

MA 13-17

Grete Hansen Aas, Trygg Barnung, Margareth
Kjerstad og Wenche E. Larssen

OPTIMAL KVALITET PÅ HERMETISK MAKRELL

Tittel	Optimal kvalitet på hermetisk makrell
Forfatter(e)	Aas, G.H., Barnung, T., Kjerstad, M & Larssen, W.
Rapport nr.	MA 13/17.
Antall sider	23
Prosjektnummer	54632
Prosjektets tittel	Optimal kvalitet på hermetisk makrell
Oppdragsgiver	Sandanger AS, Gjerdsвика/ Møre og Romsdal Fylke
Referanse oppdragsgiver	Tilsegn 095/210, Lisbeth Nervik
ISSN	0804-54380
Distribusjon	Åpen
Nøkkelord	Makrell, fryselaering, kvalitet, oksidasjon, hermetisering, sensorisk kvalitet
Godkjent av	Forskningssjef Agnes C. Gundersen
Godkjent dato	18.09.13

Sammendrag

Sandanger AS produserer hermetiske produkter fra makrell, hovedsakelig basert på fryst råstoff. Prosjektets mål har vært å kartlegge om bedriften kunne oppnå bedre produktkvalitet og økt lønnsomhet ved å benytte ferskt råstoff. En fangst av makrell ble fulgt som fersk og fryselaeret i inntil et år. Kvalitet på råstoff og ferdig hermetisert produkt ble vurdert.

Fryselaering ga en økning i frie fettsyrer (FFA) over tid med lavest innhold i fersk filet. Ferdigvaren har litt høyere nivå enn råstoffet. Peroksidallet (PV) steg frem mot 6 måneders laering før det gikk ned igjen, og var lavere for hermetisert produkt. Sensorisk analyse viste noe forringet kvalitet etter lang fryselaering, men forskjellene var ikke store.

Råstoffvurderingen viser at råstoff og ferdig produkt har god kvalitet uavhengig av fryselaeringstid, selv etter 12 måneders fryselaering. Det ble ikke funnet sensoriske forskjeller mellom ferske fileter og fileter som hadde vært laeret kort tid på fryselaer. Resultatene tyder ikke på at det er en kvalitetsgevinst i å benytte ferskt råstoff, selv om en sparer kostnader til innfrysing og laering. Resultatene dokumenterer kvalitet i prosedyrene bedriften bruker i dag – der den benytter ferskt råstoff i sesong og fryst resten av året.

© Forfatter/Møreforskning Marin

Forskriftene i åndsverksloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller i fremstille eksemplar til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforskning Marin er all annen eksemplarframstilling og tilgjengelighetsgjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.

FORORD

Prosjektet er finansiert av Møre og Romsdal Fylke. Sandanger AS har en av de få gjenværende hermetikkfabrikkene i Norge, lokalisert i Gjerdsvika. Makrell i tomat er et av hovedproduktene blant en rekke andre sjømatprodukter. For å øke lønnsomheten er Sandanger AS opptatt av å dokumentere at produktene har god kvalitet og skape grunnlag for å oppnå økt pris. Prosjektet ble initiert av Sandanger AS i samarbeid med Møreforsking AS og er gjennomført i perioden 2010-2013. Arbeidet har fokusert på å dokumentere kjemisk og sensorisk kvalitet av makrell i tomat, både råstoff og ferdigvare gjennom et års forløp av fryselagring av råstoffet.

I prosjektperioden er det gjennomført et forprosjekt, i form av en bachelor-oppgave for to studenter ved Høgskolen i Ålesund våren 2011. Dette arbeidet dannet grunnlag for hovedforsøket.

Bedriften har lagt alt til rette for god forsøkgjennomføring ved sitt produksjonsanlegg. Spesielt takk til Wenche Bjørkeng for tilrettelegging og tilpasning av produksjonen til forsøket. Resultatene fra prosjektet er planlagt publisert i internasjonal vitenskapelig journal.

Ålesund 16.10.2013
Grete Hansen Aas
Forsker/Prosjektleder (sign.)

INNHOOLD

OPPSUMMERING.....	6
SUMMARY	7
1 INNLEDNING	8
2 MATERIALE OG METODE	9
2.1 Lagringsforsøk	9
2.1.1 Råstoff og lagring	9
2.1.2 Hermetisering	9
2.1.3 Kjemiske analyser	10
2.2 Sensorisk vurdering råstoff.....	11
2.2.1 Lukt	11
2.2.2 Fargevurdering.....	12
2.2.3 Filetspalting- gaping.....	12
2.2.4 Elastisitet	13
2.2.5 Bløthet med fingertest/Trykktest	13
2.3 Sensorisk vurdering hermetisk makrell	14
2.3.1 Trening	14
2.3.2 Forskjellstest - Triangeltest.....	14
2.4 Statistisk analyse	14
3 RESULTAT OG DISKUSJON	15
3.1 Kjemisk sammensetning og oksidasjonsstatus.....	15
3.1.1 Sammenligning av råstoff og ferdigvare.....	17
3.2 Sensorisk analyse av råstoff	20
3.3 Sensorisk analyse av hermetisk produkt	20
3.3.1 Triangeltest	20
3.3.2 Diskusjon til videre arbeid	21
4 KONKLUSJON	22
5 REFERANSER	23

OPPSUMMERING

Sandanger AS produserer hermetiske produkter fra makrell. I dag benytter Sandanger AS hovedsakelig fryst makrell. Prosjektets mål var å kartlegge om bedriften kunne oppnå bedre produktkvalitet og økt lønnsomhet ved å benytte ferskt råstoff. Fersk filet ble sammenlignet med fileter som hadde vært fryst i opptil 1 år. Det er gjennomført måling av oksidasjonsparameter og sensorisk kvalitet av både råstoff og ferdigvare.

Fryselagring gir en økning i frie fettsyrer (FFA) og peroksidtall (PV). Dette er de mest vanlige metodene for å analysere harskning (oksidering). Utviklingen i frie fettsyrer viste små endringer, men det ble funnet lavere innhold i fersk filet enn fryst. Ferdigvaren har litt høyere nivå enn råstoffet. Peroksidtallet steg frem mot 6 måneders lagring før det gikk ned igjen, og var lavere for hermetisert produkt. Dette er i samsvar med litteraturfunn. Sensorisk analyse viste noe forringet kvalitet etter lang fryselagring, men forskjellene var ikke store.

Råstoffvurderingen viser at råstoff og ferdig produkt har god kvalitet uavhengig av fryselagringstid. Selv etter 12 måneders fryselagring hadde makrellfiletene god råstoffkvalitet. Det ble ikke funnet sensoriske forskjeller mellom ferske fileter og fileter som hadde vært lagret kort tid på fryselager. Resultatene tyder på at det ikke er en kvalitetsreduksjon i å benytte fryst råstoff. Resultatene dokumenterer kvalitet i prosedyrene bedriften bruker i dag – der den benytter ferskt råstoff i sesong og fryst resten av året.

Optimalisering av tining, emballering og fryselagringstemperatur vil trolig gi et mer stabilt produkt enn det som er tilfelle pr. i dag. Disse prosessene vil være naturlig å fokusere på i en eventuell videreføring.

SUMMARY

Sandanger AS is producing different products of canned mackerel. Today most of the production uses frozen and thawed mackerel filet. Through the project the company wanted to evaluate whether fresh mackerel would result in canned mackerel of higher quality and better profitability. Comparison of fresh fillets to fillets frozen up to 12 months was included in the study. Both sensory analyses and chemical analyses of oxidation of both raw material and canned mackerel in tomato sauce are studied.

Through frozen storage the content of both free fatty acids (FFA) and peroxide value (PV) increased. These are the most common analytical methods to evaluate oxidation. Increased free fatty acids during storage were found and fresh fillets contained less FFA than frozen fillets. The canned fillets had somewhat higher content. Peroxide value increased during the six first months of frozen storage. However, after 6 months of storage the level of PV dropped and was actually lower in the canned product than in the fresh raw material. This is in accordance with previous published studies. Sensory analyses showed some minor differences between frozen and fresh fillet.

Analyses show that the raw material and canned product had high quality throughout the experiment. No differences were found between fresh fillets and those stored for a month. The results do not indicate a negative effect by use of frozen raw material compared to fresh. Our results document quality in the Sandanger AS ongoing procedure. Due to a short fishing season frozen raw material has to be used most of the year, and still result in high quality product. Even after 12 months of frozen storage, the raw material was sufficient for processing.

Thawing may be optimized, and further work should include optimizing this process. Packaging and freezing temperature are also important elements to examine.

1 INNLEDNING

«Makrell i tomat» er det mest populære fiskepålegget i Norge. Hvert år spiser nordmenn over 100 millioner brødskeer med makrell i tomat (Sandvik, K. 2012). Årsakene til dette er en kombinasjon av smak og sunnhet. Gjennom fiskepålegget får befolkningen dekket viktige behov for omega-3 fettsyrer, i tillegg inneholder tomatsausen antioksidanter som beskytter det sunne fett mot harskning. I dag benytter Sandanger AS 1000 tonn rund makrell i sin årlige produksjon og bedriften ønsker å øke dette volumet. Hovedproduktet er hermetisk «makrell i tomat» hovedsakelig fra fryst makrellfilet. Innenlandsmarkedet er stort, og produktene selges til Coop, Norgesgruppen og Rema.

Pelagisk industri står sterkt i Møre og Romsdal, og Sandanger AS bruker lokalt råstoff som fiskes om høsten. Sandanger AS benytter mest frosset råstoff i produksjonen, men ønsket å undersøke om kvaliteten på hermetisert fersk makrell ville gi bedre kvalitet.

Sandanger AS og Møreforskning har gjennomført to tidligere samarbeidsprosjekter (Aas & Kjerstad 2008, Aas m.fl. 2011). I disse har det blitt avdekket et behov for grunnleggende dokumentasjon av oksidasjonsparametere og fettsyresammensetning i hermetisert ferdigvare. I tillegg ønsket bedriften kunnskap om sensorisk kvalitet på makrell i tomat produsert av fryst råstoff av ulik kvalitet. Kjemisk karakterisering av makrell er gjennomført i (Remme og Wold 2007, Digre m.fl. 2007, Falch m.fl. 2006) og viser at kjemisk sammensetning varierer gjennom året og består av 17-35 % fett, 52-61 % vann og 14-20 % protein. Fettsyresammensetning og harskningsutvikling (oksidasjon) ved fryselagring er undersøkt av Aubourg m.fl. (2005), men sammenheng mellom råstoff og ferdig hermetisert vare er ikke undersøkt tidligere. Det er et behov for nærmere gjennomgang av hva som skjer under hermetisering av produkter med et høyt innhold av lipider som makrell. Oksidasjon kan påvirke smaken og derfor er kjemiske og sensoriske analysemetoder viktig for vurdering av råstoff og sluttprodukt.

Kjemiske kvalitetsparametere som benyttes på pelagisk råstoff er peroksidtall (PV), TBARS og frie fettsyrer (FFA). For hermetisert makrell i tomat kan peroksidtall og frie fettsyrer benyttes. Ulik lagringstid før hermetisering viste økning i FFA og anisidintall (AV) for coho laks, mens primære oksidasjonsprodukter målt ved PV-verdi ikke endret seg signifikant (Rodríguez m.fl. 2009), tilsvarende resultat er vist på torskelever (Aas m.fl. 2010). TBARS var ikke egnet til å påvise effekt av ulik kjøletid før hermetisering.

Denne rapporten presenterer resultater fra hovedforsøket i prosjektet som ble basert på resultatene fra et innledende forsøk. Høsten 2010 og våren 2011 ble det gjennomført et forprosjekt i form av ei bachelor oppgave til to studenter ved Høgskolen i Ålesund, der prosjektleder var en av veilederne. Forsøkene ble gjennomført som en del av prosjektet og resultatene er rapportert i bacheloroppgaven (Gullaksen og Myrvang 2011).

Erfaringer fra bacheloroppgaven viste at analyse av anisidintall (AV) ikke egnet seg for materiale med tomatsaus og ble derfor utelatt i hovedforsøket. Erfaringer fra sensoriske tester dannet bakgrunn for valg av tester i hovedforsøket.

I forsøket som blir presentert i rapporten ble sensorisk og kjemisk kvalitet på råstoff og ferdig hermetisert makrell i tomat undersøkt. Råstoffet ble fulgt opp med 6 uttak til analyse av råstoff og ferdig produkt; 0, 1, 3, 6, 9 og 12 måneder.

2 MATERIALE OG METODE

2.1 Lagringsforsøk

2.1.1 Råstoff og lagring

Makrell ble fangstet og levert Fosnavåg Seafood for filetering 15. oktober 2011. Deler av partiet ble fryst inn, mens ferske fileter ble brukt til produksjon av makrell i tomat 18. oktober 2011. Råvarene ble emballert i plast og fryst inn i 20 kg kasser og lagret på fryselager hos Sandanger AS i hele perioden.

Fileter ble fraktet til Sandanger AS og fryselagret videre på $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$), mens en andel fersk filet ble hermetisert direkte.

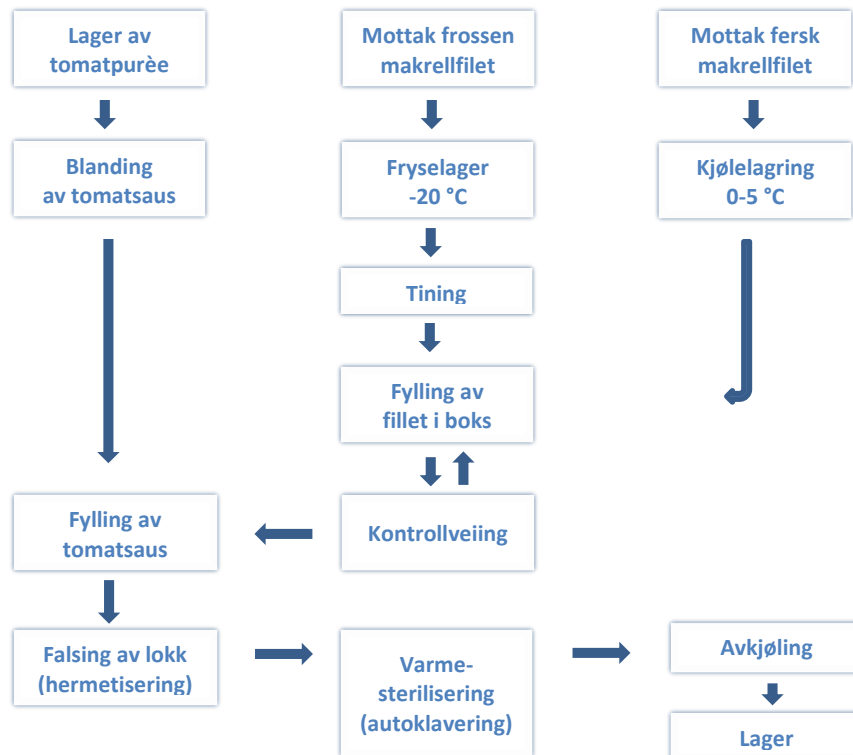
2.1.2 Hermetisering

I det første uttaket ble fersk filet hermetisert. I de øvrige produksjonene ble det benyttet tint makrellfilet. Tining ble foretatt i kar, minimum 12-24 timer før bruk.



Figur 1 a, b. Tining av råstoff hos Sandanger AS. Tining i kar til venstre, porsjonering på båndet til høyre.

Prøvene ble tint og deretter lagt på bånd for fylling i hermetikkbokser. Temperaturen på de tinte filetene var $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ i kar før produksjon. Filetene ble liggende på båndet opptil 2 timer, og hadde en temperatur på $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ før sausen ble tilsatt. Prøvene ble hermetisert etter standard autoklaveringsprogram for makrell i tomat: $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 55 minutter (Figur 1). Det ble også hermetisert tomatsaus i boks uten filet under 1 måned produksjonen. F-verdi $> 3,5$ (Bjørkeng pers med). Oversikt over produksjonsprosessen er vist i figur 2 og 3.



Figur 2. Flytskjema for produksjon av makrell i tomat.



Figur 3. Fylling av tomatsaus i makrellboksene.

Råstoff og ferdig produkt ble fraktet til Møreforsking for kjemisk og sensorisk analyse.

2.1.3 Kjemiske analyser

Råstoff ble analysert i fersk tilstand og etter fryselagring i 1, 3, 6, 9, og 12 måneder. Minimum 5 paralleller bestående av 2-3 fileter ble homogenisert og analysert ved hvert uttak.

Fettinnhold ble analysert i makrellfilet og tomatsaus. Ca. 60 g homogenisert makrell ble innveid og oljen ble ekstrahert i henhold til Bligh and Dyer (1959). Kloroformfasen ble

inndampet med rotavapor. Oljen ble oppbevart mørkt og kjølt før videre analyse. Beregning av totalt fettinnhold er basert på utbyttet av Bligh and Dyer-ekstraksjonen. Mengden frie fettsyrer (FFA) i oljen ble bestemt etter IUPAC Method no. 2.201.1987. Peroksid tall (PV) ble bestemt i henhold til AOCS Official Method Cd 8-53. Surplus 2003. TBARS ble analysert i henhold til Dulavik m.fl.1998. Fettsyresammensetningen ble analysert i duplikat ved gasskromatografi (AOCS Official Method Ce 1b-89, reapproved 2009).

Vanninnhold ble beregnet ut fra vekttap etter tørking i et varmeskap ved 105°C over natten (NMKL Nr. 23). Det ble innveid 5 g homogenisert prøve. Vanninnholdet ble utregnet fra gjennomsnittet av 3 paralleller. Resultatet er gitt i prosent.

2.2 Sensorisk vurdering råstoff

Sensorisk analyse av filetene ble foretatt før homogenisering og ekstraksjon. Minimum 16 fileter ble vurdert basert på fast oppsatt skjema der lukt, farge, elasticitet og spalting ble vurdert på en skala fra 1-5, der 5 er best.

2.2.1 Lukt

Lukten skal være frisk eller nøytral til svak metallisk. Nesen ble lagt så nært fileten som mulig og snust godt inn. Lukten ble vurdert etter skala beskrevet i Tabell 2. Nesen ble rensset før neste filet ble vurdert ved å lukte på noe med nøytral lukt, for eksempel egen underarm.






Tabell 2. Skala for beskrivelse av luktklassifisering av råstoff.

Beskrivelse	Poeng
Frisk sjøluft	5
Nøytral lukt (svakt metallisk)	4
Svak harsk eller sterk metallisk lukt	3
Fremtredende harsk eller metallisk lukt	2
Råtten lukt	1

2.2.2 Fargevurdering

Blodflekker i tykkmuskelen på fileten er indikasjon på klemskade og reduserer holdbarheten på fileten. Vurdering av farge baserer seg på grad av misfarging og blodflekker (Tabell 3).





Tabell 3 Skala for å vurdere farge

				
<i>Poeng 5</i> Ingen blodflekker	<i>Poeng 4</i> Noe misfarging i haleparti	<i>Poeng 3</i> Tydelig misfarging i haleparti samt noen blodflekker på resten av fileten	<i>Poeng 2</i> Tydelig misfarging i haleparti og buklist	<i>Poeng 1</i> Tydelig misfarging på hele fileten

2.2.3 Filetspalting- gaping

Spalting av filet ble vurdert (Tabell 4). Spaltingen ble vurdert langs hele fileten og gradert ut ifra antall små og store spalter i muskelen.

Tabell 4 Skala for vurdering av filetspalting

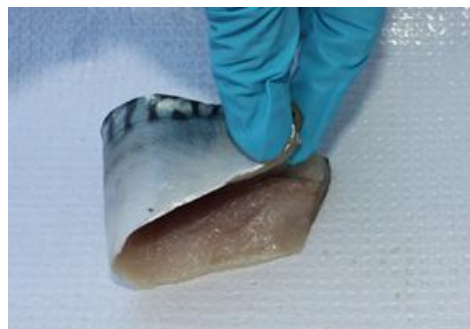
				
<i>Poeng 5</i> Ingen spalting	<i>Poeng 4</i> Få spalter	<i>Poeng 3</i> Noe spalting (5-10 stk. på tvers)	<i>Poeng 2</i> Mange spalter >10 (evt. store spalter)	<i>Poeng 1</i> Ekstrem filetspalting (fileten faller fra hverandre)

2.2.4 Elastisitet

Elastisiteten ble bedømt ved å bøye fileten dobbelt på bordet, slippe og observere (Tabell 5). Elastisitet i fiskemuskel gir uttrykk for om fiskemuskelen kan bøyes og vendes tilbake til sin opprinnelige form. Etter hvert som fisken lagres, vil fileten miste sin elastisitet og bli mer uelastisk.

Tabell Skala for vurdering av elastisitet

Beskrivelse	Poeng
<i>Elastisk</i> : fileten retter seg raskt ut	5
	4
<i>Noe elastisk</i> : fileten retter seg ut sakte	3
	2
<i>Slapp</i> : Fileten forblir sammenbrettet	1



2.2.5 Bløthet med fingertest/Trykktest

Metoden gir uttrykk for bløthet i filet og skal utføres på et punkt like under ryggfinner som vist på bildene (Tabell 6). Fileten ble lagt på en vekt og fingeren ble presset i en vinkel på 45 ° mot fileten med et trykk på 1 kg i 2 sekunder.

Tabell 6 Skala for trykktest

Beskrivelse	Poeng	
<i>Fast filet</i> : Overflaten gjenopprettes kort tid etter at fingertrykket oppheves	5	
	4	
<i>Redusert fasthet</i> : Fingertrykket avsetter et varig avtrykk som ikke gjenopprettes	3	
	2	
<i>Bløt filet</i> : Fingertrykket trenger helt gjennom fileten og forårsaker tydelige brudd mellom segmentene	1	

I vurderingen av råstoffkvalitet ble det brukt 4 erfarne dommere som er godt trent i vurdering av råstoffkvalitet. Filetene ble også veid.

2.3 Sensorisk vurdering hermetisk makrell

2.3.1 Trening

Panelet bestod av 6 dommere. For å få en best mulig vurdering av ferdigvare ble en trening av dommere gjennomført. Skjema for vurdering av hermetisk makrell i tomat ble utarbeidet av panelleder i forkant av treningen. Parametere som ble registrert var lukt, konsistens og smak av tomatsaus og fisk. Panelet fikk utdelt tre makrellbokser der to var like og en var ulik. Prosedyren for sensorisk testing ble først demonstrert av panelleder før hver enkelt dommer gjorde sine vurderinger. I etterkant ble det diskutert om ytterligere punkter skulle inkluderes i skjemaet. En vurdering for å se om sausen hadde skilt seg og vurdering av konsistens ble lagt til utgangsskjemaet.

2.3.2 Forskjellstest - Triangeltest

Forskjellstester brukes for å fastslå om det er sensorisk forskjell mellom prøver som er svært like. Dommerne skal plukke ut en eller flere prøver som skiller seg ut fra de andre.

En triangeltest benyttes for å se om det er forskjell mellom to konkrete prøver. Panelet fikk utdelt tre prøver der to var identiske. Panelet skulle deretter identifisere den prøven som er ulik. I tillegg skulle panelet beskrive hvorfor denne prøven var ulik.

Panelet fikk utdelt 3 makrellbokser pr smaksrunde der to var produsert samme dag og en var produsert etter en annen lagringstid. Ved hjelp av lukt, smak og konsistens skulle panelet forsøke å finne den som hadde en annen produksjonsdag. Hver makrellboks fikk et unikt nummer. Totalt ble 6 ulike prøver kjørt mot hverandre basert på oppsett i tabell 7. Alle tester ble kjørt 2 ganger slik at resultatet er basert på svar fra 12 tester. Uttestingen ble fordelt på 2 dager og panelet fikk pause mellom annenhver test.

Tabell 7. Testoppsett av ulike råstoff til triangeltesten.

Test nummer	Råstoff 1	Råstoff 2	Ulik
1	Fersk	1 mnd	Fersk
2	Fersk	1 mnd	1 mnd
Pause			
3	1 mnd	12 mnd	1 mnd
4	1 mnd	12 mnd	12 mnd
Pause			
5	6 mnd	12 mnd	6 mnd
6	6 mnd	12 mnd	12 mnd
Pause til dag 2			
7	3 mnd	9 mnd	3 mnd
8	3 mnd	9 mnd	9 mnd

2.4 Statistisk analyse

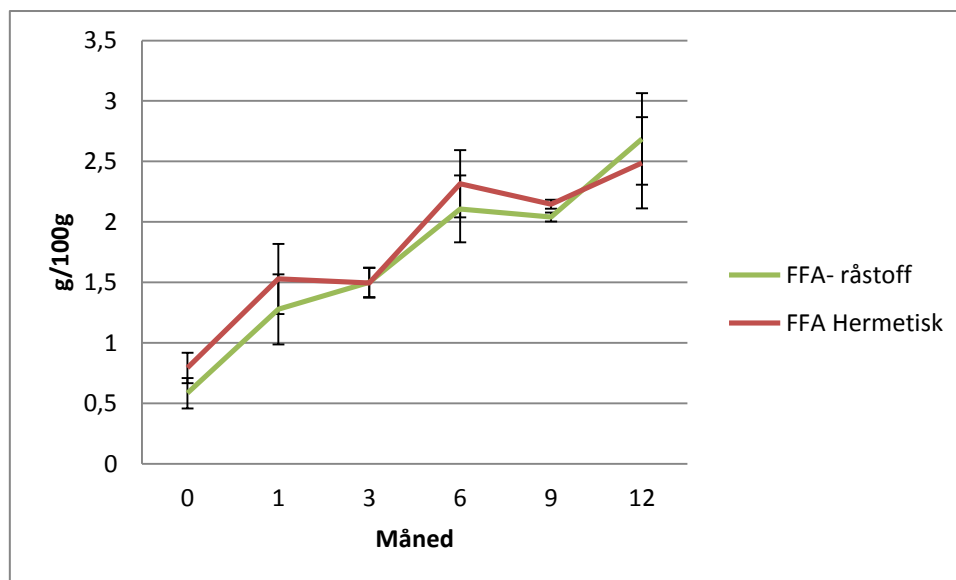
Det ble benyttet Stata (StataCorp. 2009) i dataanalysene. Det ble gjennomført enveis variansanalyse av de ulike egenskapene i forhold til lagringstid samt en post-hoc test for å finne forskjellene der det var signifikant effekt av lagringstid.

3 RESULTAT OG DISKUSJON

3.1 Kjemisk sammensetning og oksidasjonsstatus

Analyse av råstoffet viser at fettinnholdet i filetene varierer mellom de ulike uttakene fra 26,9 - 31,7 % ($29,0 \pm 3,5$ %). Askeinnhold var $0,79 \pm 0,13$ % og vanninnholdet $57,97 \pm 1,95$ %. Tomatsausen hadde et fettinnhold på 7,3-9,4 % ($8,7 \pm 1,2$ %) benyttet i produksjon etter 1 måned fryselaagring. Vanninnholdet var $57,9 \pm 2,0$ % og askeinnholdet var $0,8 \pm 0,1$ %. Det er det samme partiet makrellfileter, så det tyder på at det ikke er så lett å ta ut et representativt uttak. Filetene ble tatt ut fra karet der fileten ble tint – og batchen for tining var ca. 500 kg om gangen. Størrelsen på filetene varierte fra 26,4 – 76,9 g ($45,67 \pm 11,14$ g). I 6 måneders-uttaket var det spesielt stor variasjon i størrelsen på filetene enn i de andre uttakene, selv om de stammer fra samme batch. Fettinnhold ble beregnet ved 4 av uttakene og samsvarte godt.

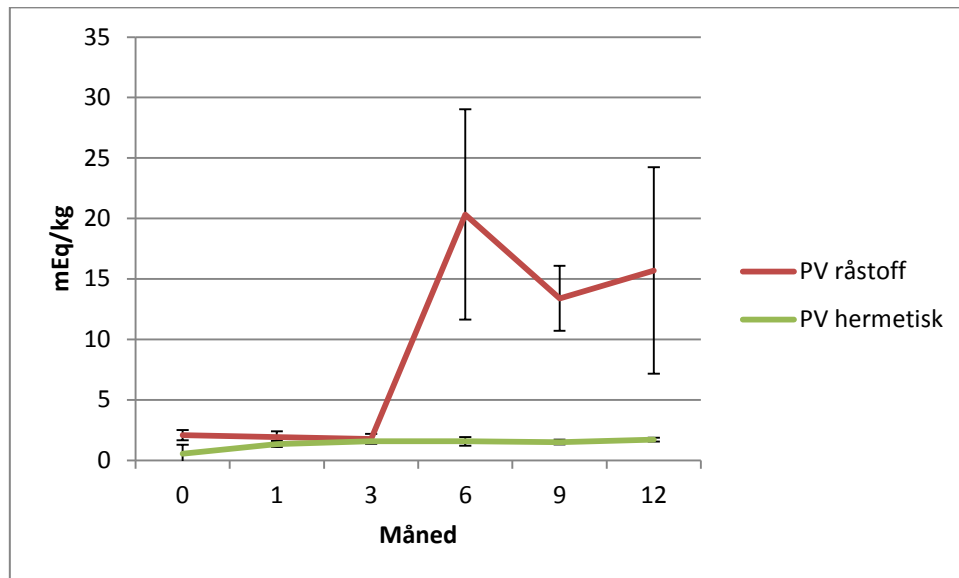
Frie fettsyrer økte utover i lagringsperioden (Figur 4). Dette gjaldt også for det ferdige produktet. Standardavvik er satt på figuren.



Figur 4. Frie fettsyrer (FFA) ved 12 måneders fryselaagring, gjennomsnittsverdier \pm standardavvik.

I det hermetiske produktet er det litt høyere nivå av frie fettsyrer, noe som viser at hermetiseringen fører til økt frigjøring av fettsyrer gjennom autoklaveringen. Avstanden mellom råstoff og ferdig produkt øker litt under lagringsforløpet etter at makrellen har vært fryselaagret lengre. Uttaket etter 6 måneder skiller seg ut med litt økt andel frie fettsyrer og økt mengde i det ferdige produktet. Den eneste signifikante forskjellen mellom råstoff og hermetisk filet var ved fersk makrell – noe som tyder på at autoklaveringen påvirker hydrolyse i større grad enn frysing/tining. Aubourg m. fl. (1997) fant tilsvarende økning i frie fettsyrer etter varmebehandling.

Peroksidtall er en primær oksidasjonsparameter som er vanlig å dokumentere på oljer og fettrike produkter (Figur 5).



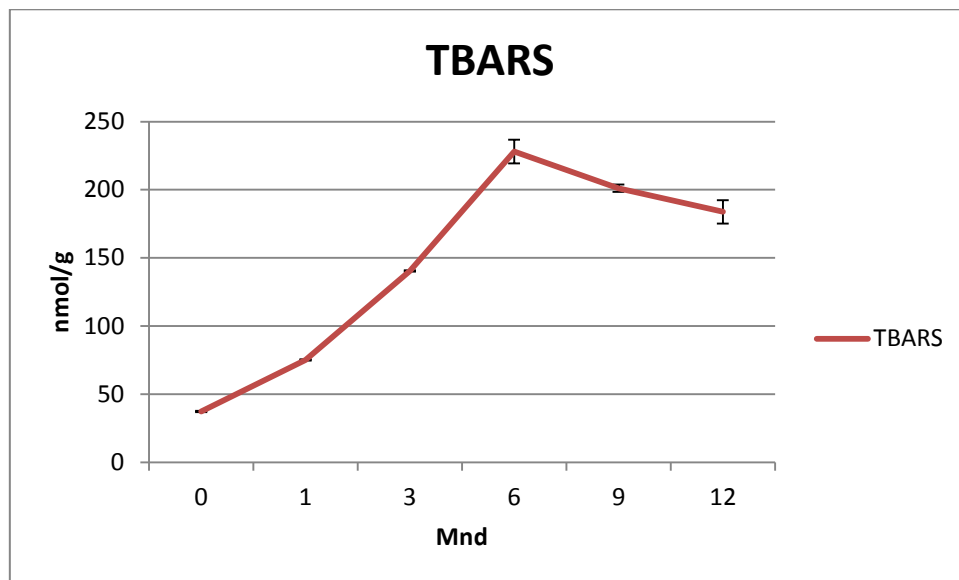
Figur 5. Variasjon i peroksidtall (PV) gjennom 12 måneders fryselagring, gjennomsnittsverdier \pm standardavvik.

Det er kjent at frysing og tining fører til oksidering og frigjøring av fettsyrer. Fersk filet og filet fryselagret i 1-3 måneder hadde lavest peroksidtall. Etter 3 måneders fryselagring skjedde det en kraftig økning frem mot 6 måneder før det gikk litt ned igjen etter 9 og 12 måneder. I ferdig hermetisert vare var peroksidtallet stabilt lavt. Dette kan tyde på at reaksjonene er ferdige, eller at de trigges av autoklaveringen. Et lignende mønster ble funnet for hestemakrell av Lehmann og Aubourg (2008). Etter hermetisering fant vi lite primære oksidasjonsprodukter.

Hvordan filetene innfrysas i kartongen, kan påvirke oksidasjonsstatus. De ytterste filetene i kartongen var mest utsatt for oksygen under fryselagringen, ble tint først, og kunne bli liggende og bli «overtint» med høy temperatur i fileten før hermetisering. Variasjon mellom de ytterste og innerste filetene i en blokk kan være med å forklare variasjonen mellom filetene, og det store standardavviket.

Tining er avgjørende for kvalitet og utbytte. Sirkulering av vann (tinemedium) i karet er viktig. For frosne blokker av makrell er fettinnholdet og graden av åpne hulrom i blokken avgjørende for tineprosessen fordi dette påvirker splittingen av blokken (Haugland 2002). Haugland fant at $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ til å være rett tinetemperatur for makreller på 500 g for å få størst mulig utbytte. Vi fikk ikke midler til å utføre spesielle tineforsøk og benyttet bedriftens standard prosedyrer i vårt forsøk.

TBARS er et uttrykk for en sekundær oksidasjonsparameter. TBARS analysert i råstoffet økte utover i lagringsperioden (Figur 6). TBARS-analysene i det ferdige produktet ser ut til å ha blitt gjenstand for feilkilder, og resultatene er derfor ikke presentert.



Figur 6. Variasjon i TBARS i råstoffet gjennom 12 måneders fryselagring, gjennomsnittsverdier \pm standardavvik.

Den høyeste TBARS verdien ble funnet etter 6 måneders lagring, hvor den deretter begynte å synke (Figur 6). Dette er samme mønster som ble funnet i peroksidtall (Figur 5). Vanskeligheten med å analysere hermetisert makrell kan komme av at det dannes fluoriserende produkter mellom lipidoksidningsproduktene og nukleofile molekyler som proteiner og peptider (Lehman og Aubourg 2008). Vi kan derfor ikke presentere resultater fra ferdigprodukt med denne analysemetoden.

3.1.1 Sammenligning av råstoff og ferdigvare

Oksidasjonsanalysene viser at det er lite forskjeller mellom råstoff og ferdigvare (Tabell 7). Mellom ferskt og fryselagret 1 måned fant vi signifikante forskjeller.

Tabell 7.. Frie Fettsyrer (FFA) i råstoff og ferdigvare (%)

Tid	råstoff	hermetisk	Prob >F	
0	0,6 \pm 0,1	0,79 \pm 0,1	0,0368	***
1	1,3 \pm 0,1	1,52 \pm 0,3	0,1115	NS
3	1,5 \pm 0,1	1,49 \pm 0,1	0,9493	NS
6	2,1 \pm 0,1	2,32 \pm 0,3	0,1697	NS
9	2,0 \pm 0,1	2,15 \pm 0,0	0,0913	NS
12	2,7 \pm 0,1	2,49 \pm 0,4	0,2574	NS

P-verdi opplyst hvis $p < 0,05$, ellers NS for ikke signifikant. *** Signifikante forskjeller.

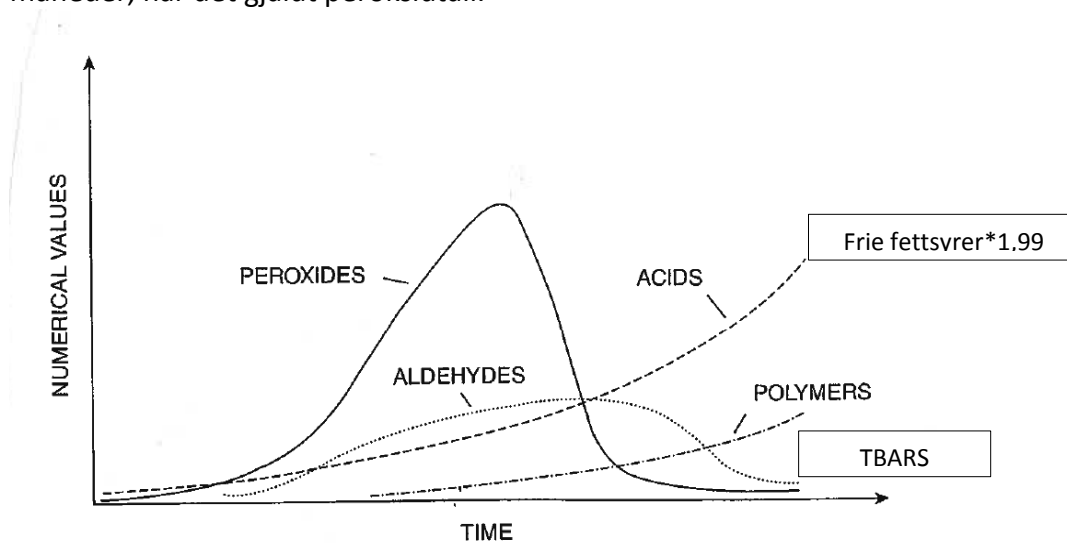
Det er signifikante forskjeller i frie fettsyrer (FFA) på fersk råstoff sammenlignet med det vi finner i hermetisert makrell, noe som vi ikke finner i de andre uttakene.

Tabell 8. Peroksid tall (PV) i råstoff og ferdigvare (%).

Tid	råstoff	hermetisk	Prob >F	
0	2,1±0,4	0,53±0,7	0,089	*
1	1,9±0,5	1,35±0,3	0,1011	NS
3	1,8±0,4	1,57±0,0	0,4530	NS
6	20,3±8,7	1,57±0,4	0,0112	***
9	13,4±2,7	1,40±0,1	0,5498	NS
12	15,7±8,5	1,71±0,2	0,0335	***

NS, ikke signifikante forskjeller, * tendens til forskjell, *** signifikante forskjeller.

Det var signifikante forskjeller i mellom råstoff og ferdigvare ved start, etter 6 og 12 måneder, når det gjaldt peroksid tall.



Figur 7: Figuren viser mønsteret for utvikling av peroksider og dets nedbrytningsprodukter ved oksidering av marine oljer. Acids =FFA*1,99. (Ackman 2005).

Oksideringen av fett i makrellfiletene under fryselagring følger den normale utvikling for oksidasjonsparameterne i marine oljer som lagres. Peroksid tallet øker jevnt for å få en knekk etter 6 måneder. TBARS, som kan sammenlignes med aldehyd verdien i figur 8, stiger før verdien avtar. Verdien for frie fettsyre øker også jevnt slik syre verdien (acids) i figuren ovenfor (Ackman 2005).

Forandringer i fettsyresammensetning er relatert til fettinnholdet ifølge Aubourg m.fl. (1997), som undersøkte endringer i tunfisk ved koking og sterilisering. Ulike behandlinger ga ulike mengde PUFA i sluttproduktet, og sterkere og kortere behandling ga høyest PUFA innhold.

3.2 Sensorisk analyse av råstoff

Den sensoriske vurderingen av råstoffet viser at det var en negativ utvikling av lukt ved fryselagring av makrell. Etter 6-12 måneders lagring ble filetene i snitt vurdert til å ha nøytral til svak harsk/metallisk lukt. Ingen av filetene ble forkastet pga. dårlig lukt. For farge og elastisitet var kvaliteten dårligst etter 6 måneder, for så å stige litt på de to siste uttakene. Standardavviket er stort, noe som indikerer store individuelle forskjeller mellom filetene.

Fargevurdering av filetene viser at dommerpanelet vurderte fargen på 1 mnd. fryselagret filet som bedre enn fersk. Dette er trolig pga. at blodrester har blitt vasket bort under tining av fileten (Tabell 9).

Ved uttak etter 12 måneder var det 2 nye dommere i forhold til tidligere uttak. Dette kan være med å forklare den stigningen som ble observert på farge og elastisitet. Men det er også mulig at det er 6 måneders uttaket som bidrar til dette inntrykket, i henhold til de kjemiske resultatene. Generelt er det utfordrende å tolke sensoriske tester som blir tatt ut på ulike tidspunkt. Det er en fare for «drift» i panelet hvis en ikke klarer å ha stabile referanseprøver. For hermetisert prøver er det enkelt å benytte referanser, men for fryselagret råstoff er det ikke mulig å ha de samme referanseprøvene. Derfor er det enklest å sammenligne mellom behandlinger på ulike tidspunkter.

Tabell 9. Sensorisk vurdering av fersk og fryst/tint makrellfilet lagret i inntil 12 mnd.

Tid	Elastisitet	Trykktest	Spalting	Lukt	Farge
0	4,0±1,6 ^a	3,3±0,9 ^a	3,2±0,6	4,9±0,1 ^a	3,6±0,7 ^a
1	2,4±0,9 ^b	IR	2,8±0,6	4,0±0,5 ^b	4,3±0,4 ^b
3	2,4±1,4 ^b	IR	3,2±0,8	3,6±0,3 ^b	4,2±0,5 ^b
6	1,6±1,0 ^b	3,0±0,7 ^a	2,7±0,9	3,3±0,7 ^c	3,3±0,4 ^a
9	1,9±1,0 ^b	1,9±0,8 ^b	3,2±1,0	3,6±0,7 ^b	3,4±0,2 ^a
12	3,3±1,8 ^a	2,9±0,5 ^a	3,0±0,5	3,6±0,2 ^b	4,6±0,4 ^{bc}

Resultatene er gjennomsnittspoeng ±standardavvik for filetene (n= 16), små bokstaver indikerer forskjeller funnet ved Bonferoni- test. IR ikke registrert

Resultatene viser at de fleste sensoriske kvalitetsparametere endrer seg over tid, og at elastisiteten, trykktest og lukt gir lavere poeng og blir dårligere utover i lagringsforløpet. Det er ikke forskjeller i spalting, og ikke noe stor endring i farge og elastisitet. Uttaket etter 6 måneder avviker en del fra de andre uttakene, noe som også ble funnet i analysene av kjemiske harskningsparametere.

3.3 Sensorisk analyse av hermetisk produkt

3.3.1 Triangeltest

Triangeltesten viste signifikant forskjell (0,05) mellom makrell i tomat basert på råstoff som var fryselagret i henholdsvis 1 og 12 måneder og på råstoff som var fryselagret i henholdsvis 6 og 12 måneder. Panelet fant ikke forskjeller på fersk og fryst råstoff (1mnd) eller på råstoff fryst i 3 og 9 måneder (Tabell 10).

Tabell 10. Sammenligning råstoff med ulik lagringstid.

Prøve 1	Prøve 2	Signifikant forskjell
Fersk	1 mnd	NS
1 mnd	6 mnd	***
3 mnd	9 mnd	NS
1 mnd	12 mnd	***
6 mnd	12 mnd	***

*** = $p < 0,05$, NS = ikke signifikant.

Vi fant at lukt var den mest følsomme egenskapen vurdert sensorisk – i sammenheng med de kjemiske analysene, og dette samsvarer med det som ble funnet av Goulas m.fl. (2005)

3.3.2 Diskusjon til videre arbeid

Kontroll med tineprosess, evt. forandringer av denne, kan være med på å gi jevnere kvalitet på råstoffet. Tining i sjøvann eller bruk av en tilpasset tinetank er muligheter som bedriften vurderer, filetering under vann har tidligere positiv effekt mht. oksidasjon.

Det er ulik stabilitet i forhold til oksidering i ulike deler av fileten, og sammenligninger viser forskjeller mellom skinn, mørk muskel og lys muskel (Undeland m.fl. 1998). Studier i forhold til fryselagring av sildefilet, med og uten skinn, viste at muskulaturen like under skinnen ermer eksponert for oksidering, men at det jevnet seg ut over tid (Undeland m.fl. 1998). Trolig gjeldende dette også for makrell. Det har vært en oppfatning at mellomlagringstid før innfrysing påvirker holdbarheten under fryselagring med tanke på oksidasjon. Det er også vist at høyere innhold av amint nitrogen ga lavere nivå av oksidasjon.

Naturlig forekomst av antioksidanter kan øke holdbarheten. Det er påvist at nedbrytning av den naturlige antioksidanten tokoferol fører til økt oksidasjon over tid, når innholdet ikke lenger er høyt nok til å beskytte membranlipider og forebygge propagering (Erickson, 1993). I videre studier burde innholdet av vitamin E være inkludert i analysene for å beskrive forbruk av antioksidant ved lagring.

Temperaturen ved fryselagringen påvirker oksidasjonsforløpet, og Saeed & Howell (2002) fant store forskjeller ved lagring på -20 og -30°C . Bruk av antioksidanter hemmet oksidasjonen, og analyser av naturlig forekommende antioksidanter beskyttet mot oksidering det første året med fryselagring.

I våre forsøk har vi god dokumentasjon av råstoff og ferdigvare, og vi ser at kvaliteten på ferdigvare produsert av fersk filet eller fryst filet med kort fryselagring gir den beste kvaliteten. Dagens prosedyre som kan gi inntil 12 måneders fryselagring gir tilfredsstillende kvalitet.

4 KONKLUSJON

- Det ble ikke funnet sensoriske forskjeller på «makrell i tomat» produsert av ferskt og 1 mnd. fryst råstoff
- Det ble funnet sensorisk forskjell på «makrell i tomat» produsert av 1 mnd. fryst råstoff og 12 mnd. fryst råstoff.
- Fryselagring i 12 måneder gir akseptabel kvalitet på det ferdige produktet.
- Råstoffkvalitet og kvalitetsvurdering av ferdig produkt samsvarte godt både sensorisk og kjemisk.
- Sensorisk vurdering av råstoffkvalitet er tilstrekkelig for å forutsi kvaliteten på det hermetiserte produktet.
- Det er stigning i frie fettsyrer ved lagring, på råstoff og hermetisert produkt. Det er lik stigning mellom råstoff og hermetisert produkt, men hermetisert produkt ligger på et høyere nivå.
- Hermetisering av ferske makrellfileter gir ikke spesielle kvalitetsfordeler, men det er sparte innfrysings og lagringsutgifter.
- Kort fryselagring og fersk filet gir like god ferdigvarer.

5 REFERANSER

- Ackman, R.G., 2005. Fish Oils. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set. Kap 11. Edited av F. Shahidi 2005. 279-317.
- Aubourg, S.P., Rodriguez, A., Gallardo, J.M. 2005. Rancidity development during frozen storage of mackerel (*Scomber scombrus*): effect of catching season and commercial presentation. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 107: 316-323.
- Aubourg, S.P., Gallardo, J.M., Medina, I. 1997. Changes in lipids during sterilizing conditions in canning albacore (*Thunnus alalunga*) in oil. Int. J. Food Sci. & Technol. 32 (5): 427-431.
- AOAC. 2003. Official Method Cd 8-53. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemists Society. SAMPLING AND ANALYSIS OF COMMERCIAL FATS AND OILS. Champaign, IL: AOCS Press.
- Bligh, E. G. and W. J. Dyer (1959). "A rapid method of total lipid extraction and purification." Can J Biochem. Physiol., 37(8): 911-917.
- Caponio, F., Summo, C., Pasqualone, A. & Gomes, T. 2011. Fatty acid composition and degradation level of the oils used in canned fish as a function of the different types of fish. J. Food Comp. and Analysis. 24 (8): 1117-1122.
- Digre, H., Jansson, S., Martinez, I., Aursand, I.G., Levsen, A., Lunestad, B.T., Eyolfsson, B., & Kjerstad, M. 2006. Pelagisk kvalitet – fra hav til fat. Sluttrapport- Sintef A 065002. 56 s.
- Eriksson, M.C. 1993. Compositional parameters and their relationship to oxidative stability of channel catfish. J. Agric. Food Chem. 41: 1213-1218.
- Falch, E., Aursand, I & Digre, H. 2006. Pelagisk kvalitet. Sesongvariasjoner i næringsverdi og fettsammensetning I NVG sild og makrell. Sintefrapport AO 65018.
- Gullaksen, S.K. & Myrvang, E.M. 2011. Optimal kvalitet på hermetisk makrell. Bacheloroppgave innen Matteknologi. Høgskolen i Ålesund. 45 sider.
- Haugland, A. 2002. Industrial thawing of fish – to improve quality, yield and capacity. NTNU. Dr scient. Avhandling. 195 sider.
- IUPAC (1987) Method no 2.201- Determination of the acid value and the acidity. International Union of Pure and Applied Chemistry, Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 7th edn. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England
- Lehman, I. & Aubourg, S.P. 2008. Effect of previous gutting on rancidity development in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) during frozen storage at -20° C. Int. J. Food Sci. Technol. 43: 270-275.
- Ke, P.J., Nash, D.M., Ackman, R.G. 1976. Quality preservation in frozen mackerel. J. Ins. Sci. Technol. Aliment. 9 (3): 135-138.
- Remme, J.F. & Wold, J.P. 2007. Hurtig fettmåling i pelagisk fisk ved on-line NIR spektroskopi. Møreforskningsrapport Å 0707. 20 sider.
- Rodríguez, A., Carriles, N., Gallardo, J.M., Aubourg, S.P. 2009. Chemical changes during farmed coho salmon (*Onchorynchus kisutch*) canning: Effect of a preliminary chilled storage. Food Chemistry 112: 362-368.
- Saeed, S., Howell, N.K. 2002. Effect of lipid oxidation and frozen storage on muscle proteins of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) J.Sci. Food & Agric. 82: 579-586.

- Sandvik, K. 2012. "Bare må ha det" makrell vinner norske brødkiver, Fiskeribladet Fiskaren 2 mars 2012. s 4-5.
- StataCorp. 2009. Stata: Release 11. Statistical Software. College Station, TX: StataCorp LP. Stata Press, Texas, USA.
- Undeland, I., Ekstrand, B., Lingnert, H. 1998. Lipid oxidation in minced herring (*Clupea harengus*) during frozen storage. Effect of washing and precooking. J. Agric. Food. Chem. 46: 2319-2328.
- Aas, G.H. & Kjerstad, M. 2008. Status for utnyttelse av restråvarer fra torskeoppdrett. Rubinrapport 163. 57 sider.
- Aas, G.H., Kjerstad, M. & Barnung, T. 2011. Biråstoff fra oppdrettstorsk. Rubinrapport nr 190. 46 sider.