

Holdbarhet på produkter av bløytet-, fryst- og tint tørrfisk

Faglig sluttrapport

Sjúrður Joensen, Bjørn Tore Rotabakk, Anlaug Ådland Hansen, Tatiana N. Ageeva, Tone Mari Rode og Gustav Martinsen





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

Nofima har om lag 370 ansatte.

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

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1431 ÅS

Stavanger:

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

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunnalsøra:

Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Alta:

Kunnskapsparken, Markedsgata 3
NO-9510 Alta

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140
E-post: post@nofima.no
Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA



Creative commons gjelder når ikke annet er oppgitt

Rapport

<i>Tittel:</i> Holdbarhet på produkter av bløytet-, fryst- og tint tørrfisk Faglig sluttrapport	ISBN 978-82-8296-616-0 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Shelf life of rehydrated, frozen and thawed stock fish products.	<i>Rapportnr.:</i> 38/2019
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Sjúrður Joensen, Bjørn Tore Rotabakk, Anlaug Ådland Hansen, Tatiana N. Ageeva, Tone Mari Rode og Gustav Martinsen	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri	<i>Dato:</i> 20. desember 2019
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 24+6
<i>Stikkord:</i> Holdbarhet, tørrfisk, høytrykksbehandling, utvannet, bløytet	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901536
<i>Prosjektnr.:</i> 12611	
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Tørrfisk som bløytet produkt har kort holdbarhet kjølelagret. Utfordringen er høyt antall bakterier i produktet etter bløyting, som begrenser holdbarheten som kjølt produkt. Flere tørrfiskprodusenter jobber med å bløyte, pakke og omsette tørrfisken. I dette arbeidet ønsket en å se på muligheten for å omsette produktet fryst og se på holdbarheten til kjølt produkt etter tining. FHF har fulgt opp problemstillingen, og finansiert dette arbeidet i sin helhet. Fem delforsøk ble gjennomført for å teste ut muligheter for forlenget holdbarhet. Følgende parameter ble variert: <ul style="list-style-type: none"> • Tre temperaturer i bløytevannet. • Bløyting med og uten skinn. • Bruk av saltlaker siste døgn av bløyting. • Bruk av CO₂-emitter. • Høytrykksprosessering ved 0,1; 400; og 600 MPa etter tining. Resultatene viset at uansett forbehandling (temperatur, skinn og salt) og pakking (CO ₂ -emitter) var bakterietallet høyt etter bløyting, pakking og tining. Ytterligere kjølelagring gav kort holdbarhet. Bruk av høytrykk viser et potensial for forlenget holdbarhet ettersom 600 MPa ga en betydelig nedgang i bakterietall. En forlenget holdbarhet kunne påvises ved bruk av høytrykk. Uansett metode er den store utfordringen som må løses, det høye bakterietallet rett etter bløyting.	
<i>English summary/recommendation:</i> Production of rehydrated stock fish for the consumer market is growing, but rehydrated stock fish is hampered by short shelf life, even in chilled storage. One option to overcome this problem is to sell this product frozen. Five different test with the aim of extending the shelf life of the thawed rehydrated stock fish were performed; temperature during rehydration, rehydration with or without skin, using salt brine at the end of rehydration, packaging with CO ₂ emitter and high pressure processing (HPP) up to 600 MPa. Only HPP showed a potential in increasing the shelf life, as 600 MPa gave a significant reduction of bacteria and increased the shelf life. However, the high bacterial count after rehydration is a major problem, and this issue must be resolved in order to obtain acceptable shelf life of the product.	

Forord

Kort holdbarhet på bløytet tørrfisk i kjølt tilstand har vært et hinder for økt omsetning av tørrfisk-produkter.

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) ved Lorena Jornet har fulgt opp denne problemstillingen i diskusjon med flere fagmiljøer. Denne rapporten og arbeidet er finansiert av FHF i sin helhet.

Arbeidet er gjort i godt samarbeid med Brødrene Berg AS, hvor bløytingen ble gjennomført, samt med aktørene i styringsgruppen, Brødrene Andreassen AS, Værøy og Glea AS, Røst.

Innhold

1	Sammendrag	1
1.1	Summary.....	1
2	Bakgrunn	3
3	Problemstilling og formål	5
4	Prosjektgjennomføring	6
5	Resultater, diskusjon og konklusjon	11
5.1	Effekt av temperatur under bløyting.....	11
5.2	Bløyting med og uten skinn	13
5.3	Bruk av salt siste døgn i bløytingen	14
5.4	Pakking med og uten CO ₂ -emitter.....	15
5.5	PCA-analyse av sensoriske data	17
5.6	Høytrykksbehandling av utvannet tørrfisk	19
5.6.1	Væskeslipp.....	19
5.6.2	Tekstur	20
5.6.3	Farge	20
5.6.4	Mikrobiologisk analyse	21
5.6.5	pH	23
5.6.6	Sensorisk vurdering av høytrykksprosesserte prøver	23
5.7	Samlet konklusjon fra alle forsøkene	23
6	Hovedfunn	24
7	Leveranser	24
Vedlegg	i
	Sensoriske bedømmelser	i
	Koketap.....	v
	Mikrobiologiske resultat.....	vi

1 Sammendrag

Tørrfisk som bløytet produkt har veldig kort holdbarhet kjølt. Forsøk viser at bakterietallet i fisken er høyt allerede rett etter bløyting, som igjen begrenser holdbarheten som kjølt produkt.

Flere av de norske tørrfiskprodusentene jobber nå med å bløyte tørrfisken selv, pakke og omsette ut til kjedene. På grunn av den korte holdbarheten som kjølt produkt, ønsket flere tørrfiskprodusenter å teste ut muligheten for å omsette bløytet produkt fryst og så se på mulighetene for økt holdbarhet etter tining og videre kjølelagring.

FHF har fulgt opp problemstillingen, og finansiert arbeidet i sin helhet.

Forsøkene ble gjennomført ved å bløyte tørrfisk hos Brødrene Berg AS. Flere delforsøk ble gjennomført for å kartlegge hvor det var best effekt av tiltak.

- Tre ulike temperaturer i bløyte-vannet ble testet ut 3,7 °C, 1,9 °C og 0,6 °C
- Bløyting av tørrfisk med eller uten skinn
- Bruk av henholdsvis 3 % og 5 % saltlake, siste døgn av bløytingen.
- Pakking i skinpack med eller uten CO₂-emitter i pakken.
- Høytrykksprosessering av tint utvannet tørrfisk, ved 0,1 (atmosfærisk trykk), 400 og 600 MPa.

Resultatene viser at uansett forbehandling og pakking var bakterietallet høyt etter bløyting, pakking og tining. Ytterligere kjølelagring gav kort holdbarhet.

Bruk av høytrykk viser et potensial for forlenget holdbarhet ettersom 600 MPa ga en betydelig nedgang i bakterietall, og forlenget holdbarhet kunne påvises.

Uansett metode er den store utfordringen som må løses, det høye bakterietallet rett etter bløyting.

1.1 Summary

Rehydrated stock fish has a very limited shelf life. Previous test has shown very high numbers of bacteria in the product when the rehydration is complete, resulting in a very limited shelf life.

Several Norwegian stock fish producers are looking into the possibility of selling rehydrated stock fish, ready for consumption, and want to find processing regimes that increase the shelf life of the product. One option is to sell this product frozen, and suggest processing that may increase the shelf life of the thawed product.

Stock fish were rehydrated at Brødrene Berg AS, Værøy, Norway, and different processing regimes with the aim of extending the shelf life of the thawed, rehydrated stock fish were performed;

- Three different temperatures during rehydration (3.7 °C, 1.9 °C or 0.6 °C)
- Rehydration of products with or without skin
- Using 3% or 5% salt brine at the final step of rehydration
- Packaging in skin pack with or without CO₂ emitter
- High pressure processing (HPP) of thawed rehydrated stock fish with high pressure processing at 0,1 (atmospheric pressure), 400 and 600 MPa

The results showed high bacterial count, regardless of rehydration temperature, use of salt brine and packaging regime, followed by a very limited shelf life.

Only HPP showed a potential to increase the shelf life, as 600 MPa gave a significant reduction of bacteria and increased the shelf life.

However, the high bacterial content after rehydration is a major problem that has to be solved in order to facilitate commercially acceptable shelf life of the product.

2 Bakgrunn

Erfaringer og tidligere forsøk har vist at bløytet tørrfisk har kort holdbarhet som kjølt produkt. Bakterieinnholdet er høyt allerede når fisken er ferdig bløytet, hvilket begrenser mulighetene for lang holdbarhet. Med tanke på at et kjølt produkt må transporteres og ha en viss hylletid, har den korte holdbarheten gjort det vanskelig å tenke kommersielt salg av bløytet tørrfisk med vanlige konserveringsmetoder.

I Italia øker de holdbarheten ved bruk av kraftig konservering som også preger/endrer produktet i retning av lutefisk. Det italienske produktet er ikke det samme som en oppfatter som bløytet tørrfisk i Norge.

Flere aktører i tørrfisknæringen er nå i gang med å utvikle konsept for foredling/bløyting. Mellom annet har «Tørrfisk fra Lofoten», som består av 20 tørrfiskbedrifter, som mål å øke konsumet av tørrfisk ved å bearbeide mer av tørrfisken. Et sentralt konsept for noen av disse er å fryse det bløytete produktet slik at det både kan lagres, transporteres og selges i fryst tilstand. I tillegg kan produktet transporteres til butikk og oppbevares der fryst, før det tines og legges fortløpende ut i butikk og omsettes som kjølt/"tinefersk". Å holde produktet fryst under lagring og transport reduserer problematikken med holdbarhet, men produktet må likevel tåle noen dagers holdbarhet i kjøleskap, både når kunden kjøper det fryst og som kjølt.

Hensikten med prosjektet er å undersøke hvor lang holdbarhet det er mulig å oppnå på bløytet tørrfiskfilet fra rundfisk, hvor produktet pakkes før innfrysing og tining. Tanken er å fremheve naturproduktet tørrfisk, uten bruk av tilsetningsstoffer, som kan ødelegge bilde av et rent naturprodukt. Produktene er tenkt omsatt både i innlandsmarkedet og i Italia.

Nofima (tidl. Fiskeriforskning) har gjennomført forsøk rettet mot økt holdbarhet beskrevet i Fiskeriforskning rapport 15/2005, Fiskeriforskning rapport 2/2004, Nofima rapport 15/2011, Nofima rapport 1/2014) og i prosjektet «Catch2» (NFR prosjektnr 244712/E50).

I de fleste arbeidene er det gjort en rekke delforsøk og hovedsakelig med ulike konserveringsmidler, som har gitt begrenset effekt på bakterieinnholdet og dermed holdbarheten. Når bakterieinnholdet er høyt i råstoffet reduseres effekten av konserveringsmidler. Tilsvarende kan også gjelde ved emballering.

Resultater fra «Catch2» viser at pakkemetode kan påvirke holdbarheten til utvannet tørrfisk. Ved bruk av CO₂-emitter i en pakke med modifisert atmosfære (MAP) kan kvaliteten bevares bedre og holdbarheten forlenges noe. Emballering med vakuum (fjerning av luft) kan bidra til å bevare startkvaliteten bedre enn bare ved lagring i luft. En CO₂-emitter fungerer også som fuktabsorbent og avgir CO₂-gass inni pakken. CO₂-gassen kan hemme og forsinke vekst av noen typer bakterier som bidrar til negativ lukt og smak. Forsøkene var gjort på kjølte produkt og rotskjært fisk. Det vil være viktig å teste dette på fileten av rundfisk og hvor produktet fryses og tines.

Et tidligere forsøk (Fiskeriforskning rapport 2/2004) indikerte at frysing/tining resulterte i litt lavere bakterieinnhold rett etter tining, men førte til en økning i bakterienivået etter 7 dagers kjølelagring. Salt (10 % i 8 timer) gav 1–2 dagers økt holdbarhet. Salt er også ønsket i produktet for å ha et gryteklart produkt.

Utfordringene med holdbarheten på bløytet tørrfisk er det høye bakterietallet rett etter bløyting. Vi vet at på fisk er temperatur avgjørende for bakterievekst. En nærliggende slutning er derfor at temperaturkontroll på bløytevannet kan ha betydning for holdbarheten. Men vi forventer også at lave temperaturer kan forsinke bløyteprosessen.

Det eksisterer flere konserveringsmetoder, både med og uten tilsetningsstoffer. Høytrykksbehandling er nok den mest relevante konserveringsmetoden, og er ofte benyttet uten tilsetninger. Høytrykksprosessering (HP) er en teknologi som blant annet kan benyttes for å oppnå forbedret kvalitet og lengre holdbarhet.

Prosesseringen er gunstig for eliminering av patogene mikroorganismer og kan dermed øke mattryggheten. Optimal bruk av HP vil potensielt gi betydelig redusert svinn av lettbederlig mat på grunn av økt holdbarhetstid. Denne type prosessering muliggjør at produkter kan fremstå som ferske. Avhengig av råvare og prosesseringsbetingelser som benyttes, kan det forekomme endringer i tekstur og utseende, så dette må undersøkes for det enkelte produkt.

Nofima har tidligere vist at bruk av HP på utvannede fiskeprodukter kan gi god effekt på holdbarhet. I det avsluttede prosjektet «Fremtidens konsumentprodukter av norsk salt- og klippfisk» (NFR-256467/E50 og FHF 901262) viser resultatene at holdbarheten til utvannet klippfisk og saltfisk kan økes med flere uker. Ved bruk av de høyeste trykkene under prosessering, kan konsistensen av rått produkt oppfattes litt fastere, men sensoriske vurderinger etter varmebehandling viste små forskjeller.

I handlingsplanen til FHF under industri konvensjonell, er en av prioriteringene «Holdbarhet av konvensjonelle og convenience (utvannede)-produkter». Flere tørrfiskprodusenter er i startgropen med utvikling av ferdigprodukter fra tørrfisk. FHF og flere næringsaktører har vært i dialog med Nofima om mulighetene som ligger i å øke holdbarheten på bløytet tørrfisk. I 2018 ble en enige om å etablere et prosjekt for å teste ut de mulige løsningene som var diskutert med faglige innspill fra Nofima og næringsaktører.

Prosjektet har vært organisert med en prosjektgruppe fra Nofima med Sjurdur Joensen, Bjørn Tore Rotabakk og Anlaug Hansen. Referansegruppen for prosjektet har vært Rolf Jarle Andreassen, Brødrene Berg AS, Olaf Pedersen, Glea AS, Roy Andreassen, Brødrene Andreassen AS og Lorena Jorner, FHF.

3 Problemstilling og formål

Tørrfisknæringen har over mange år sett en lavere etterspørsel for de tradisjonelle tørrfiskproduktene. Utvannet tørrfisk kan gjøre produktet mer tilgjengelig.

Økt holdbarhet på bløytet tørrfisk er nøkkelen for å få opp omsetningen på dette konvensjonelle produktet. Det er detaljhandelens krav til hylletid for produkter som betinger dette, og kunden vil også forvente at et fryst produkt har en minimums holdbarhet som kjølt etter tining.

Hensikten med prosjektet er å komme frem til metode og prosess som kan gi inntil 2–3 dagers lengere holdbarhet etter tining ved bruk av CO₂-emitter, kjøling og salt. Ved høytrykksbehandling kan det forventes flere ukers holdbarhet på produktet.

Økt tid som kjølt produkt etter tining gir bedre muligheter for å lykkes med salg.

Resultatene vil uansett gi bedriftene et godt grunnlag for å sette riktig holdbarhet på pakken av ferdig bløytet tørrfisk.

Hovedmålet i prosjektarbeidet er å øke holdbarheten på bløytet tørrfisk som er fryst og tint, som kan omsettes som fryst eller lagt i kjøledisken og omsatt som kjølt.

Dette skal undersøkes ved å:

- Styre og redusere temperatur under bløyting
- Benyttet tilpasset emballasje. Benytte CO₂-emitter, kombinert med vakuum/skin
- Tilføre salt i siste trinn av bløytingen, kombinert med vakuum/skin/CO₂-emitter
- Benytte høytrykksbehandling

4 Prosjektgjennomføring

Praktisk gjennomføring av bløyting, pakking og frysing ble utført hos Brødrene Berg AS, i januar og februar 2019. Høytrykksbehandling ble utført hos Nofima. Evaluering av prøvene med måling av mikrobiologi og sensorisk bedømmelse ble gjort hos Nofima.

I samråd med Brødrene Berg ble det tatt ut egnet tørrfiskråstoff til forsøkene. Tørrfisk av prima kvalitet og en størrelse på omkring 800 gram tørrfiskvekt ble brukt. Til sammen ble det utvannet i overkant av 100 tørrfisk.

Forsøksoppsettet innebærer variasjoner i ulike steg i prosessen. Vi beskriver prosessen fortløpende med redegjørelse av gjennomførte variasjoner. I forsøket ble det gjort bløyting med og uten skinn, bløyting med tre ulike vanntemperaturer, bruk av salt i siste del av bløyteprosessen, pakking med- og uten CO₂-emitter, samt test med to ulike høytrykksbehandlinger.

Alle de 100 fiskene ble lagt i vann fra rund tilstand, med skinn. Ën gruppe ble bløytet uten skinn. På disse siste ble nakken, buken og sporden saget av før skinnen ble dratt av fisken. Fisken uten skinn ble vannet ut i isvann.



Bilde 1 Tørrfisk brukt til bløyting. Henholdsvis med og uten skinn.

Tørrfisker med skinn ble fordelt i 3 kar, 10 fisk i hvert kar ble individmerket og veid for å følge utbytte. Under utvanning ønsket man å teste ut tre temperaturer: Springvann (6–8 grader), kjølt (2–4 grader) og isvann (0 grader). På grunn av uvanlig kulde var imidlertid springvannstemperaturen på Værøy betydelig kaldere enn vanlig. Dermed endte vi opp med å ha en gjennomsnittlig springvannstemperatur på 3,7 °C, en kjølt temperatur med snitt på 1,9°C og en isvann med snitt på 0,6°C.

Tørrfisker lå i vann i 8 dager, med vannskift daglig. Den 8. dagen ble fisken filetert og lagt tilbake i vann med samme temperatur ytterligere 1 dag til.

Etter 9 dager i vann ble loinsen skjært ut fra fileten og videre oppdelt i biter til ønsket størrelse for pakking. Generelt ble bitene kuttet opp i 8 cm lengder, men bitene til høytrykksbehandling var kuttet opp i 6 cm lengder.

Bitene ble lagt i vann på nytt, fortsatt ved ulike temperaturer. En del av bitene som lå i isvann ble nå lagt i henholdsvis 3 % og 5 % saltlake ved 0 °C.



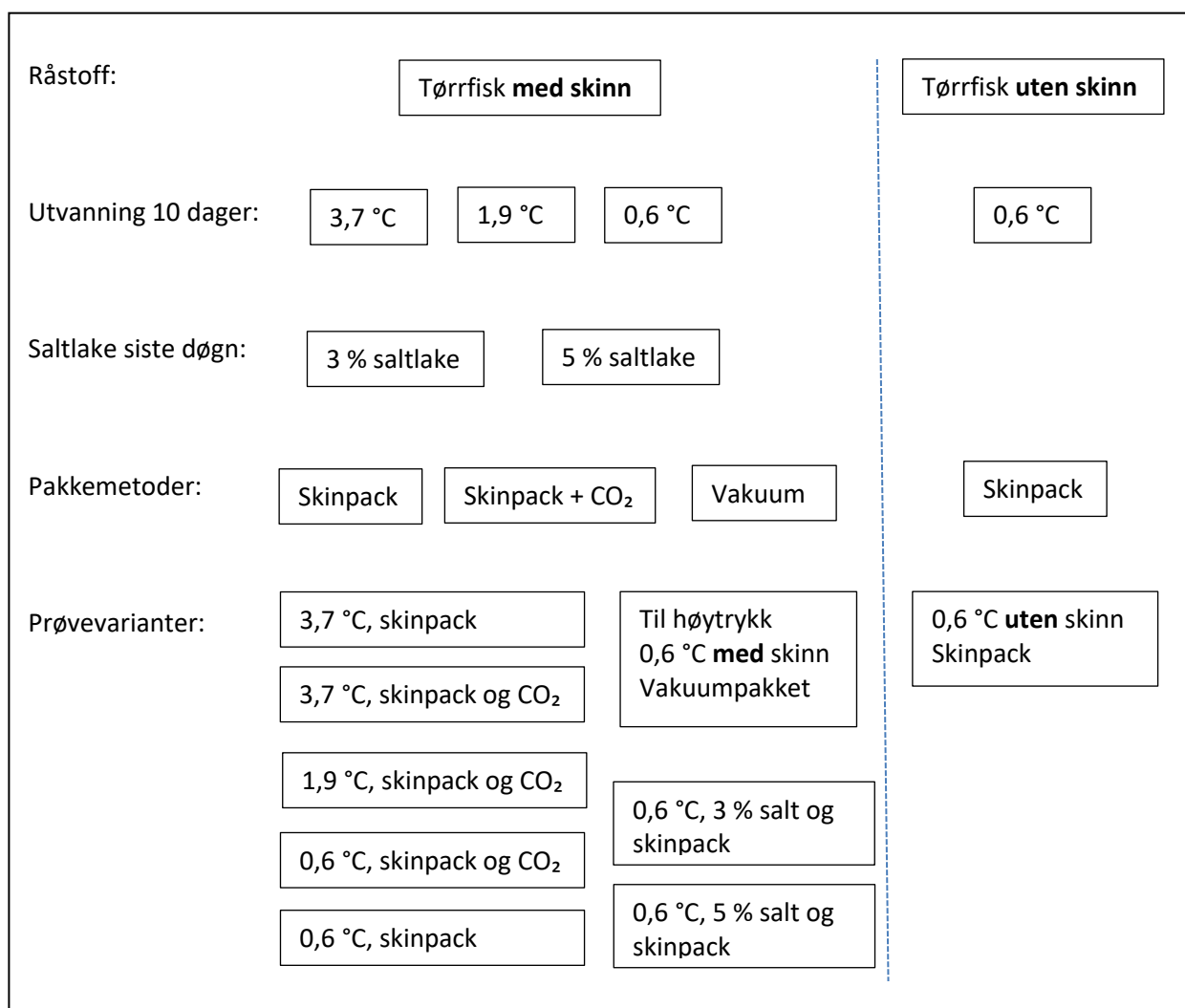
Bilde 2 Stykking av loins i 8 cm biter. Kun disse bitene ble benyttet i forsøkene.

Etter til sammen 10 dager i vann ble alle prøvene pakket. Alle prøver som ikke skulle høytrykksbehandles ble pakket i skinpack med og uten CO₂-emitter, mens prøver som skulle høytrykksbehandles ble vakuumpakket.

Pakkene ble merket, lagt i esker og fryst inn på minus 30 °C, før transport til Nofima for prosessering (høytrykk), målinger og analyser.



Bilde 3 Fiskebiter som er pakket. Til venstre er skinpack med (øverst) og uten CO₂-emitter. Til høyre vakuumpakket til høytrykksbehandling.



Figur 1 Forenklet oppsett av forsøket. Det er ikke et fullfaktorforsøk, men et utvalg av prøvevarianter er analysert videre.

Et forenklet oppsett av forsøksdesign er vist i Figur 1. Vi har ikke testet ut alle mulige varianter av råstoff, temperatur, saltlake og pakkemetode. Men laget et utvalg av prøver som ble analysert.

Prøver med ulik temperatur under bløyting

- **3,7 °C + CO₂**. Bløytet i springvann 3,7 °C. Pakket i skinpack med CO₂-emitter.
- **1,9 °C + CO₂**. Bløytet i kjøltvann 1,9 °C. Pakket i skinpack med CO₂-emitter.
- **0,6 °C + CO₂**. Bløytet i isvann 0,6 °C. Pakket i skinpack med CO₂-emitter.

Prøver med og uten skinn under bløytingen

- **0,6 °C**. Bløytet i isvann 0,6 °C med skinn. Pakket i skinpack.
- **0,6 °C uten skinn**. Bløytet i isvann 0,6 °C uten skinn. Pakket i skinpack.

Prøver med og uten salt siste døgn under bløytingen

- **0,6 °C + 5 % salt**. Bløytet i isvann 0,6 °C og 5 % salt siste døgn av bløytingen. Pakket i skinpack.
- **0,6 °C + 3 % salt**. Bløytet i isvann 0,6 °C og 3 % salt siste døgn av bløytingen. Pakket i skinpack.
- **0,6 °C**. Bløytet i isvann 0,6 °C. Pakket i skinpack.

Prøver i skinpack med og uten CO₂-emitter



- 3,7 °C. Bløytet i springvann 3,7 °C. Pakket i skinpack.
- 3,7 °C + CO₂. Bløytet i springvann 3,7 °C. Pakket i skinpack med CO₂-emitter.
- 0,6 °C. Bløytet i isvann 0,6 °C. Pakket i skinpack.
- 0,6 °C + CO₂. Bløytet i isvann 0,6 °C. Pakket i skinpack med CO₂-emitter.

Etter noen ukers fryselagring (3–4 uker) ble prøvene tint i kjøleskapstemperatur over natten. Deretter ble prøvene lagt på kjølerom 4 °C for holdbarhetstest i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager.

Totalt antall bakterier ble målt ved bruk av Jernagar inkubert ved 15 °C i 5–7 dager, og sulfidproduserende bakterier (kvalitetsødeleggende bakterier) ble målt ved å telle sorte kolonier, også ved bruk av Jernagar. Melkesyrebakterier ble analysert ved bruk av MRS-agar, inkubert også ved 15 °C i 5–6 dager.

Mikrobiologisk analyse av vann og is som ble benyttet under bløyting, ble gjennomført hos Labora AS (Bodø), i samarbeid med Nofima, der NMKL 184 ble benyttet (Jernagar for totalt antall bakterier og sulfidproduserende bakterier).

En forenklet sensorisk vurdering av rå og kokte prøver ble gjort ved Nofima Tromsø (Figur 2), der lukt, utseende og konsistens på rå prøve ble bedømt; og lukt, utseende, smak og konsistens på varmebehandlede prøver ble bedømt. Vekktap under tining og varmebehandling ble også registrert.

		Analyse:
		PRODUKTVURDERING TØRRFISK RÅ
Prøve ID		
LUKT		
Tørrfisk	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Harsk	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Avvikende (5 ikke akseptabel)	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Andre kommentarer:		
UTSEENDE		
Hvithet	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Gulfarge	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Avvikende farge	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Andre kommentarer:		
KONSISTENS		
Hardhet ved fingertrykk	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Slimete	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Andre kommentarer:		
Samlet oppfatning (5 ikke akseptabel) Liker 1-----2-----3-----		
		Analyse:
		PRODUKTVURDERING TØRRFISK KOKT
Prøve ID		
LUKT		
Total lukintensitet	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Tørrfisk	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Syrlig	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Harsk	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Avvikende (5 ikke akseptabel)	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
UTSEENDE		
Skivbarhet	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Gulfarge	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Avvikende farge	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
SMAK		
Tørrfisk	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Harsk	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Salt	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
Avvikende (5 ikke akseptabel)	Ingen 1-----2-----3-----4-----5 Tydelig	
KONSISTENS		

Figur 2 Skjema for sensorisk vurdering av bløytet tørrfisk som rå (til venstre) og kokt (til høyre). Egenskapene er vurdert i en skala fra 1 til 5. 1 er ingen og 5 er tydelig. I tillegg er det på råe prøver gjort en subjektiv vurdering av «liker/liker ikke».

Høytrykksprosessering (HP)

Tørrfiskprøver til høytrykksprosessering ble bløytet i isvann ved 0,6 °C. Etter utvanning ble de vakumpakket enkeltvis og fryst inn før forsendelse. Prøvene ble lagret på frys (-40 °C), og tint ved 0,5 °C over natt. Prøvene ble delt i tre grupper og høytrykksbehandlet i fem minutter ved 0,1¹, 400 og 600 MPa. Produktene ble deretter lagret kjølt (4 °C). Forsøket ble gjentatt to ganger med fem paralleller for hver av de tre gruppene.

Mikrobiologisk analyse, drypptap, farge, tekstur og enkel sensorisk vurdering ble utført på utvalgte prøver over en lagringsperiode på opp til 28 dager, maksimum 8 dager for kontrollprøven. De mikrobiologiske analysene ble utført som for NMKL-metode 184, med utplating på jernagar (inkubering ved 20 °C i 5–7 dager) og Long & Hammer (inkubering ved 15 °C i 5–7 dager). Jernagar viser totalt antall bakterier og sulfidproduserende bakterier (sorte kolonier). Utplating på Long & Hammer brukes til bestemmelse av aerobt kimtall og inkluderer kuldeterolante og varmemfølsomme mikroorganismer.

Teksturparameteren hardhet (60 % kompresjon av initial høyde) ble målt ved bruk av en tekstur analysator (TA-XT[®]-plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems, Surrey, UK) med en målecelle på 50 kg. En flat sylinder (Ø=25mm) ble brukt som testprobe, og proben hadde en konstant hastighet på 1 mm/s under kompresjonen.

Farge (L*, a*, b*) ble målt med et kalibrert digitalt bildefargemålingssystem (DigiEye, VeriVide Ltd. Leicester, UK). Prøver ble målt uten vakuumpose ved at prøven ble lagt i en lysboks med standardisert dagslys (6400 K), og fotografert med et kalibrert kamera (Nikon D80, Nikon Corp., Japan), før bildene ble analysert med DigiPix software (VeriVide Ltd. Leicester, UK). L* beskriver lysheten (L*=100=hvit, L*=0=svart), a* beskriver fargeintensitet i den rød-grønne aksene (a*<0=grønn, a*>0=rød) og b* beskriver fargeintensiteten i den blå-gule aksene (b*<0=blå, b*>0=gul).

Sensorisk vurdering ble gjort på tre grupper tørrfisk (kontrollprøve [0,1 MPa], og prosessert ved 400 og 600 MPa) på varmebehandlet produkt i lagringsforsøk runde 2. Varmebehandlingen ble gjennomført ved at prøver ble lagt i en kjeramikkskål overtrukket med aluminiumsfolie før de ble varmebehandlet ved 100 °C i 10 minutter med 100 % luftfuktighet. Etterpå ble prøvene satt 5 minutter til temperering før prøvene ble servert anonymisert og i tilfeldig rekkefølge til tre trente dommere. Dette ble gjort på dag 8 og 14.

Vurdering ble gjort etter følgende kriterier i Tabell 1, på en skala fra 1–5, der 1 betyr «ingen» og 5 betyr «tydelig».

Tabell 1 Karakteristikkene som ble bedømt på kokt utvannet tørrfisk som hadde blitt høytrykksbehandlet ved 0,1, 400 eller 600 MPa.

Total luktintensitet	Moden smak	Hardhet
Moden lukt	Salt smak	Saftighet
Syrlig lukt	Syrlig smak	Fibret
Harsk lukt	Harsk smak	Tyggemotstand
Sammenhengbarhet	Fremmed smak	(Deighet)
		Skumming

¹ Ubehandlet, atmosfærisk trykk

5 Resultater, diskusjon og konklusjon

5.1 Effekt av temperatur under bløyting

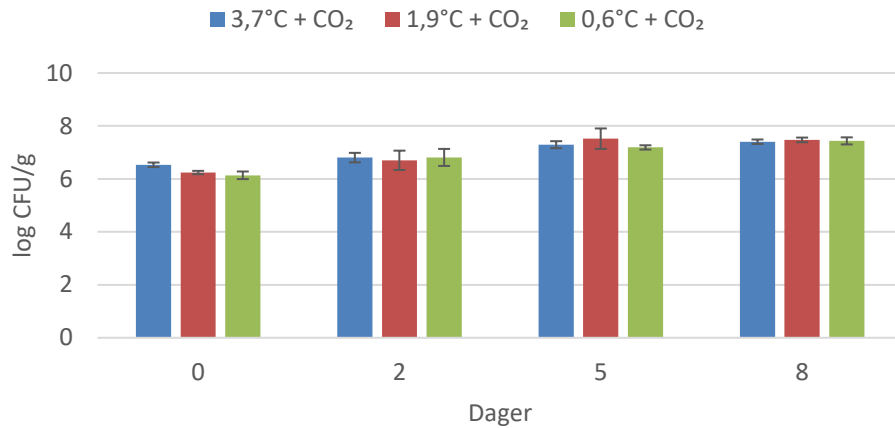
På grunn av en kuldeperiode under gjennomføringen av forsøkene, ble temperaturdifferansene ikke så store som vi hadde planlagt, og endte opp med at utvanningstemperaturene 3,7 °C, 1,9°C og 0,6°C ble testet.

Bakterier i vannprøver: Vannskift ble utført hver dag. Den tredje dagen ble det tatt ut vannprøver før vannskift for mikrobiologisk analyse. I vannet med 3,7 °C ble det påvist et nivå av totalt antall bakterier på 33000 cfu/ml og sulfidprodusende bakterier på 400 cfu/ml. I vannet med 1,9 °C ble det målt 18000 cfu/ml og 300 cfu/ml av henholdsvis totalt antall bakterier og sulfidproduserende bakterier. I vannet med 0,6 °C ble det målt 110000 cfu/ml og 31 cfu/ml. Det var ingen signifikante forskjeller mellom vanntemperaturene verken for totalt antall bakterier eller sulfidproduserende bakterier. I springvannet ble det ikke påvist bakterier, mens av isen (før bruk) ble det påvist totalt antall bakterier på 290 cfu/ml. Til tross for noe lavere temperatur, kan isen tilføre bakterier under bløytingen, dersom den ikke har like lavt nivå som springvannet. Dette kan være en mulig forklaring på at isvann ikke førte til lavere bakterienivå etter bløyting, sammenlignet med bare bruk av springvann.

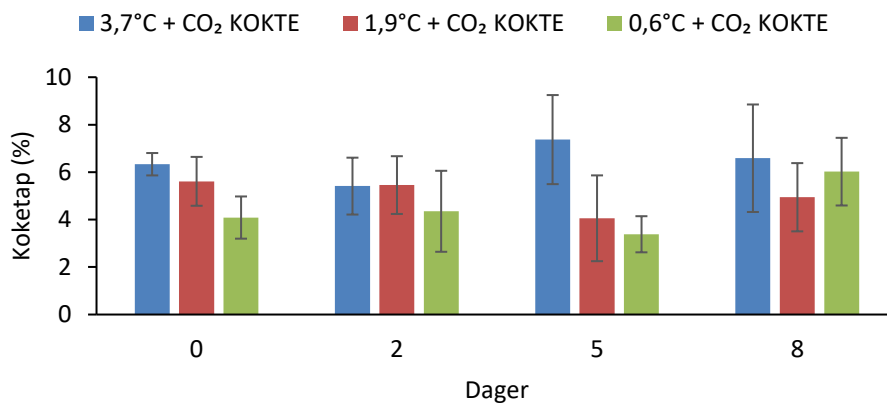
Bakterier i produkt: I bløytet tørrfisk var nivået av Psykrotrofe (kuldetolerante) bakterier på cirka 6 log cfu/g allerede rett etter tining (Figur 3). De ulike temperaturene i bløytevannet viste ingen forskjeller i bakterienivåene etter utvanning eller ved videre kjølelagring. Bakterietallet økte noe under kjølelagring, men det ble ikke påvist forskjeller mellom de tre temperaturene under videre kjølelagring i inntil 8 dager. Det ble ikke påvist **melkesyrebakterier** (deteksjonsnivå 100 cfu/g) ved lagring av bløytete og emballerte produkter (gjelder alle variantene). **Sulfidproduserende** bakterier var dominerende i produktene, men nivåene viste ingen forskjeller mellom variantene og gjennomsnittsnivået var på $6,6 \pm 0,5$ log cfu/g etter 8 dagers lagring.

Vektmålinger: Koketapet var litt påvirket av bløytetemperaturen (Figur 4). Tørrfisk i 3,7 °C hadde størst koketap, mens tørrfisk i 0,6 °C hadde minst koketap. Dette kan ses i sammenheng med vannopptaket under bløyting hvor vekten ble fulgt på hel fisk, fra tørrfisk og frem til 8 dager i vann. Under bløyting økte vekten med økende temperatur på vannet. Tørrfisk i 3,7 °C økte med 213 %, tørrfisk i 1,9 °C økte 207 %, mens tørrfisk i 0,6 °C økte med 203 %.

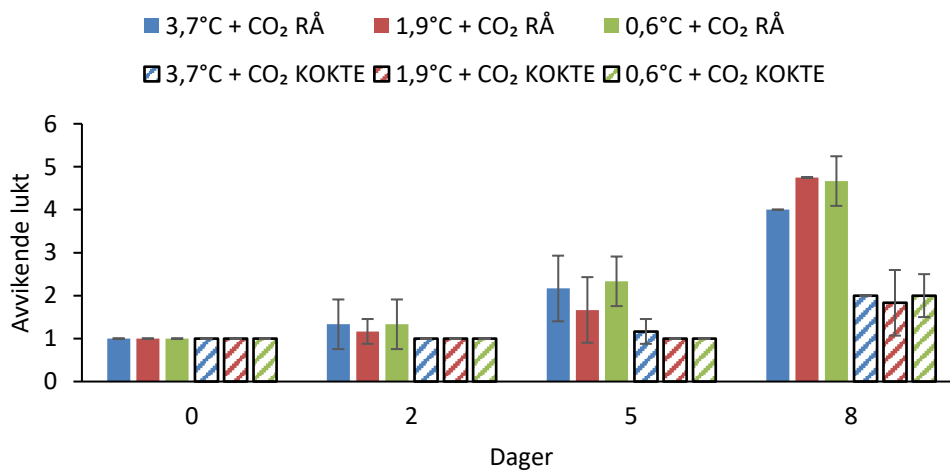
Sensoriske målinger: Prøvene ble vurdert sensorisk både som rå og kokt etter 0, 2, 5 og 8 dagers kjølelagring. Bare et utdrag av resultatene er vist. Prøvene blir bedømt som gode på dag 0 (Figur 5). Gjennom hele lagringsperioden registreres ikke vesentlige forskjeller mellom prøver fra de ulike bløytetemperaturene, men man ser at rå prøver blir bedømt å være avvikende tidligere enn kokte prøver. Dag 5 er de rå prøvene bedømt å ha noe avvikende lukt og samlet oppfatning er redusert, mens det på kokte prøver er liten eller ingen endring fra dag 0. Etter 8 dager registreres imidlertid avvikende lukt både for rå og kokte prøver.



Figur 3 Mikrobiologi (totalt antall Psykrotrofe) i utvannet tørrfisk bløytet ved temperatuene 3,7 °C, 1,9 °C og 0,6 °C. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager.



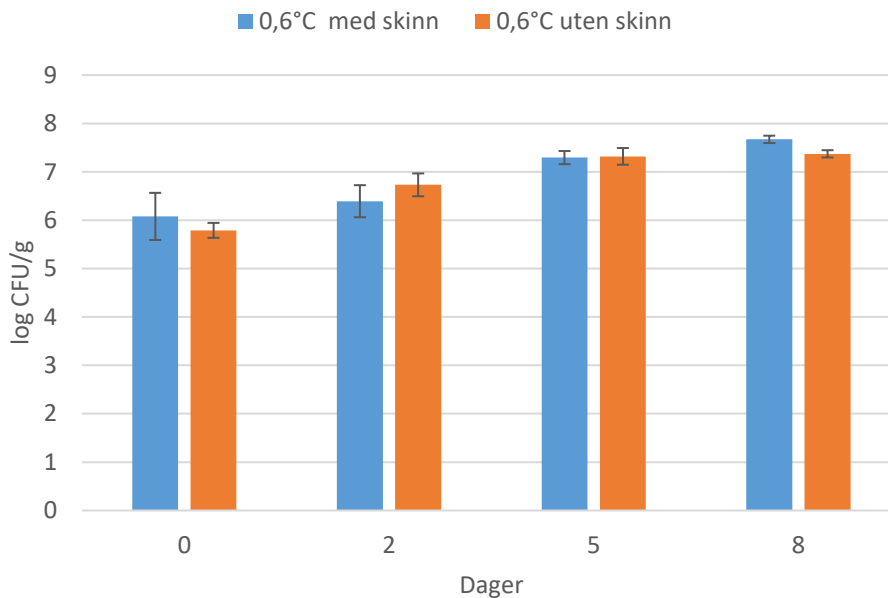
Figur 4 Koketapet etter varmebehandling for prøver utvannet ved temperatuene 3,7 °C, 1,9 °C og 0,6 °C. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager.



Figur 5 Avvikende lukt på prøver utvannet ved temperatuene 3,7 °C, 1,9 °C og 0,6 °C. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager og vurdert sensorisk i rå og kokt tilstand. Karakter 1 er «ingen», karakter 5 er «tydelig».

5.2 Bløyting med og uten skinn

En teori for hvorfor bakterienivåene på tørrfisk er så høye er at skinnen kan være kontaminert. Forsøkene med bløyting med og uten skinn viste høye nivåer av totalt antall Psykrotrofe bakterier rett etter tining og med en liten økning under kjølelagring (Figur 6). Det er ikke påvist forskjell mellom gruppen bløytet med eller uten skinn.

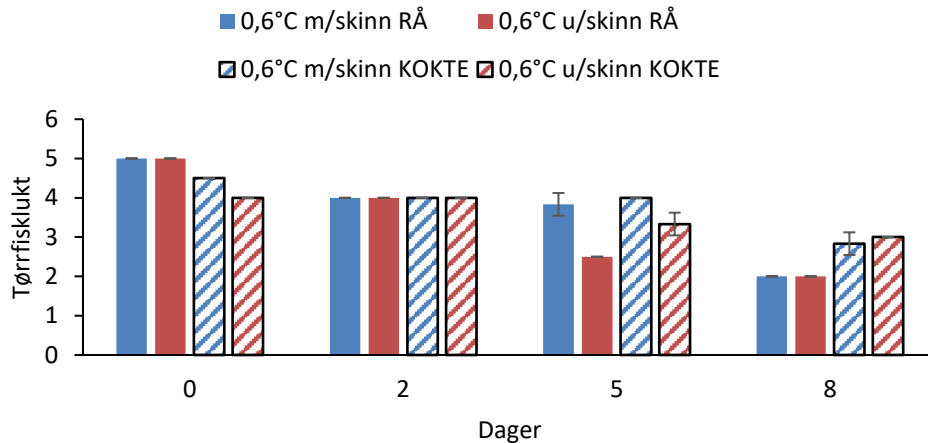


Figur 6 Mikrobiologi (totalt antall Psykrotrofe) i bløytet tørrfisk bløytet med og uten skinn. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager.

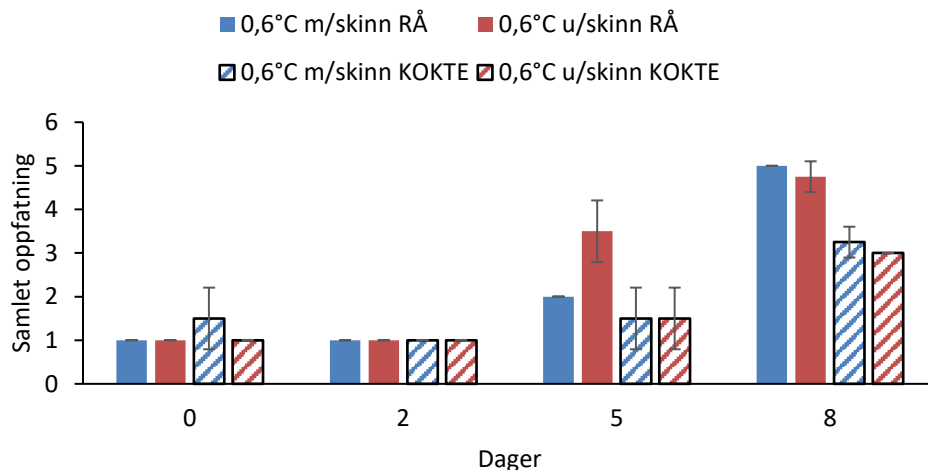
Prøvene bløytet med og uten skinn ble vurdert sensorisk som rå og kokt. Koketap ble også registrert. Vi viser bare et utdrag av resultatene her.

Koketapet var større (5–6 % koketap) på prøvene uten skinn, sammenliknet med prøvene med skinn (3–4 % koketap). Trolig har dette sammenheng med at fisk uten skinn vil ha større vektøstak under bløyting.

Begge typer prøver blir bedømt som gode på dag 0. Etter 2 dager på kjølelager er begge prøvene ganske gode både som rå og kokte. Gjennom hele lagringsperioden ser vi ikke vesentlige forskjeller mellom fisken bløytet med eller uten skinn. Dag 5 er de rå prøvene bedømt å ha noe avvikende lukt, og samlet oppfatning er redusert, mens det på kokte prøver er liten eller ingen endring. Prøven uten skinn har et tydeligere preg av avvikende lukt vurdert på rå prøve. Etter 8 dager har begge prøvene tydelig avvikende lukt og redusert tørrfisklukt (Figur 7) som rå, og nå er også kokte prøver bedømt som noe avvikende i lukt og samlet oppfatning (Figur 8) nærmer seg «liker ikke».



Figur 7 Tørrfisklukkt på prøver bløytet med og uten skinn. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager og vurdert sensorisk i rå og kokt tilstand. Karakteren 1 er «ingen», karakteren 5 er «tydelig».



Figur 8 Samlet oppfatning (subjektiv) på prøver bløytet med og uten skinn. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager og vurdert sensorisk i rå og kokt tilstand. Karakteren 1 er «liker», karakteren 5 er «liker ikke».

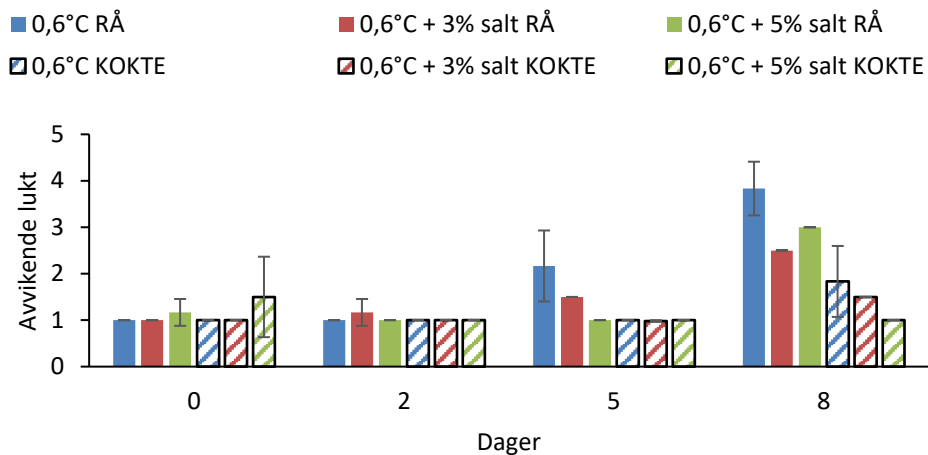
5.3 Bruk av salt siste døgn i bløytingen

Bruk av lave konsentrasjoner av salt siste døgn av bløytingen ble forsøkt for å teste effekten på bakterier og luktbildet. Tidligere er det påvist 1–2 dagers økt holdbarhet med bruk av salt i siste fasen av bløytingen.

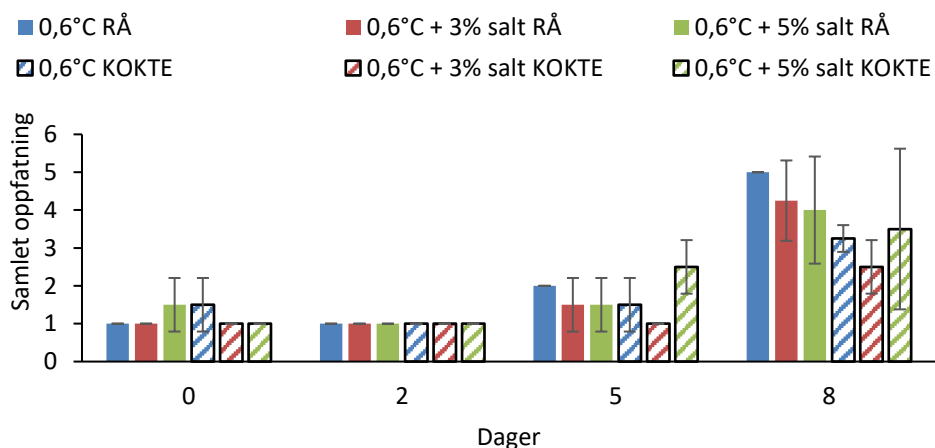
Tilsetning av henholdsvis 3 % og 5 % salt siste døgn av bløytingen hadde ikke innvirkning på bakterietallene. I likhet med de andre forsøkene var nivået høyt ved dag 0 og økte litt under kjølelagringen. Koketapet ble heller ikke vesentlig påvirket av salttilsetningene i siste del av bløytefasen.

Sensorisk var det heller ikke store forskjeller. Tørrfisklukten var lik på prøver uten, med 3 % salt, og med 5 % salt behandling. Tørrfisklukten reduseres jevnt under langringsperioden. På dag 0 og dag 2 er

det ikke vesentlige utslag på de sensoriske målingene. Etter 5 dager kommer det litt utslag på enkeltprøver på «samlet oppfatning» (Figur 10) og «avvikende lukt» (Figur 9). Etter 8 dager er det tydelige utslag på «avvikende lukt» og «samlet oppfatning» både som rå og som kokt. Vi ser en tendens til at prøvene med salt kommer litt bedre ut sensorisk, men forskjellen er ikke store og heller ikke konsekvente.



Figur 9 Avvikende lukt på prøver bløytet henholdsvis uten salt, med 3 % salt og med 5 % salt siste døgn av bløyteprosessen. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager og vurdert sensorisk i rå og kokt tilstand. Karakteren 1 er «ingen», karakteren 5 er «tydelig».



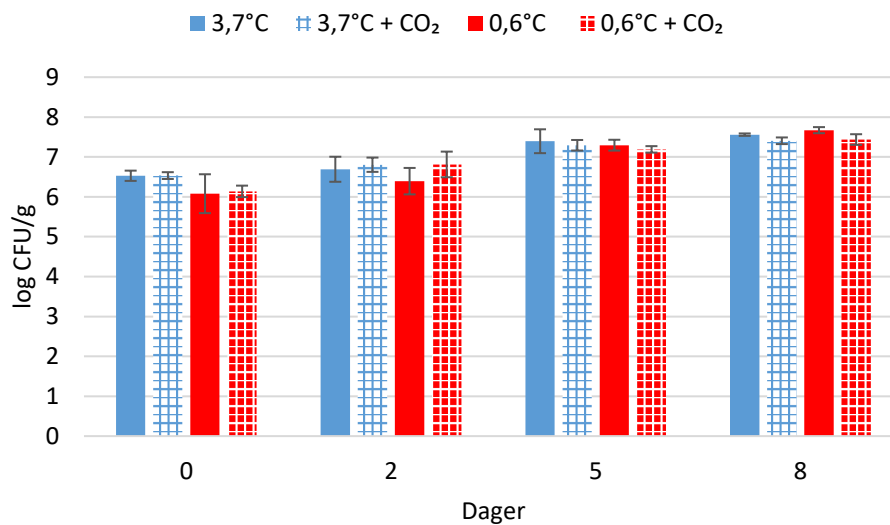
Figur 10 Samlet vurdering av prøver bløytet henholdsvis uten salt, med 3 % salt og med 5 % salt siste døgn av bløyteprosessen. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager og vurdert sensorisk i rå og kokt tilstand. Karakteren 1 er «liker», karakteren 5 er «liker ikke».

5.4 Pakking med og uten CO₂-emitter

Pakking med og uten CO₂-emitter ble utført i et dobbelt oppsett. Med utvanning i 3,7 °C og ved 0,6 °C. Alle forsøkene viste høye bakterienivåer etter tining (Figur 11). Det ble ikke påvist noen effekt av CO₂-emitter under kjølelagring i inntil 8 dager. Bakterienivået var sannsynligvis for høyt før pakkingen til at emballering med en CO₂-emitter kunne gi en hemming av videre bakterievekst. CO₂ kan ikke redusere

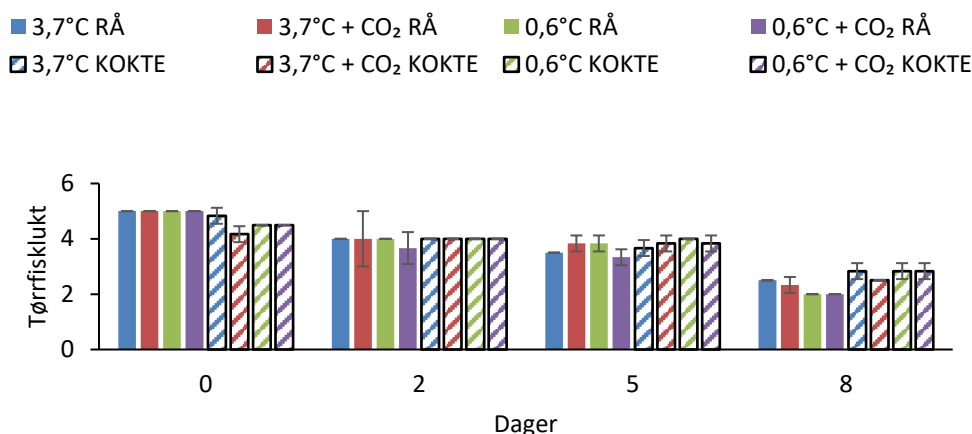
bakterietallet, kun hemme videre vekst. Det var ikke påvist vekst av melkesyrebakterier, og det var ingen forskjell mellom metodene med hensyn til sulfidproduserende bakterier ved 8 dagers lagring (log 6 cfu/g).

Sulfidproduserende bakterier er en bakteriegruppe som kan hemmes av CO₂. En emballeringsmetode med større tilgang på CO₂ (modifisert atmosfærepakking, i tillegg til en CO₂-emitter som her er brukt) vil kunne bidra til bedre hemming av sulfid-produserende bakterier. En CO₂-emitter alene, som her brukt i en skinn-pakke, kan gi mindre tilgang på CO₂ enn ved tilførsel av et gassvolum ved tradisjonell modifisert atmosfærepakking, der tilgangen på CO₂ kan økes. Bakteriesammensetningen på produktet kan også påvirke effekten av CO₂, samt startnivået av bakterier.



Figur 11 Mikrobiologi i bløytet tørrfisk som ble pakket med (heldekkende farge) og uten CO₂-emitter (skravert). To produktvarianter ble testet for effekt av CO₂-pakking. Bløyting ved 3,7 °C og ved 0,6 °C. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager.

For sensorisk utprøving ble variantene med utvanning i 3,7 °C og ved 0,6 °C undersøkt. Prøvene med CO₂-emitter skilte seg ikke vesentlig fra prøvene uten emitter, med hensyn på koketap og de sensoriske målingene på rå og kokte prøver, eksempelvis tørrfisklukt (Figur 12).



Figur 12 Tørrfisklukt i bløytet tørrfisk som ble pakket med og uten CO₂-emitter. Målt både på rå og kokt produkt. To produktvarianter ble testet for effekt av CO₂-pakking. Bløyting ved 3,7 °C og ved 0,6 °C. Fryst og tint før kjølelagring, kjølelagring i henholdsvis 0, 2, 5 og 8 dager.

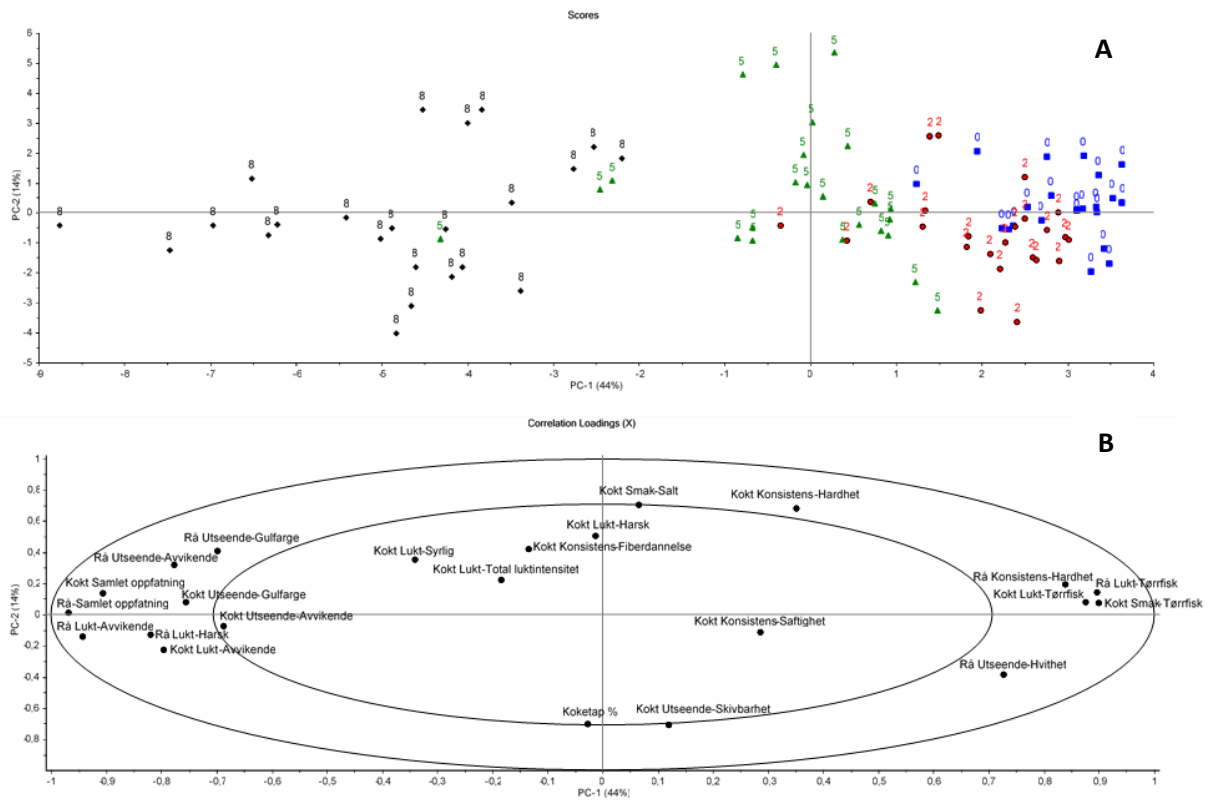
5.5 PCA-analyse av sensoriske data

Prinsipalkomponentanalyse (PCA-analyse) ble gjennomført for å identifisere mulig differensiering i sensoriske egenskaper på både rå og kokt tørrfisk. Fisken var bløytet og pakket på ulike måter (høytrykk er ikke med her) samt kjølelagret i 0, 2, 5 og 8 dager. Analysen ble gjennomført ved bruk av statistisk program The Unscrambler versjon 10.3 (CAMO Process AS, Oslo, Norway). Resultatene er fremstilt med Score plot (A) og Correlation Loadings plot (B) i Figur 13. De ytre og indre ellipsene i Correlation Loadings plot indikerer henholdsvis 100 % og 50 % av forklart varians, derfor har kun de variablene som befinner seg mellom ellipsene størst forklaringseffekt på utfall. De som er nærmest senter har ingen betydning for utfall og tas ikke med i vurdering av resultater.

Score plot viser at det var ingen differensiering mellom bløytet tørrfisk lagret i 0 og 2 dager. Det var noe differensiering mellom fisk lagret i 5 og 0–2 dager og fullstendig differensiering mellom fisk lagret i 8 dager og all resterende tørrfisk. Sammen viser Score plot og Correlation Loadings plot at 8 dagers lagret bløytet tørrfisk hadde avvikende utseende, intensiv gulfarge og avvikende lukt både i rå tilstand og etter koking. Harsk lukt ble registrert på rå tørrfisk, men ikke etter koking. All bløytet tørrfisk lagret i 8 dager ble oppfattet å ha redusert kvalitet, uavhengig om fisken var rå eller kokt.

Tørrfisken som var kjølelagret i kortest tid (0–2 dager) hadde hardere konsistens, lysere farge og god tørrfisklukt i rå tilstand. Kokt tørrfisk hadde fortsatt god tørrfisklukt og tørrfisksmak.

I tillegg viser Correlation Loadings plot at tørrfisk tilsatt salt under bløyting hadde hardere konsistens, mindre skivbarhet og væskeslipp etter koking (i Figuren vist som Koketap %).



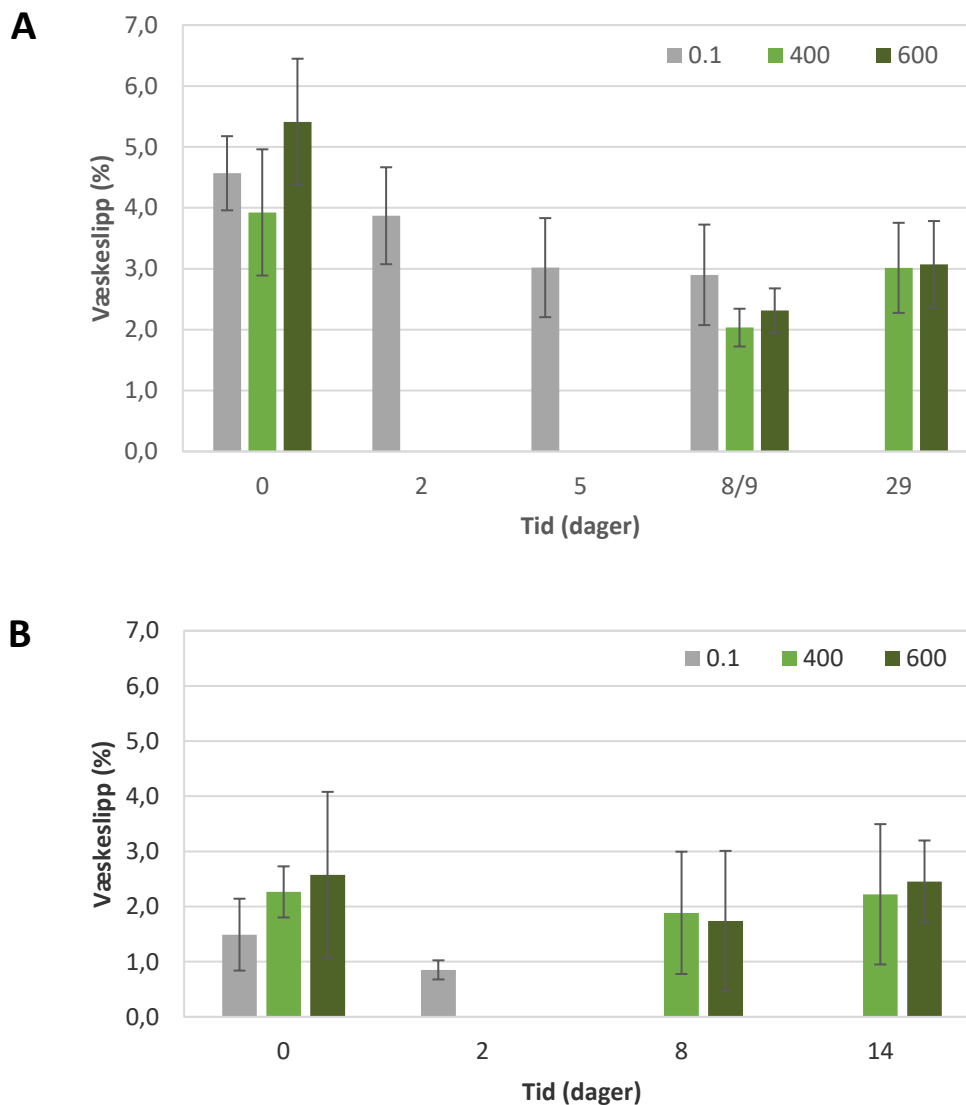
Figur 13 Forskjeller i sensoriske egenskaper til bløytet tørrfisk i forhold til ulike lagringstid og prosessering. Resultatene er oppnådd ved bruk av PCA-analyse (Prinsipalkomponentanalyse). Scores plot (A) viser differensiering i data i forhold til lagringstid, 0, 2, 5 og 8 dager som er vist med forskjellige farger. Correlation Loadings plot (B) viser karakteristiske sensoriske egenskaper til bløytet tørrfisk (både rå og kokt) som var lagret i ulike tider.

5.6 Høytrykksbehandling av utvannet tørrfisk

Høytrykksprosessering (HP) ble gjort på ferdig utvannet, vakuumpakket, frossent og tint produkt. Etter HP ble det foretatt en rekke analyser, enten samme dag (dag 0), eller etter kjølelagring.

5.6.1 Væskeslipp

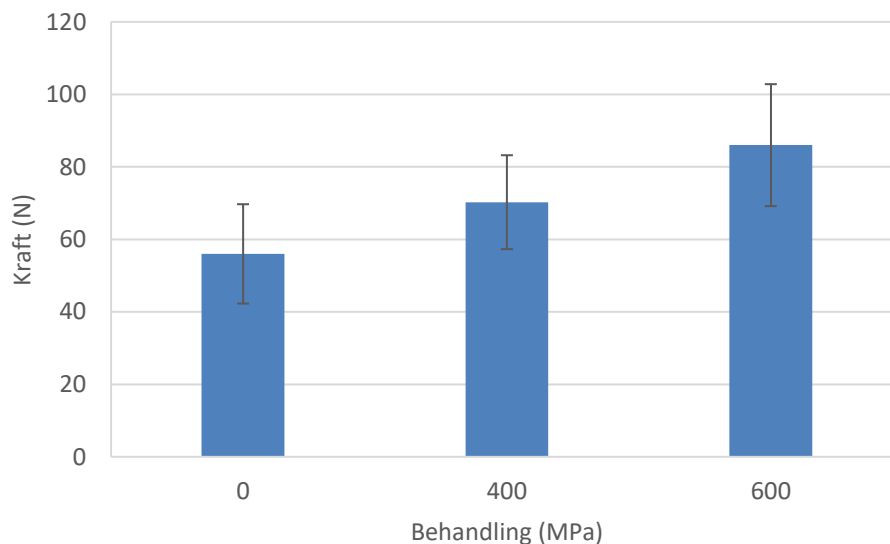
Væskeslippet dag 0, etter tining av utvannet og frossent produkt, viste at det ikke var signifikante forskjeller mellom prøvene som var utsatt for HP (400 og 600 MPa) og kontrollene (0,1 MPa) (Figur 14). Men det var en tendens til at drypptapet var høyere i prøver prosessert ved 600 MPa sammenlignet med kontrollprøvene. Det er uvisst hva som er grunnen til at prøvene i forsøk 1 hadde noe høyere væskeslipp ved dag 0 enn i forsøk 2. Ved dag 8/9 lå væskeslippet på cirka 2 % for de høytrykksprosesserte prøvene.



Figur 14 Væskeslipp på tørrfisk prosessert ved 0,1, 400 og 600 MPa, og lagret ved 4 °C i opp til 29 dager (A; forsøk 1). Forsøk 2 (B) ble avsluttet etter 14 dager.

5.6.2 Tekstur

Det ble ikke funnet signifikante teksturforskjeller mellom de ulike lagringsdagene, men tørrfisk behandlet med 600 MPa var signifikant hardere enn 0,1 og 400 MPa prøvene. Man vet fra tidligere forsøk at aktin-myosin komplekset i fiskemuskel påvirkes av høytrykksbehandling, og at aktinet er denaturert ved 600 MPa. Med stor sannsynlighet så kan man relatere forskjellene i tekstur til denne denatureringen, da man vet at varmebehandling som er tilstrekkelig for å denaturere aktin også gir hardere tekstur.

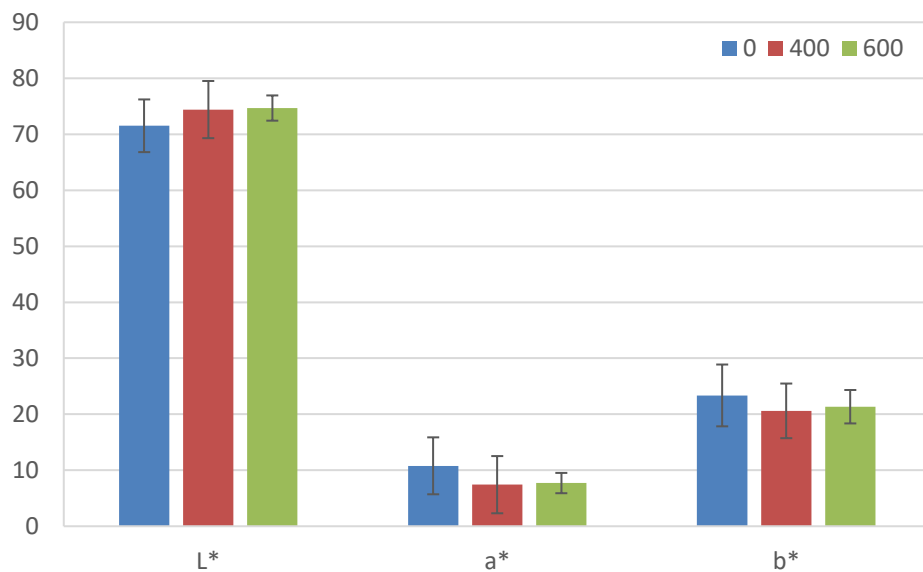


Figur 15 Målt kraft brukt for å presse en sylinder ($\varnothing=25$ mm) 60 % ned av initial høyde.

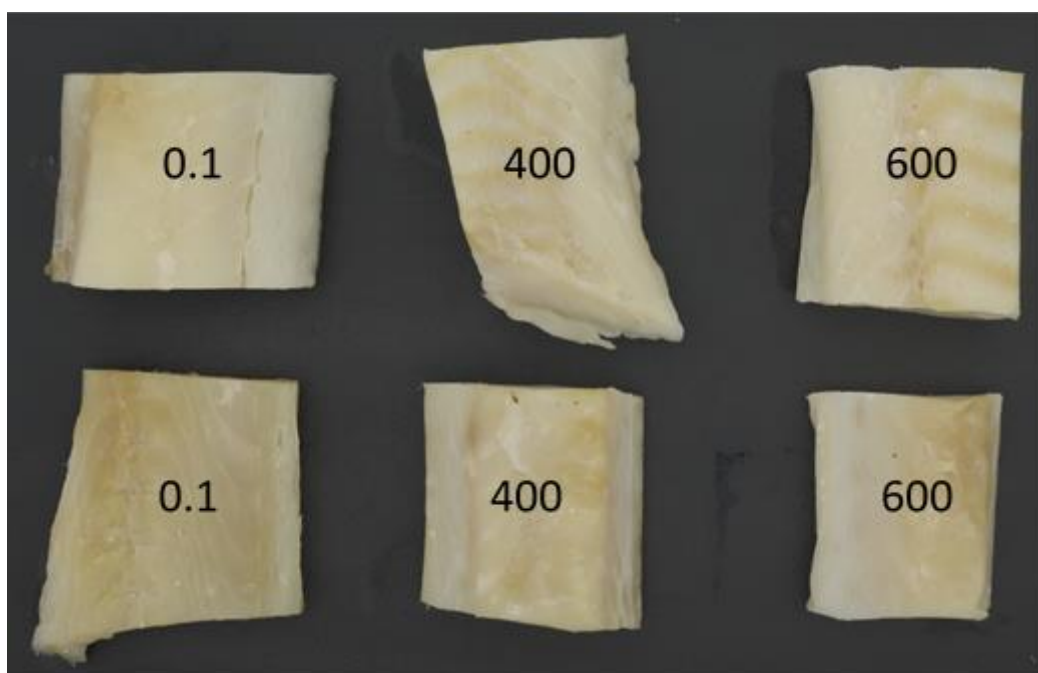
5.6.3 Farge

Det ble påvist signifikante forskjeller på lyshet mellom 600 MPa og 0,1 MPa, der 600 MPa gav lysere stykker (Figur 16). Stykker behandlet med 400 MPa lå lavere enn 600 MPa, men var ikke signifikant forskjellig fra noen av de andre gruppene. At 600 MPa gav lysere stykker henger sammen med den samme mekanismen som gir hardere tekstur. Denatureringen av aktin fører til at overflaten av stykkene sprer lyset mer, noe som oppleves som en lysere overflate. Som man ser av Figur 16, så er ikke forskjellene veldig store, selv om de er signifikante. Det er derfor et betimelig spørsmål om man hadde lagt merke til forskjellen i lyshet hvis man ikke ser de ulike produktene sammen. Eksempel på utseende etter ulik høytrykksbehandling vises i Bilde 4.

Det ble ikke påvist noen signifikante forskjeller på gruppene for målt a^* - og b^* -verdi.



Figur 16 *L**, *a** og *b** verdier for utvannet tørrfisk etter ulik høytrykksbehandling (0,1, 400 eller 600 MPa).

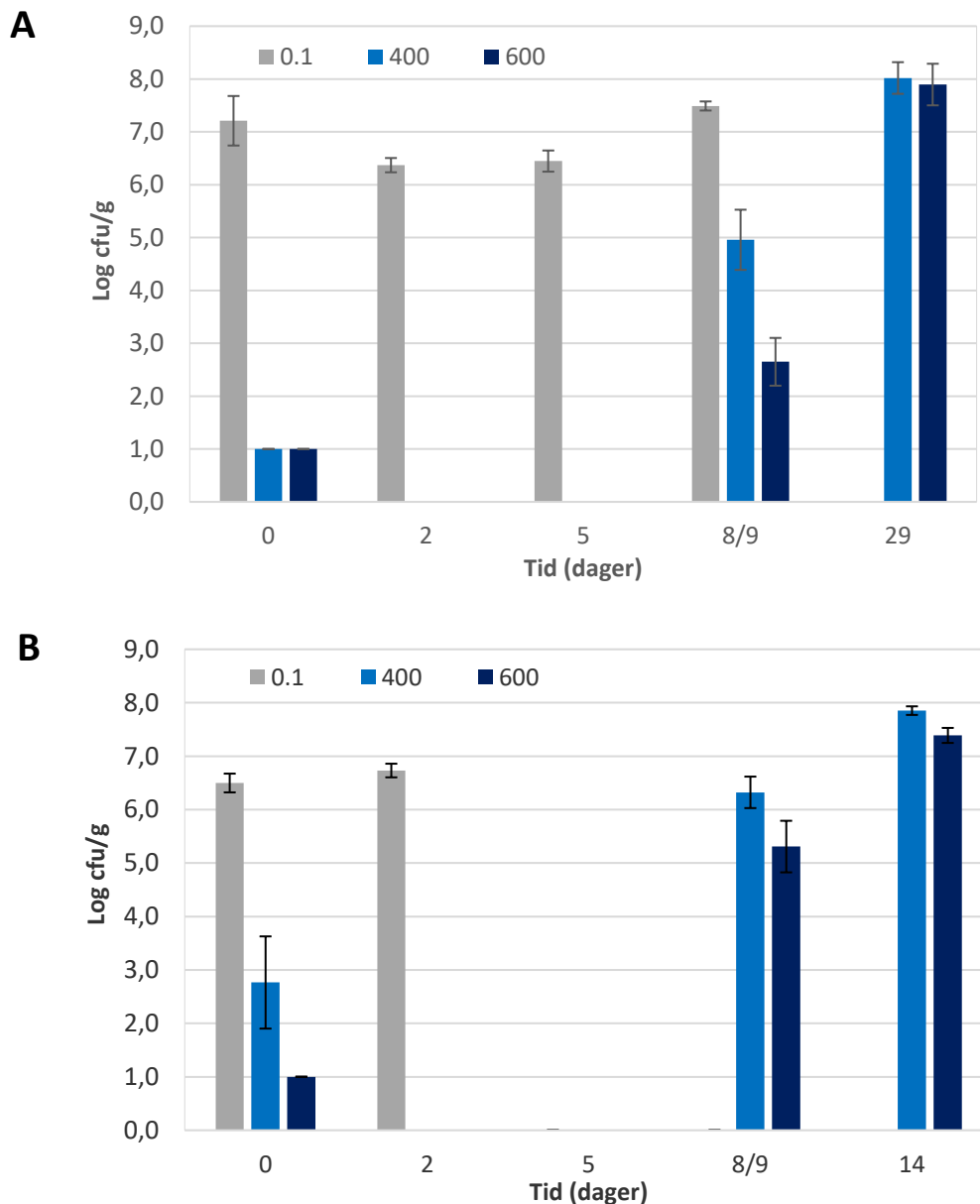


Bilde 4 *Eksempler på utseende av prøver som har ulik høytrykksbehandling (0,1, 400 og 600 MPa).*

5.6.4 Mikrobiologisk analyse

Forsøket med høytrykksprosessering ble gjentatt to ganger. På grunn av store forskjeller i bakterievekst for de to gjentakene, så er det valgt å presentere resultatene separat i stedet for å slå resultatene sammen. I utgangspunktet var bakterietallet veldig høyt på dag 0 for begge gjentak, > 1 million (10^6) cfu/g. Dyrking av bakterier på Long & Hammer og jernagar viste veldig like resultater, derfor er bare resultatene på Long & Hammer vist.

Begge forsøkene viste at en fikk en betydelig reduksjon, > 5 log nedgang, ved prosessering ved 600 MPa, se Figur 17. Selv om det i utgangspunktet var et svært høyt bakterietall som startnivå (0,1 MPa, dag 0), så viser dette at også med slike høye bakterietall, så oppnår man en høy inaktivisering/hemming av bakterier ved hjelp av HP. Det er store forskjeller i bakterietall dag 8/9 i forsøk 1 og 2. Tørrfisen ble utvannet i to ulike runder, så dette kan være en mulig forklaring. Forsøk 2 ble avsluttet etter 14 dager da bakterietallene var > 10⁷ log cfu/g i HP-prøvene.



Figur 17 Bakterievekst på tørrfisk prosessert ved 0,1, 400 og 600 MPa, og lagret ved 4 °C i opp til 29 dager (A; forsøk 1). Forsøk 2 (B) ble avsluttet etter 14 dager. Utplating på Long & Hammer medium.

Bakterieveksten ved utplating på Jernargar støtter opp om resultatene fra utplating på Long & Hammer.

5.6.5 pH

pH varierte mellom 7,0–7,6 i forsøk 1. Det var ingen forskjeller i pH mellom de ulike trykk-behandlingene og under lagring, men det var forholdsvis store forskjeller for de ulike prøvene. Tabell 2 viser at pH varierte fra 7,23–7,37 mellom prøvene i forsøk 2.

Tabell 2 pH-resultatene i forsøk 2.

Trykk	Dag			
	1	2	8	14
0,1	7,26 ± 0,12	7,30 ± 0,14		
400	7,23 ± 0,16		7,37 ± 0,10	7,25 ± 0,09
600	7,22 ± 0,13		7,30 ± 0,10	7,26 ± 0,12

5.6.6 Sensorisk vurdering av høytrykksprosesserte prøver

Det sensoriske panelet fant kun signifikante endringer i saftighet på bakgrunn av høytrykksbehandling, der de ubehandlede prøvene ble bedømt til å være én karakter saftigere enn både 400 og 600 MPa-prøvene (2,73 vs 1,83). Dette kan ha sammenheng med den økte kraften som ble observert ved teksturanalysen. Et hardere fiskestykke kan føre til at den oppleves som mindre saftig.

De fant ingen forskjell mellom 400 og 600 MPa. Ved bedømming av lagrede prøver, så ble prøvene bedømt til å ha signifikant sterkere tørrfisklukt ved dag 8 enn dag 14 (3,3 vs 2,9), samt ha en signifikant sterkere tørrfisk smak ved dag 14 enn dag 8 (3,1 vs 2,5). Her skulle man forvente at lukt og smak viste det samme, men panelet fant altså økt tørrfisksmak samtidig som tørrfisklukten gikk ned.

Det ble ikke funnet noen andre signifikante forskjeller, hverken på bakgrunn av behandling eller lagringstid.

5.7 Samlet konklusjon fra alle forsøkene

Bakterienivået rett etter bløyting, som er var målt til cirka 6 log cfu/g, er sannsynligvis en sentral utfordring for å oppnå økt holdbarhet på ferdig bløytet tørrfiskprodukt. Høytrykksbehandling kan redusere nivået betydelig, men en bør også fokusere på hvordan en kan få et lavt bakterienivå ved prosessering av bløytet fisk. Dette vil kunne gi mulighet for bedre effekt av pakking med CO₂. I tillegg bør emballeringsmetode med best mulig tilgang på CO₂ benyttes.

Av de tiltakene som er forsøkt er det kun høytrykksbehandling som har redusert bakterienivået. Effekten av de andre tiltakene er meget begrenset og av liten praktisk betydning. Dersom en kunne redusert bakterienivået før eller under bløyting, kan det tenkes at høytrykk og emballering, og noen av de andre tiltakene hadde enda bedre effekt på kjølelagringstiden.

I et eventuelt videre arbeid foreslås det å gjøre grunnleggende studier for å redusere bakterietallet på ferdig bløytet fisk ved å se på aktuelle tiltak både før og under bløyting. Mulige metoder kan være liknende prosessen som benyttes i Italia, eksempelvis ved bruk av lut i tidlig utvanningsfase, eller å bruke tekniske hjelpemiddel, eksempelvis rensing av bløytevannet. En annen mulighet er å gi råstoffet og produktet flere prosesstrinn/hinder som vil redusere innholdet av bakterier, der summen av hinder gir god nok reduksjon til at holdbarheten blir god.

6 Hovedfunn

Hovedfunnene fra forsøk og resultater er følgende.

- Til tross for at det ikke er funnet forskjeller med hensyn til bløytevann (temperatur, is, salt) er det grunn til å hevde at is og vann må ha god bakteriell kvalitet, og temperaturen bør være lav for å unngå unødig vekst av bakterier.
- Salt tilsatt på slutten av utvanningstiden viste ingen effekt på bakterienivået. Det bør vurderes å bruke dette fra starten av utvanningsprosessen for at det eventuelt skal kunne virke bakteriehemmende.
- Pakkemetodene som var benyttet her viste ingen holdbarhetsforlengende effekt. Det anbefales å teste ut høyere nivå av CO₂ i pakken (MAP med gassvolum, evt med en CO₂-emitter).
- Høytrykksprosessering har i denne studien vist at det er et potensial for å oppnå forlenget holdbarhet på utvannede tørrfiskprodukter med bruk av denne teknologien.

7 Leveranser

Det lages en faglig sluttrapport samlet over begge arbeidspakkene etter FHF's «Retningslinjer for sluttrapportering». 15.05.2019.

Det lages 2 foredrag (én for hver arbeidspakke), som også vil innholde uformelle videosnutter, for den årlige «tørrfisksamlingen» 24.05.2019.

Møter i referansegruppen, hvor Nofima står for møtetreferat:

Telefonmøte i referansegruppen 15.01.2019.

Fysisk møte i referansegruppen 24.05.2019. I forbindelse med «tørrfisksamlingen».

Administrativ sluttrapport i tråd med FHF's «Retningslinjer for sluttrapportering». 15.06.2019.

Vedlegg

Sensoriske bedømmelser

BEHANDLING: 3,7 °C		LAGRINGSTID			
		Dag 0	Dag 2	Dag 5	Dag 8
RÅ PRØVER					
Lukt					
	Tørrfisk	5,00	4,00	3,50	2,50
	Harsk	1,00	1,00	1,00	2,17
	Avvikende	1,00	1,00	2,00	3,50
Utseende					
	Hvithet	3,83	4,00	5,00	4,00
	Gulfarge	2,00	2,00	1,33	2,17
	Avvikende	1,17	1,33	1,00	1,67
Konsistens					
	Hardhet	5,00	4,00	4,00	3,00
	Slimete	1,00	1,00	1,00	1,00
Samlet oppfatning		1,00	1,00	2,25	4,50
KOKTE PRØVER					
Lukt					
	Total luktintensitet	3,67	3,00	3,50	3,17
	Tørrfisk	4,83	4,00	3,67	2,83
	Syrlig	1,33	1,00	1,00	1,00
	Harsk	1,33	1,00	1,00	1,42
	Avvikende	1,17	1,00	1,00	2,50
Utseende					
	Skivbarhet	5,00	5,00	4,33	5,00
	Gulfarge	1,67	1,17	1,83	2,83
	Avvikende	1,50	1,00	1,00	2,67
Smak					
	Tørrfisk	4,50	4,17	4,00	3,00
	Harsk	1,17	1,00	1,00	1,00
	Salt	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,67
Konsistens					
	Hardhet	4,17	3,33	2,83	2,67
	Saftighet	2,67	3,33	2,33	2,83
	Fiberdannelse	3,83	4,00	3,83	3,67
Samlet oppfatning		1,00	1,00	1,00	3,00

BEHANDLING 3,7 °C + CO ₂		LAGRINGSTID			
		Dag 0	Dag 2	Dag 5	Dag 8
RÅ PRØVER					
Lukt					
	Tørrfisk	5,00	4,00	3,83	2,33
	Harsk	1,00	1,33	1,00	2,00
	Avvikende	1,00	1,33	2,17	4,00
Utseende					
	Hvithet	5,00	4,33	4,00	3,50
	Gulfarge	1,50	1,33	1,50	2,17
	Avvikende	1,00	1,17	1,33	1,67
Konsistens					
	Hardhet	5,00	4,00	4,00	3,00
	Slimete	1,00	1,00	1,00	1,00
Samlet oppfatning		1,00	1,00	2,50	4,50
KOKTE PRØVER					
Lukt					
	Total luktintensitet	3,67	3,00	3,50	3,00
	Tørrfisk	4,17	4,00	3,83	2,50
	Syrlig	1,00	1,00	1,00	1,00
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,17	2,00
Utseende					
	Skivbarhet	5,00	5,00	4,00	5,00
	Gulfarge	1,33	1,33	1,67	2,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,17	1,50
Smak					
	Tørrfisk	4,67	4,50	4,00	3,50
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Salt	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,00
Konsistens					
	Hardhet	3,67	3,83	3,17	2,67
	Saftighet	3,00	2,67	3,33	2,83
	Fiberdannelse	4,00	4,00	4,00	3,83
Samlet oppfatning		1,00	1,00	1,00	3,00

BEHANDLING 1,9 °C + CO ₂		LAGRINGSTID			
		Dag 0	Dag 2	Dag 5	Dag 8
RÅ PRØVER					
Lukt					
	Tørrfisk	5,00	3,83	3,33	2,17
	Harsk	1,00	1,00	1,00	2,50
	Avvikende	1,00	1,17	1,67	4,75
Utseende					
	Hvithet	4,33	4,33	4,33	3,17
	Gulfarge	2,00	1,17	1,67	3,00
	Avvikende	1,00	1,17	1,00	3,00
Konsistens					
	Hardhet	5,00	4,00	3,83	3,00
	Slimete	1,00	1,00	1,00	1,00
Samlet oppfatning		1,00	1,00	2,00	5,00
KOKTE PRØVER					
Lukt					
	Total luktintensitet	3,00	3,00	4,00	3,33
	Tørrfisk	4,50	4,50	3,83	2,83
	Syrlig	1,00	1,00	1,00	1,50
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,83
Utseende					
	Skivbarhet	4,00	5,00	4,33	4,83
	Gulfarge	1,17	1,17	1,33	2,50
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,67
Smak					
	Tørrfisk	4,83	4,50	4,00	3,50
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Salt	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,50
Konsistens					
	Hardhet	3,83	3,83	3,33	3,33
	Saftighet	2,83	3,17	3,17	2,67
	Fiberdannelse	3,67	4,00	4,00	4,17
Samlet oppfatning		1,00	1,00	1,00	3,00

BEHANDLING 0,6 °C		LAGRINGSTID			
		Dag 0	Dag 2	Dag 5	Dag 8
RÅ PRØVER					
Lukt					
	Tørrfisk	5,00	4,00	3,83	2,00
	Harsk	1,00	1,00	1,00	2,67
	Avvikende	1,00	1,00	2,17	3,83
Utseende					
	Hvithet	4,83	4,50	3,33	3,17
	Gulfarge	1,67	1,50	1,83	2,50
	Avvikende	1,17	1,00	2,00	2,17
Konsistens					
	Hardhet	5,00	4,50	4,00	3,00
	Slimete	1,00	1,00	1,00	1,00
Samlet oppfatning		1,00	1,00	2,00	5,00
KOKTE PRØVER					
Lukt					
	Total luktintensitet	3,00	3,00	4,00	3,00
	Tørrfisk	4,50	4,00	4,00	2,83
	Syrlig	1,00	1,00	1,00	1,17
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,83
Utseende					
	Skivbarhet	4,00	5,00	4,50	4,33
	Gulfarge	1,33	1,00	2,00	2,33
	Avvikende	1,17	1,00	1,33	2,00
Smak					
	Tørrfisk	4,50	4,50	4,00	3,00
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Salt	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,67
Konsistens					
	Hardhet	4,33	3,67	3,42	3,50
	Saftighet	2,50	2,83	3,17	2,25
	Fiberdannelse	3,50	3,83	4,00	3,83
Samlet oppfatning		1,50	1,00	1,50	3,25

BEHANDLING 0,6 °C + CO ₂		LAGRINGSTID			
		Dag 0	Dag 2	Dag 5	Dag 8
RÅ PRØVER					
Lukt					
	Tørrfisk	5,00	3,67	3,33	2,00
	Harsk	1,00	1,00	1,00	3,33
	Avvikende	1,00	1,33	2,33	4,67
Utseende					
	Hvithet	4,83	5,00	3,33	3,33
	Gulfarge	2,00	1,67	2,00	2,50
	Avvikende	1,17	1,00	1,67	2,33
Konsistens					
	Hardhet	5,00	4,00	4,00	3,00
	Slimete	1,00	1,00	1,00	1,00
Samlet oppfatning		1,00		2,00	5,00
KOKTE PRØVER					
Lukt					
	Total luktintensitet	3,00	3,00	3,50	3,50
	Tørrfisk	4,50	4,00	3,83	2,83
	Syrlig	1,00	1,17	1,00	1,33
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	2,00
Utseende					
	Skivbarhet	4,00	5,00	4,67	4,00
	Gulfarge	1,33	1,33	1,50	2,50
	Avvikende	1,50	1,17	1,00	1,83
Smak					
	Tørrfisk	4,67	4,00	4,00	2,67
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Salt	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,33
Konsistens					
	Hardhet	4,17	3,67	3,67	3,50
	Saftighet	2,67	3,00	2,67	2,17
	Fiberdannelse	3,83	4,00	4,00	4,00
Samlet oppfatning		1,50	1,00	1,50	3,25

BEHANDLING 0,6 °C + 3 % salt		LAGRINGSTID			
		Dag 0	Dag 2	Dag 5	Dag 8
RÅ PRØVER					
Lukt					
	Tørrfisk	5,00	3,83	4,00	3,00
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,50
	Avvikende	1,00	1,17	1,50	2,50
Utseende					
	Hvithet	4,50	4,67	3,17	2,50
	Gulfarge	1,83	1,17	2,00	3,17
	Avvikende	1,17	1,00	1,67	3,17
Konsistens					
	Hardhet	5,00	4,00	4,00	3,83
	Slimete	1,00	1,00	1,00	1,00
Samlet oppfatning		1,00	1,00	1,50	4,25
KOKTE PRØVER					
Lukt					
	Total luktintensitet	3,00	3,00	3,67	3,50
	Tørrfisk	4,50	4,00	3,83	2,92
	Syrlig	1,00	1,00	2,29	1,00
	Harsk	1,00	1,00	1,34	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	0,98	1,50
Utseende					
	Skivbarhet	4,00	5,00	3,33	3,50
	Gulfarge	1,50	1,17	1,83	1,67
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	2,00
Smak					
	Tørrfisk	4,50	4,33	4,00	4,00
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Salt	4,33	3,50	3,50	3,50
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,00
Konsistens					
	Hardhet	4,50	3,83	4,00	3,83
	Saftighet	4,00	3,50	3,00	2,83
	Fiberdannelse	4,00	4,00	4,00	4,00
Samlet oppfatning		1,00	1,00	1,00	2,50

BEHANDLING 0,6 °C + 5 % salt		LAGRINGSTID			
		Dag 0	Dag 2	Dag 5	Dag 8
RÅ PRØVER					
Lukt					
	Tørrfisk	4,83	4,00	3,50	2,67
	Harsk	1,33	1,00	1,00	2,00
	Avvikende	1,17	1,00	1,00	3,00
Utseende					
	Hvithet	4,67	3,83	3,83	3,00
	Gulfarge	1,67	2,17	2,00	2,83
	Avvikende	1,50	1,00	1,50	2,83
Konsistens					
	Hardhet	5,00	4,17	4,00	3,67
	Slimete	1,00	1,00	1,00	1,00
Samlet oppfatning		1,50	1,00	1,50	4,00
KOKTE PRØVER					
Lukt					
	Total luktintensitet	3,17	3,17	3,50	3,00
	Tørrfisk	3,67	4,00	3,50	3,00
	Syrlig	1,67	1,00	1,00	1,00
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,50	1,00	1,00	1,00
Utseende					
	Skivbarhet	4,00	4,33	3,58	3,50
	Gulfarge	1,67	1,50	1,50	1,67
	Avvikende	1,50	1,00	1,00	1,17
Smak					
	Tørrfisk	4,33	4,50	3,50	3,33
	Harsk	1,17	1,00	1,00	1,00
	Salt	5,00	4,83	5,00	5,00
	Avvikende	1,17	1,00	2,00	1,00
Konsistens					
	Hardhet	4,00	4,50	4,00	3,92
	Saftighet	1,83	3,33	2,83	2,67
	Fiberdannelse	3,83	4,00	4,00	4,00
Samlet oppfatning		2,00	1,00	2,50	3,50

BEHANDLING 0,6 °C uten skinn		LAGRINGSTID			
		Dag 0	Dag 2	Dag 5	Dag 8
RÅ PRØVER					
Lukt					
	Tørrfisk	5,00	4,00	2,50	2,00
	Harsk	1,00	1,00	1,00	2,00
	Avvikende	1,00	1,00	3,00	3,83
Utseende					
	Hvithet	4,50	4,83	3,33	3,17
	Gulfarge	1,33	1,33	2,33	2,17
	Avvikende	1,17	1,00	2,00	2,00
Konsistens					
	Hardhet	5,00	4,00	4,00	3,17
	Slimete	1,00	1,00	1,00	1,00
Samlet oppfatning		1,00	1,00	3,50	4,75
KOKTE PRØVER					
Lukt					
	Total luktintensitet	3,00	3,00	3,83	3,33
	Tørrfisk	4,00	4,00	3,33	3,00
	Syrlig	1,00	1,00	1,00	1,50
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,83	1,83
Utseende					
	Skivbarhet	4,00	5,00	4,00	4,67
	Gulfarge	1,67	1,00	1,83	1,67
	Avvikende	1,00	1,00	1,17	1,33
Smak					
	Tørrfisk	4,50	4,00	3,50	3,17
	Harsk	1,00	1,00	1,00	1,00
	Salt	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avvikende	1,00	1,00	1,00	1,17
Konsistens					
	Hardhet	3,33	2,50	3,00	3,00
	Saftighet	2,67	3,67	2,50	3,17
	Fiberdannelse	3,33	3,33	3,67	3,67
Samlet oppfatning		1,00	1,00	1,50	3,00

Koketap

BEHANDLING	KOKETAP VED ULIK LAGRINGSTID			
	Dag 0	Dag 2	Dag 5	Dag 8
3,7 °C	6,52	5,32	5,06	5,40
3,7 °C + CO ₂	6,33	5,41	7,37	6,59
1,9 °C + CO ₂	5,61	5,45	4,06	4,94
0,6 °C	3,69	3,27	2,50	4,19
0,6 °C + CO ₂	4,09	4,35	3,38	6,02
0,6 °C + 3 % salt	3,27	3,21	2,34	2,07
0,6 °C + 5 % salt	3,39	1,61	1,97	3,09
0,6 °C uten skinn	6,27	6,14	4,90	5,44

Mikrobiologiske resultat

Psykrotrofe (kultetolerante) bakterier:									
Totalt antall bakterier, mean									
Dager kjølt	3,7°	3,7° + CO ₂	1,9° + CO ₂	0,6°	0,6° + CO ₂	0,6° + 3 % salt	0,6° + 5 % salt	0,6° + 3 % salt + CO ₂	0,6° uten skinn
0	6,53	6,53	6,24	6,08	6,14	6,47	6,48		5,79
2	6,69	6,80	6,70	6,39	6,81	6,44	6,21	6,76	6,73
5	7,39	7,29	7,52	7,29	7,19	7,30	7,13	7,22	7,32
8	7,56	7,41	7,47	7,67	7,44	7,41	7,23	7,55	7,37
Totalt antall bakterier, stdev									
Dager kjølt	3,7°	3,7° + CO ₂	1,9° + CO ₂	0,6°	0,6° + CO ₂	0,6° + 3 % salt	0,6° + 5 % salt	0,6° + 3 % salt + CO ₂	0,6° uten skinn
0	0,13	0,09	0,06	0,49	0,14	0,23	0,27		0,15
2	0,31	0,18	0,36	0,33	0,32	0,09	0,07	0,07	0,24
5	0,30	0,13	0,39	0,14	0,08	0,09	0,28	0,11	0,17
8	0,03	0,08	0,09	0,08	0,13	0,02	0,13	0,26	0,07

			(deteksjonsgrense 10 000 cfu/g)						
			(deteksjonsgrense 4,3 log cfu/g)						
Sulfitproduserende bakterier, mean									
Dager kjølt	3,7°	3,7° + CO ₂	1,9° + CO ₂	0,6°	0,6° + CO ₂	0,6° + 3 % salt	0,6° + 5 % salt	0,6° + 3 % salt + CO ₂	0,6° uten skinn
0	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
2	<4,3	<4,3	<4,3	<4,3	<4,3	<4,3	<4,3	<4,3	<4,3
5	5,34	5,40	5,20	5,24	5,46	5,84	5,20	5,55	5,20
8	6,89	6,30	6,02	5,50	6,77	6,44	7,13	6,46	7,13
Sulfitproduserende bakterier, stdev									
Dager kjølt	3,7°	3,7° + CO ₂	1,9° + CO ₂	0,6°	0,6° + CO ₂	0,6° + 3 % salt	0,6° + 5 % salt	0,6° + 3 % salt + CO ₂	0,6° uten skinn
0									
2									
5	0,23	0,33	0,00	0,06	0,28	0,47	0,00	0,52	0,00
8	0,03	0,35	0,36	0,17	0,48	0,21	0,09	0,36	0,36

