

# Økt holdbarhet på utvannet tørrfisk for innlandsmarkedet

Hilde Herland, Sjurður Joensen og Bjørn Tore Rotabakk





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 400 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på seks ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra, Averøy og Tromsø

**Hovedkontor Tromsø:**

Muninbakken 9–13  
Postboks 6122  
NO-9291 Tromsø

**Ås:**

Osloveien 1  
Postboks 210  
NO-1431 ÅS

**Stavanger:**

Måltidets hus, Richard Johnsensgate 4  
Postboks 8034  
NO-4068 Stavanger

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
NO-5141 Fyllingsdalen

**Sunnalsøra:**

Sjølseng  
NO-6600 Sunndalsøra

**Averøy:**

Ekkilsøy  
NO-6530 Averøy

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 02140  
Faks: 64 94 33 14  
E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)  
Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835 MVA**

# Rapport

	ISBN: 978-82-8296-149-3 (trykt) ISBN: 978-82-8296-150-9 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Tittel:</i> <b>Økt holdbarhet på utvannet tørrfisk for innenlandsmarkedet</b>	<i>Rapportnr.:</i> 1/2014
	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Hilde Herland, Sjurdur Joensen, Bjørn Tore Rotabakk	<i>Dato:</i> 2 januar 2014
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 17+3
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF#900879
<i>Stikkord:</i> Tørrfisk, utvanning, holdbarhet, kjølelagring	<i>Prosjektnr.:</i> 10490
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i>	
<p>Utvannet tørrfisk er et krevende produkt når det gjelder holdbarhet i kjølt tilstand. På grunn av høyt bakterieinnhold er det nødvendig å hemme eller drepe disse for å kunne oppnå en holdbarhet som gjør at produktene kan ligge lenge nok i kjøledisken til at dette er en interessant vare for dagligvarebutikker, og dermed for potensielle produsenter av et slikt produkt.</p> <p>Det finnes flere metoder for å hemme/drepe bakterier i næringsmidler, men ikke alle er egnet for dette produktet. Basert på litteraturstudier virker pakking i modifisert atmosfære (MA) og høytrykksprosessering (HP) som de mest lovende metodene.</p> <p>Det ble gjennomført et forsøk der effekten av pakking og konservering på holdbarhet under kjølelagring ble testet. Det ble også undersøkt om vasking av skinn i utvanningsprosessen har effekt på holdbarheten på det utvannede produktet. Resultatene viste at MA-pakking syntes som den mest hensiktsmessige metoden for å forlenge holdbarheten til utvannet tørrfisk lagret ved 4 °C. Holdbarheten ble forlenget med minst en uke, inntil vel to uker.</p>	
<i>English summary/recommendation:</i>	
<p>Rehydrated stockfish is known to have very short shelf-life when stored at refrigerated temperatures. Due to the high level of naturally occurring bacteria, prolonged shelf-life can only be obtained by inhibiting bacterial growth. Extending shelf-life of the refrigerated products is a pre-requisite for trade in supermarkets.</p> <p>In this study the shelf-life of rehydrated stockfish has been studied as function of different preservation technologies (storage atmosphere and additives). Modified atmosphere packaging proved to extend the shelf-life of the products from one to two weeks as compared to controls.</p>	

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Litteraturgjennomgang.....</b>	<b>2</b>
2.1	Kvalitet og holdbarhet på utvannet tørrfisk.....	2
2.2	Metoder for å forlenge holdbarhet av kjølt produkt .....	3
2.2.1	Lut, bikarbonat og kalk .....	3
2.2.2	Varmebehandling .....	3
2.2.3	Konservering.....	3
2.2.4	Vakuumpakking/MAP (Modifisert Atmosfære Pakking) .....	4
2.2.5	Høytrykksprosessering (HP) .....	4
2.2.6	Oppsummering.....	5
<b>3</b>	<b>Forlenget holdbarhet forsøk.....</b>	<b>7</b>
3.1	Råstoff .....	7
3.2	Utvanning .....	7
3.3	Forsøksoppsett og analysemetoder .....	7
3.3.1	Forsøksoppsett .....	7
3.3.2	Analysemetoder .....	8
3.4	Resultater .....	8
3.4.1	Gass i MA-pakkene .....	8
3.4.2	Mikrobiologiske resultater .....	9
3.4.3	Vann og drypptap .....	10
3.4.4	Sorbat .....	10
3.4.5	Minolta farge .....	11
3.4.6	Sensoriske vurderinger .....	13
3.4.7	Høytrykks behandling.....	15
3.5	Oppsummering og konklusjon.....	15
3.6	Videre arbeid .....	16
<b>4</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>17</b>
	<b>Vedlegg 1.....</b>	<b>i</b>
	<b>Vedlegg 2.....</b>	<b>iii</b>

# 1 Innledning

Ferdig tørket tørrfisk er en matvare med høy lagringsstabilitet. Når fisken vannes ut endres lagringsstabiliteten på en slik måte at det hittil har vært nødvendig å fryse den utvannede fisken for å kunne omsette den i butikk.

Trenden hos konsumentene er at man ønsker enklest mulig tilberedning av fiskemåltidene. Det er derfor ønskelig å kunne kjøpe gryteklar tørrfisk som tilberedes direkte uten utvanning og tining. For å få dette til er det nødvendig å forstå hva som gjør holdbarheten til utvannet tørrfisk så kort, for så å undersøke hva man kan gjøre for å forlenge holdbarheten og samtidig beholde god kvalitet på produktet.

I denne rapporten gis en oppdatert litteraturstatus på arbeid innen kvalitet og holdbarhet på utvannet tørrfisk, med fokus på kjølelagring. Dette vil være en del av grunnlaget for videre arbeid med å finne kommersielle løsninger for å forlenge holdbarhet på utvannet tørrfisk i kjøledisk. Videre gir rapporten resultater fra et forsøk der det ble testet ulike metoder for å forlenge holdbarheten ved konservering og pakking. Dette er innledende forsøk som synliggjør om disse metodene er egnet for å øke holdbarheten av utvannet tørrfisk i kjølt tilstand. Resultatene vil være grunnlag for aktuelle veivalg videre for næringsaktører som ønsker å komme frem til kommersielle metoder for produksjon av et kjølt, utvannet tørrfiskprodukt.

## 2 Litteraturgjennomgang

### 2.1 Kvalitet og holdbarhet på utvannet tørrfisk

Det er publisert lite litteratur om tørrfisk og hovedtyngden av det som finnes er rapporter. Det fremgår også av litteraturlista at dette er et område som i hovedsak har vært forsket på av norske miljøer, noe som er naturlig med tanke på at tørrfisk er et norsk tradisjonsprodukt.

Utvannet tørrfisk er et produkt med et forholdsvis høyt nivå av bakterier. Nivået er gjerne log 6–8 cfu/g, men påvirker ikke nødvendigvis fiskens sensoriske kvalitet. Fisken kan ha en frisk tørrfisklukt selv med et bakterienivå på log 8, og det synes ikke å være noen umiddelbar sammenheng mellom spisekvalitet og bakterienivå. Men når fisken lagres vil det høye antallet av bakterier gjøre at fiskekjøttet raskt påvirkes av bakterienes vekst, og dermed blir holdbarheten på utvannet tørrfisk relativt kort når fisken lagres kjølig (det vil si ved 4 °C). Holdbarheten ved kjølelagring er gjerne bare 2–3 dager når fisken lagres med tilgang på luft og øker til cirka en uke ved vakuumpakking (Bjørkevoll *et al.*, 2004).

Når fisken tørker (naturtørking) synker vanninnholdet gradvis i fiskekjøttet, og i varierende hastighet i de ulike delene av fisken. Bakterier er avhengig av vann for å vokse, og så lenge det er noe vann tilgjengelig vil de gjøre nettopp det. Det betyr at bakteriene fortsetter å vokse i de delene av fisken som tørker langsomt (de tykke delene), frem til det er for lite vann tilgjengelig for vekst. Derfor blir bakterienivået høyere enn i for eksempel saltfisk der saltet reduserer tilgjengeligheten av vannet, noe som medfører at bakteriene slutter å vokse.

Det er vist at mikrofloraen til utvannet tørrfisk domineres av andre bakterier enn de som finnes i fersk torsk, og dette påvirker valg av metoder for å forlenge holdbarheten. I fersk torsk er *Photobacterium phosphoreum* og *Schewanella* arter som dominerer ved forringelse, der den første utgjør en utfordring ved pakking da den trives i pakker uten oksygen (vakuumpakking, MAP) og også tåler CO<sub>2</sub> godt. I tørrfisk har man vist at det er *Psychrobacter* som dominerer, aerobe, gram-negative kokker som trives ved lave temperaturer (psykrotrofe) (Bjørkevoll *et al.*, 2008). *Psychrobacter* er også den dominerende arten i utvannet saltfisk- og klippfisk, slik at det vil være mulig å overføre kunnskap om metoder for forlengelse av holdbarhet fra saltfisk til tørrfisk. En forskjell kan likevel være fordeling av bakterier i fiskekjøttet. I tørrfisk vil bakteriene mest sannsynlig være fordelt gjennom hele fisken, men for saltfisk og klippfisk vil det sannsynligvis være mest bakterier i filetoverflaten.

Når tørrfisken lagres kan innholdet av bakterier synke (Pettersen, 2006), mest sannsynlig som følge av det lave vanninnholdet. Før fisken tilberedes må den vannes ut i om lag 8–10 dager. Etter hvert som vanninnholdet øker vil bakteriene begynne å vokse. Selv om bakterienivået ved start av utvanning kanskje bare er log 5 kan det være så høyt som log 8 etter utvanning (Pettersen, 2006).

Kvaliteten på tørrfisken er avhengig av en rekke forhold, fra alle ledd i prosessen. Råstoffkvalitet og håndtering av fangst påvirker sluttkvaliteten på produktet, og ikke minst vil tørkebetingelsene ha stor betydning for hvordan sluttkvaliteten blir på produktet (Bjørkevoll *et al.*, 2007; Joensen *et al.*, 2004, Joensen *et al.*, 2005; Joensen & Østli, 2013). I tillegg påvirkes resultatet av hvordan fisken henges, som rotskjært eller rund. Etter hending lagres og modnes tørrfisken, og her vil betingelser som temperatur og fuktighet kunne påvirke sluttkvaliteten. Utvanning er det siste trinnet i prosessen, der faktorer som vannkvalitet, vannbytter, temperatur og vasking vil påvirke kvaliteten på den

utvannede fisken. Siden fisken vannes ut i flere døgn, vil det også være svært viktig med god hygiene under utvanningen. Tørrfisk som skal brukes til utvannede produkter som skal lagres kjølig må være av best mulig kvalitet, for å kunne ha et best mulig utgangspunkt før lagringsperioden begynner.

## **2.2 Metoder for å forlenge holdbarhet av kjølt produkt**

Det høye antallet bakterier er hovedutfordringen når det gjelder holdbarhet på utvannet tørrfisk, og for å forlenge holdbarheten må man hemme bakterieveksten eller redusere bakterieantallet. Samtidig skal behandlingen påvirke de sensoriske egenskapene minst mulig, slik at produktet fremdeles er «utvannet tørrfisk».

### **2.2.1 Lut, bikarbonat og kalk**

De fleste bakterier vokser best når pH er i det nøytrale området. Ved å endre pH til svært lav eller svært høy kan man redusere bakterieutviklingen. Luting er en slik prosess der behandling med lut (NaOH, en sterk base) endrer pH i fisken og holdbarheten øker. Samtidig endres produktet og får en annen tekstur, smak og farge, den blir til lutefisk som er et annet produkt enn utvannet tørrfisk.

I Italia benyttes blant annet kaliumbikarbonat i utvanningen av tørrfisk, noe som er vist å gi et produkt som er en mellomting mellom en utvannet tørrfisk og en lutefisk og som har lang holdbarhet (6 uker ved 2–4 °C). Bjørkevoll (2005) har utført forsøk med bikarbonat og blanding av lut og bikarbonat, og fant at en blanding økte holdbarheten til cirka to uker. Samtidig fikk produktet en uønsket sensorisk kvalitet, det ble for lutet. I dette arbeidet kom man frem til at pH måtte være på 10–10,5 for å hemme bakterieveksten, en pH som også gir lutefiskpreg.

En annen metode fra Italia er en utvanning som inkluderer trinn med lesket kalk (fra professor Maria Luisa Cortesi, Universitetet i Napoli). Fisken vannes ut i 13–14 døgn totalt og prosedyren inneholder 4 trinn med lesket kalk [Ca(OH)<sub>2</sub>]. Fisken vannes ut i drikkevann både før og etter behandlingene med kalk. I det siste trinnet med kalk tilsettes også bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>). Resultatet blir også her et produkt som er mer likt en lutefisk enn en utvannet tørrfisk.

### **2.2.2 Varmebehandling**

Det er tidligere gjort forsøk med varmebehandling av tørrfisk der biter ble vakuumpakket og varmebehandlet (Bjørkevoll, 2004). Effekten av varmebehandlingen på holdbarheten var minimal samtidig som den sensoriske kvaliteten ble forandret fra rå til kokt.

Nyere metoder som overflatepasteurisering har vist å kunne redusere patogene (sykdomsfremkallende) bakterier på overflaten på fisk (Skåra, 2013). I tørrfisk er imidlertid bakteriene ikke bare på overflaten av fiskekjøttet (snittflaten) slik at behandling av kun overflaten vil kunne ha marginal effekt.

### **2.2.3 Konservering**

Gjennom konservering av mat tilsettes stoffer som motvirker kvalitetsforringelse. Siden det er bakterielle endringer som er hovedutfordringen for utvannet tørrfisk, vil det være konserveringsmidler som påvirker bakterieveksten som er aktuelle. Dette kan for eksempel være tilsats av syre slik

at pH synker så lavt at den er utenfor bakterienes vekstområde eller så tilsettes det stoffer som har direkte innvirkning på bakteriene.

Tilsats av konserveringsmidler kan gjøres under utvanning eller som en egen behandling (bad) etter endt utvanning. Det er tidligere gjort forsøk med natriumlaktat som konserveringsmiddel for utvannet tørrfisk (Bjørkevoll *et al.*, 2004), både under utvanning og som etterbehandling, uten at dette medførte signifikant økning i holdbarheten. Det samme gjaldt behandling med saltlake. For saltfisk er det vist at behandling med sitronsyre og sorbat forlenger holdbarheten til kjølt, utvannet produkt minst to uker (Sedayu, 2011). Et tilsvarende enkelt forsøksoppsett på tørrfisk viste at behandling med sitronsyre og sorbat ikke hadde effekt på bakterieantallet, men at det hadde effekt på de sensoriske egenskapene som lukt og farge (Herland *et al.* 2011). En grunn til at behandlingen kan være mindre effektiv på tørrfisk enn på saltfisk, kan være det høye nivået av bakterier i tørrfisk (log 6–8) sammenlignet med i saltfisk (log 2–3). Når bakterienivået er høyt i råstoffet reduseres effekten av konserveringsmidler (Skjerdal *et al.*, 2002).

I tillegg kan fordelingen av bakterier i hele fiskemuskelen være en årsak, da en hurtigbadbehandling i hovedsak har effekt på overflaten. Konserveringsmidlene må komme til helt inn i fiskemuskelen, enten ved at man bruker lengre behandlingstid eller ved å bruke injisering. Injisering med syre har tidligere vist seg å påvirke proteinene i fisken slik at tekstur og utseende endres i negativ retning (Skjerdal *et al.*, 2002).

#### **2.2.4 Vakuumpakking/MAP (Modifisert Atmosfære Pakking)**

For produkter som ødelegges av aerobe (luftkrevende) bakterier, kan pakking i emballasje som ikke inneholder luft være med på å forlenge holdbarheten. Dette gjelder ved vakuumpakking der man pakker produktene i plastlommer og suger ut luften før posen forsegles. Bjørkevoll *et al.*, (2004) har vist at vakuumpakking av utvannet tørrfisk kan øke holdbarheten fra 2–3 dager til cirka en uke.

Bruk av CO<sub>2</sub> i emballasjen (MAP) vil kunne hemme bakterieveksten, ved at bakteriene ofte har lav toleranse for denne gassen. Som tidligere nevnt har dette vist seg vanskelig for fersk torsk på grunn av *Photobacterium phosphoreum*, en bakterie som kan vokse uten oksygen og som i tillegg tåler CO<sub>2</sub>. MA pakking har derimot vist seg spesielt effektiv for gram-negative bakterier (Daniels *et al.*, 1985), og dette er relevant for *Psychrobacter* som bidrar til forringelse av utvanna tørrfisk. Forsøk med utvannet saltfisk, som også ødelegges av *Psychrobacter*, har vist at pakking i emballasje med CO<sub>2</sub> har positiv innvirkning på den mikrobielle holdbarheten (Rotabakk *et al.*, 2009). Det er derfor grunn til å tro at bruk av tilsvarende emballasje vil kunne ha positiv effekt på holdbarhet av utvannet tørrfisk. CO<sub>2</sub>-gassen trenger hurtig inn i produktet slik at den også vil påvirke bakterier inne i fiskekjøttet.

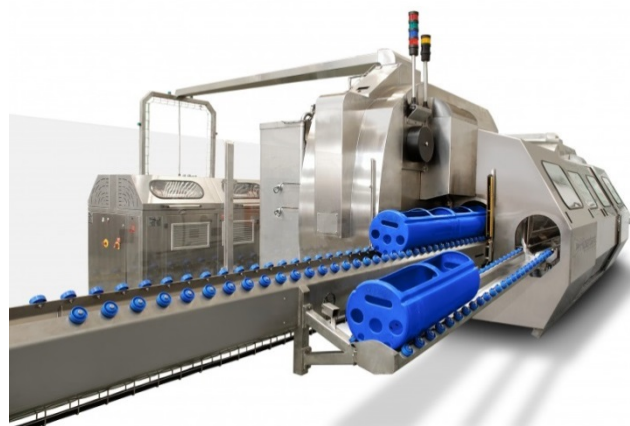
#### **2.2.5 Høytrykksprosessering (HP)**

Høytrykksprosessering er en metode der produktet som skal behandles plasseres i en stålbeholder med vann, fortrinnsvis innpakket i poser eller på brett (emballasje som tåler ekspansjon). Mer vann presses inn i beholderen og skaper et høyt trykk, gjerne 400–600 MPa som holdes i 1–5 minutter (Rode *et al.*, 2012). Trykket kan også kombineres med mild eller høy varmebehandling, men dette er ikke nødvendig for å oppnå effekt. Trykket endrer viktige strukturer i bakteriene slik at disse hemmes og dør.



En utfordring med denne typen behandling er at selve produktet også påvirkes av trykkbehandlingen og at egenskaper som tekstur og farge kan endres som følge av trykket. Særlig kan fiskefileter med sin relativt myke konsistens, sammenlignet med kjøtt, være utsatt for uønskede sensoriske endringer under HP behandling. Utvannet tørrfisk har imidlertid en hardere tekstur enn annen fisk, og vil derfor kunne være egnet for høytrykksprosessering. SINTEF har gjennomført et forprosjekt med HP-behandling av tørrfisk, der de har dokumentert at behandlingen kunne ha god effekt og gi en holdbarhet på minst 18 dager (Jansson 2004). De tøffeste behandlingene hadde imidlertid også effekt på utseendet av produktet, men etter tilberedning ble produktet vurdert som godt.

Utstyr for kommersiell drift leveres av flere produsenter, der de to største er Avure Technologies Inc. ([www.avure.com](http://www.avure.com)) og Hiperbaric ([www.hiperbaric.com](http://www.hiperbaric.com)). Figur 1 viser bilde av ett av systemene til Hiperbaric.



Figur 1 Hiperbaric 300 HP utstyr

Utstyret kommer i størrelser fra om lag 40 l til i overkant av 600 l (kapasitet/kammerstørrelse). Prosessen er batchvis, der kammeret må fylles og tømmes mellom hver batch.

Investeringskostnadene varierer med størrelsen på utstyret og reduseres per liter kammerstørrelse med økende volum (Vedlegg 1).

## 2.2.6 Oppsummering

Utvannet tørrfisk er et krevende produkt når det gjelder holdbarhet i kjølt tilstand. På grunn av høyt bakterieinnhold er det nødvendig å hemme eller drepe disse for å kunne oppnå en holdbarhet som gjør at produktene kan ligge lenge nok i kjøledisken til at dette er interessant for dagligvarebutikker, og dermed for produsenten av et slikt produkt.

Det finnes flere metoder for å hemme/drepe bakterier i næringsmidler, men ikke alle vil være egnet her. Bakterienivået er svært høyt og bakteriene finnes ikke bare på overflaten. Dermed må behandlingen ha effekt gjennom hele produktet noe som utelukker overflatebehandlinger. Det høye bakterienivået vil også kunne bety at konserveringsmidler kan ha begrenset effekt.

Bruk av HP er vist å være effektivt på mange næringsmidler, men kan påvirke den sensoriske kvaliteten på produktet. Men denne typen utstyr er kostbart å anskaffe, slik at det er heller usikkert om dette er interessant for de potensielle norske produsentene.

Pakking i MAP er vist å kunne ha effekt på produkter med tilsvarende forringelsesbakterier som tørrfisk og synes derfor som den mest interessante og realistiske metoden for å forlenge holdbarheten til utvannet tørrfisk som kjølelagres.

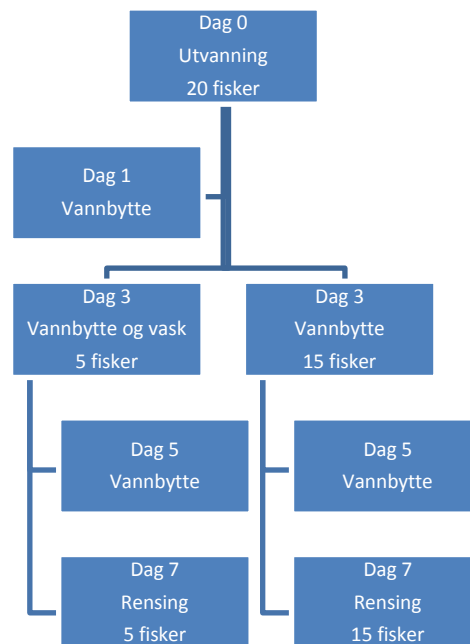
### 3 Forlengt holdbarhet forsøk

#### 3.1 Råstoff

Torsk med gjennomsnittsvekt på cirka 3 kg ble hengt i mars 2013 på Værøy (sløyd og hodekappet). Den ble tatt ned fra hjell i juni og lagret videre på tørrfisklager til i midten av september. Da ble fisken transportert til Nofima i Tromsø og lagret videre i forsøkshallen til i begynnelsen av oktober. I forsøkshallen var temperaturen unormalt høy (21–22 grader) og fisken ble dermed ytterligere tørket i de siste ukene.

#### 3.2 Utvanning

20 fisker ble vannet ut i vann med is (Figur 2). All fisken ble først lagt i 1000 liters kar med rikelig med vann. Vannet ble byttet dag 1, deretter ble fisken saget opp (kløyvd i to) dag 3. Den tredje dagen ble også 5 fisk vasket ekstra, men det var lite slim på dem (sleipe). De 5 vaskede fiskene ble så vannet videre ut i eget kar. Det ble byttet vann dag 5 og så ble fisken rensset (ryggbein, svømmeblære med mer) dag 7. Etter 8 dagers utvanning ble fisken tatt ut av vann og delt opp i stykker.



Figur 2 Skjematisk fremstilling av utvanningen

#### 3.3 Forsøksoppsett og analysemetoder

##### 3.3.1 Forsøksoppsett

Fisken ble fordelt på 4 grupper á 5 fisk i hver gruppe:

- Kontroll: Pakket i vakuum
- MAP: Pakket i MAP
- MAP+kons: Behandlet med konserveringsmidler, pakket i MAP
- MAP+vask: Vasket dag 3 i utvanningen, pakket i MAP

Den fjerde gruppen, MAP+vask, ble tatt inn i forsøket etter innspill fra styringsgruppen, og var ikke en del av den opprinnelige forsøksbeskrivelsen.

Hver fisk ble delt opp i stykker på 50–60 gram og fordelt slik at det var en bit fra hver fisk i hvert uttak.

Kontrollprøvene ble pakket enkeltvis i vakuum (99,5 %). Øvrige prøver ble pakket enkeltvis i modifisert atmosfære i skåler (FÆRCH 2177-1C, 177x135x65 mm).

Biter fra 5 fisk ble behandlet med konserveringsmidlene sitronsyre og sorbat. Fiskebitene ble først lagt i 0,15 % sitronsyre i 30 minutter og så i sorbat (3 %) i 10 minutter.

Alle prøvene ble lagret på kjølerom (4 °C) frem til prøveuttak dag 5, 8, 12, 14 og 19.

På hvert prøveuttak ble det først målt sammensetning av gassen i MA-pakkene. Deretter ble det tatt ut mikrobiologiske prøver, før emballasje og fisk ble veid. Bitene ble deretter vurdert sensorisk. Til slutt ble fargen målt instrumentelt og bitene fra gruppe 4 ble hakket og fryst for senere analyse av sorbat.

### **3.3.2 Analysemetoder**

Gass-sammensetningen i MA-pakkene ble målt med en PBI Dansensor CheckMate3.

De mikrobiologiske prøvene ble homogenisert og fortynnet i sterilt peptonvann og platet ut på Plate Count Agar (PCA). Platene ble inkubert ved 12 °C i 5 døgn. Prøver og emballasje ble veid og brukt til beregning av dryp tap.

Prøvene ble lagt ut på hvitt underlag med skinnsiden ned før vurdering. De ble så vurdert sensorisk av tre dommere (vurderingsskjema er vedlegg 2). Farge, lukt, konsistens og overflate (forekomst av slim) ble vurdert. Parameterne farge og lukt ble gitt score fra 0 til 2 og konsistens og overflate ble gitt score 0 til 1 (med 0 som beste score).

Fargen ble også målt instrumentelt med et Minolta Chroma meter CR-200. Prøvene fra gruppen MAP+kons ble analysert for innhold av sorbat ved hjelp av en spektrofotometrisk metode (AOAC 980.17). Vanninnholdet ble analysert ved å veie inn 10-grams prøver i veieskåler og så tørke prøvene over natt ved 103 °C.

## **3.4 Resultater**

### **3.4.1 Gass i MA-pakkene**

MA-pakkene hadde en gassblanding på 58,5 % CO<sub>2</sub> og 41,2 % N<sub>2</sub> dag 0 (ved pakking).

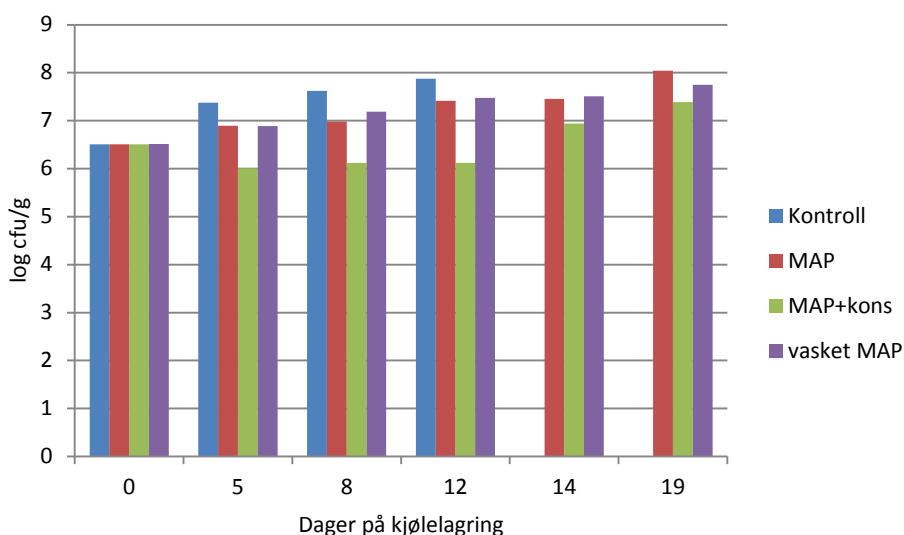
Innholdet av CO<sub>2</sub> i pakningen ble noe redusert gjennom lagringen, men innholdet av N<sub>2</sub> økte (Tabell 1), noe som skyldes at CO<sub>2</sub> løses inn i produktet. Dette var likt for alle de tre MA-pakkede gruppene.

Tabell 1 Sammensetning av gass i MA-pakkene gjennom lagringsforløpet

Lagret	Gass	MAP	MAP+kons	MAP+vasket
5 dager	CO <sub>2</sub>	53,8 %	54,3 %	53,7 %
	N <sub>2</sub>	45,7 %	45,3 %	45,8 %
8 dager	CO <sub>2</sub>	53,9 %	53,6 %	54,2 %
	N <sub>2</sub>	46,1 %	46,2 %	45,7 %
12 dager	CO <sub>2</sub>	53,8 %	54,0 %	53,5 %
	N <sub>2</sub>	45,9 %	45,9 %	46,4 %
14 dager	CO <sub>2</sub>	53,6 %	53,7 %	53,2 %
	N <sub>2</sub>	46,2 %	46,3 %	46,7 %
19 dager	CO <sub>2</sub>	54,6 %	54,3 %	54,4 %
	N <sub>2</sub>	45,4 %	45,7 %	45,6 %

### 3.4.2 Mikrobiologiske resultater

Hovedutfordringen med utvannet tørrfisk er det høye nivået av bakterier, som er naturlig siden det tar tid før fisken er tørr helt inn til kjernen under tørking. Det var et innhold på cirka log 6,5 i fisken ved forsøksstart og var for kontrollgruppen økt til log 7,9 på dag 12 (Figur 3). Denne gruppen hadde signifikant høyere nivå av bakterier enn øvrige grupper på dag 12, og ble vurdert som utgått og ikke tatt med i videre analyse. Gruppen som ble konservert og lagret i MAP hadde signifikant lavere bakterietall enn øvrige grupper med et nivå på cirka log 6,1 til og med dag 12. Deretter økte innholdet til log 7,4 på dag 19 noe som ikke var signifikant forskjellig fra de to andre MA pakkede gruppene på log 7,8 og log 8. Nivået av bakterier er innenfor det som er «normalt» for en bløyt tørrfisk rett etter utvanning helt til dag 19. Det er ikke satt krav til mikrobiologiske verdier for denne typen produkter.

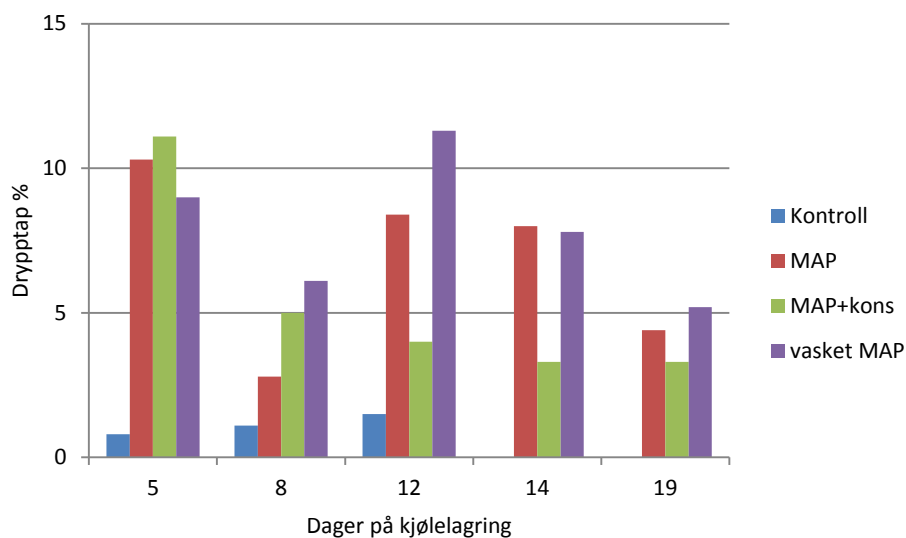


Figur 3 Bakterieinnhold i biter av utvannet tørrfisk. Kontroll er ubehandlede biter vakuuvert, MAP er biter pakket i modifisert atmosfære (MA, 60 % CO<sub>2</sub>/40 % N<sub>2</sub>), MAP+kons er biter konservert i sitronsyre og sorbat og pakket i MA, vasket MAP er biter fra fisk som ble vasket i utvanningen og som er pakket i MA før lagring. N=5 i hver søyle.

### 3.4.3 Vann og drypptap

Vanninnholdet i den utvannede fisken var  $76,5 \pm 5\%$ . Vanninnholdet varierer i utvannet tørrfisk, og selv om vanninnholdet i forsøksfisken ikke anses for unormalt lavt, ble den likevel vurdert som ekstra tørr.

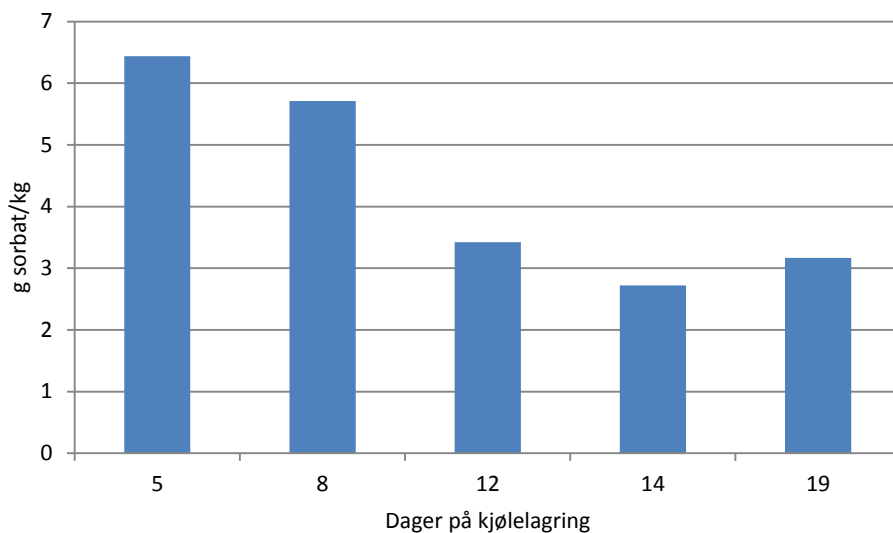
Drypptapet varierte mellom gruppene og uttakene (Figur 4). Det var først og fremst stor forskjell mellom de vakuumpakkede kontrollprøvene og øvrige MA-pakkede prøver, der vakuumpakkingen medførte et mye lavere drypptap (1–1,5 %) mens MAP-gruppene hadde drypptap på 3–11 %. Bruk av  $N_2$  i gassblandingen kan være medvirkende årsak til dette, da det er vist i andre studier at gassblanding med  $N_2$  kan føre til økt drypptap (Rotabakk *et al.*, 2009). Dette kan motvirkes ved å bruke  $O_2$  i stedet, men dette krever egnet pakkeutstyr.



Figur 4 Drypptap (%) fra utvannet tørrfisk. Kontroll er ubehandlede biter vakuumert, MAP er biter pakket i modifisert atmosfære (MA, 60 %  $CO_2$ /40 %  $N_2$ ), MAP+kons er biter konserverte i sitronsyre og sorbat og pakket i MA, vasket MAP er biter fra fisk som ble vasket i utvanningen og som er pakket i MA før lagring.  $N=5$  i hver søyle.

### 3.4.4 Sorbat

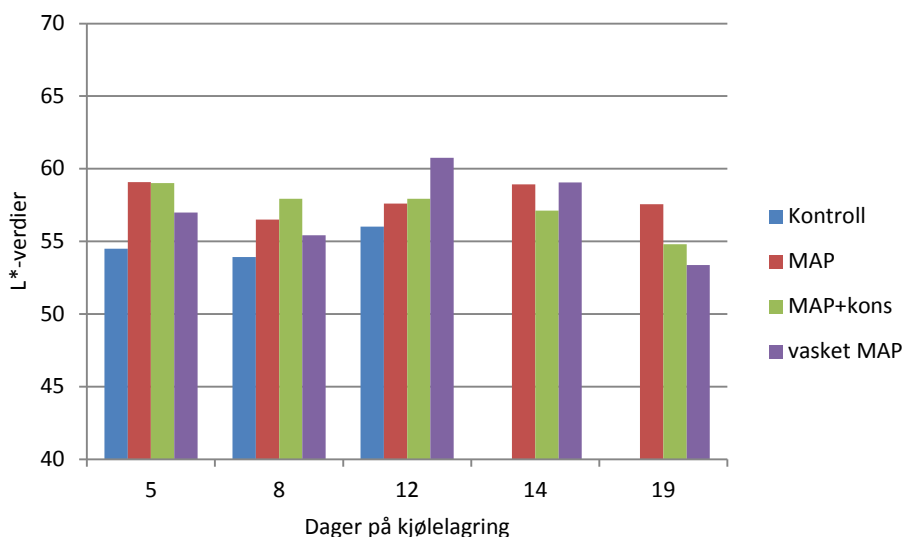
Sorbat er et godkjent tilsetningsstoff til fisk, men innholdet må ikke overstige 200 mg/kg. I dette forsøket ble innholdet høyere enn hva "Forskrift for Tilsetningsstoffer" tilsier, med gjennomsnittsverdier på 2,7 g sorbat/kg til 6,4 g sorbat/kg gjennom forsøksperioden (Figur 5). Dette er mye høyere enn i tidligere forsøk og kan skyldes en kombinasjon av lengre behandlingstid (10 minutter mot tidligere 1 minutt). Det kan også skyldes at fisken var tørrere, slik at absorpsjonen av konserveringsvæske ble større. Innholdet av sorbat ble redusert gjennom lagringsperioden. Det høye innholdet av sorbat kan være årsaken til at nivået av bakterier var lavere i store deler av lagringsforløpet for gruppen MAP+kons.



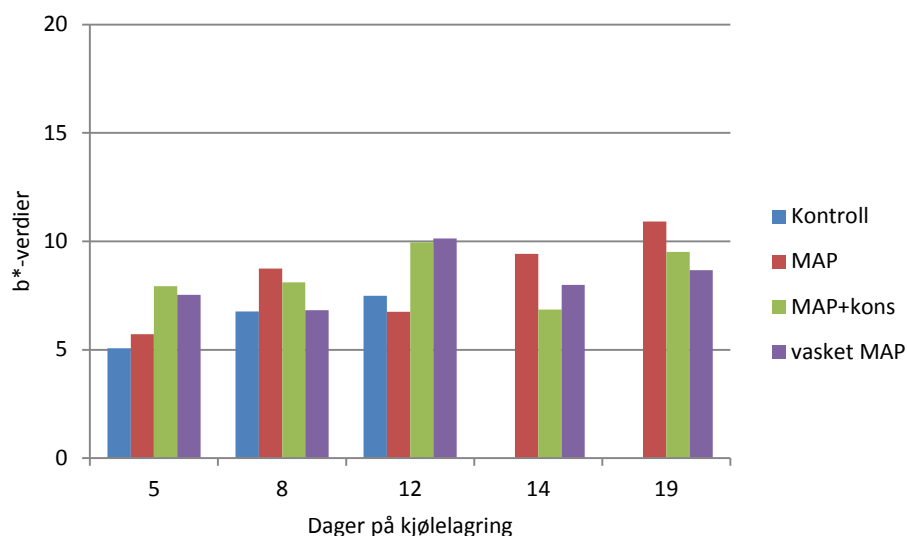
Figur 5 Innhold av sorbat i biter av utvannet tørrfisk. N=5 i hver søyle.

### 3.4.5 Minolta farge

Fargen målt med Minolta fargemåler består av flere verdier: L\* (lyshet), a\* (rød-grønn) og b\* (gul-blå). a\* verdiene var like for de fire gruppene og utviklet seg tilnærmet likt gjennom lagringsperioden. Det ble heller ikke funnet forskjeller mellom gruppene i lyshet (L\*) og gulhet (b\*), som vist i henholdsvis Figur 6 og 7. Det var en svak tendens til økning i gulhet (økt b\*-verdi) utover i lagringsperioden, men dette var kun signifikant for MAP-gruppen (dag 5 til dag 19).

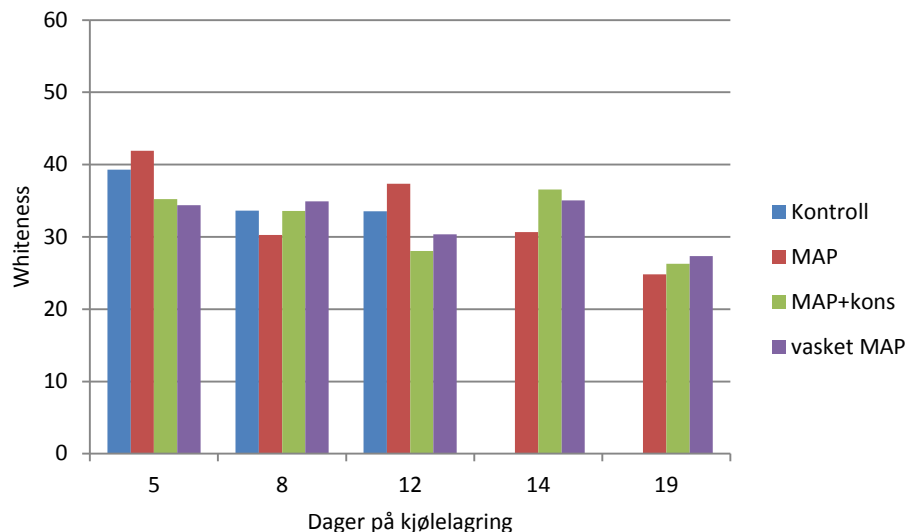


Figur 6 L\*-verdi (lyshet) målt med Minolta på biter av utvannet tørrfisk. Skala er fra +100 (hvit) til -60 (sort). Kontroll er ubehandlede biter vakuumert, MAP er biter pakket i modifisert atmosfære (MA, 60 % CO<sub>2</sub>/40 % N<sub>2</sub>), MAP+kons er biter konserverte i sitronsyre og sorbat og pakket i MA, vasket MAP er biter fra fisk som ble vasket i utvanningen og som er pakket i MA før lagring. N=5 i hver søyle.



Figur 7 *b\**-verdi (gulhet) målt med Minolta på biter av utvannet tørrfisk. Skala er fra +60 (gul) til -60 (blå). Kontroll er ubehandlede biter vakuumert, MAP er biter pakket i modifisert atmosfære (MA, 60 % CO<sub>2</sub>/40 % N<sub>2</sub>), MAP+kons er biter konservert i sitronsyre og sorbat og pakket i MA, vasket MAP er biter fra fisk som ble vasket i utvanningen og som er pakket i MA før lagring. N=5 i hver søyle.

Whiteness ble beregnet som et mål på hvithet ( $Whiteness=L^*-3b^*$ ), dette er vist i Figur 8. Det er en tendens til at hvitheten reduseres utover i lagringsforløpet, men dette er kun signifikant for MAP-gruppen (fra dag 5 til dag 19).



Figur 8 *Whiteness* (hvithet) målt med Minolta på biter av utvannet tørrfisk. Beregnes med formelen  $Whiteness=L^*-3b^*$  og en høyere positiv verdi betyr et hvitere utseende. Kontroll er ubehandlede biter vakuumert, MAP er biter pakket i modifisert atmosfære (MA, 60 % CO<sub>2</sub>/40 % N<sub>2</sub>), MAP+kons er biter konservert i sitronsyre og sorbat og pakket i MA, vasket MAP er biter fra fisk som ble vasket i utvanningen og som er pakket i MA før lagring. N=5 i hver søyle.

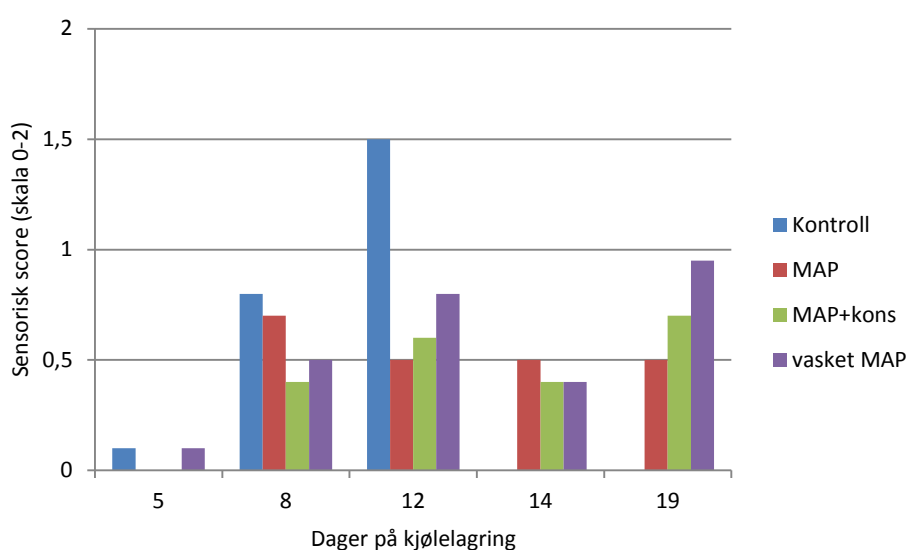


### 3.4.6 Sensoriske vurderinger

Alle prøvene på alle uttakene, uavhengig av gruppe, fikk score null på både konsistens og overflate (slimethet). Prøvene var faste, til dels harde, og hadde tørr overflate gjennom hele lagringsforløpet.

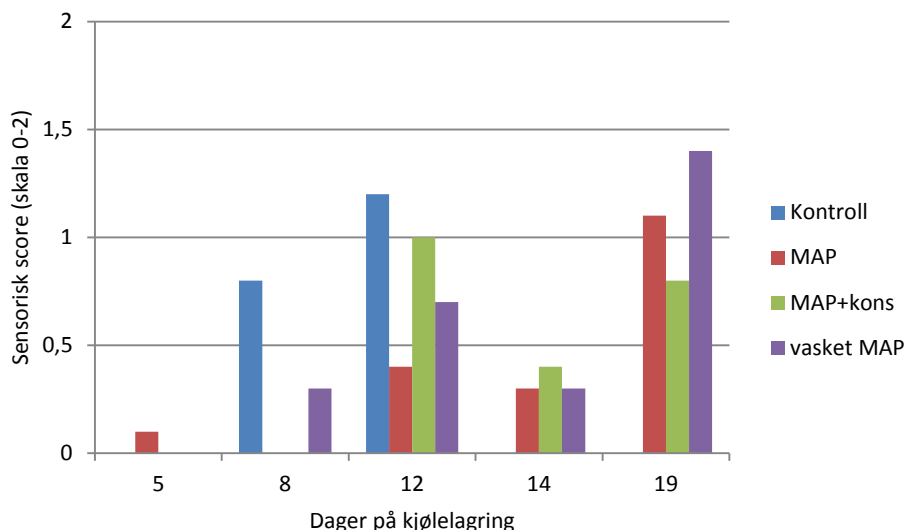
Når det gjaldt farge var det et skille mellom kontrollgruppen (vakuumpakket) og øvrige grupper (Figur 9). Kontrollgruppens farge utviklet seg i negativ retning og hadde på dag 12 en signifikant høyere score enn de andre gruppene.

Den sensoriske vurderingen av farge viste klar forskjell mellom kontrollgruppen og øvrige grupper. Dette var ikke like synlig i resultatene fra den instrumentelle fargemålingen, noe som kan skyldes at man der måler i spesifikke punkter. Selv om det ble gjort 3 målinger per bit, vil det være vanskelig å fange opp den totale fargen når fargen er så ujevn som i tørrfiskbiter. Det blir dermed mest korrekt å bruke sensorisk vurdering.



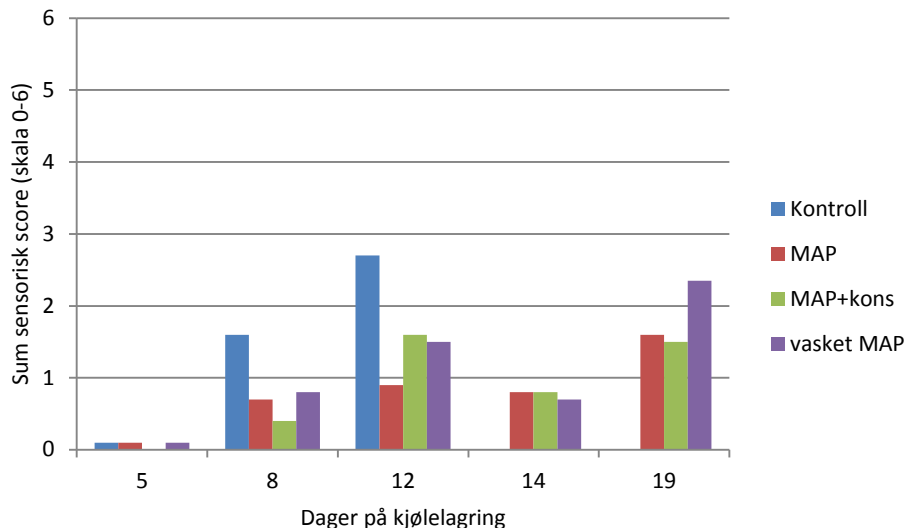
Figur 9 Sensorisk vurdering av farge på biter av utvannet tørrfisk. Skala er fra 0 (naturlig) til 2 (mye misfarging). Kontroll er ubehandlede biter vakuumpakket, MAP er biter pakket i modifisert atmosfære (MA, 60 % CO<sub>2</sub>/40 % N<sub>2</sub>), MAP+kons er biter konserverte i sitronsyre og sorbat og pakket i MA, vasket MAP er biter fra fisk som ble vasket i utvanningen og som er pakket i MA før lagring. N=5 i hver søyle.

Lukten varierte mellom gruppene og uttakene, men kontrollen hadde også her en høyere score enn øvrige grupper (Figur 10). Når det gjaldt øvrige grupper ble det ofte gitt kommentarer om avvikende luktbilde, men at dette ikke hadde negativ karakter. For gruppen som var konserverte ble det også kommentert at luktbildet var tidvis nøytralt (lite tørrfisklukt).



Figur 10 Sensorisk vurdering av lukt på biter av bløytet tørrfisk. Skala er fra 0 (naturlig) til 2 (sur lukt). Kontroll er ubehandlede biter vakuumert, MAP er biter pakket i modifisert atmosfære (MA, 60 % CO<sub>2</sub>/40 % N<sub>2</sub>), MAP+kons er biter konserverert i sitronsyre og sorbat og pakket i MA, vasket MAP er biter fra fisk som ble vasket i utvanningen og som er pakket i MA før lagring. N = 5 i hver søyle.

Når man ser på summen av vurderingene (Figur 11) skiller kontrollgruppen seg fra øvrige, den ble også vurdert som utgått på dag 12 og ikke tatt med videre i forsøket etter dette uttaket. Kontrollgruppen hadde høyere score på dag 12 enn øvrige grupper hadde på dag 19.

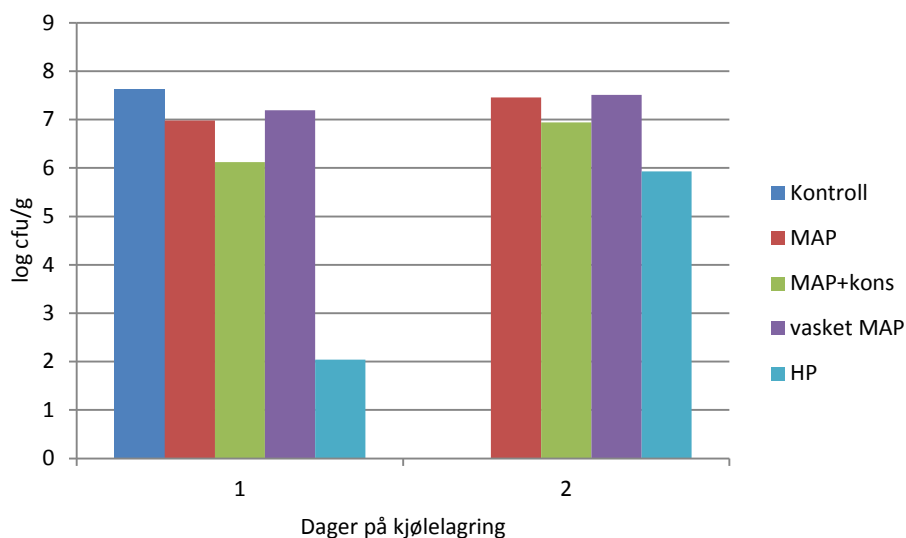


Figur 11 Sum sensorisk vurdering av biter av bløyta tørrfisk. Skala er fra 0 til 6. Kontroll er ubehandlede biter vakuumert, MAP er biter pakket i modifisert atmosfære (MA, 60 % CO<sub>2</sub>/40 % N<sub>2</sub>), MAP+kons er biter konserverert i sitronsyre og sorbat og pakket i MA, vasket MAP er biter fra fisk som ble vasket i utvanningen og som er pakket i MA før lagring. N=5 i hver søyle.

### 3.4.7 Høytrykks behandling

Høytrykksbehandling var ikke en del av prosjektet, men det ble på bakgrunn av den innledende litteraturgjennomgangen vurdert som såpass forskningsmessig interessant at dette ble utført for Nofimas midler.

Ti prøver av ubehandlet utvannet fisk ble pakket i vakuum og tatt med til Stavanger for behandling med høyt trykk (HP). Prøvene ble behandlet med 600 MPa i 5 minutter ved romtemperatur 2 døgn etter pakking. Prøvene ble deretter sendt som kjøletransport til Tromsø og lagret sammen med øvrige prøver. 5 prøver ble tatt ut på dag 8 og 5 prøver ble tatt ut på dag 14. Prøvene ble vurdert sensorisk og det ble tatt mikrobiologiske prøver. Prøvene hadde et litt kakt utseende og overflaten var voksaktig. Væsken i posen var blakket, ikke blankt som hos kontrollprøvene. Det litt kokte utseende fikk prøvene til å fremstå som noe hvitere enn øvrige prøver. Prøvene hadde et gjennomsnittlig innhold av bakterier som var signifikant mye lavere enn hos øvrige prøver (Figur 12).



Figur 12 Bakterieinnhold i biter av utvannet tørrfisk. Kontroll er ubehandlede biter vakuumert, MAP er biter pakket i modifisert atmosfære (MA, 60 % CO<sub>2</sub>/40 % N<sub>2</sub>,) MAP+kons er biter konserverte i sitronsyre og sorbat og pakket i MA, vasket MAP er biter fra fisk som ble vasket i utvanningen og som er pakket i MA før lagring, HP er biter vakuumert og behandlet med HP (600MPa, 5 min, romtemperatur). N=5 i hver søyle.

### 3.5 Oppsummering og konklusjon

I dette forsøket har vi undersøkt effekt av pakkemetode, konservering og vasking under utvanning på holdbarheten til utvannet tørrfisk som ble lagret kjølig (4 °C).

Pakking av fiskebiter i modifisert atmosfære (MA) med 60 % CO<sub>2</sub> og 40 % N<sub>2</sub> gav en holdbarhet på minst 14 dager, noe som er en økning i lagringstid på om lag 1 uke fra tidligere forsøk. I dette forsøket var imidlertid skillet mellom kontrollprøver (lagret i vakuum) og prøver lagret i MAP mindre, da holdbarheten til kontrollprøvene var lengre enn tidligere. Dette kan skyldes at prøvene var hardere/tørrere enn det som er vanlig. Årsaken til dette er sannsynligvis at fisken ble oppbevart noen uker ved høy romtemperatur før utvanning. Denne tørrheten kan også være en medvirkende årsak til den lange holdbarheten til de andre MAP-gruppene. MAP-gruppene hadde imidlertid et mye høyere

drypptap enn de vakuuerte, noe som kan skyldes valg av  $N_2$  som balanserende gass. Bruk av lavere nivå av  $N_2$  og heller mer  $O_2$  er vist å kunne ha positiv effekt på drypptap.

Bruk av en kombinasjon av konserveringsmidlene sitronsyre og kaliumsorbat hadde effekt på bakterieutviklingen, disse prøvene hadde signifikant mindre bakterier enn øvrige grupper til og med dag 12. Dette er til forskjell fra tidligere forsøk med tørrfisk, og skyldes mest sannsynlig et forhøyet nivå av sorbat i fisken. Dette kan igjen være forårsaket av forlenget behandlingstid samt en tørrere fiskemuskel. Etter 12 dager var det ingen forskjell mellom de tre MAP-gruppene. Den konserverte gruppen hadde også noe lavere drypptap enn øvrige MAP-grupper, men dette var ikke signifikant. Ved 14 dagers holdbarhet synes det dermed unødvendig å tilføre et fordyrende prosesseringstrinn da dette tilsynelatende ikke har noen ekstra effekt på holdbarheten. Når det gjelder øvrig kvalitet, ble det kommentert under den sensoriske vurderingen at denne gruppen hadde en nøytral lukt, det vil si lite tørrfisk lukt. Dette kan være interessant for produsenter som ønsker en mildere tørrfisk-karakter på produktene sine.

Når fisken vannes ut vil det ofte dannes et slimlag (sleipe) på overflaten av fisken de første dagene i utvanningen, og det har vært stilt spørsmål om dette laget kan ha innflytelse på holdbarheten. En del av fisken ble i dette forsøket vannet ut i egne kar og skinnen ble vasket dag 3. Det ble ikke observert at fisken hadde slikt slimlag, men den ble likevel vasket. Denne gruppen skiller seg ikke nevneverdig fra øvrige MAP-grupper, noe som igjen skyldes at tørrfisken ikke var av en slik karakter at det ble dannet slimlag. Dette er en problemstilling som bør tas opp igjen der man har fisk med slikt lag.

Basert på resultatene fra dette forsøket, ser det ut til at pakking av utvannet tørrfisk i modifisert atmosfære vil være den mest aktuelle metoden for å kunne tilby utvannet tørrfisk i kjøledisken.

### **3.6 Videre arbeid**

Basert på litteraturstudiene og resultatene fra forsøket, er det flere områder som er viktige å undersøke for å kunne ha lengst mulig holdbarhet på utvannet tørrfisk:

- Videre undersøkelse av MA-pakking: optimalisering av gassblanding, gassens innvirkning på sensorisk kvalitet
- Effekt av ulike vanninnhold (tørrhetsgrader) på holdbarhet av utvannet tørrfisk
- Effekt av ulike tørrfisk kvaliteter på holdbarhet av utvannet tørrfisk
- Effekt av vanntemperatur under utvanning på holdbarhet på utvannet tørrfisk
- Undersøke effekt av hyppighet på vannbytter på holdbarhet og sensorisk kvalitet på utvannet tørrfisk

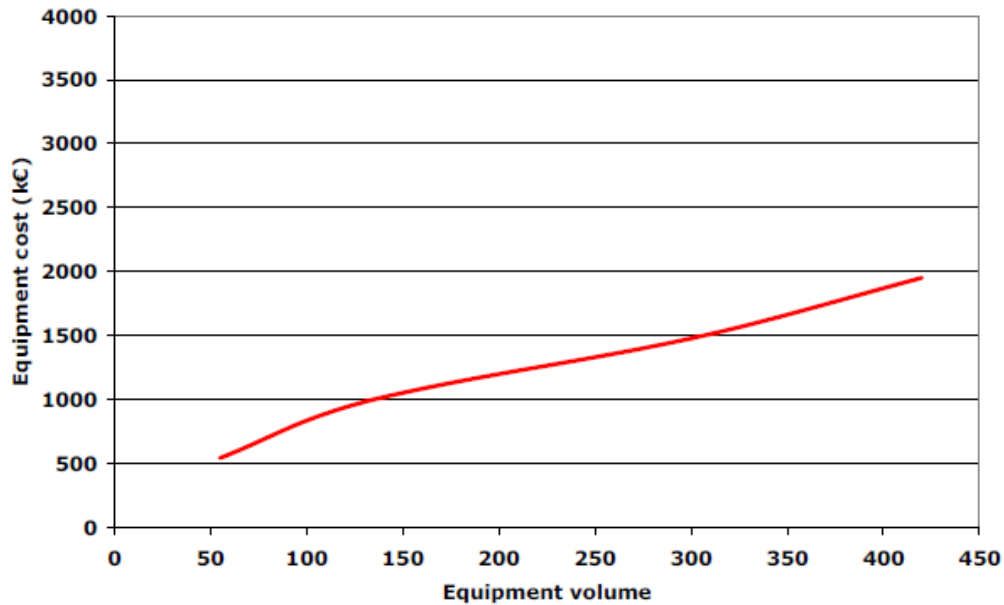
## 4 Referanser

- Bjørkevoll, I. (2005). Bruk av bikarbonat og lut under utvanning av tørrfisk. Rapport 15/2005, Fiskeriforskning, Tromsø
- Bjørkevoll, I., M. Heide & J. Østli (2004). Kvalitetsanalyser og markedstest av gryteklar tørrfisk. Rapport 2/2004, Fiskeriforskning, Tromsø.
- Bjørkevoll, I., S. Joensen & T. Tobiassen (2007). Effekt av ulike typer råstoffhåndtering på mucoso i tørrfisk. Rapport 20/2007, Fiskeriforskning, Tromsø.
- Bjørkevoll, I., B. Landfald, M.H. Ernsten, S. Joensen & E. Tidemann (2008). Bakterievekst under naturtørking av tørrfisk. Sammenligning av normal- og mucosovev. Rapport 8/2008, Nofima, Tromsø.
- Daniels, J.A., R. Krishnamurthi & S.H. Rizvi (1985). A review of effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. *Journal of food protection*, **48**:6, pp. 532–537.
- Herland, H., S. Joensen, G. Eilertsen & B. Gundersen (2011). Konservering av utvannet tørrfisk. Effekt av kaliumsorbat og sitronsyre på holdbarhet og kvalitet på utvannet tørrfisk. Rapport 15/2011, Nofima, Tromsø.
- Jansson, S. (2004). Forprosjekt – Ny ultra høytrykksteknologi for utvidet holdbarhet for prefabrikkert utvannet tørrfisk, i fersk kjølt tilstand. SINTEF Rapport STF80 A045031, SINTEF Fiskeri og Havbruk, Trondheim.
- Joensen, S. & J. Østli (2013). Fryseskader på tørrfisk. Rapport 31/2013, Nofima, Tromsø.
- Joensen, S., L. Akse, I. Bjørkevoll & I. Mathisen (2005). Kvalitetsforbedring av råstoff til tørrfiskproduksjon – Fangstskader på råstoffet og konsekvenser for kvaliteten på tørrfisk. Rapport 2/2005, Fiskeriforskning, Tromsø.
- Joensen, S., N.K. Sørensen, I. Bjørkevoll, L. Akse, H. Nilsen & T. Tobiassen (2004). Kvalitetsfeil i ferskt råstoff, betydningen for tørrfiskkvaliteten og kvaliteten etter bløyting. Rapport 5/2004, Fiskeriforskning, Tromsø.
- Rode, T. & M.B. Hovda (2012). Høytrykksprosessering av sjømat. Litteraturgjennomgang. Rapport 39/2012, Nofima, Tromsø.
- Rotabakk, B.T., M. Sivertsvik & S. Birkeland (2009). Microbiological quality of desalted cod in consumer packages – Effects of storage atmospheres and pretreatments. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **18**, pp. 18–31.
- Sedayu, B.B. (2011). Organic acids application in combination with vacuum and modified atmosphere packaging to prolong the shelf-life of desalted cod (*Gadus morhua*). M.Sc. Thesis. KaHo Sint-Lieven, Gent.
- Sharma, R. (2011). Market trends in high pressure processing (HPP) food. Seminar presented at Centre for Nutrition & Food Sciences, 23. March, Brisbane.
- Skjerdal O.T., S. Pedro & J.A. Serra (2002). Improved quality and shelf life of desalted cod, an easy-to-use product of salted cod. Final Report to the European Commission. FAIR Project CT98-4179.
- Skåra, T. (2013). Surface steam pasteurisation of fish products: thermal characterisation and microbial selection/resistance. Ph.D avhandling. KU Leuven, Groep Wetenschap, Arenberg Doctoraatsschool, Belgia.

## Vedlegg 1

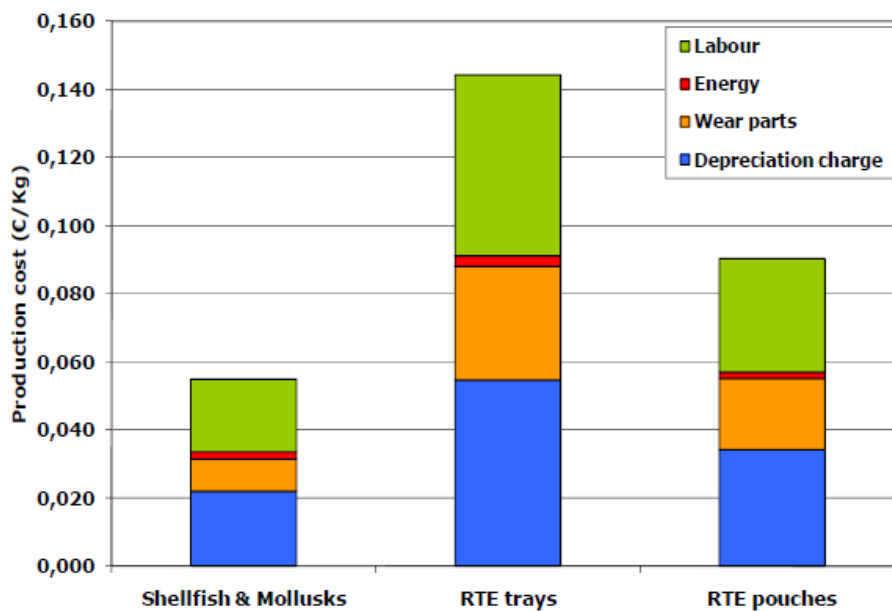
### Investerings- og produksjonskostnader for høytrykks prosesserings utstyr

Investeringskostnadene varierer med størrelsen på utstyret og reduseres per liter kammerstørrelse med økende volum. Tall fra 2010 for utstyr fra NC Hiperbaric finnes i Figur 13.



Figur 13 Investeringskostnader (1000 Euro) i forhold til volum HP utstyr (Sharma, 2011).

Prosesseringskostander basert på en 300 liters maskin (NC Hiperbaric) er vist i Figur 14.



Figur 14 Estimerte prosesseringskostnader (Euro/kg, 2010) for 300 l NC Hyperbaric (Sharma, 2011).

Forskjellen i prosesseringskostnader for produkter pakket på brett eller i poser ligger i fyllingsgraden. Brett har en fyllingsgrad på 50 % mens poser har en grad på 80 %. Anslått produksjon for 300 l utstyret er 1100 kg/time for brett og 1800 kg/time for poser.

Oppdatert informasjon om kostnader for utsyr (ekskl. arbeidskostnader for installasjon av utstyr) fra Avure er gitt i Tabell 2.

Tabell 2 2013 tall fra Avure

Utstyr	Liter	Produksjon <sup>1</sup>	Pris
QFP 35L-600 <sup>2</sup>	35	120 kg/time	585.000 Euro
QFP 100L-600	100	481 kg/time	925.000 Euro
QFP 350L-600	350	1740 kg/time	1.680.000 Euro

<sup>1</sup> Estimert basert på data fra produsent, holdetid på 3 minutter, produktet pakket i poser (fyllingsgrad 80 %).

<sup>2</sup> Pilotskala anlegg, ikke egentlig ment for industriell produksjon (Nigel Rogers, Avure, pers.komm)

## Vedlegg 2

### Skjema for sensorisk vurdering av tørrfisk biter

Bedømt av:

Dato:

<b>Gruppe</b>					
<b>Farge</b> Naturlig (0) Litt misfarging (1) Mye misfarging (2)					
<b>Lukt</b> Naturlig lukt (0) Litt sur lukt (1) Sur lukt (2)					
<b>Konsistens</b> Naturlig fast (0) Bløt (1)					
<b>Slimete</b> Ikke slimete (0) Slimete (1)					



