tradisjonell måte med stillestående vann har lavere bakterieinnhold i utvanningen sammenlignet med metoder som vakuu og justert saltinnhold. De enkle utformingene av utvanningskarene, samt at det ikke var sirkulasjon i vannet ved den tradisjonelle metoden kan ha redusert dannelsen av biofilmer. Den lange utvanningstiden gjør at saltkonsentrasjonen synker saktere, noe som kan medføre at bakterieveksten kommer senere i gang sammenlignet med andre utvanningsmetoder (Akse *et al.* 2000).

## **Tromling**

Ved tromling blir fisken vannet ut i en trommel som sørger for konstant omrøring av vann og fisk. Bruk av denne metoden har vist at utvanningstiden kan reduseres med 10-30% sammenlignet med tradisjonell utvanning (Skjerdal *et al.* 2002). Tromlingens ”masserende” effekt på fiskemuskelene gjør at den stagnante væskefilmen som omkranser fisken blir svekket, noe som reduserer motstanden og dermed øker vann og salttransporten (Olsen *et al.* 2001). Derimot er det vist at fisken trenger en hvileperiode for at muskelproteinene skal rehydreres i like stor grad som fisk vannet ut på tradisjonell måte (Skjerdal *et al.* 2002). Den mekaniske belastningen gjør at kvaliteten til de utvannede produktene blir svekket, og fisken får en mer



”mosete” overflate og høyere grad av spalting sammenlignet med tradisjonell utvanning (Olsen *et al.* 2001; Bjørkevoll *et al.* 2004).

### **Vakuum**

Utvanning ved bruk av vakuum innebærer at fisken blir lagt i en vakuumtrommel, med eller uten rotering, og utsatt for vakuumpuls med varierende trykk og varighet. Denne prosessen blir vanligvis etterfulgt av en tradisjonell utvanningsdel. Metoden har vist seg å gi produkter med god sensorisk kvalitet. I tillegg har den vist seg å gi en bedre utjevning av salt, samt høyere vektøkning sammenlignet med tradisjonell utvanning. Årsakene kan være at vakuumpulsen sørger for en hurtigere transport av vann inn i muskelen (Akse *et al.* 2000).

Utvanning i trommel kombinert med vakuum har vist seg å være svært effektiv med tanke på reduisering av utvanningstiden. Forsøk gjort av Olsen *et al.* (2001) viste at saltinnholdet i de vakuumtromlede bitene ble redusert til 2-4% etter to timer, sammenlignet med tradisjonell utvanning som ga samme saltinnhold etter 24-48 timer.

### **Stikkinjisering**

Stikkinjisering av vann er en metode som har vært utprøvd på fileter og biter av salt- og klippfisk. På grunn av klippfiskens harde konsistens blir fisken vanligvis lagt til forbløtning i en viss periode før injiseringsprosessen kan starte (Bjørkevoll *et al.* 2003). Vann blir injisert ved hjelp av nåler, enten på muskel- eller skinnsiden. Antall ganger fisken blir injisert og hvor stort trykket som benyttes kan variere. Ved stikkinjisering av væske reduserer man betydningen av væskefilmen, fordi saltet ”skylles ut” av fisken med den injiserte væsken (Olsen *et al.* 2001).

Stikkinjisering etterfulgt av tromling har vist at utvanningstiden med hensyn på saltinnhold kan reduseres til 3 timer sammenlignet med over 24 timer ved tradisjonell utvanning. Samme forsøk viste at denne kombinasjonen ga like høyt vektutbytte (34 %) sammenlignet med saltfisk vannet ut tradisjonelt i 48 timer (Bjørkevoll *et al.* 2004). Forsøk gjort på saltfiskfilet har imidlertid vist at injisering på muskelsiden fører til at fisken blir mer opprevet/flisete i overflaten i forhold til injisering på skinnsiden (Olsen *et al.* 2003).

### **Utjevningsslake**

For å oppnå et jevnt saltinnhold i den utvannede klippfisken, spesielt når bitene som vannes ut er av ulik størrelse, blir det ofte benyttet en utjevningsslake med ønsket saltinnhold på slutten

av utvanningstiden. Metoden kan kombineres med de overnevnte metoder ved å tilsette en utjevninglake i det siste vannskiftet. Forsøk gjort på klippfisk vannet ut i sirkulerende vann i 32 timer etterfulgt av 16 timers utjevninglake med saltkonsentrasjon 3,5 % har vist seg å gi god utjevning av salt mellom tykke og tynne biter, samt god sensorisk kvalitet (Akse *et al.* 2000).

## 2.3 Holdbarhet og kvalitet i utvannet klippfisk

### 2.3.1 Mikrobiologisk vekst

Fullsaltet klippfisk har et saltinnhold på 18-20 %, og kan derfor regnes som et fullkonservert produkt. Bakteriefloren i salt- og klippfisk har blitt karakterisert som moderat halofile (Wilhelmsson *et al.* 1996). Disse moderat halofile bakteriene har evne til å overleve i den fullsaltede klippfisken. Etter utvanning er vekstforholdene til mikrofloraen mer optimale på grunn av et høyere vanninnhold (ca. 70%) og et lavere saltinnhold (2-4 %) i produktet (Bjørkevoll *et al.* 2002). Et saltinnhold på 3 % har vist seg å være optimalt for den type mikroflora som normalt sett oppholder seg i utvannet saltfisk (Skjerdal *et al.* 1997). Dette fører til at holdbarheten blir svært begrenset i kjølelagret tilstand.

Tidligere forsøk gjort av Bjørkevoll *et al.* 2002 har vist at salt- og klippfisk vannet ut i 24 timer ved 4°C, og kjølelagret (i poser) ved 4°C har et bakterieinnhold over den maksimale tillatte grensen på  $5 \times 10^6$  etter 7-10 dagers lagring. Forsøk gjort av Magnússon *et al.* (2006) viste også at saltfisk vannet ut ved 3°C og lagret ved 1°C hadde maksimal holdbarhet på 6-10 dager. Imidlertid var utvanningstiden i dette forsøket svært lang (72 timer), noe som kan ha påvirket holdbarheten til de utvannede produktene.

### 2.3.2 Sensorisk kvalitet

Holdbarheten til et fiskeprodukt kan ikke alene bestemmes av bakterieinnhold, men også med hensyn på de sensoriske egenskapene til produktet. Undersøkelser har vist at fiskens konsistens (tekstur) og smak i kokt utvannet saltfisk er de parametrene som vektlegges i størst grad blant konsumentene (Skjerdal *et al.* 1999). Teksturen kan spesifiseres ved å undersøke egenskaper som for eksempel fiskens klebrighet, hardhet, tyggemotstand, fiberaktighet og sammenhengbarhet. Smaken blir ofte spesifisert med egenskaper som total smak og saltsmak (Akse *et al.* 2000). Sensoriske analyser av ferdig utvannede saltfiskprodukter har også vist at det er optimalt med et saltinnhold på 2,5-3 %, sett ut fra norske matvaner (Lauritzen & Akse 1994). Utvannings- tid/metode har også stor påvirkning på den sensoriske kvaliteten. Forsøk gjort av Skjerdal *et al.* (2002) viste for eksempel at tradisjonell utvanning i 48 timer ved 4°C ga produkter med høy sensorisk kvalitet, mens 24 timers utvanning med samme metode ga for

høyt saltinnhold. Andre parametre som lukt og farge er også vanlig å undersøke i forbindelse med sensoriske analyser av fiskeprodukter.

### 2.3.3 TVN og pH

Totalt flyktig nitrogen (TVN) – (total volatile nitrogen bases, også kalt TVB og TVBN) er en av de mest anvendte metoder for å analysere kvalitet hos fisk og skalldyr. TVN er en generell betegnelse som omfatter trimethylamin (TMA - produsert ved bakteriell nedbryting), dimethylamin (DMA - produsert av autolytiske enzymer under kjøle og fryselagring), ammoniakk (produsert ved deaminering av aminosyrer og nukleotidnebytende produkter) og andre flyktige basiske forbindelser som blir assosiert med bederving av fisk og skalldyr.

TMA nivået utgjør en liten del av TVN-innholdet og øker med lagringstiden. Nivåene til TMA og TVN øker på grunn av den bakterielle nedbrytingen i fiskemuskelen, og er opphavet til den karakteristiske fiskelukten som oppstår etter hvert som fisken blir bedervet. Graden av bederelse, karakterisert som produksjon av TMA eller andre flyktige forbindelser, varierer mellom ulike arter, og relateres til prosessering og lagringstid (Ruiz-Capillas & Horner, 1999). I fersk torsk for konsum har Fiskeri- og kystdepartementet satt en grense på 35 mg TVN/100 g (Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer, 1996).

Det har hittil vært gjort lite undersøkelser for å kartlegge TVN-utviklingen i produkter av utvannet klippfisk. Forsøk gjort på produkter av utvannet saltfisk har imidlertid vist at TVN-innholdet er vesentlig lavere etter endt utvanning og gjennom kjølelagring (Skjerdal et al. 2002; Fernández-Segovia *et al.* 2006) sammenlignet med produkter av fersk torsk (Esaiassen *et al.* 2006).

pH i muskelen spiller en viktig rolle for fiskens tekstur og konsistens. Utvannede produkter av salt- og klippfisk med pH 6-8 har vist seg å være sensorisk akseptable. Når pH-verdien blir høyere enn 8 får produktene en lutefisk-aktig lukt, mens pH-verdier under 6 har vist seg å gi produkter med høyere grad av spalting og mer fibrete tekstur på grunn av protein denaturering (Skjerdal et al. 2002). pH øker med økende bakterievekst og TVN-innhold, noe som blant annet kjølelagringsforsøk på utvannet saltfisk har vist (Joensen, 1996).

### 2.3.4 Effekt av temperatur

Det er hittil gjort lite undersøkelser som beskriver utvanningstemperaturens effekt på holdbarheten til utvannede produkter av saltfisk og klippfisk. Skjerdal *et al.* (2002) fant riktignok ut at prøver av saltfisk og klippfisk vannet ut ved 24°C i 24 timer hadde opptil 3 logenheter høyere bakterieinnhold enn prøver vannet ut ved 4°C allerede etter endt utvanning. Imidlertid viste det seg at noen av prøvene som ble vannet ut ved 24°C hadde forholdsvis høye kimtallsnivåer allerede før utvanning, og det knyttes av den grunn en del usikkerhet rundt påliteligheten til forsøket.

Lagringstemperaturen har vist seg å ha stor betydning for utvikling av TVN og bakterievekst. Forsøk har vist at fersk torsk lagret ved 0°C har vesentlig lavere TVN-innhold sammenlignet med torsk lagret ved 4 og 7°C. Forsøket viste også at torsk lagret ved 4°C generelt forringes om lag 1,5 ganger raskere sammenlignet med torsk lagret ved 0°C (Esaïassen *et al.* 2006).

### 2.3.5 Pakkemetoder

Som følge av den reduserte holdbarheten til utvannede produkter av salt og klippfisk har det blitt gjort en del studier som omfatter forskjellige pakkemetoder og tilsetningsstoffers påvirkning på holdbarheten i kjølt tilstand.

Vakuumpakking av utvannet salt og klippfisk hemmer veksten til aerobe bakterier, d.v.s bakterier som trenger luft for å vokse. Skjerdal *et al.* (2002) viste at vakuumpakket saltfisk vannet ut ved 4°C fikk en holdbarhetsforlengelse på ca. 1 uke i kjølt tilstand (4°C) sammenlignet med saltfisk pakket med tilstedeværelse av luft. Pakking i vakuum viste seg også å redusere utviklingen av totale flyktige forbindelser (TVN) og trimethylaminer (TMA). Vakuumpakking av utvannet saltfisk reduserer både den mikrobielle veksten og produksjonene av flyktige forbindelser sammenlignet med pakking i luft (Fernández-Segovia *et al.* 2006)

Pakking i modifisert atmosfære (MAP) innebærer at fisken blir pakket med en blanding av gasser, hvor særlig O<sub>2</sub> – og CO<sub>2</sub> blir modifisert (Lynum, 2005). MAP pakking av saltfisk utvannet ved 3-5°C med 75 % CO<sub>2</sub>, 20 % N<sub>2</sub> og 5 % O<sub>2</sub> har vist å kunne øke holdbarheten i kjølelagret tilstand (1°C) med opptil to uker sammenlignet med saltfisk pakket med

tilstedeværelse av luft (Magnússon *et al.* 2006). Forsøk (Fernández- Segovia *et al.* 2006) har vist at utvannet saltfisk pakket i MAP kombinert med bruk av ulike tilsetningsstoffer kan gi en vesentlig forlengelse av holdbarheten i kjølt tilstand (4°C).

### 3 MATERIAL OG METODE

Alle forsøk og analyser ble gjort i småskala ved lokalene til Fiskeriforskning i Tromsø i perioden september -06 til og med januar -07.

#### 3.1 Råstoff og klippfiskproduksjon

Klippfisken som ble benyttet i forsøkene var torsk (*Gadus morhua* L.) fanget 28/7-06 og levert i fryst tilstand av tråleren "Eilifson". Fisken ble lagt til tining i springvann (8-9°C) i ca. 18-24 timer. Den ble flekket 16/8-06, pickelsaltet i 14 dager og tørrsaltet videre i to uker. Deretter ble den ferdige saltfisken tørket i 2-3 dager. Etter tørking ble den ferdige klippfisken lagt til kjølelagring (2-4°C) i pappkasser med lokk frem til utvanning.

#### 3.2 Utvanningsforsøk

Som vist i flytskjema i figur 3 ble det gjennomført tre utvanningsforsøk ved bruk av tradisjonell metode med stillestående vann i plastkar.

##### **Forsøk 1 – undersøke muligheten for bruk av 0°C som utvanningstemperatur**

Hensikten var å undersøke om 0°C som utvanningstemperatur kunne gi akseptable produkter av utvannet klippfisk med tanke på vektøkning, saltinnhold, vanninnhold og sensoriske egenskaper. Det ble benyttet fem ulike vanntemperaturer: 0, 2, 10, 15 og 20°C, og de eksakte temperaturene ble målt til 0,1, 1,8, 9,0, 15,1 og 20,9°C i løpet av utvanningen. Råstoffet som ble benyttet er beskrevet i kap. 3.1.

Prøvene til utvanningen ble skåret fra den tykkeste delen (loinsdelen), og delt opp i ti biter med en lengde på 3 cm (se figur 4), Vekten på prøvene varierte mellom 17 og 40 gram. Bitene ble fordelt til de ulike utvanningskarene slik at det var to biter fra hver fisk ved hver temperatur. Det ble benyttet springvann som på forhånd var kjølt ned til de respektive temperaturer. Prøvebitene ble lagt på ei rist som var plassert ca. 3,5 cm over bunnen av karet (se figur 5). Forholdet mellom fisk og vann var 1 kg fisk til 7 liter vann. Det ble gjort vannskifter etter 6 og 24 timer. Hver 12. time ble det tatt ut 4 prøvebiter til både salt og

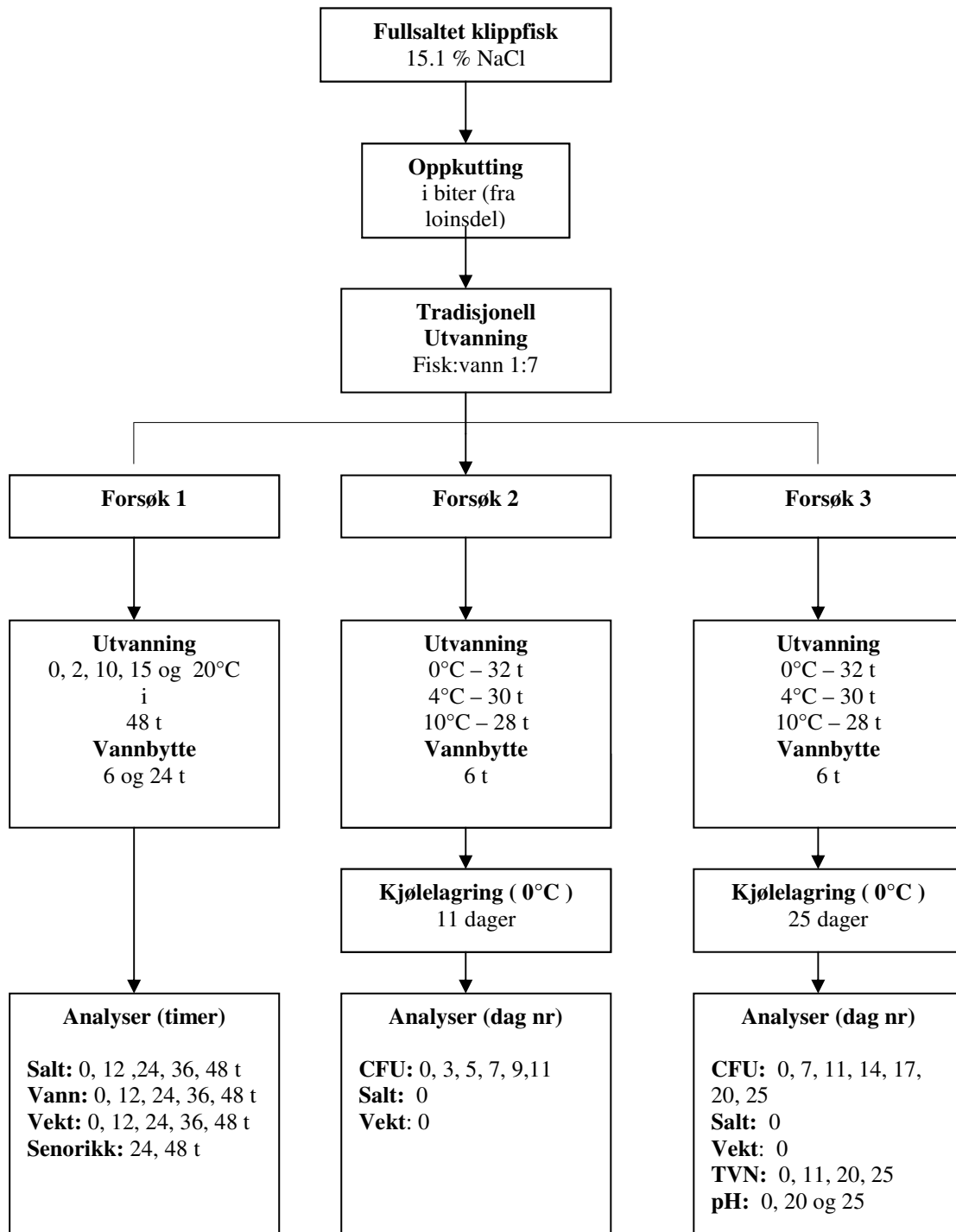
vannanalyser. I tillegg ble det tatt ut 4 biter til sensorisk analyse ved 24 og 48 timer. Alle de merkede prøvebitene ble veid etter avrenning på rist i 5 min, og lagt til fryselagring (ca -40°C) i lukkede plastposer inntil analysene ble gjort. Hvilke analyser som ble tatt og tidspunkt for uttak til de respektive analyser framkommer også i figur 3. Analysene er beskrevet i kap. 3.3 .

### **Forsøk 2 og 3 - kvalitet i kjølelagret utvannet klippfisk**

Hensikten var å undersøke hvilken effekt temperaturen i utvanningsvannet hadde på bakterievekst, TVN-innhold og pH i kjølelagret utvannet klippfisk. Fisk vannet ut ved 0°C skulle sammenlignes med fisk vannet ut ved 4 og 10°C. De to sistnevnte temperaturer har blitt brukt i flere forsøk gjort tidligere ved Fiskeriforskning, og ble derfor valgt som sammenligningsgrunnlag. Klippfisk vannet ut ved alle temperaturene ble kjølelagret ved 0°C. I forsøk 2 viste det seg at lagringstiden var for kort til å kunne bestemme den maksimale holdbarheten, og det ble derfor gjort et tredje forsøk med lengre lagringstid.

I begge forsøkene ble klippfisk vannet ut ved temperaturene 0, 4 og 10°C i hhv. 32, 30 og 28 timer. I forsøk 2 ble de eksakte temperaturene målt til å være 0,5, 3,6 og 8,5°C, mens i forsøk 3 til 0,2, 3,6 og 8,7°C. Råstoffet som ble benyttet er beskrevet i kap. 3.1. Utvanningen ble gjort som beskrevet i forsøk 1, med unntak av at det ble gjort kun ett vannskifte, etter 6 timers utvanning. De beregnede utvanningstidene og redusert antall vannskifter ble valgt på bakgrunn av saltutviklingen som ble kartlagt i forsøk 1. Disse utvanningstidene skulle gi et saltinnhold på rundt 2,5% i de utvannede fiskebitene. Etter endt utvanning ble den ferdig utvannede fisken vakuumpakket og deretter lagret i kjøleskap ved 0°C. Den målte lagringstemperaturen var – 0.5°C for både forsøk 2 og 3. Hvilke analyser som ble tatt og tidspunkt for uttak til de respektive analyser framkommer også i figur 3. Analysene er beskrevet i kap. 3.3.

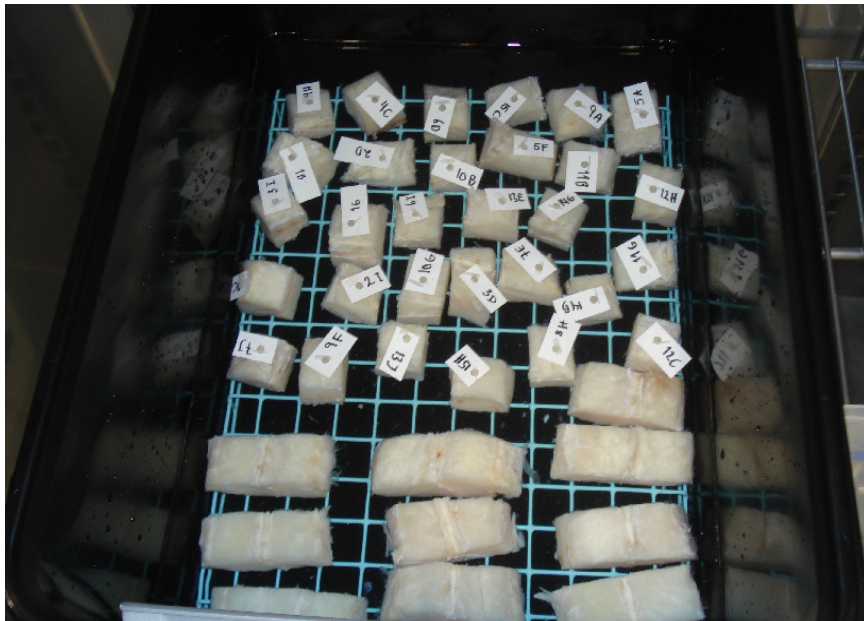




**Figur 3: Flytskjema over alle forsøksprosedyrer og analyser**



**Figur 4: Uttaksområde for prøvebitene som ble benyttet i utvanningsforsøkene**



**Figur 5: Plassering av de merkede klippfiskbitene i utvanningskar. De umerkede bitene inngikk ikke i dette forsøket**

## **3.3 Analysemetoder**

### **3.3.1 Vektmålinger**

For å beregne vektøkning i prosent ble det registrert vekt på de merkede bitene før og etter utvanning. Etter endt utvanning ble bitene lagt på rist for avrenning i ca. 2 min før veiing ved hjelp av en Mettler PE 6000 målevekt. Gjennomsnitt ble beregnet fra to paralleller.

### **3.3.2 Saltinnhold**

Saltinnholdet i den utvannede klippfisken ble analysert ved bruk av Dicromate 11 Salt analysator. 20,0 g fiskeprøve ble homogenisert med 200 ml destillert vann i hurtigmikser i omlag 1 min. Prøven ble så overført til et 250 ml begerglass og satt til omrøring i 5 min. Etter omrøring ble prøven filtrert gjennom sil, og saltinnholdet i prosent i den filtrerte væsken ble bestemt ved hjelp av Dicromate 11 måleinstrument. Gjennomsnittet ble beregnet fra 2 paralleller.

Tidligere studier gjort på saltfisk og klippfisk har referert til Volhards metode (1940), referanse AOAC 937.09 for bestemmelse av saltinnhold i fiskemuskel. For å undersøke om de målte verdier fra analysen gjort ved hjelp av Dicromate 11 Salt analysator er sammenlignbare med verdier fra tidligere forsøk ble det derfor tatt en kontroll ved bruk av Volhards metode.

Med bakgrunn i resultatene fra Dicromate 11 Salt analysator ble prøver fra fiskebitene med henholdsvis lavest, middels og høyest saltinnhold tatt ut. 0,4 g fiskemuskel ble veid ut fra prøvene med middels og høyt saltinnhold, og 15 ml AgNO<sub>3</sub> ble benyttet. 5 g fiskemuskel fra prøven med lavest saltinnhold ble veid ut, 25 ml AgNO<sub>3</sub> ble benyttet. Metoden er beskrevet av Moen (2001).

### **3.3.3 Vanninnhold**

Vanninnholdet i fiskemuskel ble beregnet ved å tørke 10 g homogenisert muskel i varmeskap ved 105°C i ca. 18 timer. Etter tørking ble prøvene avkjølt i eksikator. Det totale vanninnholdet ble beregnet ut fra differansen mellom prøvens vekt før og etter tørking (Moen 2001). Vanninnhold i prosent ble beregnet ut fra følgende formel:

$$\% \text{ vanninnhold} = (\text{totalt vanninnhold} / \text{innveid mengde muskel}) \times 100$$

Gjennomsnittet ble beregnet fra to paralleller.

### 3.3.4 Sensorisk analyse

For å undersøke sammenhengen mellom utvanningstemperatur og sensoriske egenskaper, ble det foretatt en sensorisk analyse på klippfisk vannet ut i 24 og 48 timer. Fire prøvebiter fra alle gruppene utvannet ved 0, 2, 10, 15 og 20°C ble tatt ut, vakuumpakket og fryst ned ved -40°C i ca. tre uker. Den sensoriske analysen foregikk i den sensoriske laben til Fiskeriforskning i Tromsø. Panelet besto av fire dommere, som alle hadde kjennskap til produkter av utvannet klippfisk. Bitene ble pakket inn i aluminiumsfolie og dampet på rist i ti min. etterfulgt av to min. hvile. Hver av de fire dommerne skulle bedømme sensoriske egenskaper som total lukt, saltsmak, total smak, farge, skivbarhet, tyggemotstand og saftighet (se tabell 1). Hver av de syv egenskapene ble bedømt i forhold til en skala fra 1 til 3. I tillegg var det et felt for kommentarer slik at dommerne kunne spesifisere bedømmelsen ytterligere.

**Tabell 1: Avkrysningskjema som ble benyttet i sensorisk bedømmelse av utvannet klippfisk**

Score	Total lukt	Farge	Skivbarhet	Total smak	Salt	Saftighet	Tyggemotstand
3	<i>Sterk</i>	<i>Hvit</i>	<i>100% hele segment</i>	<i>Sterk</i>	<i>Sterk</i>	<i>Saftig</i>	<i>Seig</i>
2	<i>Middels</i>	<i>Hvit/gul</i>	<i>50 %</i>	<i>Middels</i>	<i>Middels</i>	<i>Middels</i>	<i>Middels</i>
1	<i>Svak</i>	<i>Gul</i>	<i>0% mos</i>	<i>Svak</i>	<i>Svak</i>	<i>Svak</i>	<i>Mør</i>
<b>Kommentar</b>							

### 3.3.5 Statistiske analyser

Det ble foretatt multivariate analyser som PCA og regresjonsanalyser for å kartlegge signifikante variabler ved hjelp av programmet The Unscrambler<sup>®</sup> v9.2. Ved å bruke dette programmet blir datasettene systematisert, og kan gi en tydeligere oversikt over hvilke resultater og trender som kommer frem av de innhentede data. Ved bruk av The Unscrambler<sup>®</sup> kan man finne ut hvilke variabler (x) som har innvirkning på målte responser (y). For at de ulike verdiene skulle være sammenlignbare på tross av ulik skala, ble dataene normalisert før gjennomføring av de multivariate analysene. De signifikante variablene ble funnet ved hjelp av Martens Uncertainty test (Esbensen *et al.* 1996).

Det ble også gjennomført en effektanalyse (Analysis of effects). Dette er en metode som er spesielt egnet til designede forsøk. Formålet med denne metoden er å finne ut hvilke av variablene som har størst innflytelse på de ulike responsene og hvor signifikant innflytelsen er.

### 3.3.6 Bakteriell analyse

Tre fiskebiter ble tatt ut fra hver av de tre forskjellige utvanningstemperaturene 0, 4 og 10°C. Av hver fiskebit ble det tatt ut 20±0.3g, og lagt i hver sin stomacherpose. Sterilteknikk ble gjennomført i alle faser av uttaket. Videre ble fisken homogenisert og fortynnet 1:5 i stomacher (lab blender) med peptonvann (2,5% NaCl). Det ble videre lagd fortynningsrekker, og prøver på 100µl ble pipettert ut på agarplater med to paralleller for hver prøve. PCA agar tilsatt 2,5% NaCl ble benyttet som vekstmedium for alle prøvene. Kimtallet ble avlest etter at agarplatene var inkubert i 5 dager på 12°C.

### 3.3.7 TVN innhold

Totalt flyktig nitrogen ble beregnet ved bruk av Tecator Kjeltex Auto Sampler System 1035 Analyser (FOSS A/S, Hillerød, Danmark) etter beskrivelse av Tecator (1992). 10 g homogenisert fiskeprøve ble veid i veiepapir og overført til et Kjeldahl-destillasjonsrør. 50 ml destillert vann, 3.0 ml rensed parafin, og 1 g magnesiumoksid (MgO) ble tilsatt i røret før det ble plassert i Tecator apparatet. Gjennomsnittet ble beregnet ved å måle to paralleller.

### **3.3.8 pH – analyse**

20 gram fiskemuskel ble homogenisert ved hjelp av kjøkkenmaskin (foodprocessor), og blandet med 20 ml 0,15 M kaliumklorid (KCL) i et begerglass. pH ble målt ved hjelp av et Portable pH meter PHM80 (Radiometer A/S, København, Danmark). Gjennomsnitt ble beregnet ut fra to paralleller. Metoden er bekrævet av Moen (2001).

## 4 RESULTATER

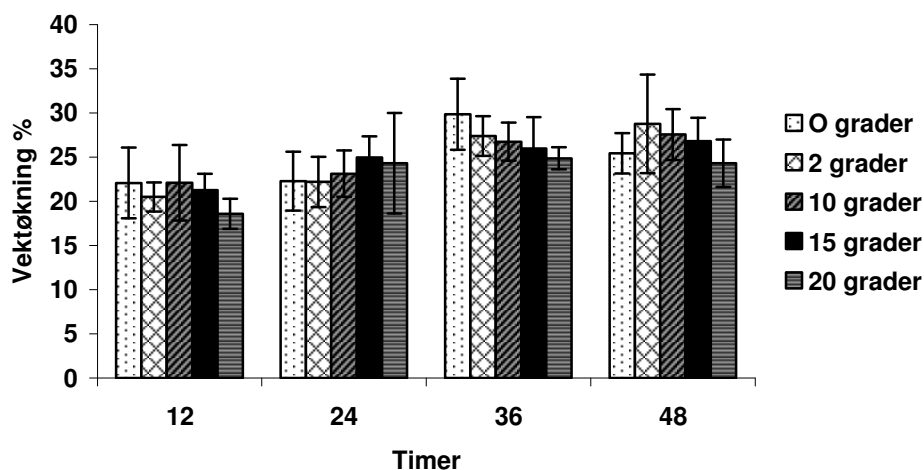
Det første forsøket (forsøk 1) ble gjennomført for å undersøke hvorvidt det var praktisk mulig å gjennomføre utvanning av klippfisk ved 0°C, og å sammenligne viktige faktorer som vektøkning, saltinnhold og vanninnhold i fisk som var vannet ut ved 0, 2, 10, 15 og 20°C i hhv. 12, 24, 36 og 48 timer. I tillegg ble det gjort en sensorisk vurdering av prøvene som var vannet ut i 24 og 48 timer.

For å undersøke om det var signifikante forskjeller i vektøkning, saltinnhold og vanninnhold som følge av ulik utvanningstemperatur og utvanningstid ble det gjennomført en effektsanalyse (Analysis of Effects). Resultatene fra effektanalysen er presentert i form av "Multiple Comparisons" plott. I slike plott sammenlignes responsverdiene (f.eks vektøkning) ved de ulike nivåene av variablene (f.eks utvanning ved 12, 24, 36 og 48 timer). Plottene gjør det mulig å undersøke om endringene i utvanningstemperatur eller utvanningstid medfører signifikante endringer i de målte responsene. Figurplottene fra denne analysen viser de gjennomsnittlige måleverdiene (vektøkning, saltinnhold eller vanninnhold) som lysegrå ringformede punkter. Punkt som ligger i samme mørkegrå ramme er ikke signifikant forskjellige fra hverandre på 5 % nivå, mens punkt beliggende i forskjellige rammer er signifikant forskjellige fra hverandre.

## 4.1 Klippfiskens vektutvikling i utvanningen

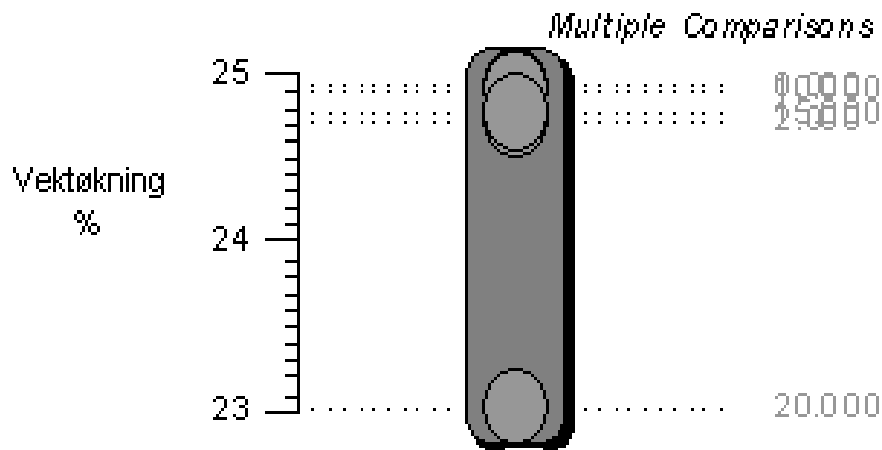
For å synliggjøre vektutviklingen til klippfisk ble det i tillegg til effektanalysene laget et plott hvor vektøkningen i fisken er presentert som funksjon av utvanningstid for de enkelte utvanningstemperaturene. Vektutviklingen til klippfisk vannet ut ved de ulike utvanningstemperaturene er vist i figur 6. Av figuren ser man at klippfisk som var vannet ut ved 20°C hadde noe lavere vektøkning enn fisken som ble vannet ut ved de øvrige temperaturene. Effektanalysen viste likevel at det ikke var signifikante forskjeller i vektøkning som følge av de ulike utvanningstemperaturene. Dette er illustrert ved at alle punktene i figur 7 ligger innenfor samme søyle.

Utvanningstidens betydning for vektøkningen til klippfisk i løpet av utvanningen er fremstilt i figur 8. Forskjellene mellom fisk vannet ut i 12 og 24 timer viste seg å ikke være signifikante. Det samme var tilfellet for fisk vannet ut i 36 og 48 timer. Derimot var det signifikante forskjeller mellom fisk vannet ut ved 36 eller 48 timer i forhold til fisk vannet ut ved 12 eller 24 timer. Dette kommer også frem av figur 6, hvor uttakene 12 og 24 timer skilte seg ut ved at fisken hadde gjennomsnittlig lavere vektøkning sammenlignet med uttak 36 og 48 timer.

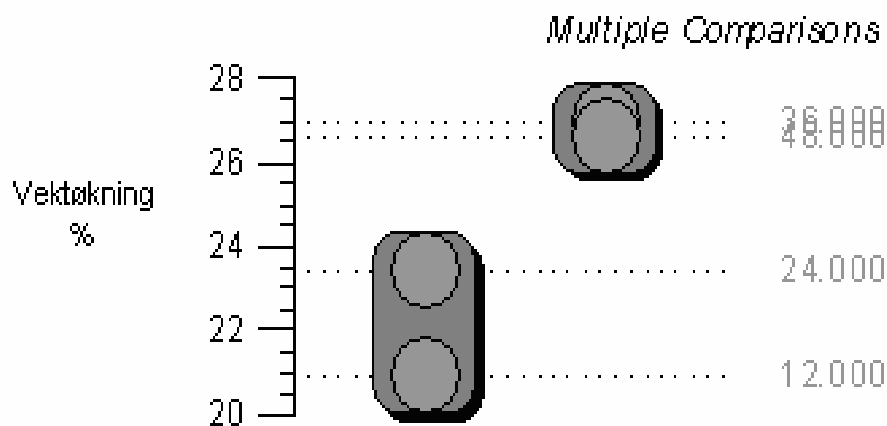


Figur 6: Vektutvikling hos klippfisk vannet ut ved 0, 2, 10, 15 og 20°C i 12, 24, 36 og 48 timer. Standardavvik er beregnet ut fra to paralleller.





Figur 7: Vektøkning i prosent som funksjon av utvanningstemperatur, signifikansnivå 5 %. De lysegrå punktene representerer gjennomsnittet av alle prøvene ved de gitte temperatuene 0, 2, 10, 15 og 20°C. Punkter som befinner seg innenfor samme ramme er ikke signifikant forskjellige fra hverandre, mens de punkt/punkter som befinner seg i hver sin/sine rammer er signifikant forskjellige fra hverandre.



Figur 8: Vektøkning i prosent som funksjon av utvanningstid, signifikansnivå 5 %. De lysegrå punktene representerer gjennomsnittet av alle prøvene ved de gitte tidspunkt 12, 24, 36 og 48 timer. Punkter som befinner seg innenfor samme ramme er ikke signifikant forskjellige fra hverandre, mens de punkt/punkter som befinner seg i hver sin/sine rammer er signifikant forskjellige fra hverandre.

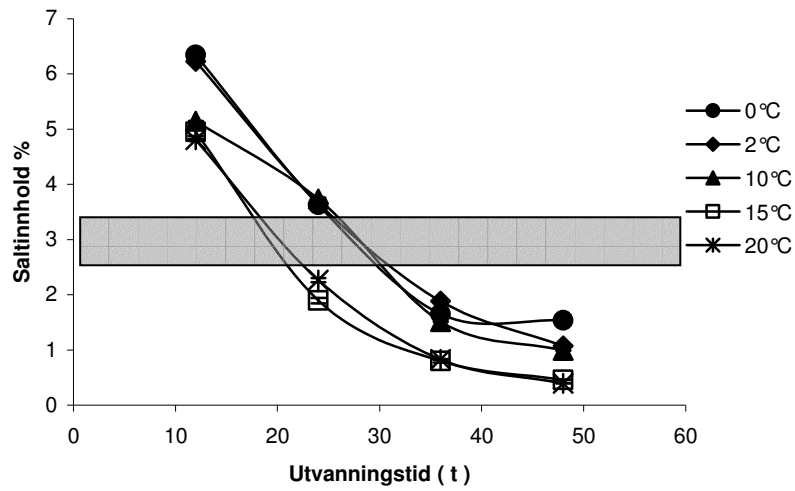
## 4.2 Saltinnhold i utvannet klippfisk

For å fremstille saltutviklingen til klippfisk vannet ut ved de ulike temperaturene på en tydelig og klar måte, ble det i tillegg til de nevnte effektanalyser laget et plott hvor saltinnholdet i fisken er presentert som funksjon av utvanningstid for de enkelte utvanningstemperaturene (figur 9). Dette plottet viser også hvor lang utvanningstid som kreves for å oppnå ønsket saltinnhold (2.5- 3.5 %) med de ulike utvanningstemperaturene, og ble brukt som grunnlag for beregning av utvanningstid i forsøk 2 og 3.

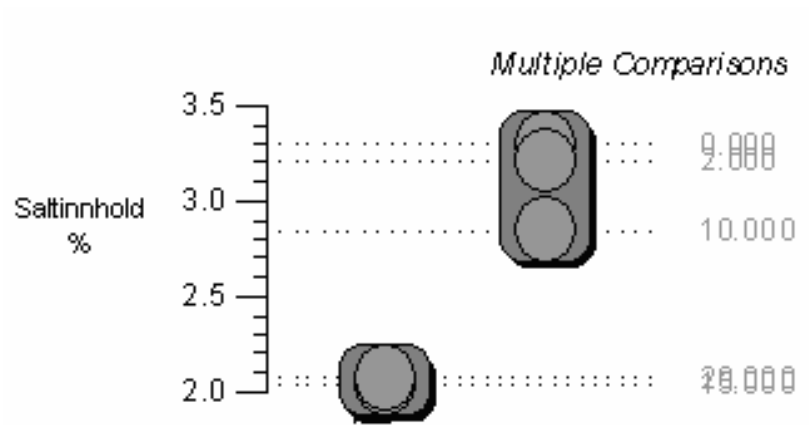
Klippfisk vannet ut ved 0, 2 og 10°C viste seg å ha omtrent samme utvikling i saltinnhold med unntak av små differanser etter 12 og 48 timer. Fisken som var vannet ut ved 15 og 20°C hadde med unntak av en liten differanse etter 24 timer, omtrent samme utviklingsforløp med hensyn på saltinnhold gjennom hele utvanningen (figur 9). Det ønskede saltinnholdet (2.5-3.5 %) ble først nådd hos fisken som var vannet ut ved 15 og 20°C, etter ca. 20 timer. Fisken som var vannet ut ved 0, 2 og 10°C nådde det samme nivået etter ca. 28 timers utvanning.

Plottene som viser resultatene fra effektanalysen (figur 10) bekrefter observasjonene om at saltinnholdet i fisk vannet ut ved 15 og 20°C er omtrent likt, samt at det er liten forskjell i saltinnhold avhengig av om fisken er vannet ut ved 0, 2 eller 10°C. Det er derimot signifikant lavere saltinnhold i klippfisk vannet ut ved to høyeste temperaturene i forhold til fisken som var vannet ut ved de tre laveste temperaturene.

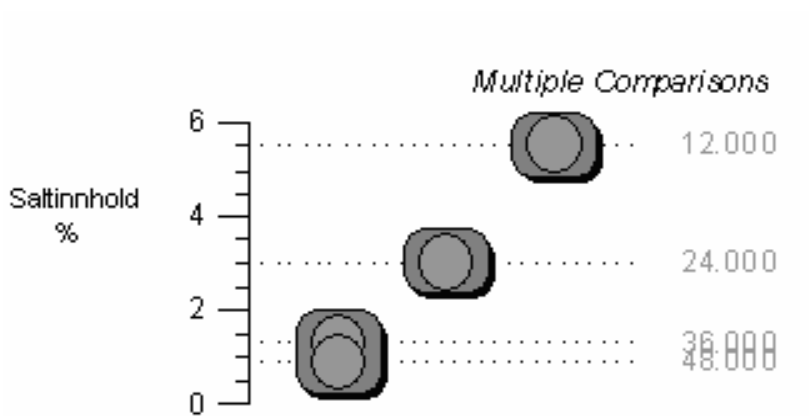
Figur 11 viser hvordan saltinnholdet avhenger av utvanningstid. Som ved vektøkning ser man at tid har større betydning enn temperatur. Fisken som var vannet ut i 12 og 24 timer var signifikant forskjellige fra hverandre og fra fisken som var vannet ut ved 36 eller 48 timer. Som figur 11 viser var det ikke av signifikant betydning for saltinnholdet om klippfisken ble vannet ut i 36 eller 48 timer.



**Figur 9: Saltutvikling gjennom utvanningsprosess på 48 timer for klippfisk vannet ut ved temperaturene 0, 2, 10, 15 og 20°C. Den grå søylen indikerer intervall for ønsket saltkonsentrasjon (ca. 2.5 – 3.5 % NaCl).**



Figur 10: Saltinnhold (%) i fiskemuskel som funksjon av utvanningstemperatur, signifikansnivå 5 %. De lysegrå punktene representerer gjennomsnittet av alle prøvene ved de gitte temperaturene 0, 2, 10, 15 og 20°C. Punkter som befinner seg innenfor samme ramme er ikke signifikant forskjellige fra hverandre, mens de punkt/punkter som befinner seg i hver sin/sine rammer er signifikant forskjellige fra hverandre.

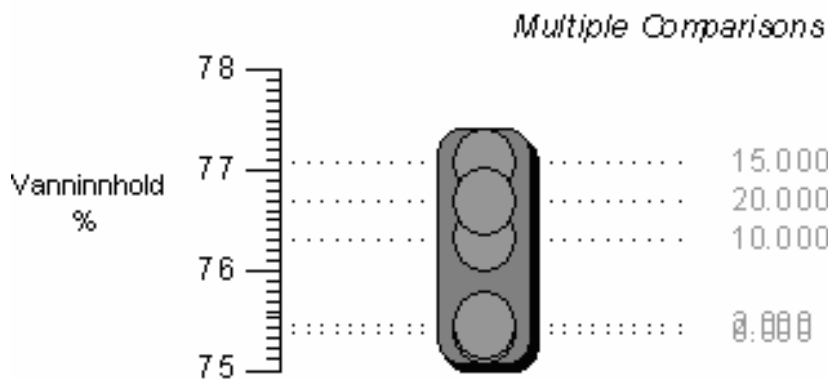


Figur 11: Saltinnhold (%) i fiskemuskel som funksjon av utvanningstid, signifikansnivå 5 %. De lysegrå punktene representerer gjennomsnittet av alle prøvene ved de gitte tidspunkt 12, 24, 36 og 48 timer. Punkter som befinner seg innenfor samme ramme er ikke signifikant forskjellige fra hverandre, mens de punkt/punkter som befinner seg i hver sin/sine rammer er signifikant forskjellige fra hverandre.

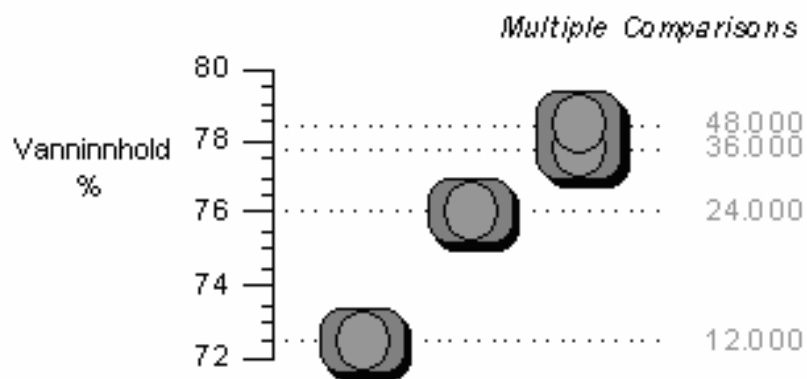
### 4.3 Vanninnhold i den utvannede klippfisk

Utvanningstemperaturen hadde som figur 12 viser ingen signifikant betydning for vanninnholdet, men det så derimot ut som at fisken som var vannet ut ved 0 og 2°C hadde litt lavere gjennomsnittlig vanninnhold i forhold til de andre gruppene.

Vanninnholdet i klippfisk endret seg signifikant i løpet av utvanningstiden (se figur 13). Etter 12 og 24 timers utvanning var det signifikante forskjeller i vanninnholdet. Det var videre signifikant økning i vanninnhold opp mot 36 timers utvanning. En ytterligere økning i utvanningstid fra 36 til 48 timer medførte derimot ikke ytterligere signifikant økning i fiskens vanninnhold.



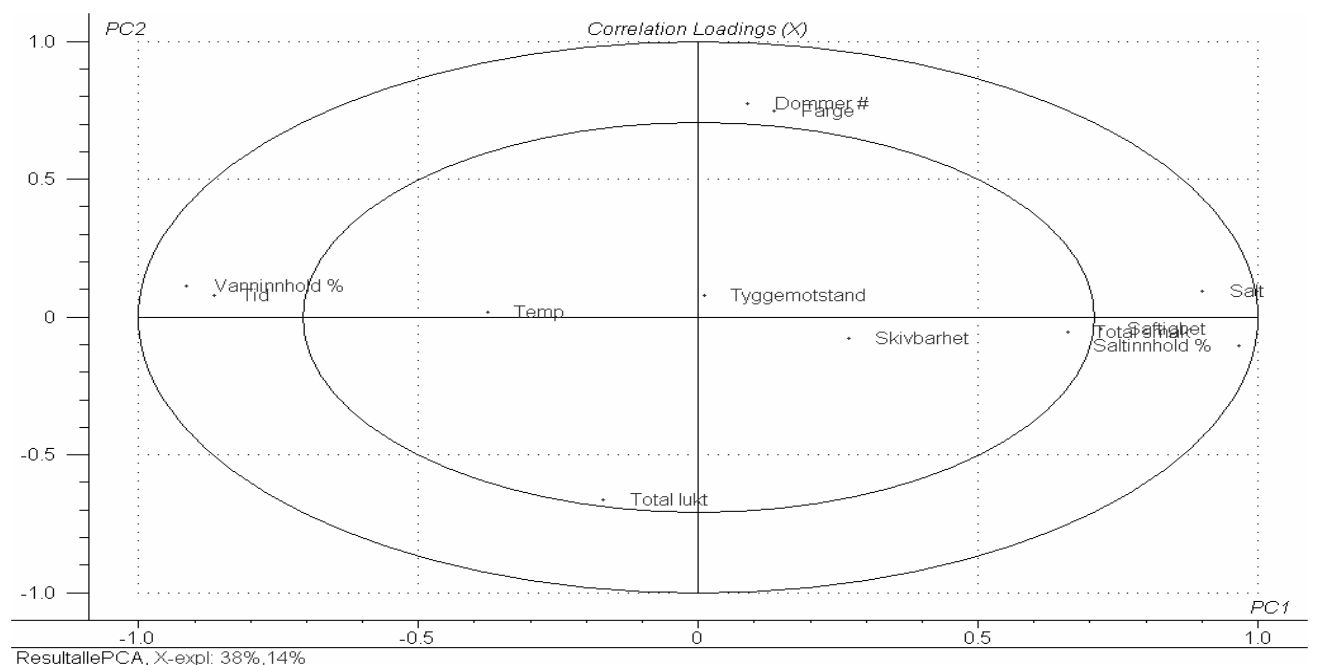
Figur 12: Vanninnhold (%) som funksjon av utvanningstemperatur, signifikansnivå 5 %. De lysegrå punktene representerer gjennomsnittet av alle prøvene ved de gitte temperaturer 0, 2, 10, 15 og 20°C. Punkter som befinner seg innenfor samme ramme er ikke signifikant forskjellige fra hverandre, mens de punkt/punkter som befinner seg i hver sin/sine rammer er signifikant forskjellige fra hverandre.



**Figur 13: Vanninnhold (%) som funksjon av utvanningstid, signifikansnivå 5 %. De lysegrå punktene representerer gjennomsnittet for alle prøvene ved de gitte tidspunktene 12, 24, 36 og 48 timer. Punkter som befinner seg innenfor samme ramme er ikke signifikant forskjellige fra hverandre, mens de punkt/punkter som befinner seg i hver sin/sine rammer er signifikant forskjellige fra hverandre.**

## 4.4 Sensorisk kvalitet i utvannet klippfisk

Den sensoriske analysen ble gjort på klippfisk fra alle temperaturgruppene 0, 2, 10, 15 og 20°C etter 24 og 48 timers utvanning (forsøk 1). Resultatene viste at det var stor variasjon (spredning) i bedømmelsen av de ulike parametrene mellom de fire dommerne i panelet (se tabell 2). For å se om det var signifikante sammenhenger mellom sensorisk bedømming og utvannings- tid/temperatur, samt sensorisk vurdering og vektøkning, salt- og vanninnhold, ble det gjennomført en "Principal Component Analysis" (PCA) og PLSR1 (Partial Least Square Regression). Utvannings- tid/temperatur, vektøkning, salt- og vanninnhold samt dommer ble satt som X-matrise, mens de sensoriske egenskapene ble satt som Y.



**Figur 14: Correlation Loadings plott fra prinsippal komponent analyse (PCA) av de to komponentene (PC1 og PC2). Plottet viser alle variabler ( utvannings – tid/temperatur, vektøkning, salt – og vanninnhold) og målte responser ( total lukt, farge, skivbarhet, total smak, saltsmak, saftighet og tyggemotstand). Indre elipse indikerer 50 % forklaring og ytre 100 % forklaring.**

Fra PCA – plottet som er vist i figur 14 ser man at mer enn 50 % av variasjonen i de sensoriske egenskapene var forklart, og det var således grunnlag for å gå videre med regresjonsanalyser for å se hvilke av de overnevnte x-variablene som har signifikant innvirkning på de ulike sensoriske egenskapene. Det ble gjennomført PLS analyse for hver enkelt sensorisk egenskap mot de samlede x-variablene, og resultatene er oppsummert i tabell 3.



Tabell 2: Oversikt over bedømmelse og snitt for de ulike sensoriske egenskapene hos fisk vannet ut ved temperaturene 0, 2, 10, 15 og 20°C etter 24 og 48 timer utvanning.

Sensorisk egenskap	UTVANNINGSTEMPERATUR									
	0°C		2°C		10°C		15°C		20°C	
	Spredning	Snitt	Spredning	Snitt	Spredning	Snitt	Spredning	Snitt	Spredning	Snitt
<b>24 TIMER</b>										
Total lukt	1-2	1.25	1-2	1.75	2	2	1-2	1.5	2-3	2.25
Farge	2-3	2.50	1-3	2.25	2-3	2.5	2-3	2.25	2-3	2.25
Skivbarhet	1-2	1.50	2-3	2.5	3	3	1-3	2	1-2	1.5
Total smak	1-3	2	2-3	2.5	2	2	2	2	1-3	2.25
Saltsmak	3	3	2-3	2.25	2-3	2.5	2	2	2-3	2.25
Saftighet	1-3	2.50	1-3	2.25	2-3	2.5	1-3	2	2-3	2.5
Tyggemotstand	2-3	2.75	2-3	2.5	2-3	2.75	1-3	2.25	1-3	2
<b>48 TIMER</b>										
Total lukt	1-3	2	2-3	2.25	1-2	1.75	1-2	1.25	2-3	2.25
Farge	2	2	2-3	2.5	1-3	2.25	2-3	2.5	2-3	2.25
Skivbarhet	2	2	1-3	1.75	1-3	2	1-2	1.75	1-3	2
Total smak	1-3	1.75	1-2	1.25	1-3	1.75	1	1	1	1
Saltsmak	1-2	1.75	1	1	1-2	1.5	1	1	1	1
Saftighet	2-3	2.25	1-2	1.5	1-2	1.75	1	1	1	1
Tyggemotstand	1-3	2	1-3	2.25	2-3	2.75	2-3	2.5	2-3	2.75

**Tabell 3: Oversikt variabler med og uten signifikans på kvalitetsparametre ( 95 % signifikans).**

Variabler med signifikant effekt på kvalitetsparametre			
Kvalitetsparameter	Alle uttak	24 timer	48 timer
Total lukt	Utvanningstemperatur	Utvanningstemperatur	Ingen
Farge	Ingen	Ingen	Ingen
Skivbarhet	Tid	Vanninnhold	Ingen
	Utvanningstemperatur	Utvanningstemperatur	
	Saltinnhold	Saltinnhold	
	Vanninnhold		
Total smak	Saltinnhold	ingen	Saltinnhold
Saltsmak	Saltinnhold	Saltinnhold	Saltinnhold
	Vanninnhold	Vanninnhold	Vanninnhold
	Tid		
Saftighet	Tid	Ingen	Utvanningstemperatur
	Vanninnhold		Saltinnhold
	Utvanningstemperatur		Vanninnhold
	Saltinnhold		
Tyggemotstand	Ingen	Ingen	ingen

Resultatene fra PLS regresjonen viste at den totale lukten var signifikant bestemt av utvanningstemperatur etter 24 timers utvanning. Fisken som var vannet ut ved 0°C hadde gjennomsnittlig svakest lukt, og luktintensiteten økte med økende utvanningstemperatur. Fisken som var vannet ut ved 20°C hadde den sterkeste lukten etter 24 timer. Etter 48 timer utvanning ble det derimot ikke påvist noen signifikant sammenheng mellom total lukt og variablene (se tabell 3).

Fargen på klippfisken viste seg å ikke være signifikant bestemt av noen av variablene. På tross av en viss spredning mellom dommernes bedømmelse (se tabell 2), ble alle fiskebitene fra alle temperaturer og uttak gjennomsnittlig bedømt som hvit/ gul eller hvit.

Skivbarheten i fiskemuskelen viste seg å være signifikant bestemt av utvanningstiden, men det er allikevel ingen klart trend i om skivbarheten er generelt høyere eller lavere etter 24 timer sammenlignet med 48 timer. Vanninnhold, saltinnhold og utvanningstemperatur hadde etter 24 timers utvanning signifikant betydning for skivbarheten. Ved å se på retningene til punktene i PCA-plottet (figur 14) tyder det på at skivbarheten øker ved økende saltinnhold, avtagende vanninnhold og avtagende temperatur. Det er imidlertid ikke mulig å trekke helt faste konklusjoner. For å gjøre det måtte sannsynligvis datasettet ha vært større.

Etter 48 timers utvanning viste resultatene at den totale smaken var signifikant bestemt av saltinnholdet (se tabell 3). Som retningene i til punktene i PCA-plottet indikerer, ser det ut til at den totale smaken blir sterkere med økende saltinnhold (se figur 14). På tross av at utvanningstemperaturen ikke hadde signifikant betydning for den totale smaken, ble klippfisk som var vannet ut ved 15 og 20°C i 48 timer ble bedømt til å ha en svakere totalsmak i forhold til fisk vannet ut ved de øvrige utvanningstemperaturene av alle dommerne i panelet (se tabell 2).

I likhet med den totale smaken, ble klippfisk vannet ved 15 og 20°C bedømt til å ha svak saltsmak av alle dommerne i panelet (se tabell 2). Utvanningstemperaturen viste seg imidlertid ikke ha signifikant betydning på saltsmaken. Derimot var saltsmak signifikant bestemt av utvanningstid, saltinnhold og vanninnhold (tabell 3). PCA-plottet i figur 14 indikerer at saltsmaken øker ved avtagende vanninnhold, redusert utvanningstid og økende saltinnhold.

Saftighet var signifikant bestemt av utvanningstid, og etter 48 timers utvanning var saftigheten signifikant bestemt av saltinnhold, vanninnhold og utvanningstemperatur. Den sensoriske bedømmelsen viste tydelig at fisken som var vannet ut ved 15 og 20°C i 48 timer hadde minst saftighet av alle gruppene (se tabell 2). Tross spredning i bedømmelsen viste det seg at fisken som var vannet ut ved 0°C i 48 timer hadde den største saftigheten.

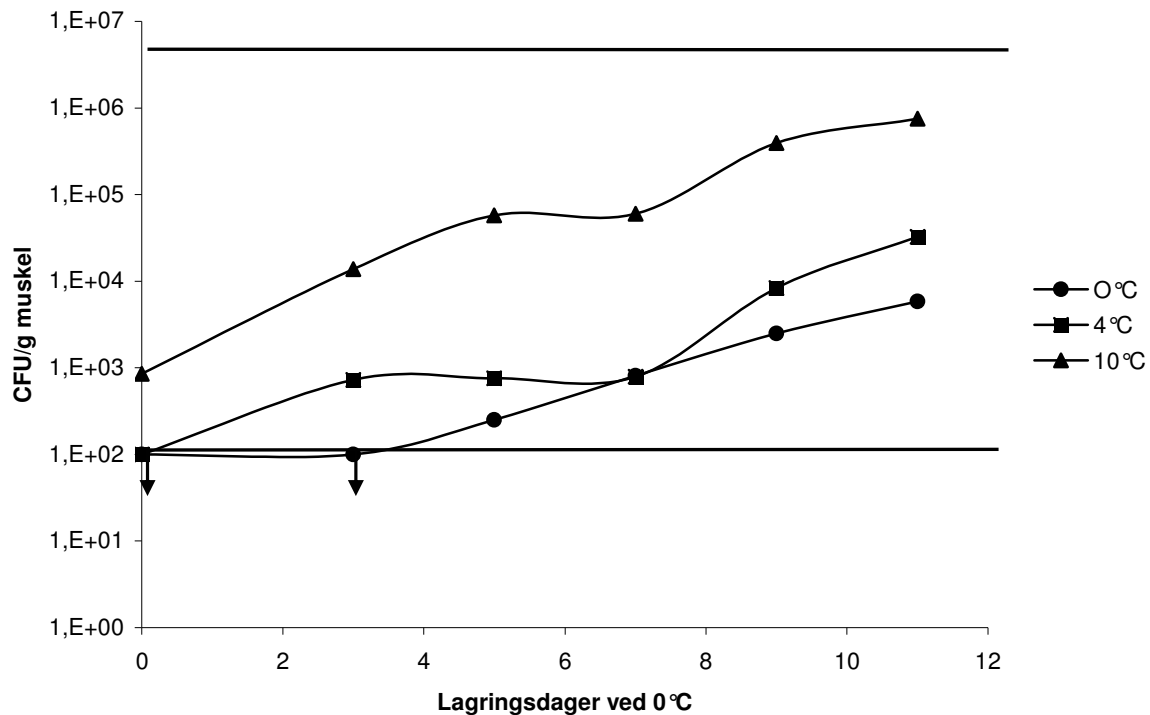
Tyggemotstanden var ikke signifikant bestemt av noen variabler. Allikevel så det ut til at seigheten var større hos de tre høyeste utvanningstemperaturene 10, 15 og 20°C sammenlignet med de to laveste 0 og 2°C (se tabell 2).

## 4.5 Holdbarhet i kjølelagret utvannet klippfisk

Forsøk 2 og 3 ble gjennomført for å undersøke holdbarheten til klippfisk som var vannet ut ved 0, 4 og 10°C. Det ble valgt ulik utvanningstid for de enkelte temperaturene. Tiden ble beregnet for å oppnå 2,5 % salt i alle prøvene, og baserte seg på resultatene vist i figur 9. Klippfisken ble vannet ut i 32 timer ved 0°C, 30 timer ved 4°C og 28 timer ved 10°C. Etter endt utvanning ble alle prøvene vakuumpakket og kjølelagret ved 0°C. I forsøk 2 ble fisken lagret i 11 dager, og i forsøk 3 i 25 dager. I løpet av lagringsperioden ble det tatt ut prøver som ble analysert med hensyn på bakterievekst (totalt kimtall – CFU), TVN og pH (se figur 3)

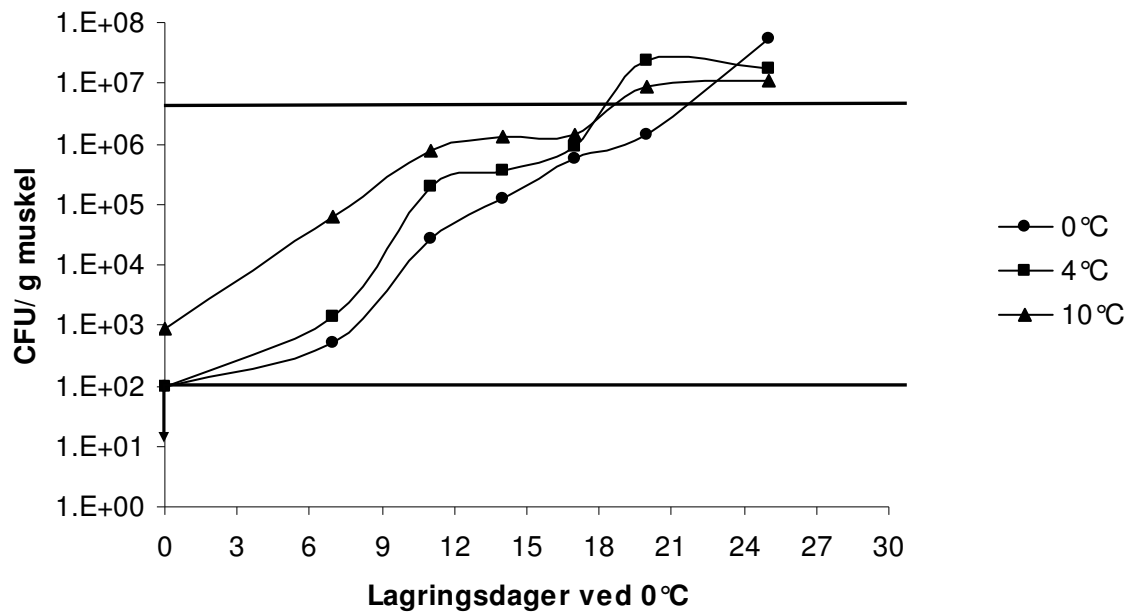
### 4.5.1 Bakterievekst i kjølelagret utvannet klippfisk

Figur 15 viser kimtallsutviklingen for klippfisk vannet ut ved 0, 4 og 10°C i løpet av en kjølelagringsperiode på 11 dager ved 4°C. Fisken som var vannet ut ved 10°C hadde, til tross for kortest utvanningstid (28 timer), den høyeste bakterieveksten sammenlignet med de to andre gruppene 0 og 4°C allerede etter endt utvanning. Det ble ikke registrert bakterievekst i fisken som var vannet ut ved 0°C før etter 3 dagers lagring. Etter dette økte imidlertid bakterieinnholdet frem mot 11 dager. Bakterieveksten i fisken som var vannet ut ved 4°C viste seg å være forholdsvis ujevn gjennom lagringsperioden, og tendensen antydte at veksten var litt høyere sammenlignet med fisken som var vannet ut ved 0°C. Derimot var ikke forskjellene store nok til å kunne betegnes som signifikante. Fisken som var vannet ut ved 10°C hadde gjennom hele lagringsforsøket det høyeste bakterieinnholdet, og forskjellene til de to andre gruppene var større enn en logenhet ved alle målinger. Etter endt lagring hadde klippfisk vannet ut ved 0, 4 og 10°C bakterieinnhold på hhv.  $5,8 \times 10^3$ ,  $3,2 \times 10^4$  og  $7,5 \times 10^5$ . Ingen av utvanningstemperaturene hadde dermed klippfisk med kimtallsnivå høyere enn grensen for maksimalt tillatte bakteriekonsentrasjon etter 11 dagers lagring. Det ble derfor gjennomført et utvidet lagringsforsøk (forsøk 3).



**Figur 15:** Kimtallsutviklingen for utvannet klippfisk fra forsøk 2, lagret ved 0°C og dyrket på PCA med 2,5% NaCl. Agarplater inkubert ved 12°C. Den øvre horisontale linjen indikerer nivået for høyeste tillatte bakteriekonsentrasjon på  $5 \times 10^6$ . Nedre horisontale linje ved CFU=100 er deteksjonsnivå. Piler indikerer CFU verdier under deteksjonsnivå.

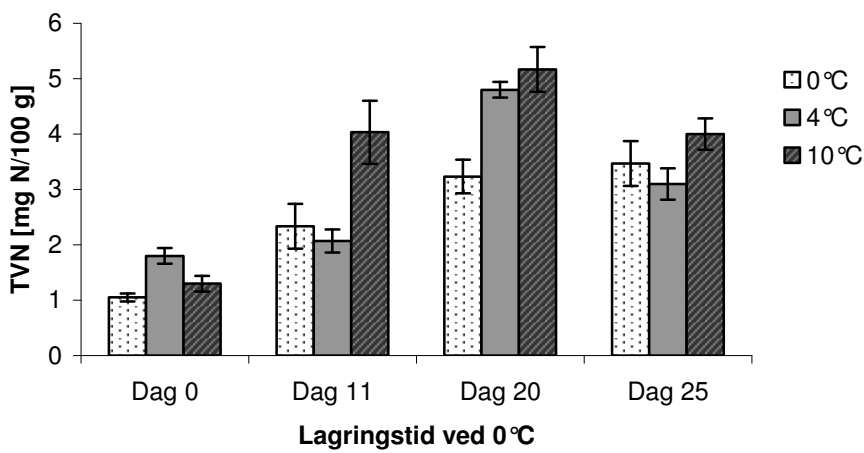
Kimtallsutviklingen i utvannet klippfisk fra forsøk 3 er vist i figur 16. Utviklinga av totalt kimtall viste i likhet med forsøk 2 at det var synlige forskjeller mellom de ulike utvanningstemperaturene allerede etter endt utvanning. Fisken som var utvannet ved 0 og 4°C hadde forholdsvis lik utvikling i bakterieinnholdet gjennom hele lagringen, med unntak av dag 11 og dag 20. Fisken som var vannet ut ved 10°C hadde et tydelig høyere bakterieinnhold sammenlignet med 0°C helt frem til dag 17. Gruppene 4 og 10°C krysset grensen for maksimalt tillatte bakteriekonsentrasjon etter ca. 18 dager, men fisken fra 0°C overskred grensen etter ca. 21 dager. Det viste seg imidlertid at fisken som var vannet ut ved 0°C og lagret i 25 dager hadde blitt eksponert for luft på grunn av hull i vakuumposen, og bakteriekonsentrasjonen var høyere sammenlignet med de to andre gruppene etter endt lagring.



**Figur 16: Kimtallsutviklingen for utvannet klippfisk fra forsøk 3, lagret ved 0°C og dyrket på PCA med 2,5% NaCl. Agarplater inkubert ved 12°C. Den øvre horisontale linjen indikerer nivået for høyeste tillatte bakteriekonsentrasjon på 5x10<sup>6</sup>. Nedre horisontale linje ved CFU=100 er deteksjonsnivå. Piler indikerer CFU verdier under deteksjonsnivå**

#### 4.5.2 TVN innhold i utvannet klippfisk

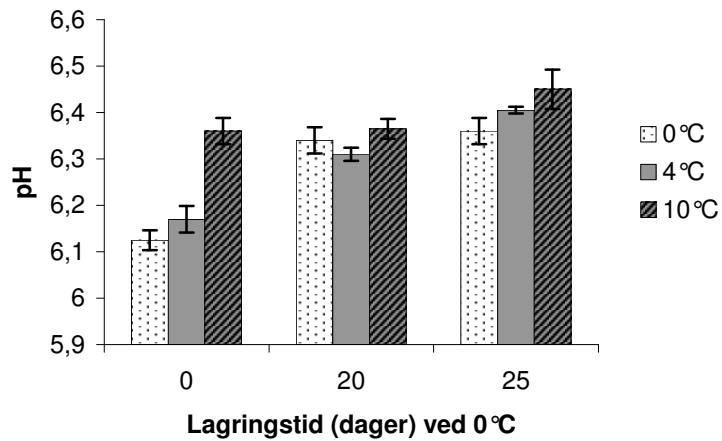
TVN innholdet i den fullsaltede klippfisken ble målt til 16 mgN/100 g før utvanning, og figur 17 viser de målte TVN verdier for kjølelagret klippfisk vannet ut ved 0, 4 og 10°C. De målte verdiene var svært lave for alle gruppene ved alle uttak. Det var gradvis økning i TVN-innholdet fra dag 0 til dag 20 for alle gruppene, men dette ble etterfulgt av en nedgang fra dag 20 til dag 25. Som følge av forholdsvis høye standardavvik, ble det kun påvist tydelige forskjeller mellom gruppene 10°C og 0°C ved dag 11 og 20.



Figur 17: TVN innhold som funksjon av lagringstid for klippfisk vannet ut ved 0, 4 og 10°C i hhv. 32, 32 og 28 timer.

### 4.5.3 pH i utvannet klippfisk

Figur 18 viser pH-ændring i kjølelagret utvannet klippfisk vannet ut ved 0, 4 og 10°C. Fisk fra alle utvanningstemperaturer hadde økning i pH fra dag 0 til dag 25. Fisken som var vannet ut ved 0°C hadde den mest markante økningen av alle gruppene fra dag 0 til dag 20, og viste verdier på hhv. 6,11 og 6,36, men det var videre liten økning frem til dag 25. Deretter så det ut til at pH-verdiene stabiliserte seg (se figur 17). Fisken fra 4°C viste seg å ha den mest jevne økningen av alle gruppene med verdiene 6,15, 6,3 og 6,4 ved hhv. 0, 20 og 25 dagers uttak. Fisken som var vannet ut ved 10°C hadde nokså stabile pH-verdier gjennom hele lagringsperioden med en liten økning fra 6.35 til 6.48 ved hhv. 20 og 25 dager.



Figur 18: Endring i pH som funksjon av lagringstid ved 0°C for klippfisk vannet ut ved 0, 4 og 10°C.



## 5 DISKUSJON

### Utvanningstemperaturens betydning for fiskens kvalitet

#### Vektutvikling

Utvanningstemperaturen viste seg å ikke ha signifikant betydning for klippfiskens vektutvikling i utvanningsprosessen (figur 7). Imidlertid viste målingene en tendens til at fisken som var vannet ut ved 20°C hadde en gjennomsnittlig lavere økning i vekt sammenlignet med fisk vannet ut ved de øvrige temperaturene (figur 6 og 7). Andrés *et al.* (2004) viste også at vektutviklingen ikke var signifikant bestemt av utvanningstemperatur, riktignok i løpet av en kortere utvanningsprosess på 24 timer.

Akse *et al.* (2000) viste i motsetning til dette at vektutviklingen var høyere hos klippfisk vannet ut i 48 timer ved 20°C i forhold til fisk vannet ut ved 4°C. Grunnen til at det ikke ble påvist signifikante forskjeller i vektøkning mellom de ulike utvanningstemperaturene i dette forsøket kan sannsynligvis ha sammenheng med variasjoner i råstoffet, samt at bitene var mindre og dermed gjorde at diffusjonen av vann og salt mellom fisk og vannfase gikk hurtigere, og dermed førte til at forskjellene mellom de ulike utvanningstemperaturene ble utjevnet.

#### Saltinnhold

Resultatene viste at det var signifikante forskjeller i saltinnholdet mellom klippfisk vannet ut ved de tre laveste temperaturene i forhold fisk vannet ut ved de to høyeste (se figur 10). Akse *et al.* (2000) fant også ut at saltinnholdet var større i klippfisk vannet ut ved lav temperatur (4°C) sammenlignet med fisk vannet ut ved 20°C. Resultatene viste at klippfisken som var vannet ut ved 15 og 20°C nådde ønsket saltinnhold på 2.5-3.5 % etter 20 timers utvanning. Til sammenligning var det nødvendig med en utvanningstid på minimum 28 timer for at klippfisk vannet ut ved 0, 2 og 10°C skal nå samme nivå (figur 9). Resultatene indikerer at betydningen av utvanningstemperatur når det gjelder salttap i fiskemuskelen først oppstår i temperaturintervallet 10 – 15°C.

## **Vanninnhold**

Vanninnholdet i den utvannede klippfisken var i likhet med vektøkningen ikke signifikant bestemt av utvanningstemperaturen (se figur 12). Dette er et naturlig samsvar i og med at vektøkningen i utvannet saltfisk og klippfisk i stor grad er bestemt av hvor mye vann befinner seg i muskelen. Hvis det hadde vært signifikante forskjeller i vektøkning hos klippfisk vannet ut ved de ulike utvanningstemperaturene, ville det nok av den grunn også ha vært signifikante forskjeller i vanninnholdet.

## **Utvanningstidens betydning for fiskens kvalitet**

### **Vektøkning**

Resultatene viste at det ikke var signifikante forskjeller i vektøkningen mellom klippfisk vannet ut i 12 og 24 timer. Det samme var også tilfellet for fisk vannet ut i 36 og 48 timer. Det kan altså se ut som at det oppsto et skille etter 24 timers utvanning (figur 8), og at vektutviklingen stagnerte fra 36 timer og frem til 48 timer. Dette kan forsterke teorien om at utvanningsprosessen er en todelt prosess hvor vektøkningen i den første er bestemt av vannopptak og salttap, mens den andre er en ren svelleprosess etter at likevekt i saltkonsentrasjon mellom vann og fisk har oppstått (Barat *et al.* 2003).

### **Saltinnhold**

Utvanningstiden viste seg å ha stor betydning for saltinnholdet til klippfisken, og det var signifikante forskjeller mellom fisk vannet ut i 12 og 24 timer. For fisken som var vannet ut i 36 eller 48 timer var ikke saltinnholdet signifikant forskjellig, men det var derimot signifikant forskjellig fra saltinnholdet til den som var vannet ut i 12 og 24 timer (figur 11). Figur 9 viser at fiskemuskelene hadde det største salttapet de første 24 timene av utvanningsprosessen. Dette har sannsynligvis sammenheng med at forskjellen i saltkonsentrasjon mellom klippfisken og utvanningsvannet var størst i dette tidsrommet. I tillegg ble vannet skiftet ut en gang etter 6 timer, noe som medførte at forskjellene i saltkonsentrasjon ble ytterligere forsterket.

Vannskiftet som ble gjort etter 24 timer kan også ha vært en av årsakene til det var signifikante forskjeller mellom fisk vannet ut i 24 timer i forhold til fisk vannet ut i 36 og 48 timer. Det er kjent at diffusjonen av vann og salt mellom fisk og vannfase øker når konsentrasjonsforskjellen av salt øker, noe som medfører at den ”drivende kraft” blir større (Olsen *et al.* 2001).

## **Vanninnhold**

Vanninnholdet i den utvannede klippfisken endret seg som forventet signifikant i løpet av utvanningsprosessen. Det var imidlertid ikke signifikante forskjeller mellom klippfisk vannet ut i 36 og 48 timer (se figur 13). Det kan derfor se ut som at fisken på et tidspunkt etter 24 timers utvanning gikk inn i en svelleprosess hvor vannopptaket stagnerte. Utviklingen i vanninnholdet skilte seg litt fra vektutviklingen de første 24 timene. Grunnen til dette er ukjent, men kan ha en sammenheng med råstoffvariasjoner, som f.eks at noen av bitene hadde mer beinrester i forhold til andre.

## **Sensorisk kvalitet i utvannet klippfisk**

Den sensoriske vurderingen av den utvannede klippfisken viste seg å variere i stor grad mellom de ulike dommerne, og dette kan være en av årsakene til at farge og tyggemotstand ikke så ut til å være bestemt av utvanningstid eller utvanningstemperatur. Utvanningstemperaturen viste seg å kun ha signifikant effekt på skivbarhet og total lukt etter 24 timer, og på saftighet etter 48 timers utvanning (tabell 3). At utvanningstemperaturen ikke hadde signifikant betydning for den totale lukten etter 48 timer var noe uventet, men dette kan skyldes flere faktorer, som f.eks ujevne bedømmelser mellom dommerne og råstoffvariasjoner. Utfra PCA-plottet i figur 14 så det ut som at både skivbarhet og saftighet ble større ved minkende utvanningstemperatur, men på grunn av lav forklaringsgrad (posisjonen i plottet) er det ikke mulig å trekke faste konklusjoner om sammenhenger.

Klippfiskens saftighet viste seg å være signifikant bestemt av utvanningstid siden saftigheten klippfisken etter 24 timers utvanning så ut til å være signifikant bestemt av utvanningstemperatur, saltinnhold og vanninnhold (tabell 3). Grunnen til at saftigheten viste seg å være påvirket av salt- og vanninnhold kan være at dette har påvirket vannbindingsevnen. Joensen (1996) viste at vannbindingsevnen økte med økende saltinnhold i fiskemuskelen hos saltfisk. En hypotese kan derfor være at klippfisken som hadde høyest saltinnhold også hadde mest vann bundet til muskelen, og av den grunn ble bedømt som mer saftig sammenlignet med de andre.

Saltsmaken i den utvannede klippfisken viste seg som forventet å være signifikant bestemt av saltinnhold, vanninnhold og utvanningstid. Klippfisk vannet ut i 24 timer hadde vesentlig høyere saltinnhold enn fisken som var vannet ut i 48 timer, og ble derfor bedømt til å ha sterkere saltsmak (se tabell 2). Vanninnholdet øker etter hvert som saltet trekker ut av

fiskemuskelen, noe som tilsier at fisken med høyt vanninnhold hadde svak saltsmak, mens fisken med lavt vanninnhold hadde sterkere saltsmak. Den totale smaken viste seg å være signifikant bestemt av saltinnholdet i klippfisken som var vannet ut i 48 timer. Med bakgrunn i dommerbesvarelsene (tabell 2) så det også ut til at den utvannede klippfisken ble bedømt nokså likt både med tanke på saltsmak og total smak, noe som kan bety at det var saltsmak som dominerte det totale smaksbildet.

Skivbarheten i fiskemuskelen var signifikant bestemt av utvannings- tid/temperatur i tillegg til salt- og vanninnhold (tabell 3). Til tross for en viss spredning i besvarelsene (tabell 2), viste det seg at fisken som var vannet ut ved 10°C i 24 timer hadde den mest ønskelige skivbarheten (hele muskelsegment). Det er imidlertid vanskelig å konkludere med hva som er årsaken til dette, på grunn av et forholdsvis lite datasett.

## **Holdbarhet i utvannet klippfisk**

### **Bakterievekst**

Resultatene fra det andre forsøket viste at holdbarheten for utvannet klippfisk var mye lengre enn forventet, noe som førte til at det ble utført et identisk forsøk med utvidet lagringstid (figur 15 og 16). Det kom i begge forsøk tydelig frem at utvanningstemperaturen hadde forholdsvis stor påvirkning på både bakterieinnholdet etter endt utvanning, og bakterieveksten videre utover i lagringsperioden, noe som også Skjerdal *et al.* (2002) viste i sine forsøk. Klippfisken som ble vannet ut ved 0°C viste seg å ha en vesentlig lavere bakterievekst enn fisken som var vannet ut ved 10°C gjennom hele lagringsforsøket, foruten det siste uttaket. Dette kan sannsynligvis forklares med at fisken som var vannet ut ved 0°C og lagret i 25 dager hadde blitt eksponert for luft på grunn av en defekt pose. Det er derfor grunn til å tro at fisken som var vannet ut ved 0°C ville fått en enda større holdbarhetsforlengelse i forhold til fisken som var vannet ut ved de øvrige temperaturene, om den ikke hadde blitt utsatt for luft. Denne teorien forsterkes av tidligere forsøk som har vist at vakuumpakket salt- og klippfisk har en holdbarhetsforlengelse på 1 uke i forhold til fisk pakket med tilstedeværelse av luft i kjølt tilstand (Skjerdal *et al.* 2002). Det er i tillegg grunn til å tro at forskjellen mellom de ulike utvanningstemperaturene ville ha vært betydelig større hvis lagringstemperaturen hadde vært høyere, f.eks 2-4°C. Lagringsforsøk gjort på fersk torsk av Esaiassen *et al.* 2006 viste at fisk lagret ved 4°C forringes 1,5 ganger raskere enn fisk lagret ved 0°C. Det hadde derfor vært

ønskelig å undersøkt hvorvidt en høyere lagringstemperatur ville gitt en mer tydelig effekt av temperaturen i utvanningsvannet.

### **Utvikling i TVN og pH**

Innholdet av TVN i den utvannede klippfisken viste seg å være svært lave ved alle utvanningstemperaturene. Tross små forskjeller mellom de ulike gruppene, var det likevel en tendens til at fisken som var vannet ut ved 10°C hadde et litt høyere nivå fra dag 11 og frem til dag 25 sammenlignet med fisken som var vannet ut ved de øvrige temperaturene. Ved å se på de to uttakene dag 11 og 20, så var forskjellene størst mellom fisken som var vannet ut ved 0 og 10°C (se figur 17). Denne klare forskjellen var også tilstede når det gjaldt bakterieinnhold, og kan sannsynligvis forklares med at TVN-innholdet øker på grunn av bakteriell nedbryting.

Grunnen til at innholdene av TVN var så lave sammenlignet med hva som er vist tidligere på fersk fisk ansees som uklare. Tidligere forsøk har vist at vakuumpakking av saltfisk vannet ut og lagret ved 4°C hemmer utviklingen av TVN vesentlig sammenlignet med produkter pakket i poser med tilstedeværelse av luft (Fernández-Segovia *et al.* 2006). Innholdet av TVN i dette forsøket var imidlertid mye lavere, og det er derfor sannsynlig å tro at den lave lagringstemperaturen har hatt en hemmende effekt på utviklingen av TVN. Likevel er det en viss usikkerhet knyttet til påliteligheten av disse målingene, da spesielt med tanke på uerfarenhet rundt bruk av metoden. I tillegg har metoden vist seg å være generelt upålitelig under de 10 første dagene ved kjølelagring (Huss, 1995).

Resultatene fra pH-analysen viste at fisken som var vannet ut ved 0 og 4°C hadde nokså markante økninger fra dag 0 til dag 20 i motsetning til fisken ved 10°C som hadde jevn pH gjennom hele lagringsperioden (se figur 18). Om grunnen til at fisken som var vannet ut ved 10°C hadde høyere pH sammenlignet med fisken som var vannet ut ved de to laveste temperaturene etter endt utvanning skyldes dens høyere bakterieinnhold er imidlertid vanskelig å si. pH-målingene tyder i hvert fall på at alle temperaturene gir klippfisk med optimal pH i forhold til tidligere studier (Skjerdal *et al.* 2002).

## **Videre arbeid**

Mer omfattende analyser må tas i bruk for å bestemme holdbarhet og kvalitet i produkter av utvannet klippfisk. En grundig sensorisk analyse av utvannet klippfisk i en kjølelagringsperiode hadde derfor vært hensiktsmessig. I tillegg kan det være av interesse å undersøke hvilke effekter en høyere lagringstemperatur ville hatt på den bakterielle veksten i fisk vannet ut ved ulike temperaturer. Forsøk med andre pakkemetoder som MAP og bruk av tilsetningsstoffer kan også være aktuell for å undersøke hvilke effekter det ville ha fått for holdbarhet og kvalitet.

## 6 KONKLUSJON

Forsøkene har vist at kvaliteten til den utvannede klippfisken blir påvirket av utvanningsprosessen. Utvanningstiden hadde som forventet signifikant effekt på vektøkning, salt- og vanninnhold. I tillegg viste det seg at utvanningstiden påvirket sensoriske egenskaper som skivbarhet, saltsmak og saftighet.

Utvanningstemperaturen viste seg å ikke ha betydning for vektutvikling og vanninnhold i løpet av den 48 timers lange utvanningen. Utviklingen i saltinnhold i løpet av utvanningsprosessen var imidlertid påvirket av utvanningstemperaturen, og det så ut til å være et oppstå et skille mellom 10-15°C. En utvanningstid på 48 timer viste seg å være for lang da saltinnholdet var under det ønskede intervallet på 2,5-3,5 % for klippfisk vannet ut ved alle temperaturene.

Resultatene viste også at temperaturen i utvanningsvannet hadde stor betydning for den mikrobiologiske kvaliteten til den utvannede klippfisken. Det var tydelig at fisken som var vannet ut ved 0°C hadde en vesentlig lavere bakterievekst og lengre holdbarhet sammenlignet med fisk vannet ut ved 10°C. Holdbarheten med hensyn på bakterievekst i klippfisken som var vannet ut ved 0°C ble bestemt til å være ca. 21 dager. Det var kun kimtallsanalysene som ga en indikasjon på holdbarheten til den utvannede klippfisken, og det var ikke mulig å fastslå hvorvidt utvanningstemperaturen hadde effekt på utviklingen av TVN og pH.

Med bakgrunn i resultatene som har kommet frem i oppgaven er det derfor tydelig at utvanningsprosessen har stor betydning for både fiskens kvalitet og lagringsstabilitet.





## 7 REFERANSER

Akse, L. og Joensen, S. (1996) Utvanning av saltmoden torsk: Effekt av ulik ferskhet på råstoffet. Rapport Fiskeriforskning, Tromsø, 26: 1-27

Akse, L., Joensen, S., Olsen, J.V., Carlehög, M. og Skjerdal, T (2000) Utvanning av klippfisk, sammenligning av utvanningsmetoder. Rapport Fiskeriforskning, Tromsø, 16: 1-39.

Andrés, A., Rodríguez-Barona, S. og Barat, J.S. (2004) Analysis of some cod desalting process variables. Journal of food engineering 70: 67-72

Barat, J.M., Rodríguez-Barona, S., Andrés, A. & Visquert, M. (2003) Mass transfer analysis during the cod desalting process. Food Research International 37: 203-208

Bjørkevoll, I (1999) Mikrofloraen i utvannet saltfisk. Fiskerikandidatoppgave i næringsmiddelkjemi. Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø

Bjørkevoll, I., Olsen, R.L. og Skjerdal, T.O. (2002) Origin and spoilage potential of the microbiota dominating genus *Psychrobacter* in sterile rehydrated salt-cured and dried salt-cured cod (*Gadus morhua*). International Journal of Food Microbiology 84: 175-187

Bjørkevoll, I., Olsen, J.V., Carlehög, M. & Eilertsen, G. (2003) Utvanning av saltfisk og klippfisk – optimalisering av utvanningsprosessen for saltfiskfilet. Fiskeriforskning, Tromsø, Rapport 13: 1-22

Bjørkevoll, I., Olsen, J.V. & Olsen, R.L. (2004) Rehydration of salt-cured cod using injection and tumbling technologies. Food Research International 37: 925-931

Bøgh-Sørensen, L., Jensen, J.H., Jul, M. og Zeuthen, P. (1986) Konserveringsteknikk 2. DK: DSR Forlag, København

Davidsson, G. (1989) Saltlakeinjisering – ny metode for produksjon av saltfisk. Kandidatoppgave i Fiskeriteknologi. Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø

Esaiassen, M., Joensen, S., Akse, L., Tobiassen, T., Eilertsen, G., Dahl, R. og Bjørkevoll, I. (2006) Temperatur i kjøledisk – en kritisk suksessfaktor for brett pakket fersk fisk. Rapport Fiskeriforskning, Tromsø, 17: 1-9

Esbensen, K., Schonkopf, S. & Midtgaard, T. (1996) Multivariate Analysis – in practice. Trykket for CAMO AS Wennebergs trykkeri, Trondheim

Fernández-Segovia, I., Escriche, I., Fuentes, A. og Serra, J.A. (2006) Microbial and sensory changes during refrigerated storage of desalted cod (*Gadus morhua*) by combined methods. International journal of food microbiology, doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.12.026

Huss, H.H. (1995) Kvalitet og kvalitetsendringer i fersk fisk, oversatt fra : Quality and quality changes in fresh fish, FAO fisheries Technical Paper No. 348., FAO, Rome

- Joensen, S. (1996) Lagring av utvannet saltfisk. Rapport Fiskeriforskning, Tromsø: 1-18
- Joensen, S., Akse, L., Halsebakke, H. og Løkken, G.B. (1997) Vakuumsalting av fisk, sammenligning med vanlig lakesalting. Rapport Fiskeriforskning, Tromsø, 8: 1-25
- Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer (1996) FOR 1996-06-14 nr. 667: FKD (Fiskeri og kystdepartementet), <http://www.lovdata.no/for/sf/fi/xi-19960614-0667.html#5-1>
- Kvande- Pettersen, T. og Losnegaard, N. (1991) Faktorer som innvirker på kvalitet av saltfisk og klippfisk. Fiskeridirektoratet, Rapporter og meldinger nr. 3/91, pp. 1-81
- Lauritzsen, K. (2004) Quality of salted cod (*Gadus morhua* L.) as influenced by raw material and salt composition. Dr. scient. thesis. Norges Fiskerihøgskole, Tromsø: 1-51
- Lauritzsen, K. & Akse, L. (1994) Konsumprodukter av saltfisk. Oppdragsrapport Fiskeriforskning, Tromsø
- Lynum, L. (2005) Videreforedling av fisk. Tapir Akademisk Forlag, Trondheim
- Moen, P. (2001) Fysikalske metoder – SIF In Kvalitetshåndbok for laboratoriet, Vol. 1.00. Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning, Tromsø
- Magnússon, H., Sveinsdóttir, K., Lauzon, H.L., Thorkelsdóttir, A. og Martinsdóttir, E. (2006) Keeping quality of desalted cod fillets in consumer packs. Journal of food science 71 (2), M69
- Olsen, J.V., Bjørkevoll, I., Akse, L. og Skjerdal, T. (2001) Nye utvanningsmetoder for saltfisk. Rapport Fiskeriforskning, Tromsø, 16: 1-31
- Olsen, J.V., Bjørkevoll, I. & Akse, L. (2003) Ny metode for raskere utvanning av saltfiskfilet. Utvanning ved bruk av stikkinjisering og vakuumentromling. Rapport Fiskeriforskning, Tromsø. 3:1-17
- Pedersen, T. (1989) Prosesser og produkter i norsk fiskeindustri, bind 2, del 1 (Tørking-Salting-Røyking). Universitetsforlaget, Oslo
- Ree, S. (1985). Noen forsøk med utvanning og etterfølgende kjølelagring av klippfisk. Anbefalinger til videre oppfølging. Internt arbeidsnotat FTFI 13.5.1985
- Rodríguez-Barona, S., Ibáñez, J.B., Andrés, A., Barat, J.M. & Fito, P. (2001) Cod desalting by vacuum impregnation. In J. Welti-Chanes, G. V Barbosa-Canovas, & J. M. Aguilera (Eds), Proceedings of the 8th international congress on engineering and food – ICEF8: 941-945. Lancaster: Technomic Publishing Co
- Ruiz-Capillas, C. & Horner, W.F.A. (1999) Determination of trimethylamine nitrogen and total volatile basic nitrogen in fresh fish by flow injection analysis. Journal of the Science of Food and Agriculture, 79: 1982-1986
- Skjerdal, O.T., Lorentzen, G., Joensen, S. og Akse, L. (1997) Microflora in desalted cod. 27th WEFTA Meeting, Madrid, Spain

Skjerdal, O.T., Bjørkevoll, I., Carlehög, M., Pedro, S., Batista, I., Escriche, I., et al. (1999) Two challenges in the development of ready-to-use products of desalted cod products. In S.A. Georgakis, (Ed.). Proceedings from the 29<sup>th</sup> WEFTA meeting, Thessaloniki, Greece, October 99 (pp. 133-139). Greek Society of Food Hygienists and Technologists, Thessaloniki, Greece

Skjerdal, T., Pedro, S. og Serra, J.A. (2002) Improved quality and shelf life of desalted cod, an easy-to-use product of salted cod. Final project report FAIR-CT 4179-DESCOD, Fiskeriforskning, Tromsø, pp. 1-88

Tecator (1992) Kjeltec Auto 1035/38 Sampler system manual. Part no 1000 4305. Rev 1.0 Tecator AB Sweden

Wilhelmsson, O., Hafsteinsson, H. og Kristjansson, J.K. (1996) Isolation and characterization of moderately halophilic bacteria from fully cured salted cod (bachalao). J. Appl. Bacteriol. 81: 95-103



## 8 VEDLEGG 1

### Saltinnhold i fiskemuskel etter endt utvanning

Forsøk 2

Temperatur	Parallell 1	Parallell 2	Snitt
0°C	3.05 %	3.01 %	3.03 %
4°C	2.51 %	2.59 %	2.55 %
10°C	3.10 %	3.10 %	3.10 %

Forsøk 3

Temperatur	Parallell 1	Parallell 2	snitt
0°C	2.85 %	2.89 %	2.87 %
4°C	3.35 %	3.39 %	3.37 %
10°C	2.54 %	2.61 %	2.58 %

### Kimtallsverdier forsøk 2

Utvanningstemp.	0°C	4°C	10°C
Dag 0	58	50	883
Dag 3	50	725	1,55E+04
Dag 5	250	400	2,44E+05
Dag 7	808	792	6,00E+04
Dag 9	2500	8333	4,34E+05
Dag 11	5833	3,25E+04	1,00E+06

### Kimtallsverdier forsøk 3

Utvanningstemp.	0°C	4°C	10°C
Dag 0	100	100	883
Dag 7	517	1400	6,00E+04
Dag 11	2,67E+04	2,00E+05	7,95E+05
Dag 14	1,23E+05	3,59E+05	1,33E+06
Dag 17	5,72E+05	9,25E+05	1,42E+06
Dag 20	1,38E+06	2,30E+07	8,92E+06
Dag 25	5,58E+07	1,77E+07	1,13E+07

## VEDLEGG 2

Rådata til multivariat analyse

Bit #	Temp	Tid	Salt %	Vann %	Dommer	Tot.lukt	Farge	Skivbarhet	Tot.smak	Saltsmak	Saftighet	Tyggemotst.
177	0	24	3.63	74.8	1	1	2	1	2	3	3	2
177	0	24	3.63	74.8	2	1	3	1	3	3	2	3
177	0	24	3.63	74.8	3	1	2	2	1	3	3	3
177	0	24	3.63	74.8	4	2	3	2	2	2	3	3
178	0	48	1.54	77.4	1	2	2	2	1	1	3	1
178	0	48	1.54	77.4	2	3	2	2	3	2	2	2
178	0	48	1.54	77.4	3	1	2	2	1	2	2	3
178	0	48	1.54	77.4	4	2	2	2	2	2	2	2
179	2	24	3.66	75.23	1	2	3	2	2	2	3	2
179	2	24	3.66	75.23	2	2	1	3	3	2	1	3
179	2	24	3.66	75.23	3	2	2	2	2	2	3	2
179	2	24	3.66	75.23	4	1	3	3	3	3	2	3
180	2	48	1.08	78.83	1	3	2	2	2	1	1	2
180	2	48	1.08	78.83	2	2	3	3	1	1	2	3
180	2	48	1.08	78.83	3	2	2	1	1	1	2	1
180	2	48	1.08	78.83	4	2	3	1	1	1	1	3
181	10	24	3.74	74.98	1	2	3	3	2	2	3	3
181	10	24	3.74	74.98	2	2	2	3	2	3	2	3
181	10	24	3.74	74.98	3	2	2	3	2	3	3	2
181	10	24	3.74	74.98	4	2	3	3	2	2	2	3
182	10	48	0.99	78.89	1	2	1	1	1	1	1	3
182	10	48	0.99	78.89	2	2	2	2	1	1	2	3
182	10	48	0.99	78.89	3	1	3	2	2	2	2	2
182	10	48	0.99	78.89	4	2	3	3	3	2	2	3
183	15	24	1.9	78.35	1	2	2	2	2	2	1	3
183	15	24	1.9	78.35	2	2	2	3	2	2	2	3
183	15	24	1.9	78.35	3	1	2	2	2	2	3	2
183	15	24	1.9	78.35	4	1	3	1	2	2	2	1
184	15	48	0.46	78.88	1	1	3	2	1	1	1	3
184	15	48	0.46	78.88	2	2	2	2	1	1	1	2
184	15	48	0.46	78.88	3	1	2	1	1	1	1	3
184	15	48	0.46	78.88	4	1	3	2	1	1	1	2
185	20	24	2.27	76.76	1	2	2	2	2	2	3	1
185	20	24	2.27	76.76	2	3	2	2	3	2	2	3
185	20	24	2.27	76.76	3	2	2	1	1	2	3	2
185	20	24	2.27	76.76	4	2	3	1	3	3	2	2
186	20	48	0.4	78.36	1	3	2	1	1	1	1	3
186	20	48	0.4	78.36	2	2	2	2	1	1	1	2
186	20	48	0.4	78.36	3	2	2	3	1	1	1	3
186	20	48	0.4	78.36	4	2	3	2	1	1	1	3

## VEDLEGG 3

Rådata til effektanalyse

<b>Prøve</b>	<b>Temp °C</b>	<b>Tid</b>	<b>vekt</b>	<b>vann</b>	<b>salt</b>
1	0	12	22.1	71.81	6.35
2	0	24	22.3	74.80	3.63
3	0	36	29.9	77.57	1.66
4	0	48	25.4	77.40	1.54
5	2	12	20.5	70.97	6.23
6	2	24	22.2	75.23	3.66
7	2	36	27.4	76.76	1.89
8	2	48	28.8	78.83	1.08
9	10	12	22.1	73.44	5.15
10	10	24	23.1	74.98	3.74
11	10	36	26.8	77.98	1.52
12	10	48	27.6	78.89	0.99
13	15	12	21.3	72.98	4.95
14	15	24	25	78.35	1.90
15	15	36	26	78.02	0.80
16	15	48	26.8	78.88	0.46
17	20	12	18.6	73.18	4.81
18	20	24	24.3	76.76	2.27
19	20	36	24.9	78.53	0.83
20	20	48	24.3	78.36	0.40