



SINTEF

Rapport

Fersk linefanget brosme som råstoff til filetproduksjon

Lagringsstudie og tineforsøk

Forfattere:

Solveig Uglem, Hanne Dalsvåg, Eirik Starheim Svendsen, Pernille Kristiane Skavang, Marte Schei, Hanne Hjelle Hatlebrekke, Leif Grimsmo, Tom Ståle Nordtvedt

Rapportnummer:

2022:01117 - Åpen

Oppdragsgiver:

FHF – Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfinansiering

Rapport

Fersk linefanget brosme som råstoff til filetproduksjon

Lagringsstudie og tineforsøk

EMNEORDBrosme
Lagringsstudie
Tineforsøk
Kvalitet
Refresh**VERSJON**

1

DATO

2022-11-01

FORFATTER(E)

Solveig Uglem, Hanne Dalsvåg, Eirik Starheim Svendsen, Pernille Kristiane Skavang, Marte Schei, Hanne Hjelle Hatlebrekke, Leif Grimsmo, Tom Ståle Nordtvedt

OPPDRAGSGIVER(E)FHF – Fiskeri og havbruksnæringens
forskningsfinansiering**OPPDRAGSGIVERS REFERANSE**

Frank Jakobsen

PROSJEKTNUMMER

302006540

ANTALL SIDER OG VEDLEGG

32

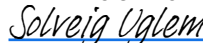
SAMMENDRAG

Brosme (*brosme brosme*) er en bunnlevende torskefisk som lever i Atlanterhavet, i vest langs Amerikas kyst og i øst langs Norgeskysten samt mellom Irland og Island. Brosme benyttes i dag hovedsakelig som råvare til produksjon av tørrfisk og saltfisk, men det er et mål om å øke verdiskapningen fra arten. Målet for studien har vært å dokumentere variasjon i kvalitet og holdbarhet for skinpakkede refresh-produkter av brosme gjennom en kjølelagringsperiode på 12 dager. Alle parametere tatt i betraktning, inkludert evaluering av sensorisk og mikrobiell kvalitet, er en holdbarhetstid for refresh-produkter av brosmeloin på 12 dager oppnåelig. Riktig håndtering av råvarene, optimal og hygienisk prosessering, med rask innfrysing etter pakking, optimale prosedyrer for innfrysing og tining og riktig håndtering og lagring etter opptining, kan gi en helårsproduksjon av brosme, uten at det går på bekostning av kvaliteten til sluttproduktet.

UTARBEIDET AV

Solveig Uglem

SIGNATUR



Solveig Uglem (Nov 1, 2022 08:27 GMT+1)

KONTROLLERT AV

Guro Møen Tveit

SIGNATUR



Guro Møen Tveit (Nov 1, 2022 09:00 GMT+1)

GODKJENT AV

Kirsti Greiff

SIGNATUR



Kirsti Greiff (Nov 2, 2022 12:04 GMT+1)

RAPPORT NR.

2022:01117

ISBN

978-82-14-07922-7

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1	2022-11-01	

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	4
2	MÅL.....	5
3	METODE.....	5
3.1	Forsøksdesign.....	5
3.2	Råvarer og prosess	6
3.3	Kvalitetsvurdering av ferske loins	8
3.4	Lagringsstudie og tinetest.....	8
3.4.1	Innfrysing, tining og temperaturmåling.....	8
3.4.2	Analytiske prosedyrer.....	14
3.5	Statistikk.....	16
4	RESULTATER OG DISKUSJON	17
5	KONKLUSJON OG VIDERE ARBEID.....	27
6	TAKK.....	28
7	REFERANSER	28

1 INNLEDNING

Brosme (*brosme brosme*) er en bunnlevende torskefisk som lever i Atlanterhavet, i vest langs Amerikas kyst og i øst langs Norgeskysten samt mellom Irland og Island. I 2020 ble hele 10 764 tonn brosmme tatt på line, noe som utgjorde 93% av total brosmefangst i fjor (Fiskeridirektoratet, 2022). Leveransen av brosmme fra norsk lineflåte har også mulighet for økning da ressursgrunnlaget er solid. Fangstdata fra 2000 til 2019 viser en positiv utvikling for brosmen i Norskehavet, men med en liten nedgang i fangst per enhet innsats (CUPE) i 2018 og 2019 (Miljødirektoratet, 2022).

Brosme benyttes i dag hovedsakelig som råvare til produksjon av tørrfisk og saltfisk, men det er et mål om å øke verdiskapningen fra arten. Bruk av arter som tradisjonelt ikke benyttes til produksjon av loins og filet er et økende fokusområde av flere grunner. Det kan bidra til bedre utnyttelse og høyere verdi på råstoff, i tillegg til å lette på dagens press på konvensjonelle arter (Batista, 2007).

Produkter som har vært fryst, lagret og tint blir solgt som "Refreshed" produkt til forbrukerne. Konseptet refreshed, som også er kjent som frozen-fresh eller frossen-tint, er et konsept bestående av tre delprosesser; frysing, lagring og tining. Refresh-produksjon kan gi flere fordeler knyttet til holdbarhet og matsvinn, mer miljøvennlig distribusjon og lavere distribusjonskostnader, jevn og høy kvalitet og mer stabile leveranser. For norske fartøy i norsk sone er brosmefiske ikke kvoteregulert. Gjennom særlig line-, garn- og trålfiske fanges brosmme som bifangst. De ustabile leveransene skaper utfordringer for foredlingsbedriftene som er avhengig av jevn produksjon. Markedet ønsker stabile leveranser slik at forbrukerne kan tilbys fersk fisk hele året. En løsning på dette er å fryse fisken når den er tilgjengelig for deretter å tine og selge refresh-produkter til forbrukerne. I dag er refresh-produkter kjent for å være av høy kvalitet (Uglen et al., 2022), men for nye arter og produkter er det avgjørende at det benyttes råvarer av god kvalitet og at produksjonsprosessene ivaretar kvaliteten slik at produktet får etablert seg i markedet.

I dagens distribusjonskjede blir konsumentforpakninger av brosmeloinns frosset inn ved foredlingsbedriften, transportert til en tinehub og distribuert til grossistlager som en del av tineprosessen. Både innfrysings- og tineprosessen er langsom. Det hevdes at rask innfrysing gir best kvalitet fordi dette minimerer dannelsen av store iskrystaller i fiskekjøttet som kan føre til dehydrering og endrede teksturegenskaper. Videre bør en unngå store temperatursvingninger på fryselager siden det kan medføre gjentatt tining og innfrysing av vannfraksjonen som kan medføre krystallvekst og skader på vev (Hedges, 2002). Hurling & McArthur (1996) studerte frysing og tining av torskemuskel. Basert på flere kvalitetsparametere, ble det konkludert med at hurtig tining ga best resultat. Imidlertid viser ulike studier ikke en klar konklusjon når det gjelder frysing og tining av hvitfisk. Ulike innfrysings- og tinemetoder synes å gi fisk av god kvalitet til tross for store ulikheter i valg av metoder, temperaturer og prosessstider. En mulig tolkning av dette kan være at hvitfisk er relativt robust med hensyn til kvalitetsendringer under frysing og tining og at ferskheten av fisken før prosessering, god hygiene ved prosessering og pakking, samt rask distribusjon etter tining har størst betydning for kvaliteten (Erikson et al., 2022, Uglen et al., 2022).

Fisk som håndteres riktig i alle ledd bevarer kvaliteten best mulig. I en refresh-produksjon settes holdbarheten etter opptining. Tidligere studier har vist at det oppnås en holdbarhetstid for vakuumpakkede refresh-produkter av torskeloinns på 10 dager, dersom råvaren fryses ned raskt etter fangst (Uglen et al., 2022).

2 MÅL

Målet for prosjektet har vært å kartlegge potensialet for å benytte fersk brosme fra lineflåten som råstoff til filetproduksjon. I denne rapporten presenteres resultater fra en lagringsstudie og tinetester som er gjennomført for forbrukerpakkede brosmeloins. Målet for lagringsstudien har vært å dokumentere variasjon i kvalitet og holdbarhet for refresh-produkter av brosme gjennom en kjølelagringsperiode på 12 dager. Målet for tinetestene har vært å undersøke om en hurtigere tinemetode påvirket kvalitet og holdbarhet på vakuumpakkede brosmeloins.

3 METODE

3.1 Forsøksdesign

Forsøket inkluderte en kvalitetsvurdering av ferske loins før pakking og en lagringsstudie for å kartlegge holdbarhet på forbrukerpakkede brosmeloins (skinpack) etter opptining. Lagringsstudien ble gjennomført på refresh-produkter av brosme, det vil si at loinsene hadde vært fryst og tint, før holdbarhet og kvalitet ble vurdert gjennom en kjølelagringsperiode på 12 dager. Tinemetoden i lagringsstudien var en etterligning av den etablerte tinemetoden som benyttes på tinehub i dag. I tillegg ble en alternativ hurtigere tinemetode testet (heretter kalt "tinetest") hvor det ble benyttet høy temperatur i starten av tiningen, for å sammenligne med den etablerte tinemetoden (kalt "lagringsstudien"). Et utvalg av loinsene ble også varmebehandlet og aksept for produktet ble testet i en forbrukertest. Forsøksdesignet er oppsummert i Figur 1.

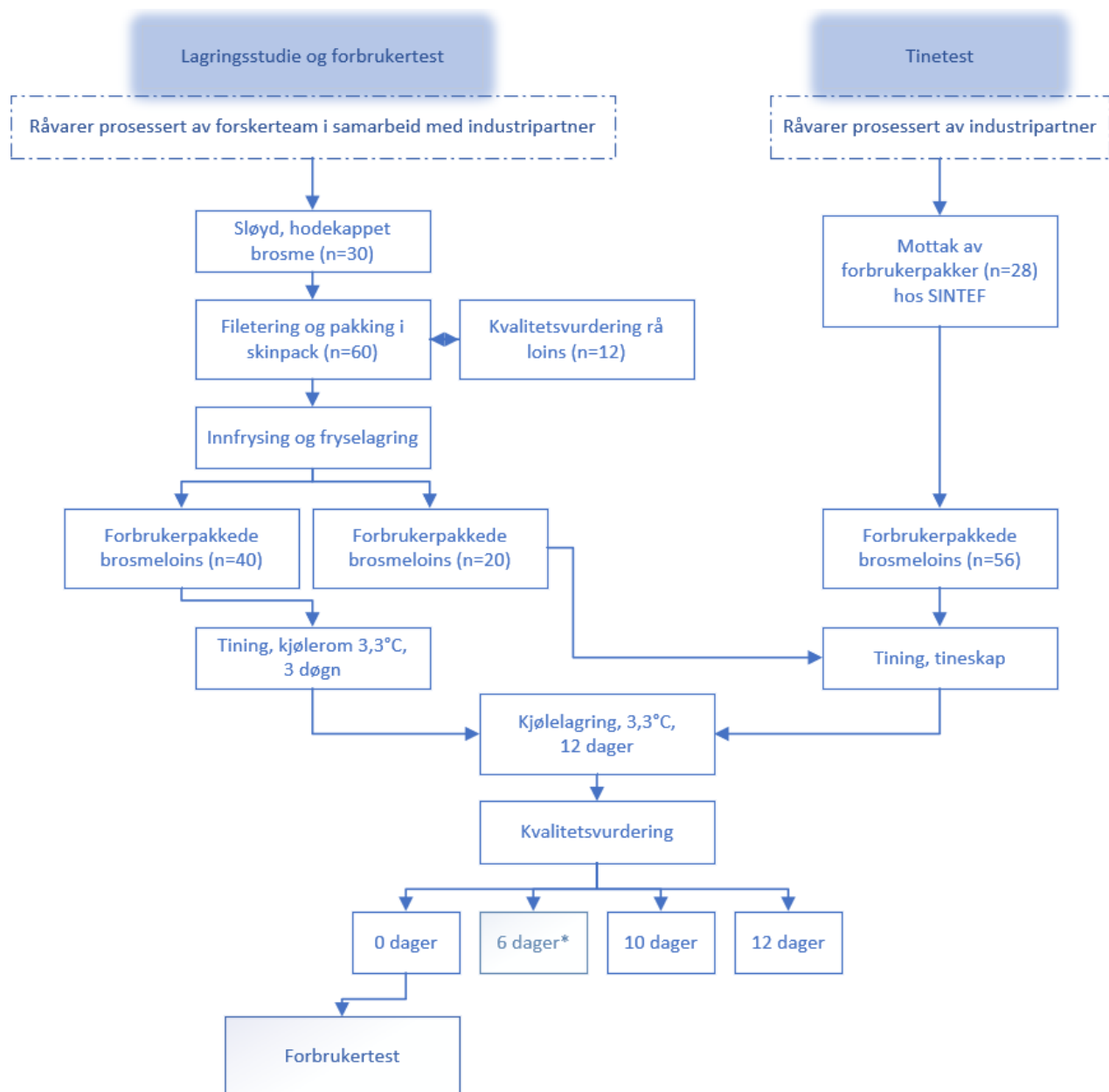
Analyser og kvalitetsvurdering

Følgende analyser ble gjennomført i studiene:

- Sensorisk vurdering av lukt, farge, gaping og konsistens på rå loins (før pakking og etter tining)
- Drypptap
- pH
- Mikrobiologiske analyser av totalkim og H₂S-produserende bakterier på hele loins
- Kjemiske analyser av totalt flyktig nitrogen
- Mikrobiologisk analyser av overflaten av loins (dag 0 og dag 12 i tinestudien)
- Kjemiske analyser av vann og aske (dag 0 og dag 12 i lagringsstudien)

En nærmere beskrivelse av de analytiske prosedyrene er gitt i kapittel 3.5. Prøvene til mikrobiologi og totalt kimtall ble fryst ned, og analysert på et senere tidspunkt.

Før pakking ble det foretatt en sensorisk vurdering av 12 ferske loins. Dag 0 er satt til tidspunktet for når produktene hadde gjennomgått de ulike tineprosedyrene. For den etablerte tinemetoden (lagringsstudien) var dette etter 70 timer og for den alternative tinemetoden (tinetesten) var dette etter 48 timer. Deretter ble prøvene i lagringsstudien analysert etter 6, 10 og 12 dagers kjølelagring ved $3,3 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, mens prøvene i tinestudien ble analysert etter 10 og 12 dagers kjølelagring. Det ble observert små forskjeller i flere parameter mellom dag 0 og dag 6 i lagringsstudien, så denne uttaksdagen ble utelatt i tinestudien



Figur 1. Figuren viser forsøksdesignet i studien. * Uttaket etter 6 dager ble kun gjennomført i lagringsstudien. Tining i tineskapet er beskrevet i kapittel 3.4.1.

3.2 Råvarer og prosess

I lagringsstudien ble det benyttet råvarer fra utbytteforsøkene (beskrevet i rapporten "*Fersk linefanget brosme som råstoff til filetproduksjon. Teknologikartlegging og produksjonsforsøk*", rapportnummer 2022:01074). Alle detaljer om fisken (båt, fangstområde, vekt etc.) og produksjonsprosessen (pakking, innfrysing etc.) var kjent for disse råvarene. I tineforsøket inngikk råvarer fra to ulike produksjonsdager. I tillegg til et utvalg av loinsene som inngikk i lagringsstudien (n=20), ble det inkludert loins fra en annen produksjonsdag (n=56) som vist i Tabell 1 og Figur 1. Disse loinsene ble prosessert av industripartneren uten at forskerteamet var til stede og de ble levert fra tinehub til SINTEF.

Tabell 1: Tabellen viser fangstdata for råvarene som inngikk i forsøket

	Råvarer lagringsstudie	Råvarer tineforsøk
Fangstområde	N 69° 21.160, E 15° 06.905	n.a
Fangsttidspunkt	14.03.22	n.a
Produksjonsdato	15.03.22	11.05.22
Fangstmetode	Line	Line

Vurdering av råvarekvaliteten for råvarene (sløyd, hodekappet brosme) som inngikk i lagringsstudien er beskrevet i rapporten "*Fersk linefanget brosme som råstoff til filetproduksjon. Teknologikartlegging og produksjonsforsøk*". For de ekstra loinsene som inngikk i tinestudien ble ikke råvarekvaliteten vurdert før pakking.

Produksjonsprosessen var lik for alle råvarene. Sløyd, hodekappet brosme ble filetert og skinnet maskinelt før loinsene ble skåret ut manuelt, som beskrevet i rapporten over. Loinsene ble pakket to og to i skinpack på en dyptrekker, før de ble pakket i eske, frosset inn og fryselagret i 45 dager.



Figur 2: Figuren viser pakking av brosmeloinsene som inngikk i lagringsstudien. Til venstre i figuren, pakking i skinpack på dyptrekker og til høyre pakking av konsumentpakninger i esker før innfrysing

Gjennomsnittlig startvekt for loinsene som inngikk i lagringsstudien var $206,8 \pm 65,0$ gram. Loinsene i lagringsstudien ble pakket slik at høyre og venstre loins fra samme fisk ble pakket i samme forbrukerpakning. Vekten på forbrukerpakningene varierte derfor fra 235 – 540 gram. Loinsene i tinestudien var tilskjært og pakket til en vekt på ca. 300 gram. Det var to loins pr forbrukerpakke også her. Gjennomsnittlig vekt på pakningene var $330,1 \pm 39,5$ gram. Vann og askeinnholdet i råvarene er gitt i Tabell 2. Resultatene er gitt som gjennomsnittsverdiene i % og standardavviket.

Tabell 2: Tabellen viser gjennomsnittlig innhold (%) av vann og aske for de ulike råvarene

Råstoff	Vann (%)	Aske (%)
Råvarer lagringsstudie	$79,3 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,0$
Råvarer tineforsøk	$78,9 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,0$

3.3 Kvalitetsvurdering av ferske loins

Før pakking ble det foretatt en kvalitetsvurdering av 12 ferske loins. Loinsene ble vurdert for de samme parameterne som i lagringsstudien. Vurderingskriterier og skala for de ulike parameterne er gitt i Tabell 3 i kapittel 3.4.2.

3.4 Lagringsstudie¹ og tinetest

3.4.1 Innfrysing, tining og temperaturmåling

For å logge temperaturforløpet gjennom innfrysingen ble knappeloggere (iButton, DS1922L oppløsning 0,0625 K, nøyaktighet $\pm 0,5K$) plassert i bunnen av tre konsumentforpakninger. Loggerne ble programmert til å logge temperaturen hvert tiende minutt. Temperaturen i omgivelsene under innfrysing ble også logget med knappeloggere.

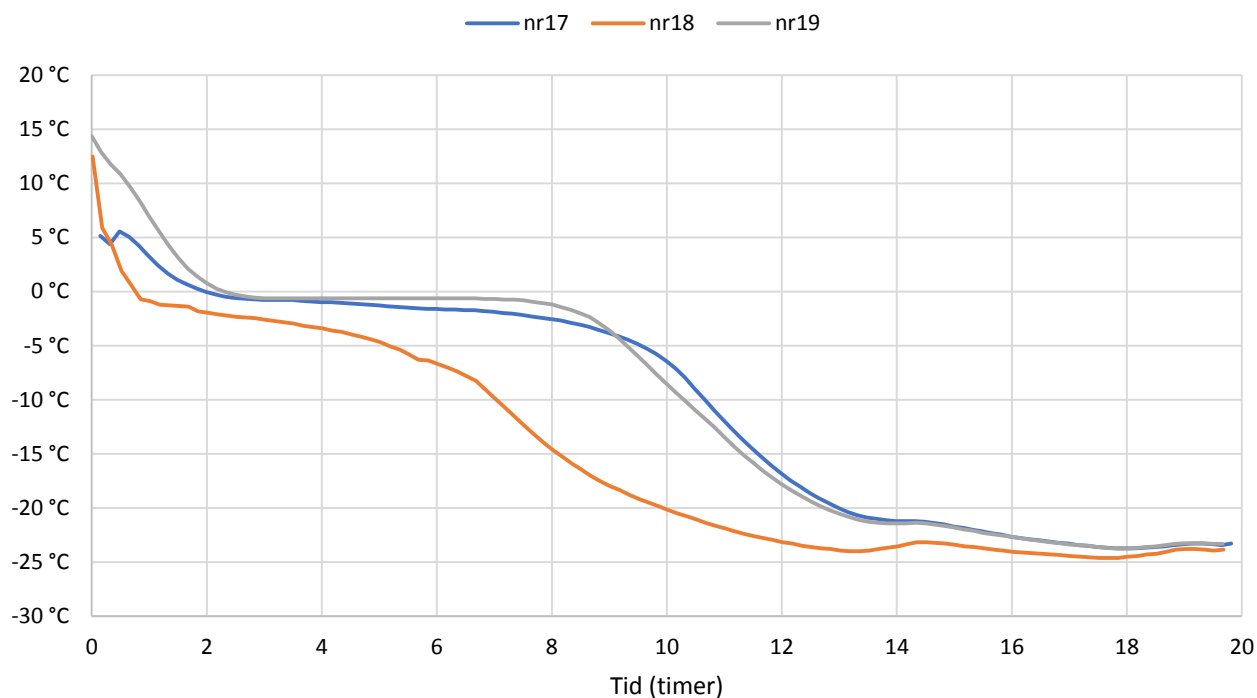
Innfrysningen foregikk i esker uten lokk, som vist i Figur 2, i reoler på fryserom (Figur 3). Temperaturen på fryserommet var stilt inn på -24°C . I hver eske var det 28 forbrukerpakker, fire lag med sju pakninger i hvert lag. Samme innfrysingsmetode ble benyttet for både i lagringsstudien og i tinetesten.



Figur 3: Figuren viser innfrysing av forbrukerpakningene i esker

¹ <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6972482403097284608>

Figur 4 viser målt temperatur under innfrysningen. Loggingen viste at temperaturen i bunnen av forbrukerpakningen var -18°C etter ca. 12 timer.



Figur 4: Figuren viser temperaturforløpet under innfrysning. Produktene ble frosset inn i reoler på fryserom. Logger nr 17 og 19 var plassert i bunnen av hver sin forbrukerpakning, mens logger nr 18 var plassert i kartongen.

I denne studien ble det benyttet to ulike tinemetoder, en etablert og en alternativ. Den etablerte tinemetoden er en langsom tinemetode der tiningen foregår i lukkede kartonger på kjølerom og under transport ved lave temperaturer. Det ble valgt å benytte en alternativ metode med høy temperatur og luftsirkulasjon i starten for å undersøke hvordan dette påvirket kvalitet og holdbarhet på vakuumpakkede brosmeloins.

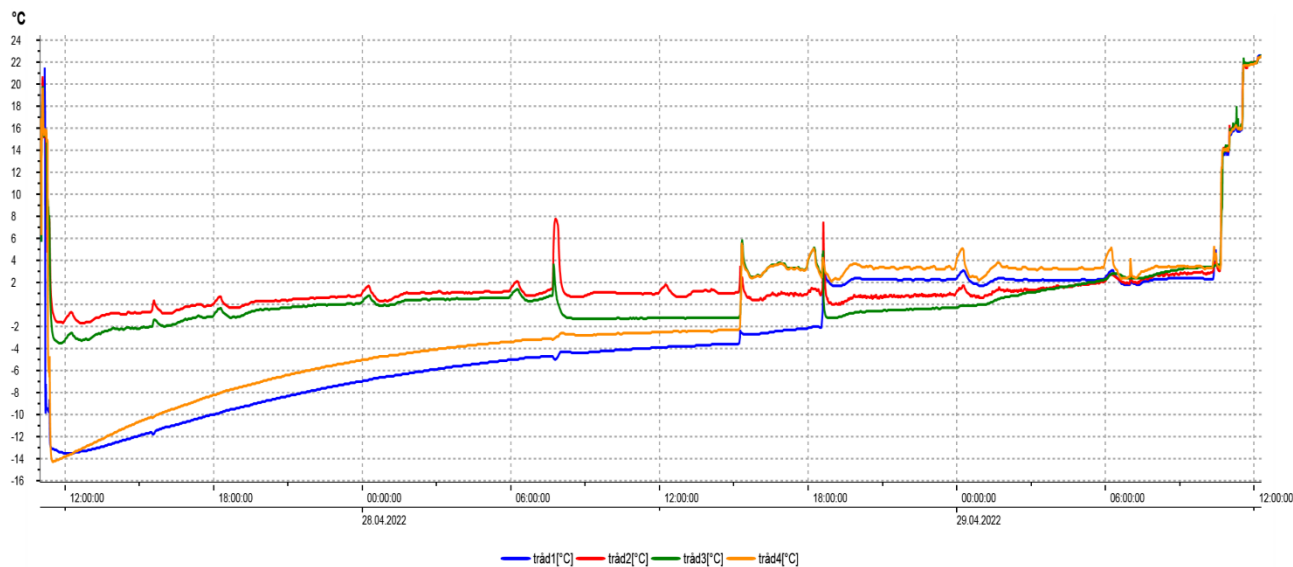
For å imitere etablert tinemetode ble forbrukerpakninger med loins tint i lukkede kartonger. Kartongene ble stablet i tårn med sju kartonger i hvert tårn og fire tårn pr palle (Figur 5). Siden vi kun hadde to kartonger med fisk, ble de andre kartongene fylt med is for å få lav nok temperatur i pallen.



Figur 5: Figuren viser tining der etablert metode ble imitert. Sju kartonger ble stablet i fire tårn på en palle (til venstre i figuren). Tiningen foregikk på denne måten i to og et halvt døgn før eskene med fisk ble åpnet og tint i reol (til høyre i figuren).

Tiningen foregikk på kjølerom ved $3,3 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ over tre døgn. De siste 12 timene ble imidlertid loinsene tint ved å åpne kartongen og plassere den i reol på kjølerom. Dette var et avvik fra etablert metode der hele tineforløpet foregår i tårn på pall over tre døgn, men der siste del av tiningen foregår under transport. Etter to og et halvt døgn ved tining i tårn ble det imidlertid observert at fisken var lite tint og vi måtte derfor fremskynde prosessen av praktiske årsaker. Ved analysetidspunkt (sensorisk analyse) hadde loinsene en temperatur på mellom $-0,9$ og $+9^{\circ}\text{C}$. Den store variasjonen i temperatur skyldes mest sannsynlig at noen loins var små og det var lite volum pr pakke, mens andre var store. I tillegg foregikk tiningen i kartong og de som lå i midten hadde lavere temperatur enn de som lå i topp og bunn av kartongen.

For å logge temperaturforløpet i omgivelsene gjennom tiningen ble en kartong utrustet med 4 termotråder (testo 174 T4 med type K tråd, nøyaktighet $\pm 0,3\text{K}$) i topp, bunn og på hver side. Trådene var programmert til å registrere målinger hvert 60. sekund.



Figur 6: Figuren viser resultatene fra logging av temperatur i omgivelsene i kartongen for etablert metode. Fire termotråder (testo 174 T4 med type K tråd, nøyaktighet $\pm 0,3K$) var plassert på følgende plasser: bunn (tråd 1), topp (tråd 4), hver side (tråd 2 og 3).

I den alternative tinemetoden ble loinsene tint i tineskap med sirkulasjon (Figur 7). I tinetesten ble to kartonger, uten lokk, plassert på hver sin hylle i tineskapet. En bordvifte ble plassert i bunn av tineskapet for å øke luftsirkulasjonen, noe som antas å øke tinehastigheten. Tineprosedyren var som følger:

- 12 timer i 18 °C, hvorav første 6 timer med bordvifte påslått
- 35,5 timer i 4 °C

Total tinetid var dermed 47,5 timer.



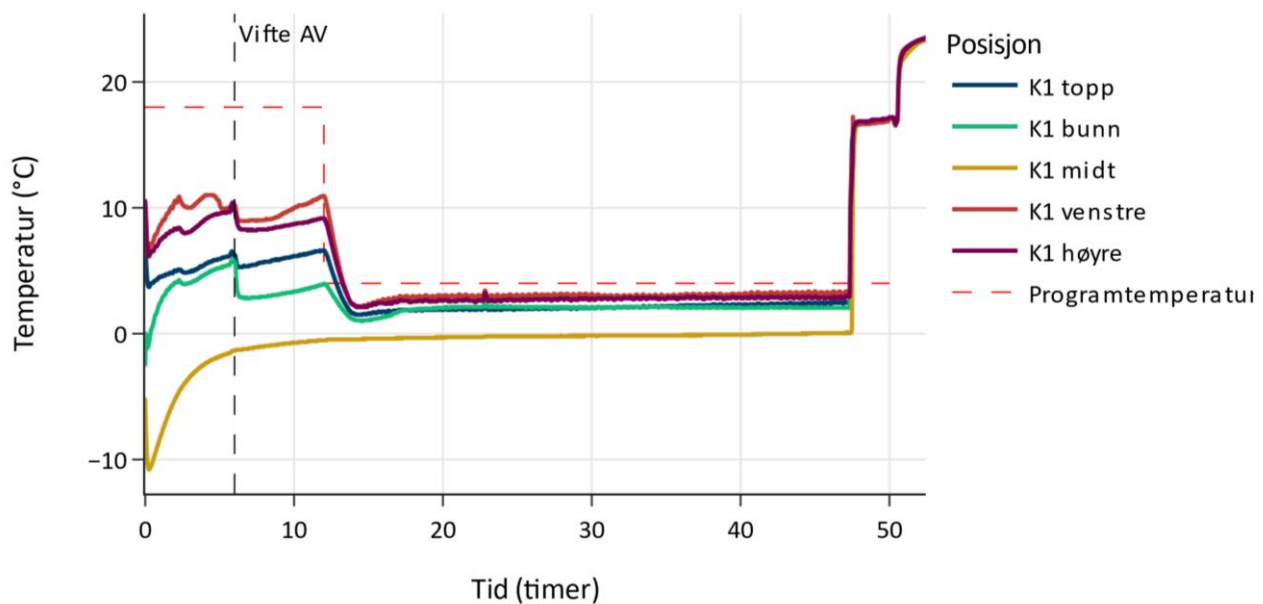
Figur 7: Figuren viser tineskapet benyttet i alternativ tinemetode

For å logge temperaturforløpet gjennom tiningen var knapper og tråder programmert til å registrere målinger hvert 60. sekund. Hver kartong utrustet med 5 knapper (iButton, DSL1022L, oppløsning 0,0625K, nøyaktighet $\pm 0,5K$) og 4 termotråder (testo 174 T4 med type K tråd, nøyaktighet $\pm 0,3K$) på følgende plasser:

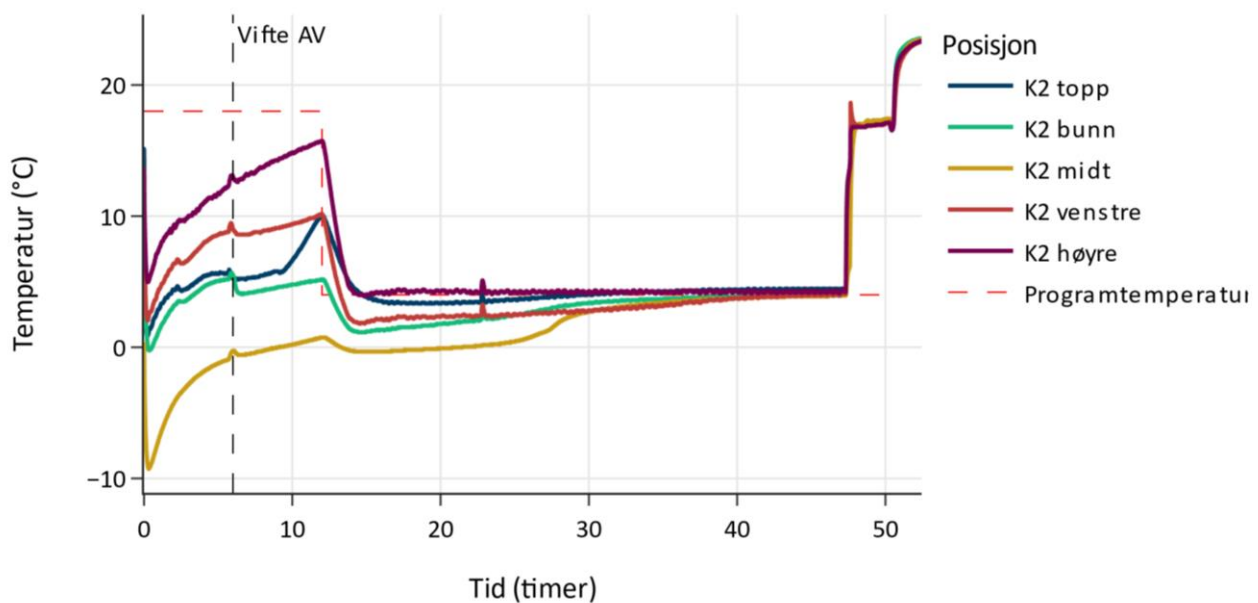
- Topp (tråd & knapp)
- Bunn (tråd & knapp)
- Venstre (tråd & knapp)
- Høyre (tråd & knapp)
- Midt (knapp)

Ved analysetidspunktet for loins tint ved alternativ metode hadde loinsene en temperatur $>4^{\circ}C$, noe som indikerer at tiningen nok var ferdig raskere enn det programmet var innstilt på. Ingen av loggerne registrerer sann kjernetemperatur i fisken, men målingene (Figur 8) indikerer at tiningen mest sannsynlig var fullført et sted mellom 6 og 12 timer. Dette ble også registrert med å fysisk kjenne på pakningene underveis tiningen. Loinsene ble tint i to ulike kartonger, kartong 1 og kartong 2. I kartong 1 var det en blanding av pakninger med fisk og ferskvannsis, mens det i kartong 2 var kun fisk.

Kartong 1



Kartong 2



Figur 8: Kurvene viser temperaturutvikling på knappeloggerne gjennom tineforløpet, inkludert programmert tid-temperatur (stiplet rød) og markering for når vifte ble avslått for alternativ tinemetode. Ingen av loggerne registrerer sann kjernetemperatur i fisken, men målingene indikerer at tiningen mest sannsynlig var fullført et sted mellom 6 og 12 timer. Dette ble også registrert med å fysisk kjenne på pakningene underveis tiningen. Unntaket fra trenden var at kartong 1, som i tillegg bestod av pakker med ferskvanns-is, var at disse ikke var ferdigtint ved uttakstidspunktet. Logger K1 midt registrerer mest sannsynlig denne temperaturen.

3.4.2 Analytiske prosedyrer

De samme analytiske prosedyrene ble benyttet i lagringsstudien og i tinetestene. I tillegg ble 12 loins vurdert sensorisk før pakking.

Kjemisk sammensetning

Vanninnholdet/tørrstoff og askeinnholdet ble analysert som beskrevet i NMKL 23 – metoden «vatten och aska. Gravimetrisk bestämning i kött och köttvaror» (NMKL Nr. 23, 1991). Det ble analysert fire ulike loins med fire paralleller for hvert uttak. Prøvene fra vannanalysen ble videre benyttet til å bestemme askeinnholdet.

Drypptap

For loinsene i lagringsstudien ble drypptapet (%) bestemt ved å veie loinsene før pakking. På hver uttaksdag ble loinsene veid på nytt etter å ha ligget på et filterpapir (Whatman filter no 4). Drypptapet er bestemt som:

$$\text{Drypptap} = \frac{\text{startvekt loins} - \text{sluttvekt loins}}{\text{startvekt loins}} * 100\%$$

For de ekstra loinsene som inngikk i tinetestene ble drypptapet (%) bestemt ved å veie pakningene før åpning. I tillegg ble tom emballasje (n=10) veid for å beregne startvekten av loinsene. På hver uttaksdag ble loinsene veid etter å ha ligget på et filterpapir (Whatman filter no 4). I tillegg ble vekten på emballasjen og drypptapet registrert. Drypptapet ble målt på 10 loins for hvert uttak.

$$\text{Drypptap} = \frac{(\text{startvekt av pakning med produkt} - \text{vekt av tom emballasje}) - \text{sluttvekt loins}}{(\text{startvekt av pakning med produkt} - \text{vekt av tom emballasje})} * 100\%$$

pH

pH ble målt i loinsene ved hjelp av en pH-meter (WTW, pH3110). pH ble målt i nakkesiden av loinsen på 10 loins ved hver uttaksdag.

Sensorisk vurdering

Den sensoriske vurderingen av de 12 loinsene før pakking ble gjennomført av to semi-trente dommere. Denne vurderingen ble foretatt mens loinsene lå på et bord i produksjonslokalene til industripartneren i prosjektet. Den sensoriske vurderingen i lagringsstudien og tinetesten ble gjennomført av tre semi-trente dommere ved hvert uttak. 12 rå loins ble vurdert ved hvert uttak. Alle dommerne vurderte hver prøve individuelt i tilfeldig rekkefølge mens loinsene lå på et brett. Prøvene ble hentet fra kjølerom (3,3°C), rett før testen startet.

De sensoriske egenskapene ble vurdert i henhold til skjema gitt i Tabell 3. For å utarbeide skjema ble det hentet erfaringer fra tidligere studier (Roiha et al., 2018; Uglem et al., 2021; Uglem et al., 2022).

Tabell 3: Tabellen viser vurderingsskjemaet som ble benyttet for den sensoriske vurderingen av ferske loins og i lagrings- og tinstudien

Parameter	Beskrivelse	Skala	Svar
Utseende pakning	Delikat, ønsker å kjøpe produktet	0	
	Produktet har kvalitetsfeil, men ønsker å kjøpe det	1	
	Udelikat, ønsker ikke å kjøpe produktet	2	
Produkt i pakke, væskeslipp	Ingen	0	
	Noe	1	
	Betydelig	2	
Produkt i pakke, farge	Perlemorfarget	0	
	Hvit	1	
	Gul	2	
	Misfarget	3	
Tekstur	Fast	0	
	Fingertrykk forsvinner	1	
	Myk, ingen spenst	2	
Farge 1, glans	Skinnende, blank	0	
	Matt	1	
	Svært matt	2	
Farge 2, filetfarge	Perlemorfarget	0	
	Hvit	1	
	Gul	2	
	Rødrosa, blod i årer	4	
	Brun	5	
Lukt	Frisk, tang, metallisk	0	
	Luktfri	1	
	Fiskelukt, begynnende tinelukt	2	
	Lukt av tint fisk, sur, begynnende ammoniakk	3	
	Sterk ammoniakklukt, rått	4	
Gaping	Ingen gaping	0	
	Gaping <20%, små spalter	1	
	Gaping <20%, store spalter	2	
	Gaping, 25 – 75% av loinsen, små spalter	3	
	Gaping, 25 – 75% av loinsen, store spalter	4	
	Dype spalter eller gaping i mer enn 75% av loinsen	5	
Feil knyttet til prosessering	Ingen	0	
	Noe	1	
	Betydelig	2	
	Beskrivelse		

Parameterne ble summert opp til en totalscore (0 – 18) som er benyttet ved sammenligning mellom gruppene. Totalscoren representerer en kvalitetsindeks, og gir en indikasjon av lagringstid og gjenværende holdbarhet. 0 indikerer ingen tap av kvalitet. Dess høyere score, dess lavere har dommerne vurdert den sensoriske kvaliteten ved uttakstidspunktet.

Mikrobiologi

Ved hvert uttak ble tre loins analysert for totalkim og H₂S-produserende bakterier (NMKL 184) ved eksternt laboratorium (Nemko Norlab). I tillegg til å analysere hele loins ble det tatt svaberprøver av overflaten av et utvalg av loinsene (n= 6) i tinetesten ved dag 0 og dag 12.

Totalt flyktig nitrogen

Ved hvert uttak ble tre loins analysert for totalt flyktig nitrogen (TVN) (AOAC 920.03) ved eksternt laboratorium (Nemko Norlab).

Forbrukertest

Forbrukeraksept av brosmeloins ble vurdert av et smakspanel bestående av 12 deltakere på dag 0 rett etter tining. Deltakerne var vilkårlig valgt, for å representere potensielle forbrukere. Loins av brosme ble delt i porsjonsstykker og dampet i en steamovn til de var gjennomstekt (70°C). Paneldeltakerne ble presentert for hvert sitt porsjonsstykke og deretter utførte de en smakstest av fisken etter ulike kriterier. Smak, lukt, utseende, appetittlighet og totalscore ble vurdert på en skala fra 1 - 5, der 5 var høyest mulig rangering. I tillegg ble panelet bedt om å beskrive hva de syns fisken smakte.



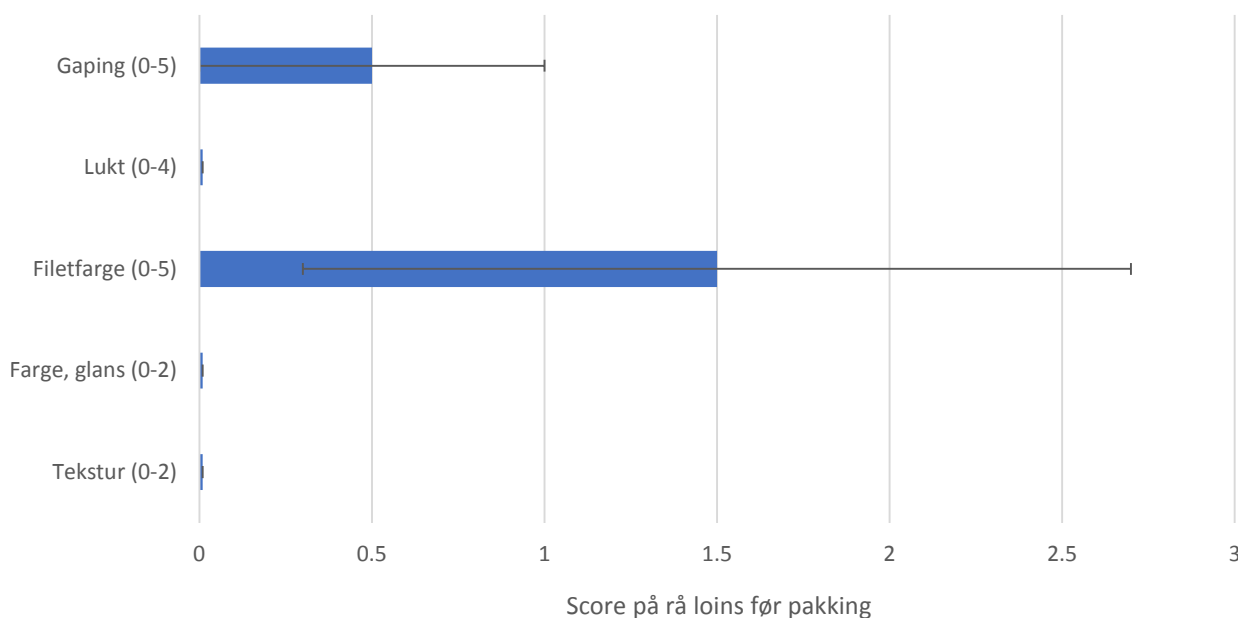
Figur 9: Figuren viser varmebehandlede porsjonsstykker av brosme

3.5 Statistikk

SPSS versjon 27 og Microsoft Excel ble brukt for dataprosessering, grafisk representasjon av resultater og statistiske analyser. I figurer og tabeller er gjennomsnittsverdier med standardavvik gitt, om ikke annet er angitt. Antallet prøver som danner grunnlaget for beregning av gjennomsnitt og standardavvik er gitt i figurene og tabellene. ANOVA ble benyttet for å vurdere om det var signifikante forskjeller for ulike parametere ved ulike uttakstidspunkt og mellom de to tinemetodene. Nivå for signifikans ble satt til $p < 0,05$. Regresjonsanalyser ble benyttet for å studere sammenhenger mellom ulike parametere. Det ble ikke observert noen systematiske signifikante forskjeller mellom fisk fra de to fangstdatoene så de er slått sammen i analysene.

4 RESULTATER OG DISKUSJON

Kvaliteten på loinsene før pakking ble vurdert som svært god. Det var kun for gaping og filetfarge at dommerne observerte kvalitetsavvik (Figur 10).



Figur 10: Figuren viser gjennomsnittlig totalscore og standardavvik for loinsene (n=12) før pakking



Figur 11: Figuren viser et eksempel på rødfarge i fileten og blod i årer og prosesseringsfeil

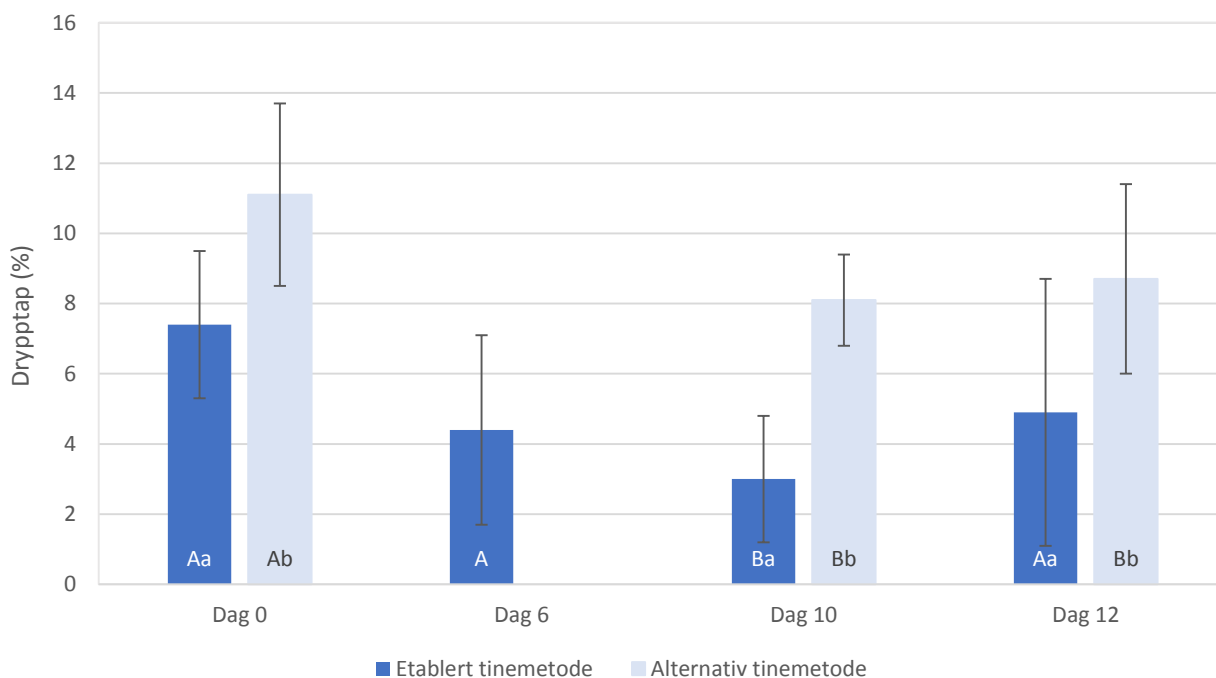
Av de 12 loinsene som ble vurdert før pakking, ble det observert at fargen var rødrosa eller at det var blod i årer for to av loinsene. Det er mulig disse loinsene hadde blitt nedklassifisert under normal produksjon, men siden vi i dette forsøket benyttet de samme råvarene som i utbyttmålingene, ble de inkludert. All belastning på fisken under fangst og etter ombord-taking før den bløgges, bidrar til dårlig blodtapping og rød filet (Tobiassen et al., 2018). I kommersielt fiskeri kommer noe av blodet i fileten fra stress og kvelning under fangst, men mye kan også knyttes direkte til forsinket og dårlig blodtømming, etter at fisken er kommet om bord.

Råvarene som inngikk i forsøket, var fangstet dagen før prosessering og dette kan forklare at dommerne vurderte kvaliteten som svært god. Det ble observert prosesseringsfeil i en av loinsene (Figur 11). Denne feilen kan skyldes avrivning i forbindelse med filetering eller kan skyldes håndtering av loinsene i forbindelse med analyser i utbyttestorsøket. Det ble ikke observert at noe av fisken var i rigor ved fileteringstidspunktet.

Gaping i form av små spalter ble observert i 50 % av loinsene før pakking. Dette var noe overraskende siden tidlig filetering gjerne er assosiert med mindre grad av filetspalting (Ageeva et al., 2018). Konsistensen på fisken ble oppfattet som om den ikke helt hadde "satt seg" da loinsene ble vurdert. En forklaring kan derfor være at strukturen i fisken lignet gaping og ble rapportert som dette. Råvarene som inngikk i forsøket, var fangstet dagen før prosessering og dette kan ha påvirket resultatet. Etter frysing og tining vurderte dommerne de samme loinsene til å ha mindre grad av gaping (resultater ikke vist).

Produktene i denne studien ble tint på to ulike måter. En etablert tinemetode der tiningen foregikk langsomt over tre døgn ved $3,3\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ og en hurtigere tinemetode der det ble benyttet høy temperatur og høy luftsirkulasjon de første 12 timene for så å fortsette tiningen ved 4°C i ett døgn til. Selv om ingen av loggerne registrerte kjernetemperatur i fisken, indikerte målingene og observasjoner av pakningene at tiningen mest sannsynlig var fullført et sted mellom 6 og 12 timer ved bruk av alternativ tinemetode. Tidligere studier har vist at hurtig tining gir best resultat og at langsom tining, som gir suboptimal, langsom varmeoverføring kan gi dårligere produktkvalitet (Svendsen et al., 2022). I denne studien ble det observert at alternativ tinemetode hadde signifikant høyere drypptap for alle uttaksdager ($p<0,01$) (Figur 12). Det ble videre observert høyere verdier for totalt kimtall i starten av lagringsperioden og at luktutviklingen var mer markant.

Vannbindingsevne, evnen til å holde på fritt bundet vann når produktet blir utsatt for en ytre kraft (Lynum, 1997), er en viktig kvalitetsparameter for fisk. Når proteinstrukturen endres, slik at proteinene ikke lenger klarer å holde på det fritt bundne vannet, som for eksempel ved frysing, kan noe av væsken lekke ut som drypptap. Drypptapet etter tining (dag 0) og kjølelagring opptil 12 dager for de to ulike tinemetodene er vist i Figur 12.



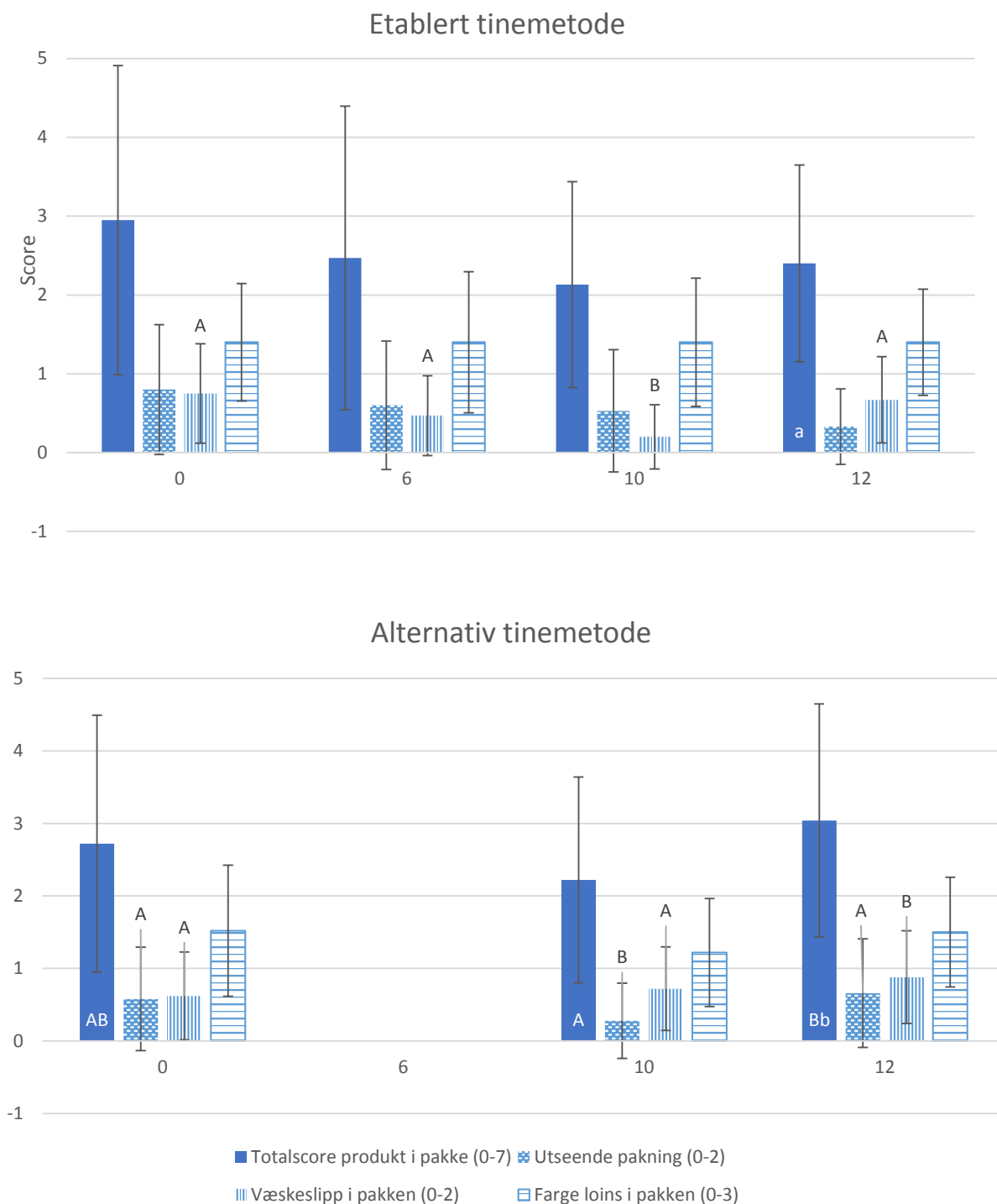
Figur 12: Figuren viser drypptap (%) for de ulike tinemetodene og uttaksdagene (n=10). Ulike store bokstaver (A, B, C) viser signifikante forskjeller mellom uttaksdagene ($p < 0,05$), mens ulike små bokstaver viser signifikante forskjeller for tinemetode på aktuell uttaksdag. På dag 6 ble det kun gjennomført analyser for etablert tinemetode.

Noe overraskende ble det observert at drypptapet var høyest på dag 0 for begge tinemetodene. Drypptapet var signifikant høyere på dag 0 ($7,4 \pm 2,1\%$) sammenlignet med dag 10 ($3 \pm 1,8\%$) ($p < 0,05$) for etablert tinemetode og signifikant høyere på dag 0 ($11,1 \pm 2,6\%$) sammenlignet med dag 10 ($8,1 \pm 1,3\%$) og dag 12 ($8,7 \pm 2,7\%$) for alternativ tinemetode ($p < 0,01$). Resultatene samsvarer ikke med studier på blant annet torsk, som har vist at drypptapet er mer jevnt gjennom lagringstiden eller øker som funksjon av tid (Bøknæs et al., 2001; Jensen et al., 2010; Kristoffersen et al., 2007, Uglem et al., 2022). Endringen i drypptapet gjennom lagringstiden kan være knyttet til oppkonsentrering av salter som har påvirket vannbindingsevnen. Det ble observert at fisken virket fastere i konsistensen på dag 6 og 10 enn på dag 0 og dette ble også observert i de sensoriske testene (Tabell 4).

Andre studier har vist at frysing og fryselagring kan gi økt mengde drypptap og et tørrere produkt (Alizadeh et al., 2007; Dawson et al., 2018), men dette var ikke like tydelig i denne studien som i andre studier (Uglem et al., 2022), spesielt ikke for etablert tinemetode. Fryseindusert denaturering av produktene er mest utbredt dersom innfrysingen går sakte. Ved langsom innfrysing, vil det dannes store iskrystaller, mens dersom frysehastigheten er rask, vil det dannes mange små iskrystaller som fordeler seg jevnt i vevet og gir mindre skade (Dawson et al., 2018). Nedfrysingshastigheten var langsom i denne studien, men det ser ut til å være flere faktorer, som tinemetode, lagringstid og råvarene i seg selv som påvirker drypptapet i denne studien.

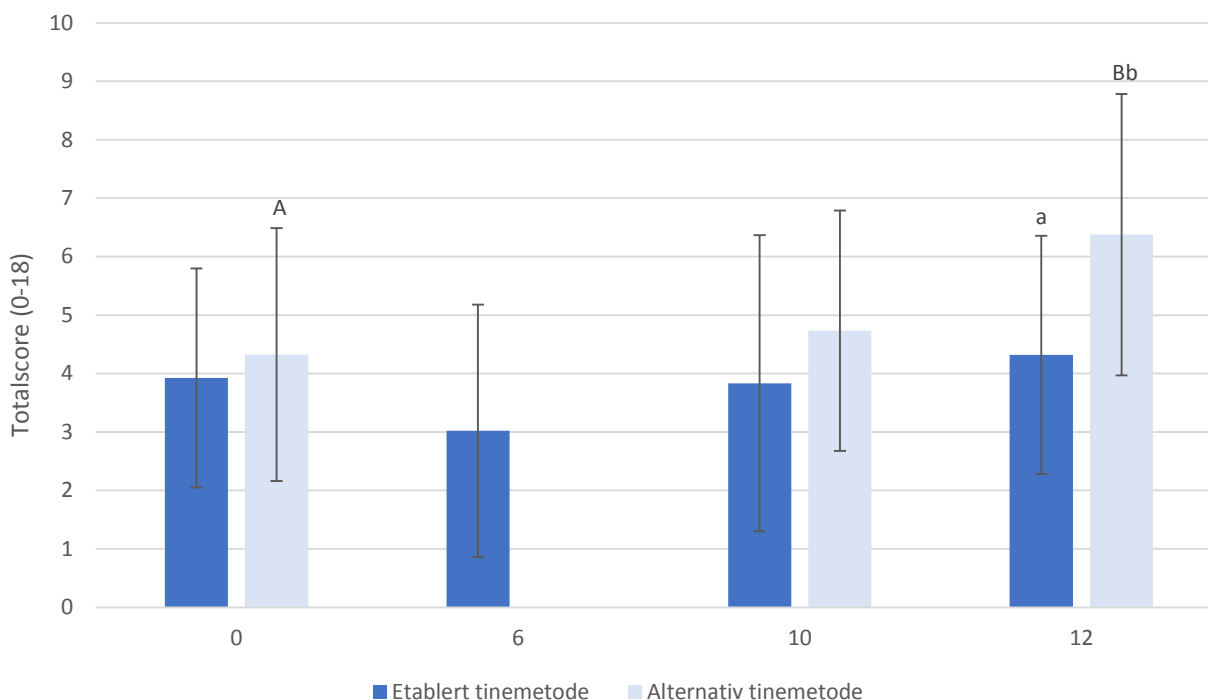
I denne studien inkluderte vi observasjoner knyttet til produkt i pakke. Synlighet av produktet i pakken er viktig for forbrukeropplevelsen av kvalitet (Hansen, 2016, Heide og Olsen, 2016). Produktets visuelle fremtoning i pakke, samt hvordan det oppleves når man åpner pakken, kan gi en indikasjon på hvordan forbruker oppfatter produktet i en kjøpsituasjon eller hjemme på kjøkkenet. For den etablerte tinemetoden endret kun oppfattelsen av mengden væskeslipp i pakken seg gjennom lagringstiden. På dag 10 ble det observert signifikant mindre væskeslipp i pakken sammenlignet med de andre dagene ($p < 0,05$). Dette

samsvarer med resultatene for drypptap, hvor det på dag 10 også ble registrert lavere drypptap enn på de andre dagene.



Figur 13: Figuren viser totalscore (0 – 7) for produkt i pakke (helfarget søyle) og score for hver parameter (mønstrede søyler) som inngår i totalscore (gjennomsnitt og standardavvik) for de ulike tinemetodene og uttaksdagene (n=10). Score 0 indikerer ingen tap av kvalitet. Dess høyere score, dess lavere har dommerne vurdert kvaliteten ved uttakstidspunktet. Ulike store bokstaver (A, B, C) viser signifikante forskjeller mellom uttaksdagene ($p < 0,05$), mens ulike små bokstaver viser signifikante forskjeller mellom tinemetode. På dag 6 ble det kun gjennomført analyser for etablert tinemetode.

Det var kun på siste uttaksdag at det ble observert forskjeller i totalscore knyttet til kvalitet på loinsene (Figur 14) mellom de to tinemetodene. På dag 12 hadde alternativ tinemetode signifikant høyere totalscore ($p < 0,05$), noe som indikerer lavere opplevd kvalitet både før åpning av pakken og ved kvalitetsvurdering av loinsene for denne tinemetoden på dette tidspunktet.



Figur 14: Figuren viser totalscore (0-18) for vurdering av rå loins (gjennomsnitt og standardavvik) for de ulike tinemetodene og uttaksdagene ($n=10$). Score 0 indikerer ingen tap av kvalitet. Dess høyere score, dess lavere har dommerne vurdert den sensoriske kvaliteten ved uttakstidspunktet. Ulike store bokstaver (A, B, C) viser signifikante forskjeller mellom uttaksdagene ($p < 0,05$), mens ulike små bokstaver viser signifikante forskjeller mellom tinemetode. På dag 6 ble det kun gjennomført analyser for etablert tinemetode.

Det ble ikke observert signifikante forskjeller i totalscore gjennom lagringstiden ved bruk av etablert tinemetode ($p > 0,05$). For alternativ tinemetode var det tydeligere at totalscore økte med tiden og det ble også observert signifikante forskjeller i totalscore mellom dag 0 og dag 12 ($p < 0,01$). En økning i totalscore indikerer at dommerne opplever at loinsene får dårligere kvalitet. Ved slutten av lagringstiden var det særlig egenskapene lukt og filetfarge som bidro til økte score for begge tinemetodene. Dommerne oppfattet at lukten endret seg fra "frisk, tang, metallisk" (score 0) til luktfri/begynnende fiskelukt (score 1-2) for loins tint etter etablert metode, og fra luktfri (score 1) til fiskelukt (score 2) for loins tint etter alternativ metode. Loinsene som ble tint ved høy temperatur i starten, hadde høyere score i starten og dommerne oppfattet lukten som mer intens mot slutten av lagringsperioden.

På flere av uttaksdagene og spesielt på dag 0, bidro filetfarge til å øke score for begge tinemetodene. Filetfargen ble i denne studien observert å være litt rødlig for noen av filetene (Figur 11). Dette er nok relatert til individvariasjoner og dårlig utblødning, og påvirker mest sannsynlig ikke holdbarheten til produktet. Det ble allikevel valgt å inkludere denne parameteren siden studien har hatt høyt fokus på hvordan forbruker oppfatter kvaliteten til produktet og rødfarget filet kan bidra til at forbruker vurderer kvaliteten lavere. I en studie av Hansen (2016) der forbrukere ble intervjuet om hvordan pakningselementer påvirker

forbrukeropplevelser og kjøpsintensjon til eksklusiv fersk torsk, ble det funnet at fiskekjøttet må være hvitt og uten blodflekker. Dette støttes av Brunsø m fl. (2009) som fant at utseende på et produkt er et viktig aspekt for forbrukerne.

Tabell 4: Tabellen viser score (gjennomsnitt og standardavvik) for de ulike kvalitetsattributtene for de ulike tinemetodene og uttaksdagene (n=10). På dag 6 ble det kun gjennomført analyser for etablert tinemetode.

Tinemetode	Kvalitetsparameter	Uttaksdag				P-verdi
		0	6	10	12	
Etablert	Tekstur (score 0-2)	0,6 ± 0,6	0,3 ± 0,5	0,3 ± 0,5	0,5 ± 0,6	P > 0,05
	Lukt (score 0-4)	0,0 ± 0,0	0,4 ± 0,6	0,5 ± 0,7	0,9 ± 0,7	P < 0,001
	Matthet (score 0-2)	0,7 ± 0,5	0,3 ± 0,5	0,7 ± 0,8	0,6 ± 0,5	P = 0,05
	Filetfarge (score 0-5)	2,4 ± 1,5	1,6 ± 1,3	2,0 ± 1,5	1,9 ± 1,2	P > 0,05
	Gaping (score 0-5)	0,3 ± 0,5	0,4 ± 0,9	0,3 ± 0,5	0,3 ± 0,5	P > 0,05
Alternativ	Tekstur (score 0-2)	0,8 ± 0,6		0,8 ± 0,7	1,2 ± 0,7	P < 0,001
	Lukt (score 0-4)	0,5 ± 0,6		1,4 ± 1,0	1,6 ± 0,8	P < 0,001
	Matthet (score 0-2)	0,7 ± 0,6		0,8 ± 0,4	1,0 ± 0,5	P < 0,001
	Filetfarge (score 0-5)	1,9 ± 1,4		1,5 ± 1,1	2,3 ± 1,5	P = 0,001
	Gaping (score 0-5)	0,4 ± 0,8		0,2 ± 0,4	0,3 ± 0,7	P > 0,05

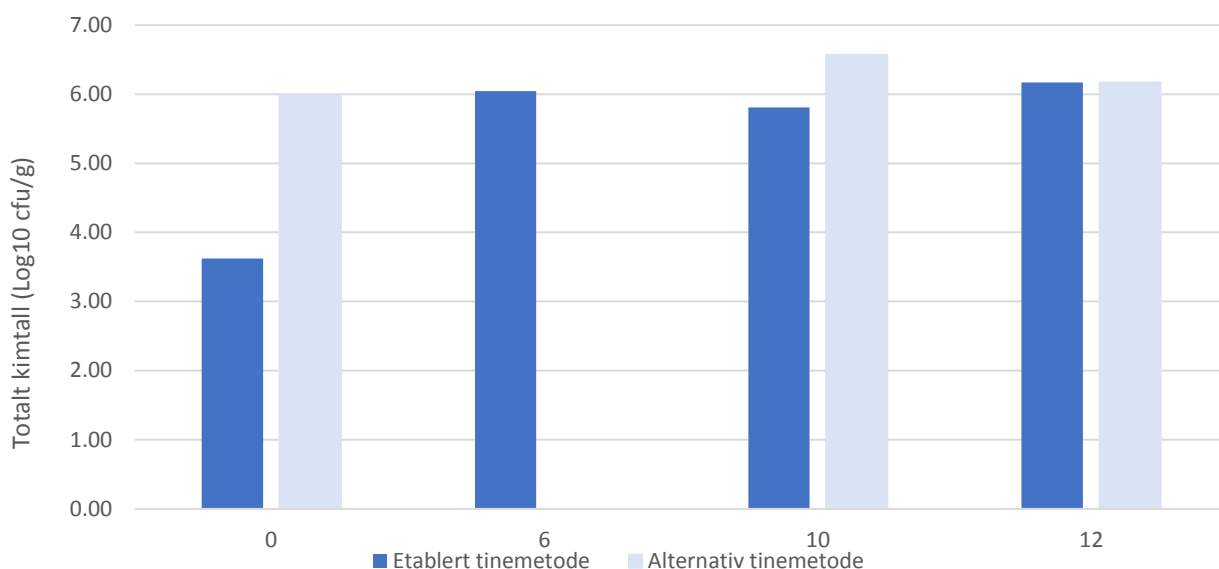
QIM som evaluering av sensorisk kvalitet har blitt brukt i flere studier av fiskekvalitet og holdbarhet siden den først ble introdusert i 1985. Metoden er artsavhengig og dessuten avhengig av et trent panel, som gjør sammenligning av resultat utfordrende. De fleste studiene som har tatt i bruk QIM er på hel fisk, som er det skjemaet ble laget for da det først kom. (Esteves & Aninibal, 2021). Det har ikke blitt funnet noen tidligere studier som bruker QIM på brosme eller andre arter i brosmefamilien, men det finnes flere eksempler på studier som har modifisert QIM-skjemaet spesifikt til filet og art. Eksempler er tilapia, røye, haimalle og gresskarpe (Cyprian et al., 2014; Thi et al., 2013; Bao, 2006; Zhu et al., 2012). Uglem et al. (2021) modifiserte også QIM-skjema til vurdering av loins fra laks. Mest sammenlignbart med denne studien er Bonilla (2007) sin versjon av QIM-skjema til torskefilet. Felles for alle de nevnte studiene er at QIM-score økte med lagringstid.

Vigneron og Johnson (2004) fremhever at ekstraordinær kvalitet, særegenhet og unikhhet er avgjørende for å etablere et nytt og vedvarende produkt. Brosme har i Norge vært solgt i enkelte ferskvaredisker i noen butikker, men har ikke vært tilgjengelig som loinsprodukter før nå. Ved introduksjon på markedet er det viktig at produktet har god kvalitet slik at det fører til gjenkjøp. Den sensoriske kvaliteten på loinsene ble vurdert som god gjennom hele lagringsperioden på 12 dager.

Kveis er tidligere rapportert som en utfordring på konvensjonelle produkter av brosme og har derfor blitt sett på som begrensende faktor når det kommer til bruk av brosme til filetprodukter. I rapporten "*Fersk linefanget brosme som råstoff til filetproduksjon. Teknologikartlegging og produksjonsforsøk*" ble kveis i råvarene kartlagt. Disse var lett synlige og enkle å fjerne, men siden forekomsten av kveis er forbundet med en viss risiko knyttet til mattrygghet, bør forebyggende tiltak, som å fryse fisken og å varmebehandle den før konsum, iverksettes. Produktene som ble undersøkt i denne studien var refresh-produkter og ved å benytte en slik produksjonsmetode reduseres risikoen knyttet til mattrygghet. Risikoen for redusert forbrukeraksept dersom det oppdages kveis i et konsumentprodukt er imidlertid fortsatt til stede. En større kartlegging av kveis i fileter og andre konsumentprodukter er et tema for videre forskning.

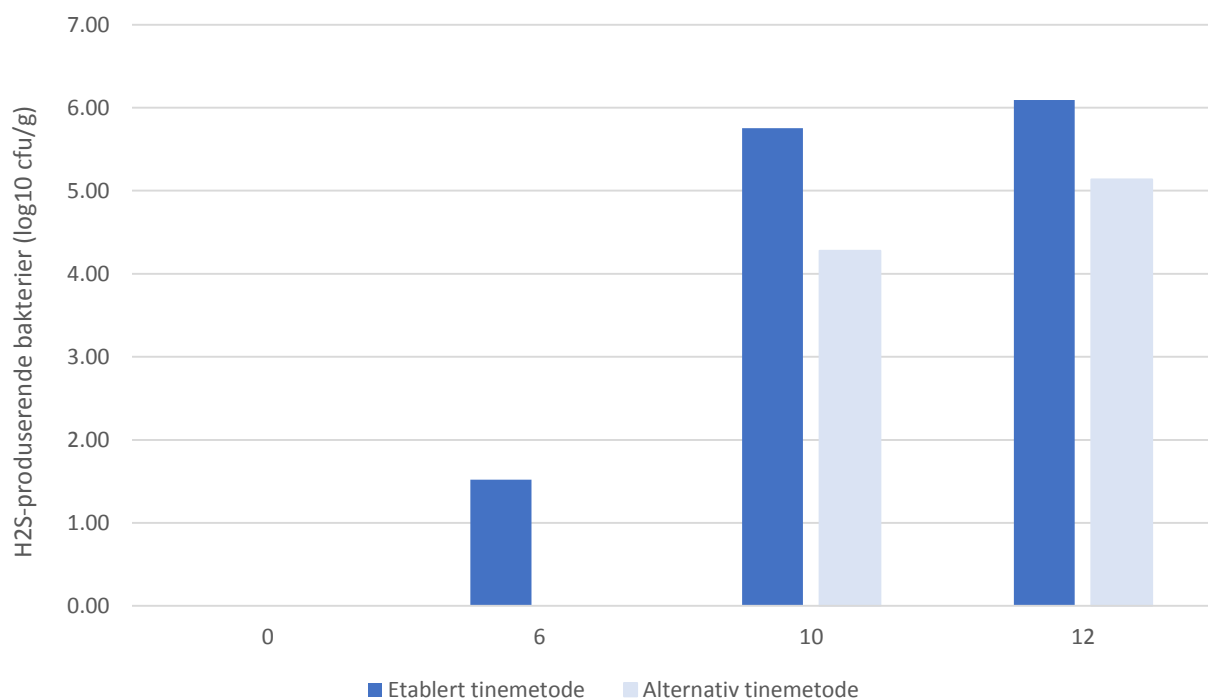
Det ble notert små prosesseringsfeil ved enkelte loins i begge tinemetodene. De fleste loinsene med observert feil ble beskrevet som "noe prosesseringsfeil" (score 1), og ingen av loinsene med feil ble enstemmig bedømt som "betydelig prosesseringsfeil" (score 2) av dommerne. De aller fleste prosesseringsfeilene handlet om opprivning langs skjærekant fra fileteringsprosessen, som gjorde at loinsene fikk en skjønnhetsfeil med avrevet utseende.

Resultatene for totalt kimtall og H₂S-produserende bakterier er gitt i Figur 15 og Figur 16. Som forventet sees en økning i både totalt kimtall og H₂S-produserende bakterier gjennom kjølelagringsperioden. På grunn av lavt antall paralleller (n=3), ble det ikke gjennomført statistikk basert på de mikrobiologiske analysene. I tillegg til den tilstedeværende mikrofloraen, vil håndtering og prosessering, samt temperatur påvirke den mikrobielle veksten og dermed holdbarheten (Bøknæs et al., 2000, 2001, 2002; Magnússon & Martinsdóttir, 1995). Som figur 15 viser, er det tydelig at den høye temperaturen i starten for den alternative tineprosedyren har påvirket den bakterielle veksten. Dette ser imidlertid ut til å ha utjevnet seg gjennom lagringstiden.



Figur 15. Figuren viser gjennomsnittlig utvikling av totalt kimtall gjennom lagringsforsøket på 12 dager (n=3). På dag 6 ble det kun gjennomført analyser for etablert tinemetode.

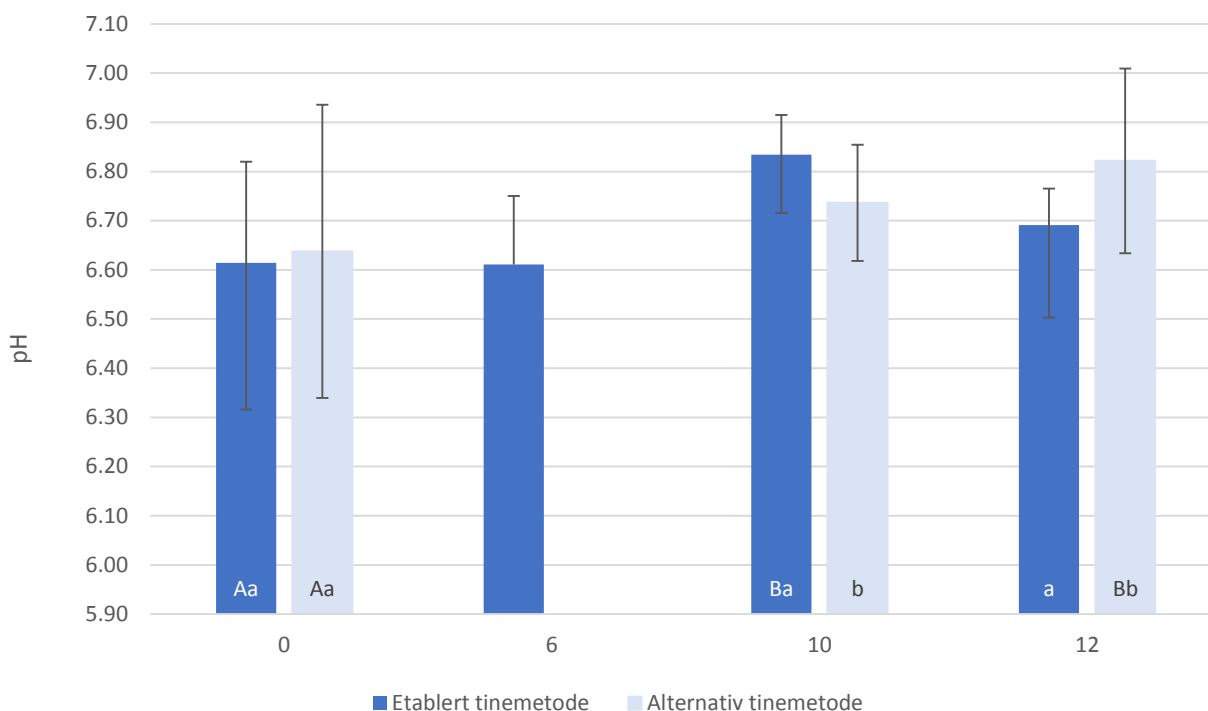
Siden den etablerte metoden innebærer tining i omgivelsesluft <4°C kan det stadfestes at overflatetemperaturen aldri vil overstige dette. For den alternative tineprosessen ble det derimot benyttet luft på 18°C med høy luftsirkulasjon og det var av mattrygghetsgrunner interessant å undersøke hvordan bakterieveksten ble påvirket av slik "aggressiv" tining. Av mattrygghetsgrunner er det ikke gunstig å oppbevare lett-bedervelige produkter ved temperaturer over 4°C (Næringsmiddelforskriften, 2021, §12). Tining i romtemperatur er en relativt vanlig metode hjemme hos forbruker (Benli, 2016; Balzan et al., 2014) og dette kan påvirke kvaliteten og mattryggheten til produktet.



Figur 16. Figuren viser gjennomsnittlig utvikling av H₂S-produserende bakterier gjennom lagringsforsøket på 12 dager (n=3). På dag 6 ble det kun gjennomført analyser for etablert tinemetode.

På kvalitetsforringet fisk vil det normalt bli isolert mellom 10^7 - 10^8 cfu/g fisk. Det ble ikke observert så høye kimtall ved noen av uttaksdagene eller for noen av tinemetodene i denne studien. Selv om et høyt kimtall ofte er relatert til et høyt antall spesifikke forringelsesbakterier som gir uønsket smak og lukt (Gram & Dalgaard, 2002; Gram og Huss, 1996, Serio et al., 2013), vil ikke alle bakteriene i mikrofloraen til et næringsmiddel bidra til forringelse (Gram et al., 1986). I denne studien ble det observert en økning i H₂S-produserende bakterier på dag 10 og dag 12 som korrelerer med økningen i totalt kimtall ($R^2=0,62$). De vanligste spesifikke forringelsesbakteriene i fisk og fiskeprodukter er *Shewanella putrefaciens*, *Photobacterium phosphoreum*, melkesyrebakterier og *Pseudomonas ssp.* (Rudi et al., 2004; Roiha et al., 2018). Disse bakteriene kan produsere illeluktende komponenter som for eksempel hydrogensulfid (H₂S), og dermed gjøre produktet lite attraktivt for konsumering (Serio et al., 2013; Gram & Dalgaard, 2002; Gram & Huss, 1996, 2000). Det ble observert at lukten gikk mer i retning av fiskelukt mot slutten av lagringstiden i denne studien, men produktet ble ikke bedømt som lite attraktivt av dommerne.

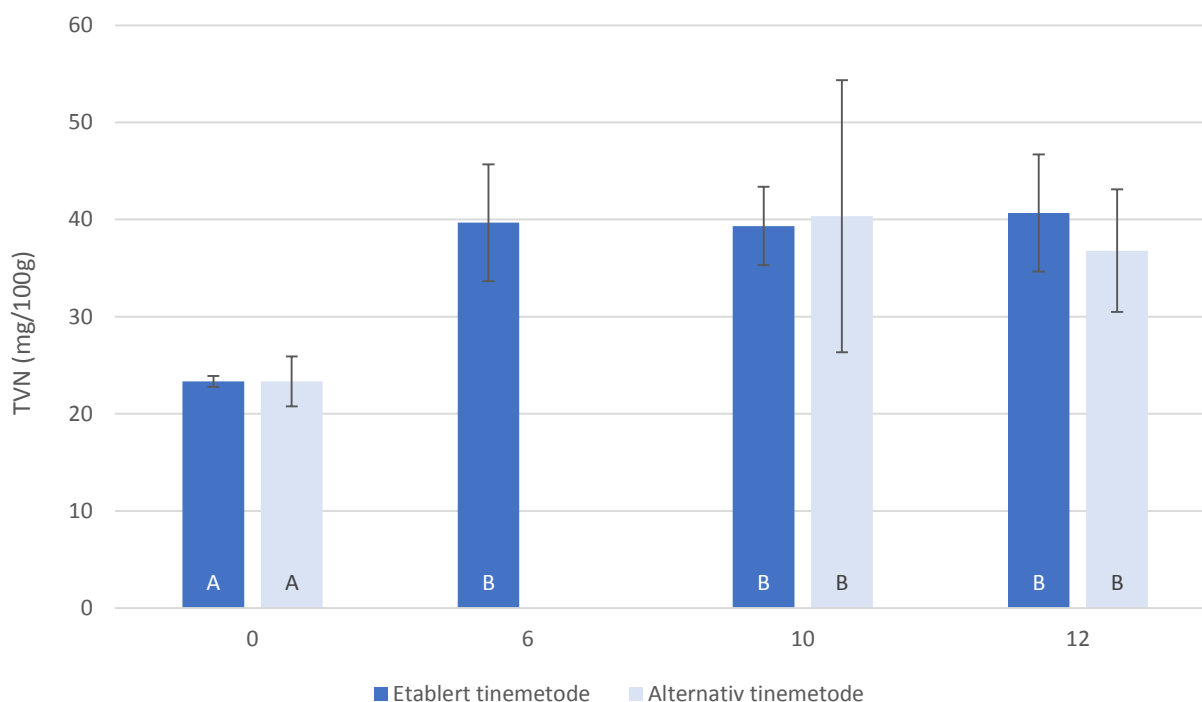
Økning i pH ved lagring har sammenheng med bakterievekst og frigjøring av basiske aminer. De flyktige nitrogenforbindelsene som dannes vil kunne øke pH når mengden blir stor nok. Totalt flyktig nitrogen benyttes ofte som en ferskhetsindikator og er det vi gjerne opplever som dårlig lukt. TVN består i hovedsak av TMA (trimetylamin) og ammoniakk (NH₃), og spesielt en økning i TMA på grunn av bakteriell omdanning fører til en økning i TVN (Lynum, 2007) som igjen kan gi en økning i pH. I denne studien ble det observert en signifikant økning i pH mellom dag 0 og dag 10 ved etablert tinemetode og mellom dag 0 og dag 12 for alternativ tinemetode ($p<0,05$) (Figur 17).



Figur 17: Figuren viser pH for de ulike tinemetodene og uttaksdagene ($n=10$). Ulike store bokstaver (A, B, C) viser signifikante forskjeller mellom uttaksdagene ($p<0,05$), mens ulike små bokstaver viser signifikante forskjeller for tinemetode på aktuell uttaksdag. På dag 6 ble det kun gjennomført analyser for etablert tinemetode.

Det ble videre observert en signifikant økning i totale flyktige nitrogenforbindelser (TVN) mellom dag 0 og de andre uttaksdagene for begge tinemetodene ($p<0,05$). Det ble observert en ikke-signifikant tilnærmet lineær sammenheng mellom pH og TVN ($R^2=0,003$, $p>0,05$) (resultater ikke vist).

Økningen i TVN gjennom lagringstiden viser samme utvikling som score for lukt. Innholdet av TVN holdt seg relativt stabilt fra dag seks og til dag 12 i lagringsstudien (Figur 18). Noe overraskende ble det observert en tendens til at TVN-innholdet ved dag 12 var høyere enn ved dag 10 for alternativ tinemetode, noe som ikke samsvarer med luktutviklingen. Det ble imidlertid kun analysert tre loins for TVN på hver uttaksdag, så resultatene er forbundet med en viss usikkerhet.

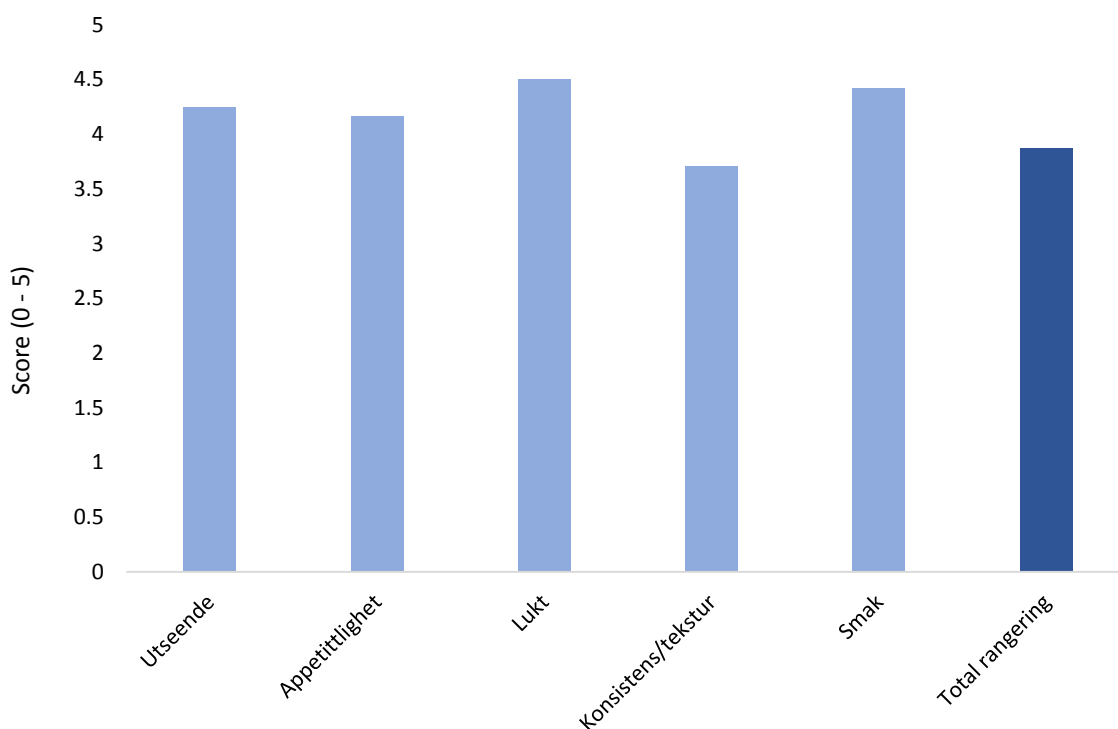


Figur 18: Figuren viser totalt flyktig nitrogen for de ulike tinemetodene og uttaksdagene ($n=3$). Ulike store bokstaver (A, B, C) viser signifikante forskjeller mellom uttaksdagene ($p<0,05$). Det ble ikke observert signifikante forskjeller mellom tinemetodene. På dag 6 ble det kun gjennomført analyser for etablert tinemetode.

Det er i tidligere studier vist at TVN-innholdet i brosme holdt seg ganske stabilt på 10 mg TVN/100 g muskel fram til dag 12 ved islagring av hel fisk (Eilertsen, 2009). I vår studie ble det observert et høyere startnivå av TVN (23,3 mg/100g). I tillegg økte nivået av TVN frem til dag seks (39,7 mg/100g) for deretter å holde seg ganske stabilt frem til dag 12 (40,67 mg/100g). Totalinnholdet av flyktige nitrogenforbindelser blir ofte benyttet som et mål for fiskens bedervelsesgrad (Akse et al, 2014). I studier på torsk er det sett en sammenheng mellom sensorisk nedklassifisering av fisken og TVN-verdier målt til over 35 mg/100 g (Sørensen, 2020). Det ble observert en sammenheng mellom økte score for lukt og utvikling av TVN også i denne studien, men fisken ble ikke vurdert som bedervet sensorisk selv ved verdier over 35 mg/100 g. Resultatene indikerer et behov for å finne frem til grenseverdier for totale flyktige nitrogenforbindelser for ulike arter og prosesseringsmetoder.

I smakstesten² der brosme ble varmebehandlet og testet i et forbrukerpanel, ble fisken svært godt mottatt (Figur 19). Tilbakemeldingene fra smakspanelet var generelt veldig gode. Samtlige i panelet opplevde lukten som behagelig; frisk, god og appetittvekkende. Smaken kom også godt ut, og gjentakende blant panelet var at brosmen hadde en mild og god fiskesmak. Én deltaker påpekte at fisken smakte litt lite.

² <https://gemini.no/2022/08/brosme-den-nye-torsken/>



Figur 19: Figuren viser resultater fra smakstest av brosmeloins. De lyseblå søylene viser resultatene fra vurdering av de ulike kriteriene, mens den mørkeblå søylen viser total rangering av produktet. I denne studien var 5 høyeste score og indikerer beste kvalitet.

Panelet syns fisken hadde en fin, hvit farge, at den så fast og fin ut, men noen syns også at fileten ble litt tett og kompakt. Konsistensen fikk den laveste rangeringen av panelet. Flere syns fisken var trå å tygge, og at fileten kjentes tørr. Likevel var flere også fornøyd med en fast, fin og delikat konsistens. Brosmen ble varmebehandlet ved damping i dampovn, og det er mulig produktet ble varmebehandlet for lenge og at dette kan ha påvirket konsistensen. Mer skånsom damping eller andre tilberedningsmetoder, for eksempel steking, er nok å anbefale for å oppnå fast, men ikke tørr konsistens. Fjørtoft med flere (2015) gjennomførte en noe lignende sensorisk evaluering på lange (*Molva molva*), en fisk som også er i brosmefamilien. Varmebehandlet biter av lange ble da vurdert etter farge, lukt, smak, saftighet og tekstur for fersk og frosset/tint fisk. Den største forskjellen mellom fersk og refreshed lange var konsistensen. Forbrukerne foretrakk refreshed lange på grunn av sin faste tekstur over fersk lange som ble beskrevet som løs/vassen. Studien gjennomførte også en forbrukertest på lange servert på restaurant, og her fikk både smak, tekstur og totalinntrykk høy score.

5 KONKLUSJON OG VIDERE ARBEID

Fersk brosme fra lineflåten har potensiale som filetprodukt. I denne studien ble det gjennomført en lagringsstudie for å dokumentere variasjon i kvalitet og holdbarhet for vakuumpakkede refresh-produkter av brosme gjennom en kjølelagringsperiode på 12 dager. Alle parametere tatt i betraktning, inkludert evaluering av sensorisk og mikrobiell kvalitet, er en holdbarhetstid for vakuumpakkede refresh-produkter av brosmeloins på 12 dager oppnåelig. God håndtering av råvare, hygienisk prosessering, rask innfrysing etter pakking, optimale prosedyrer for innfrysing og tining, samt riktig håndtering og lagring etter opptining, kan gi en helårsproduksjon av brosme, uten at det går på bekostning av kvaliteten til sluttproduktet. Fryst-tint produkter gir også fordeler ved at produktene kan foredles så ferske som mulig, fryses inn og fryselagres,

for så å tines i eller nært markedet når det er etterspørsel. Dette kan gi lavere transportkostnader og mindre matsvinn.

Det ble også gjennomført en forbrukertest av varmebehandlet brosme. Totalt sett var paneldeltakerne svært fornøyde med produktet. Flere hadde ikke smakt brosme før, og fikk øynene opp for en ny, mild hvitfisk. Flere mente også at brosmen var bedre på smak enn torsk, og de fleste av deltakerne hadde en god totalopplevelse, selv om noen mente at konsistensen var litt hard. Basert på besvarelsene fra smakstesten er det tydelig at det ligger et potensiale i brosme som en god middagsfisk. Andre tilberedningsmetoder og hvordan et større panel oppfatter kvaliteten før og etter tilberedning er også et tema for videre forskning. Ved introduksjon av nye produkter i markedet er blant annet kvalitet, ferskhet, pakningsdesign og pris viktige for at forbruker tester produktet og kjøper det igjen. Økt forståelse av hva som påvirker forbrukernes opplevelse og kjøpsintensjoner er et tema for videre forskning. Dette kan på sikt bidra til at refresh-produkter av ulike hvitfiskarter i større grad blir førstevalget hos forbrukere.

Kveis er tidligere rapportert som en utfordring på konvensjonelle produkter av brosme og har derfor blitt sett på som begrensende faktor når det kommer til bruk av brosme til filetprodukter. Siden forekomsten av kveis er forbundet med en viss risiko knyttet til mattrygghet, bør forebyggende tiltak, som å fryse fisken og å varmebehandle den før konsum, iverksettes. Produktene som ble undersøkt i denne studien var refresh-produkter og ved å benytte en slik produksjonsmetode reduseres risikoen knyttet til mattrygghet. Risikoen for redusert forbrukeraksept dersom det oppdages kveis i et konsumentprodukt er imidlertid fortsatt til stede. En større kartlegging av kveis i fileter og andre konsumentprodukter er et aktuelt tema for videre forskning.

To ulike tinemetoder ble testet i denne studien. Den alternative tinemetoden med høy temperatur og høy luftsirkulasjon påvirket kvaliteten negativt, og metoden var nok for aggressiv. Effekten av andre fryse- og tinemetoder eller produksjonsprosesser bør imidlertid undersøkes, i tillegg til ulike lagringstemperaturer etter tining. Valg av pakkemetode og emballasjemateriale er viktig med tanke på kvalitet og holdbarhet. Studier har vist at pakking i modifisert atmosfære kan forlenge holdbarheten på fersk fisk. Effekt av ulike pakkemetoder for å forlenge holdbarhet bør undersøkes i videre studier.

6 TAKK

Takk til Gunnar Klo AS og de som hjalp oss på produksjonsanlegget og la til rette for veldig gode arbeidsforhold når vi gjennomførte produksjonsforsøkene på Myre.

7 REFERANSER

- Ageeva, T. N., Olsen, R. L., Joensen, S., & Esaiassen, M. (2018). Quality aspects of fillet, loin and tail products made from live-stored feed-deprived Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) at different times post mortem. *LWT*, 97, 656–661.
- Akse, L., Olsen, S. H., Tobiassen, T. & Dahl, R. W. (2014). Kvalitet og holdbarhet fersk torsk. Effekt av restblod i muskelen og fjerning (børsting) av nakkeblod. Rapport 16/2014, Nofima.
- Alizadeh, E., Chapleau, N., de Lamballerie, M., & Le-Bail, A. (2007). Effect of different freezing processes on the microstructure of Atlantic salmon (*Salmo salar*) filets. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8(4), 493–499.
- Balzan, S., Fasolato, L., Cardazzo, B., Berti, G., & Novelli, E. (2014). Cold Chain and Consumers' Practices: Exploratory Results of Focus Group Interviews. *Italian Journal of Food Safety*, 3(4), 4516.

- Bao, H. N. D. (2006). QIM Method scores quality, shelf life of Pangasius fillets. *Global Aquaculture Advocate*, 9(6), 28–30.
- Batista, I. (2007). By-catch, underutilized species and underutilized fish parts as food Ingredients. In Shahidi, F. (ed.) *Maximising the Value of Marine By-Products* (pp. 171–195). Woodhead Publishing.
- Benli, H. (2016). Consumer Attitudes Toward Storing and Thawing Chicken and Effects of the Common Thawing Practices on Some Quality Characteristics of Frozen Chicken. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(1), 100.
- Bonilla, A. C., Sveinsdottir, K., Martinsdottir, E. (2007). Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. *Food Control*, 18(4), 352–358.
- Bøknæs, N., Jensen, K. N., Andersen, C. M., & Martens, H. (2002). Freshness assessment of thawed and chilled cod fillets packed in modified atmosphere using near-infrared spectroscopy. *LWT - Food Science and Technology*, 35(7), 628–634.
- Bøknæs, N., Østerberg, C., Nielsen, J., & Dalgaard, P. (2000). Influence of Freshness and Frozen Storage Temperature on Quality of Thawed Cod Fillets Stored in Modified Atmosphere Packaging. *LWT - Food Science and Technology*, 33(3), 244–248.
- Bøknæs, N., Østerberg, C., Sorensen, R., Nielsen, J., & Dalgaard, P. (2001). Effects of technological parameters and fishing ground on quality attributes of thawed, chilled cod fillets stored in modified atmosphere packaging. *LWT - Food Science and Technology*, 34(8), 513–520.
- Brunso, K., Verbeke, W., Olsen, S. O., & Jeppesen, L. F. (2009). Motives, barriers and quality evaluation in fish consumption situations: Exploring and comparing heavy and light users in Spain and Belgium. *British Food Journal*, 111(7), 699–716.
- Cyprian, O. O., Sveinsdóttir, K., Magnússon, H., Arason, S., Jóhannsson, R., & Martinsdóttir, E. (2014). Development of Quality Index Method (QIM) Scheme for Farmed Tilapia Fillets and Its Application in Shelf Life Study. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 23(3), 278–290.
- Dawson, P., Wesam, A.J., & Remington, N. (2018). Effect of freezing on the shelf life of Salmon. *International Journal of Food Science*. Article ID 1686121.
- Eilertsen, S. (2008). Islagring av torsk (*Gadus morhua*) og brosme (*Brosme brosme*). Mastergradsoppgave i fiskerifag, Institutt for marin bioteknologi, Universitetet i Tromsø.
- Erikson, U., Uglem, S., & Greiff, K. (2022). Freeze-Chilling of Whitefish: Effects of Capture, On-Board Processing, Freezing, Frozen Storage, Thawing, and Subsequent Chilled Storage-A Review. *Foods*, 10(11), 2661.
- Esteves, E., & Aníbal, J. (2021). Sensory evaluation of seafood freshness using the quality index method: A meta-analysis. *International Journal of Food Microbiology*, 337, 108934.
- Fiskeridirektoratet (2022). Tall og analyse: yrkesfiske. <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tall-og-analyse>
- Fjørtoft, K. L., Nystrand, B. T., Bjørkevoll, I., Jensen, S., Stave, R., & Uggedal, K. (2015). Produktkartlegging og differensieringsstrategier for ulike langeprodukter. Rapport MA 15-01, Møreforskning.

- Gram, L., & Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria - Problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(3), 262–266.
- Gram, L., & Huss, H. H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 121–137.
- Gram, L., & Huss, H. H. (2000). Fresh and processed fish and shellfish. In B. M. Lund, T. C. Baird-Parker, & G. Gould, W. (ed.) *The Microbiological Safety and Quality of Food* (pp. 472-506). Aspen Publishers.
- Hansen, I. K. (2016). Hvordan påvirker pakningselementer forbrukeropplevelser og kjøpsintensjon til eksklusiv fersk torsk. Masteroppgave i Ledelse, innovasjon og marked, Universitetet i Tromsø.
- Hedges, N. (2002). Maintaining the quality of frozen fish. In Bremner, H. A. (ed.), *Safety and Quality Issues in Fish Processing* (pp. 379–406). CRC Press, Woodhead Publishing Ltd.
- Heide, M., & Olsen, S. O. (2017). Influence of packaging attributes on consumer evaluation of fresh cod. *Food Quality and Preference*, 60, 9–18.
- Hurling, R., & McArthur, H. (1996). Thawing, refreezing and frozen storage effects on muscle functionality and sensory attributes of frozen cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science*, 61(6), 1289–1296.
- Jensen, L. H. S., Nielsen, J., Jørgensen, B. M., & Frosch, S. (2010). Cod and rainbow trout as freeze-chilled meal elements. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(3), 376–384.
- Kristoffersen, S., Vang, B., Larsen, R., & Olsen, R. L. (2007). Pre-rigor filleting and drip loss from fillets of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, 38(16), 1721-1731.
- Lynum, L (1997). Fisk som råstoff. Vigmostad & Bjørke. ISBN:9788251912549
- Magnússon, H., Martinsdóttir, E., 1995. Storage Quality of Fresh and Frozen-thawed Fish in Ice. *Journal of Food Science*, 60(2), 273–278.
- Miljødirektoratet (2022). Brosme i Norskehavet. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/hav-og-kyst/havindikatorer/norskehavet/fiskebestander/brosme-i-norskehavet/>
- NMKL Nr. 23 (1991). Vatten och aska. Gravimetrisk bestämning i kött och köttvaror. 3. utgave. Nordisk Metodikkomité for Næringsmidler.
- Næringsmiddelforskriften (2021). Forskrift om næringsmiddelhygiene (FOR-2021-10-29-3145). Hentet fra [https://lovdata.no/forskrift/2008-12-22-1623/\\$12](https://lovdata.no/forskrift/2008-12-22-1623/$12)
- Roiha I. S., Tveit, G. M., Backi, C., Jónsson, Á., Karlsdóttir, M., & Lunestad, B. T. (2018). Effects of controlled thawing media temperatures on quality and safety of pre-rigor frozen Atlantic cod (*Gadus morhua*). *LWT*, 90, 138-144.
- Rudi, K., Maugesten, T., Hannevik, S. E., & Nissen, H. (2004). Explorative Multivariate Analyses of 16S rRNA Gene Data from Microbial Communities in Modified-Atmosphere-Packed Salmon and Coalfish. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(8), 5010.
- Serio, A., Fusella, G. C., Chaves López, C., Sacchetti, G., & Paparella, A. (2014). A survey on bacteria isolated as hydrogen sulfide-producers from marine fish. *Food Control*, 39(1), 111–118.

- Svendsen, E. S., Widell, K., Tveit, G. M., Nordtvedt, T. S., Uglem, S., & Standal, I. B. (2022). Industrial methods of freezing, thawing and subsequent chilled storage of whitefish. *Journal of Food Engineering*, 315, 110803.
- Sørensen, J. S. (2020). Capture-based aquaculture of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in Greenland. Sustainable distribution of superchilled, frozen and refreshed products. Industrial PhD thesis, National Food Institute Technical University of Denmark & Royal Greenland Seafood A/S.
- Thi, T.T., Martinsdóttir, E., & Sveinsdóttir, K. (2013). Development of quality index method (QIM) scheme for Arctic charr fillets and application in shelf life study simulating sea and air transport. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 6(4), 180-192.
- Tobiassen, T., Hustad, A., Evensen, T. H., Ageeva, T. N., Martinsen, G., Joensen, S., Olsen, S. H., Heia, K., & Mejdell, C. (2018). Bedøvelse og bløgging av fisk om bord i fartøy – Faglig sluttrapport. Rapport 28/2018, Nofima.
- Uglem, S., Svendsen, E. S., Widell, K., Nordtvedt, T. S., Tveit, G. M., & Schei, M. (2021). Holdbart - Refresh-kjeder for laks. Rapportnummer 2021:01135, SINTEF.
- Uglem, S., Svendsen, E. S., Nordtvedt, T. S., Tveit, G. M., Widell, K., Schei, M., Greiff, K., Erikson, U. G., & Standal, I. B. (2022). Kartlegging og optimalisering av industrielle konsepter for refresh-produkter av hvitfisk. Rapportnummer 2022:00505, SINTEF.
- Vigneron, F., & Johnson, L. W. (2004). Measuring perceptions of brand luxury. *Journal of Brand Management*, 11(6), 484–506.
- Zhu, Z., Ruan, Z., Li, B., Meng, M., & Zeng, Q. (2012). Quality loss assessment of crisp grass carp (*Ctenopharyngodon idellus* C. et V.) fillets during ice storage. *Journal of food processing and preservation*, 37(3), 254-261.