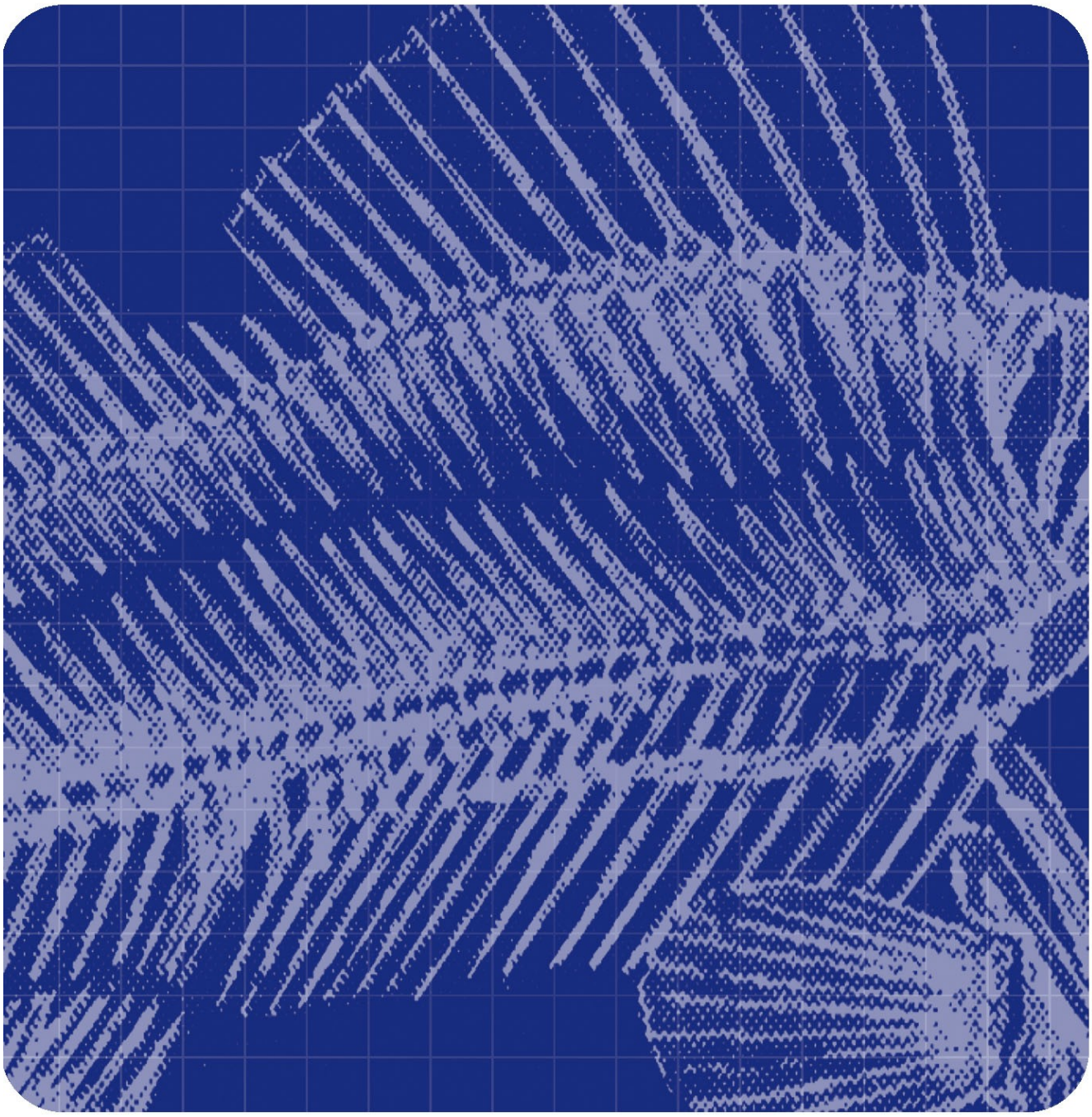
Fiskeriforskning

RAPPORT 23/2006 • Utgitt september 2006

Temperaturstyring ved produksjon av fersk filet - fra fangst til marked

Superkjøling - konsekvenser for holdbarhet og kvalitet under distribusjon og salg

Leif Akse, Sjúrður Joensen og Torbjørn Tobiassen (Fiskeriforskning), Peter Skøtt (Thorfisk AS)



Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.

Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen.
Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforsknings arbeid bidra til utvikling av
- etterspurt sjømat
- aktuelle oppdrettsarter
- bioteknologiske produkter
- teknologiske løsninger

for dermed å gi konkurransedyktige virksomheter.
Fiskeriforskning har ca. 170 ansatte fordelt på Tromsø (120) og Bergen (50). Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen. Norconserv i Stavanger med 30 ansatte er et datterselskap av Fiskeriforskning.

Hovedkontor Tromsø:
Muninbakken 9-13
Postboks 6122
N-9291 Tromsø
Telefon: 77 62 90 00
Telefaks: 77 62 91 00
E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:
Kjerreidviken 16
N-5141 Fyllingsdalen
Telefon: 55 50 12 00
Telefaks: 55 50 12 99
E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

Forord

Prosjektet er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), med FHS industri og eksport som oppdragsgiver og prosjektleder.

Prosjektstyring, produksjon av prøver, analyser og rapportering er utført i samarbeide mellom FHL-Filetforum, Aker Seafoods Finnmark AS, Thorfisk AS Grenaa, Fiskeriforskning og SINTEF-Energiforskning AS.

INNHOLD

1 Sammendrag 1

2 Innledning 3

2.1 Mål 4

3 Material og metode 5

3.1 Råstoff 5

3.2 Produksjon, distribusjon og ompakking 5

3.3 Temperaturmålinger 6

3.4 Holdbarhetsanalyser 6

3.4.1 Sensorisk vurdering 6

3.4.2 Total flyktig nitrogen (TVN) 7

3.4.3 Mikrobiologiske analyser 7

3.5 Vekttap (væskeslipp) 7

3.6 Statistisk databehandling 7

4 Resultater 8

4.1 Temperatur under produksjon, distribusjon og lagring 8

4.2 Holdbarhet 10

4.2.1 Sensorisk vurdering (Filetindeks) 10

4.2.2 Totalt flyktig nitrogen (TVN) 12

4.2.3 Mikrobiologi 13

4.3 Vektutvikling (drypptap) 15

4.3.1 Hele loins frem til ompakking i MAP 15

4.3.2 Drypptap etter ompakking i MAP 16

5 Diskusjon 18

5.1 Holdbarhet og kvalitet 18

5.1.1 Sensorisk kvalitet 18

5.1.2 TVN 19

5.1.3 Mikrobiologi 19

5.2 Vektutvikling (drypptap) 19

5.3 Temperatur 20

5.4 Netto pakkevekt 20

6 Referanser 21

1 Sammendrag

Rapporten presenterer resultatene fra et forsøk der torskeloins av 3 døgn gammelt trålråstoff ble superkjølt til utjevnet kjernetemperatur <-1 ˚C hos Aker Seafoods AS i Hammerfest og transportert med bil til Thorfisk AS, Grenaa i Danmark, der de ble kuttet i mindre stykninger, ompakket i modifisert atmosfære (MA) i konsumentforpakninger og lagret videre ved + 2 ˚C inn til holdbarhetstidens utløp. Som referanse ble tilsvarende ordinært iskjølte produkter produsert, distribuert, ompakket og kjølelagret.

Råstoffet til produksjon av superkjølte loins og iskjølte referanseprodukter hadde vært lagret på to ulike måter om bord på tråleren, enten iset i kasser eller kjølt ved lavere temperatur i større (400 l) kar.

Vurderingen av produktenes holdbarhetstid er basert på sensorisk kvalitet, innhold av totalt flyktig nitrogen (TVN) og mikrobiologisk kvalitet. Drypptap/væskeslipp under lagring er bestemt som vektreduksjon etter superkjøling/pakking.

Resultatene som er oppsummert i tabell 1 viser at:

- Superkjøling og distribusjon som superkjølt i 4 døgn til ompakking i MA, forlenget den total holdbarheten med 1 – 2 døgn, sammenlignet med iskjølte kontrollprodukter.

- Etter ompakking i modifisert atmosfære var det betydelig høyere drypptap fra produktene av superkjølte loins (6,7 %) enn fra de iskjølte produktene (2,2 %).

Tabell 1 Samlet oversikt over de viktigste resultatene med hensyn til holdbarhet, samt verdier for total flyktig nitrogen (TVN), mikrobiologi og drypptap på siste holdbarhetsdag.

		Etter fangst	Etter filetering	Etter MA-pakking
Produkter av **superkjølte** loins	Holdbarhet vurdert sensorisk (dager)	+14	+11	+7
	Holdbarhet basert på TVN (dager)	14	11	7
	Aerobt kimtall (log 10 CFU/g)		4,6	Dag 7 etter pakking i MA
	Photobactereum P. (log 10 CFU/g)		7,5	
	TVN siste holdbarhetsdag (mgN/100g)		31,8	
	Drypptap (%) etter ompakking i MA		6,7	
		Etter fangst	Etter filetering	Etter MA-pakking
Produkter av **iskjølte** loins	Holdbarhet vurdert sensorisk (dager)	12 – 13	9 – 10	5 - 6
	Holdbarhet basert på TVN (dager)	< 13	< 10	< 6
	Aerobt kimtall (log 10 CFU/g)		4,9	Dag 6 etter pakking i MA
	Photobactereum P. (log 10 CFU/g)		7,6	
	TVN siste holdbarhetsdag (mgN/100g)		44,4	
	Drypptap (%) etter ompakking i MA		2,2	

I tillegg til at superkjøling under distribusjon forlenget holdbarheten ble disse produktene også vurdert som kvalitetsmessig bedre (sensorisk og TVN-innhold) under hele lagringstiden etter ompakking i modifisert atmosfære, sammenlignet med MA-produkter av loins som hadde vært iskjølt under distribusjon.

Både loins og MA-produkter som var/hadde vært superkjølt var signifikant ($P<0,05$) mindre spaltet enn tilsvarende produkter som hadde vært vanlig kjølt hele tiden. Heller ikke her ble det funnet signifikante forskjeller avhengig av om råstoffet hadde vært lagret i kasser eller kar om bord på tråleren.

I forsøket ble det ikke avdekket signifikante forskjeller ($P<0,05$) i holdbarhet, drypptap, total flyktig nitrogen (TVN) eller mikrobiologisk kvalitet (aerobt kimtall og *Photobacteriun P.*), avhengig av om råstoffet hadde vært lagret i kasser eller kar om bord på tråleren.

Superkjølingen siktet mot utfrysingsgrad på ca 25 % i produktene. Selv ved pakking uten is i eskene var dette tilstrekkelig til å vedlikeholde stabil temperatur i produktene rundt -1˚C i mer enn 4 døgn under distribusjon og lagring frem til ompakking i modifisert atmosfære.

Høyest kjernetemperatur, ca 4,5 ºC, ble målt i loins i filetlinja. Herfra og ut var kjølingen god i alle prøvene, både superkjølte og iskjølte. Logging av temperaturen utenpå pallen under biltransport til Danmark viste god kjøling uten alvorlige brudd. Ved ompakking holdt også de iskjølte prøvene relativt lav temperatur, 0 ºC eller litt lavere, med rikelig is igjen i eskene.

Etter ompakking i modifisert atmosfære ble pakningene lagret i kjølerom som var justert til ca +2 ºC. I løpet av 2-3 døgn etter ompakking hadde temperaturen både i ”superkjølte” og ”iskjølte” prøver jevnet seg ut rundt eller litt over denne temperaturen. Dette simulerte på en god måte oppbevaring av produktene i kjøledisk i butikk, slik hensikten var.

En gevinst ved superkjøling av filetprodukter er at de kan pakkes uten is i eskene og at netto produktvekt pr. volumenhet dermed øker. Hvor mye dette kan utgjøre ble ikke dokumentert grundig i forsøket. Kontrollveging av noen esker viste imidlertid at netto produktvekt pr eske av superkjølte loins uten is i snitt var 6,4 kg +/-0,5 kg. Sammenlignet med netto produktvekt på 5 kilo + overvekt i vanlige filetesker med is, er det ≈20 % økning i produktvekten, noe som i praksis vil komme til uttrykk som lavere emballasjekostnader og reduserte transportkostnader pr kilo produkt.

2 Innledning

Kvalitet og holdbarhet er viktige stikkord for å lykkes med ferske filetprodukter i markedet. Norsk filet har en akseptabel kvalitet og eksporten av ferske filetprodukter har vist en pen vekst de siste årene. Flere bedrifter har valgt å satse ytterligere på ferske produkter av filet og det er derfor et mål for næringen, fra fangst til marked, å utvikle prosedyrer og kjølemetoder som sikrer kvaliteten under produksjon, distribusjon og salg til konsument. Superkjøling er her et interessant konsept.

Grunnet høyt innhold av ioner og metabolitter vil det meste av vannet i en fiskemuskel ikke fryse før temperaturen senkes til under ca ÷1,5 ºC. Dette betyr at fiskemuskel kan superkjøles til under 0 ºC uten at det oppstår cellesprenging som følge av krystalldannelse og punktering av cellevegger.

I et superkjølt produkt vil en andel av vannet foreligger i frosset tilstand. Torskeloins som er superkjølt vil være stiv og mindre fleksibel, sammenlignet med ordinært iskjølt loins. Gjennom slik superkjøling forventer man forlenget holdbarhet på fiskeprodukter som kjølelagres. I tillegg vil kuldereserver som magasineres i fiskemuskelen bidra til vedlikeholde lav temperatur under distribusjon og lagring, selv uten is i eskene. Det vil si at en større del av pakningsvolumet kan utnyttes til å øke netto produktvekt.

Lengre holdbarhet og reduserte fraktkostnader kan bidra til å redusere den ulempen som geografien representerer for norsk fiskeindustri. Tilgang på ferskt råstoff gir gode muligheter for produksjon av etterspurte ferske fiskeprodukter, men det er en betydelig utfordring at distribusjonstiden frem til sluttbruker blir lang.

Mange norske filetbedrifter vurderer det som lite hensiktsmessig selv å pakke og eksportere ferske filetprodukter i ferdige konsumentforpakninger. Den kanskje mest interessante varianten for norske produsenter er å teste ut superkjøling som metode ved frakt av fersk filet som ”halvfabrikata” til anlegg nærmere konsumentene, som utfører porsjonering, ompakking og distribusjon av produktene ut til detaljomsetning, gjerne emballert i modifisert atmosfære pakninger (MAP).

Tidligere forsøk med superkjøling av ferske filetprodukter av torsk har vist at en ved å senke temperaturen i produktene til ca -1 °C kan oppnå forlenget holdbarhet og bedre kvalitet (Akse et al. 2006, Olavsdottir et al. 2006).

Forsøk med superkjøling av torskeloins har dokumentert relativt høye drypptap fra disse produktene (Akse et al. 2005, Akse et al. 2006). Drypptapet forløp ikke jevnt under holdbarhetstiden, men inntraff konsentrert når isen i de superkjølte produktene tinte. Det er ønskelig å unngå høyt drypptapet som i uheldige tilfeller kan forårsake uakseptabelt mye væske i forbrukerpakninger. Drypptapet fra produktene under distribusjon i superkjølt tilstand og under kjølelagring etter ompakking i modifisert atmosfære (MA) ble undersøkt også i det forsøket som rapporteres her.

Det er tidligere gjort forsøk med bedre styring av temperaturen i råstoffet allerede under lagring ombord på tråler gjennom å kjøle sløyd fisk i kar ved ekstra lav temperatur. Det er tidligere vist at slik behandling av råstoff kan gi et bedre utgangspunkt for fersk distribusjon superkjølt eller iskjølt, sammenlignet med ordinær ising i kasser (Akse et al. 2006). Denne problemstillingen ble fulgt opp også i dette forsøket.

2.1 Mål

Dokumentere effekten av at torskeloins superkjøles og distribueres superkjølt, frem til kutting og pakking i modifisert atmosfære (MA) i forbrukerpakninger for salg i butikk.

- Dokumentere temperaturforløpet i kjølekjeden; fra sortert råstoff før filetering, via distribusjon og ompakking, til kjølelagring i MA forbrukerpakninger.

- Total holdbarhetstid for ferske MA-pakkede konsumprodukter av torskefilet, avhengig av om de er tilvirket av torskeloins som har vært superkjølt eller kjølt på vanlig måte.

- Drypptap/væskeslipp fra produktene gjennom kjølekjeden fra produksjon til salg.

- Undersøke om sluttproduktenes holdbarhet, kvalitet og drypptap ble påvirket av at råstoffet hadde vært iset i kasser om bord på tråler, eller kjølt i større kar ved lavere temperatur.

Prosjektet er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) og er utført i samarbeid av FHL-filetforum, Aker Seafoods Hammerfest AS, Thorfisk AS, Fiskeriforskning og SINTEF Energiforskning AS.

Prosjektet er gjennomført som småskala forsøk der råstoffbehandling, filetering, pakking, distribusjon (biltransport), kutting og pakking i forbrukerpakninger med modifisert atmosfære foregikk etter ordinære kommersielle rutiner og betingelser i produksjonslinjene til Aker Seafoods Hammerfest AS og Thorfisk AS, Grenaa, Danmark. Selve superkjølingen av torskeloins i Hammerfest ble utført etter mer eksperimentelle prosedyrer i bedriftens gyrofryser. Det samme er tilfelle for lagringen av konsumentforpakningene etter ompakking hos Thorfisk AS, som foregikk på et av bedriftens kjølerom under temperaturregime (≈2 ˚C) som skulle simulere tilsvarende oppbevaring av pakningene i kjøledisk ute i butikk.

Aker Seafoods Hammerfest AS og SINTEF Energiforskning AS hadde ansvar for produksjon og superkjøling av produktprøvene. Fiskerforskning og Thorfisk AS har utført alle målinger og analyser for å dokumentere kvaliteten og holdbarheten til produktene under produksjon, distribusjon fra Hammerfest til Grenaa og under lagring etter ompakking i MA konsumentforpakninger.

3 Material og metode

3.1 Råstoff

Råstoffet var torsk fisket med trål. Prøveproduksjonen ble utført 3 døgn etter fangst. Ombord på tråleren ble halvparten av råstoffet til forsøket lagret iset på ordinær måte i kasser, mens den andre halvparten ble lagret i kar kjølt med is til ekstra lav temperatur. Kvaliteten på råstoffet ble vurdert som god. Det er verd å nevne at råstoffet som ble lagret i kar ble fisket først og var dermed noen timer (6-12 timer) eldre enn råstoffet som ble iset i kasser ombord.

Råstoffet ble sortert etter landing og en størrelsesgruppe ble brukt til prøveproduksjonen. Etter sortering var det ikke signifikant forskjell i temperatur på råstoffet som hadde vært lagret henholdsvis i kar eller kasser ombord. Gjennomsnittlig temperatur i fisken som hadde vært kjølt i kar (n=10) var +0,8 °C (+/-0,5) og tilsvarende temperatur i fisken som hadde vært iset i kasser (n=10) var +0,5 ºC (+/-0,3).

3.2 Produksjon, distribusjon og ompakking

Loins til prøveproduksjonen ble tilvirket i bedriftens ordinære filetproduksjon. Superkjølingen ble utført i bedriftens gyrofryser i et kjøreregime basert på beregninger foretatt av SINTEF Energiforskning AS med hensyn til riktig kjøletemperatur og gjenomløpstid. Produktene som skulle superkjøles ble plukket ut direkte fra filetlinja. Det samme var tilfelle for de iskjølte referanseproduktene som ble pakket og iset på ordinær måte. Etter superkjøling ble produktene pakket uten is i 5 kilos filetesker. De iskjølte kontrollproduktene ble også pakket i 5 kilos esker og iset slik det er vanlig for denne produkttypen.

Følgende fire produktvarianter ble produsert og pakket:

1. Superkjølte loins av torsk som hadde vært kjølt i kar i 3 døgn etter fangst
2. Superkjølte loins av torsk som hadde vært iset i kasser i 3 døgn etter fangst
3. Iskjølte loins (kontroll) av torsk som hadde vært kjølt i kar i 3 døgn etter fangst
4. Iskjølte loins (kontroll) av torsk som hadde vært iset i kasser i 3 døgn etter fangst

Etter pakking ble fileteskene merket, palletert og sendt som ordinær kjølelast med bil til Thorfisk AS, Grenå i Danmark. Noen få prøver ble sendt med hurtigruten til Fiskeriforskning Tromsø men disse resultatene er ikke med i denne rapporten.

Hos Thorfisk AS, fire døgn etter produksjon i Hammerfest, ble prøvene fra hvert av de fire produktvariantene kuttet i mindre porsjoner og pakket i konsumpakninger med modifisert atmosfære (MA), netto snittvekt i pakningene var 160 (+/-42) gram filet fordelt på 2 biter med tilfeldig vekt i hver pakning.

For å simulere distribusjon til butikk og frembud av produktene i butikkens kjøledisk ble konsumentpakninger med MA-pakkede filetprøver lagret videre i 8 døgn på kjølerom hos Thorfisk AS ved temperatur ≈ +2 ºC, med prøveuttak og analyser etter 0, 1, 3, 6, 7 og 8 døgn.

3.3 Temperaturmålinger

Frem til ompakking i modifisert atmosfære (MA) 4 døgn etter produksjon i Hammerfest ble temperaturen i produktene logget ved hjelp av TESTO-174 loggere som var plassert inne i esker med superkjølte eller iskjølte loins og på toppen av pallen. Ved alle prøveuttak etter ompakking i modifisert atmosfære ble temperaturen i produktene målt med håndtermometer.

3.4 Holdbarhetsanalyser

3.4.1 Sensorisk vurdering

Produktkvalitet og maksimal holdbarhet ble evaluert sensoriske etter en standard poengskala utviklet av Fiskeriforskning for vurdering av rå filetprøver (Filetindeks). Parameterne som inngår i Filetindeksen er: Lukt, farge, konsistens, overflatestruktur og spalting. Kriteriene lukt, farge og konsistens er gradert i en firedelt skala; fra 0 (best) til 3 (dårligst). Skalaen for farge og overflate er tredelt, fra 0 (best) til 2 (dårligst). Samlet indeksverdi er summen av snittkarakterene for de fem kriteriene, beste indeksscore er 0 og dårligste 13.

Vurderingsskjema for Filetindeks:

Parameter	Poengskala og beskrivelse
Lukt	0: Frisk lukt av sjø, blodfersk 1: Nøytral 2: Fiskelukt (TMA) 3: Ammoniakk, sur
Spalting	0: Ingen spalting 1: Begynnende spalting 2: Noe spalting, løs filet 3: Mye spalting, usammenhengende
Farge	0: Fileten har en ensartet fersk, hvit farge 1: Fileten har en gul-/gråaktig (gammel) farge 2: Flekket, tydelig misfarget, gjennomsiktig
Konsistens	0: Naturlig konsistens 1: Fileten er litt bløt 2: Fileten er bløt 3: Fileten er meget bløt
Overflate	0: Tørr, blank overflate 1: Har partier med oppløst overflate 2: Overflaten er meget oppløst

Frem til ompakking i modifisert atmosfære ble de sensoriske vurderingene utført av Fiskeriforskning. Etter ompakking i modifisert atmosfære (MA) ble vurderingene utført av kvalitetsansvarlige hos Thorfisk AS.

Maksimal sensorisk holdbarhetstid er fastsatt i henhold til Thorfisk`s standard vurdering av når akseptable nivåer for lukt, farge, konsistens, mv. er overskredet slik at MA-pakkede kjølte filetprodukter av torsk ikke lenger kan anvendes til konsum og må trekkes tilbake fra butikk.

3.4.2 Total flyktig nitrogen (TVN)

Total flyktig nitrogen (mgN/100g) ble analysert av laboratoriet hos Thorfisk AS, i henhold til deres standard prosedyre for slike kvalitetsanalyser (Kjeltech). Ved hvert uttak etter ompakking ble prøver frosset inn og TVN-analyser ble utført samlet på et senere tidspunkt.

Både norsk og internasjonalt forskriftsverk fastsetter at det ikke er tillatt å omsette til humant konsum fisk og fiskeprodukter som i snitt av undersøkte prøver inneholder høyere nivåer av totalt flyktig nitrogen (TVN) enn 35 mgN/100 g fiskekjøtt.

3.4.3 Mikrobiologiske analyser

De mikrobiologiske analysene ble utført av laboratoriet hos Thorfisk AS, i henhold til deres standard prosedyre for mikrobiologiske kvalitetsanalyser av MA-pakket torskefilet. Følgende mikrobiologiske analyser ble utført:

Aerobt kimtall (TVC) er totalmengden av koloniformende bakterieenheter/g prøve. Mengden av koloniformende bakterieenheter (CFU) oppgis som log 10 til CFU/g. I kjølte fiskeprodukter som lagres under naturlig atmosfære er aerobt kimtall (TVC) en god indikator på den mikrobiologiske kvaliteten. Norske (Mattilsynet) og internasjonale retningslinjer fastsetter at kimtall <5 log 10 CFU/g er ensbetydende med god kvalitet. De samme retningslinjene sier at fiskeprodukter med kimtall >6,7 log 10 CFU/g ikke lenger kan anvendes til humant konsum.

I kjølte fiskeprodukter som oppbevares under modifiserte atmosfæreblandinger slik som i dette forsøket, er aerobt kimtall ikke lenger en god indikator på den mikrobiologiske kvaliteten. Modifiserte atmosfæreblandinger vil undertrykke veksten av noen organismer, mens andre fortsatt vil vokse. Det er derfor i tillegg nødvendig å analysere på spesifikke organismer som dominerer med hensyn til mikrobiell kvalitetsforringelse under den aktuelle atmosfæresammensetningen.

Photobacterium phosphoreum er en spesifikk bedervelsesorganisme som typisk begrenser holdbarhet i MA-pakkede hvitfiskprodukter og hos Thorfisk AS blir denne analysen derfor kjørt rutinemessig. Forskriftene fastsetter ikke øvre grenseverdi for Photobacterium P. og det er vanlig antatt at man må opp i høye kimtall (7 log 10 CFU/g) før konsumenter oppfatter dette som uakseptabel sensorisk kvalitet.

3.5 Vekttap (væskeslipp)

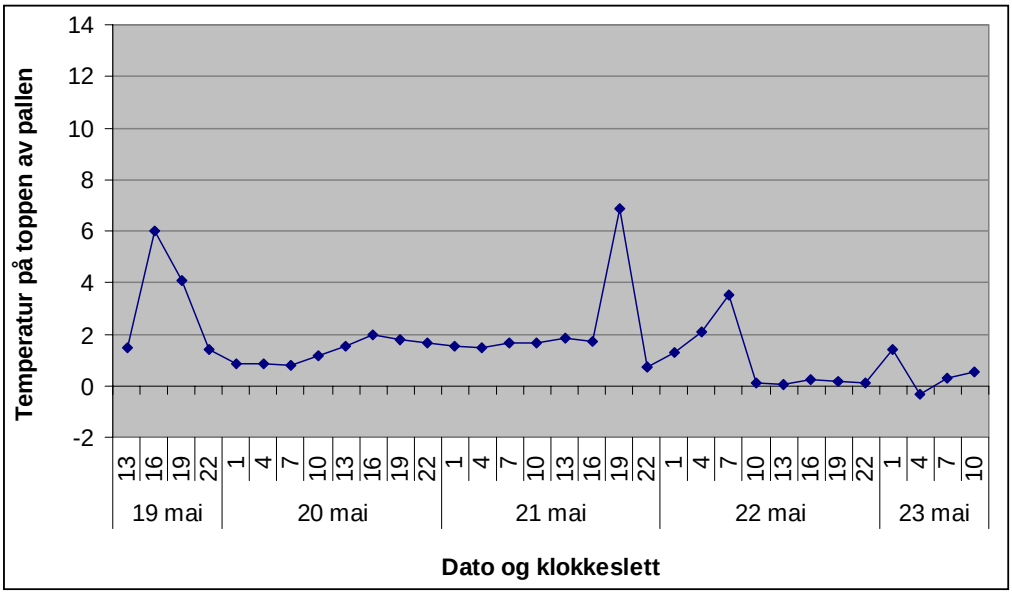
Ved pakking i Hammerfest ble nettovekten registrert i esker med superkjølte loins. Før ompakking i MAP hos Thorfisk ble denne nettovekten igjen kontrollert og vekttap under distribusjon ble beregnet. Tilsvarende målinger ble ikke gjort på de iskjølte kontrollprøvene, antatt vekttap er der beregnet ut fra tidligere registreringer på tilsvarende kjølte torskeloins av samme størrelse og ferskhetsgrad. Etter ompakking i MAP hos Thorfisk AS ble vekttapet (%) ved hvert prøveuttak beregnet ut fra vektøkningen til absorbenten i bunnen av pakningen.

3.6 Statistisk databehandling

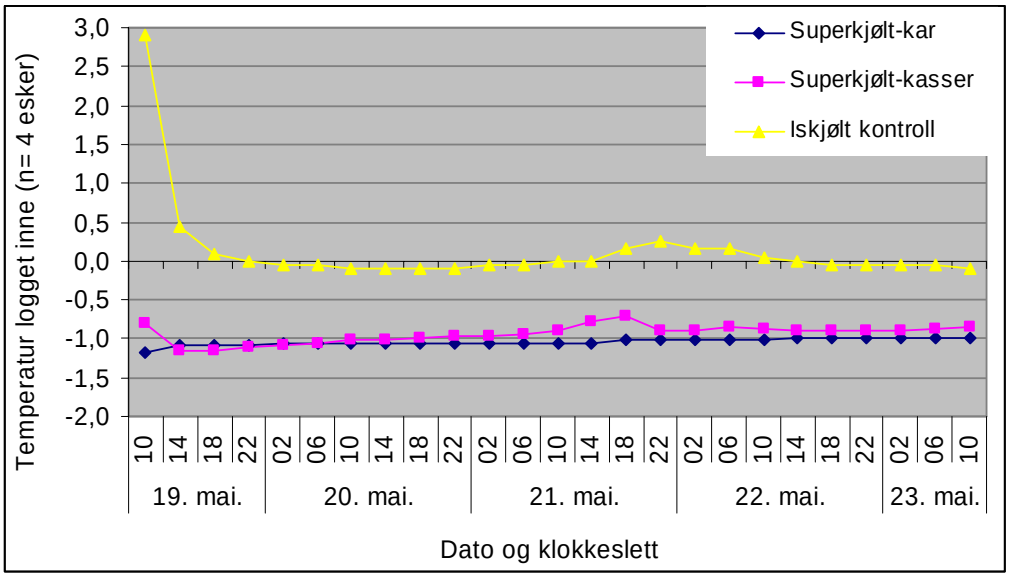
Students T-test, signifikansnivå 95 % ($P < 0,05$).

4 Resultater

4.1 Temperatur under produksjon, distribusjon og lagring



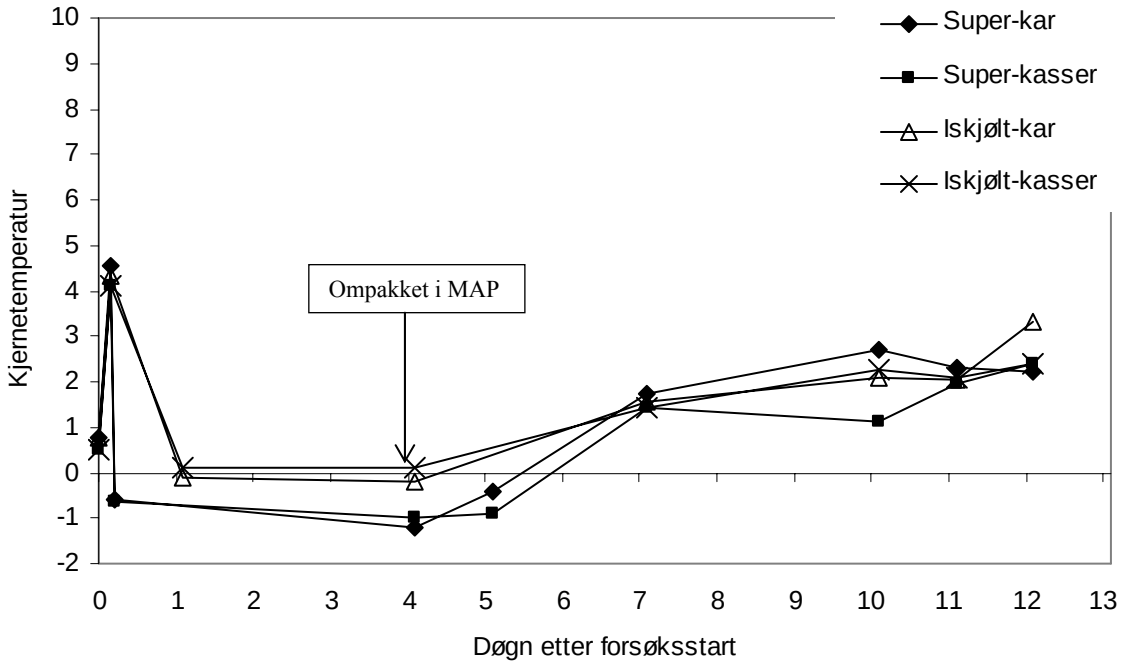
Figur 1 Temperaturlogg på toppen av pallen; palletering i Hammerfest 19. mai, biltransport Hammerfest til Grenaa 20.–22. mai, ut fra kjølerom for ompakking hos Thorfisk 23. mai.



Figur 2 Temperaturlogg inne i esker med superkjølte og iskjølte loins; fra palletering i Hammerfest 19. mai, via biltransport Hammerfest til Grenaa 20. – 22. mai, til uttak fra kjølerom for ompakking hos Thorfisk AS 23. mai.

Tabell 2 Kjernetemperaturer målt med stikktermometer i råstoff, loins og MA-pakkede stykninger. Målingene ble utført fra sortert råstoff før produksjon i Hammerfest til filetstykninger i konsumpakninger 8 døgn etter ompakking hos Thorfisk AS i Danmark.

Prøve	Sortert råstoff	Ferdig loins	Ut fra fryser	Ompakk. Thorfisk	Etter ompakking til MAP				
					Dag 1	Dag 3	Dag 6	Dag 7	Dag 8
Superkjølt kar	0,8	4,6	-0,6	-1,2	-0,4	1,8	2,7	2,3	2,2
Super. kasser	0,5	4,1	-0,7	-1,0	-0,9	1,5	1,1	2,0	2,4
Iskjølt kar	0,8	4,4		-0,1	n.d	1,6	2,1	2,1	3,3
Iskjølt kasser	0,5	4,1		+0,1	n.d	1,5	2,3	2,1	2,4



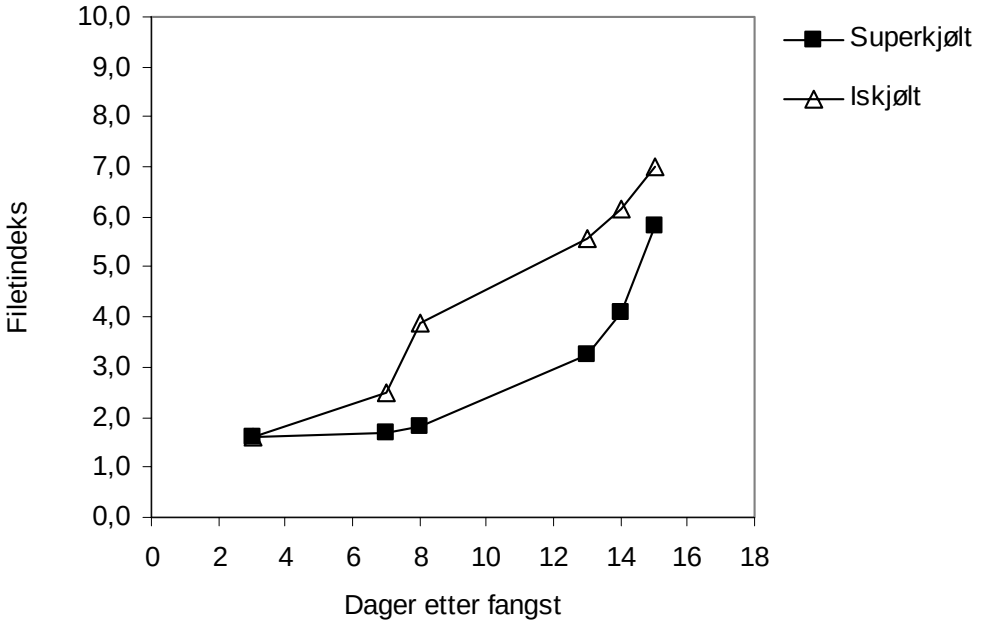
Figur 3 Kjernetemperatur målt med stikktermometer i råstoff, loins og MAP-pakkede biter i løpet av 12 døgn etter produksjon i Hammerfest. Målingene ble utført fra sortert råstoff før filetering, via hele loins under distribusjon, til MA-pakninger 8 døgn etter ompakking hos Thorfisk AS.

Temperaturlogging i produktene, fra pakking i Hammerfest og under distribusjon med bil til ompakking i Danmark 4 døgn etterpå viser stabilt temperaturforløp og nivåer som forventet både i de superkjølte og de ordinært iskjølte produktene (Figur 2). Loggerne som var plassert på toppen av pallen viser at omgivelsestemperaturen (i bilen) varierte noe mer, men heller ikke her er det påvist brudd av betydning i kjølekjeden (Figur 1). Figur 3 viser at den høyeste temperaturen som ble målt i produktene gjennom hele forsøket var ca +4,5 ºC rett før pakking i filetlinja i Hammerfest.

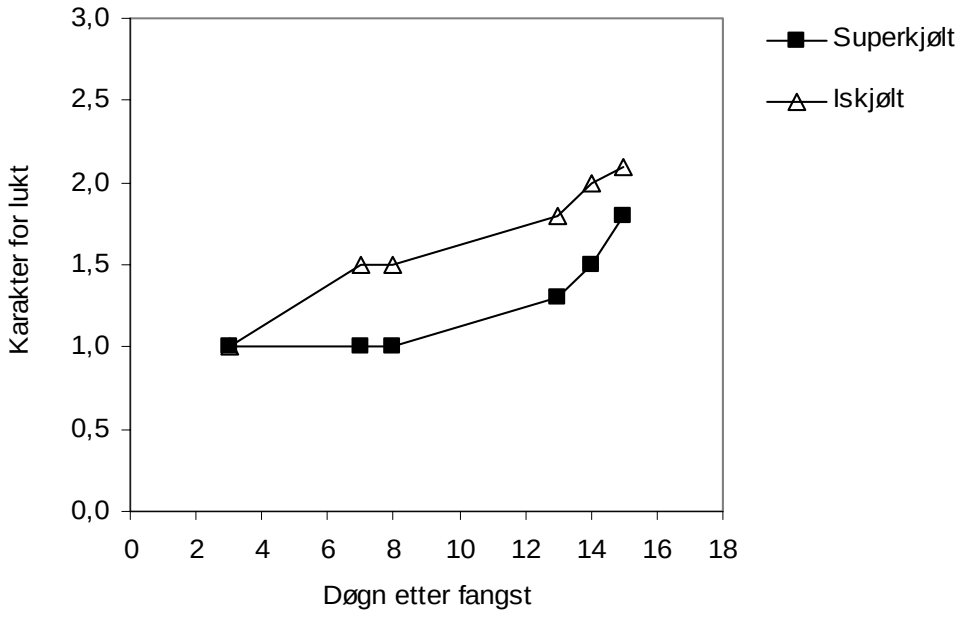
Etter ompakking i modifisert atmosfære (MAP) hos Thorfisk AS 23. mai ble prøve-pakningene plassert i et kjølerom der temperaturen var ≈2 ºC. Først 1-2 døgn etter ompakking hadde temperaturen i de superkjølte produktene steget til over 0 ºC. Utover under lagringen jevnet produkttemperaturen seg ut tilnærmet lik temperaturen i kjølerommet (Fig.3, Tab. 2).

4.2 Holdbarhet

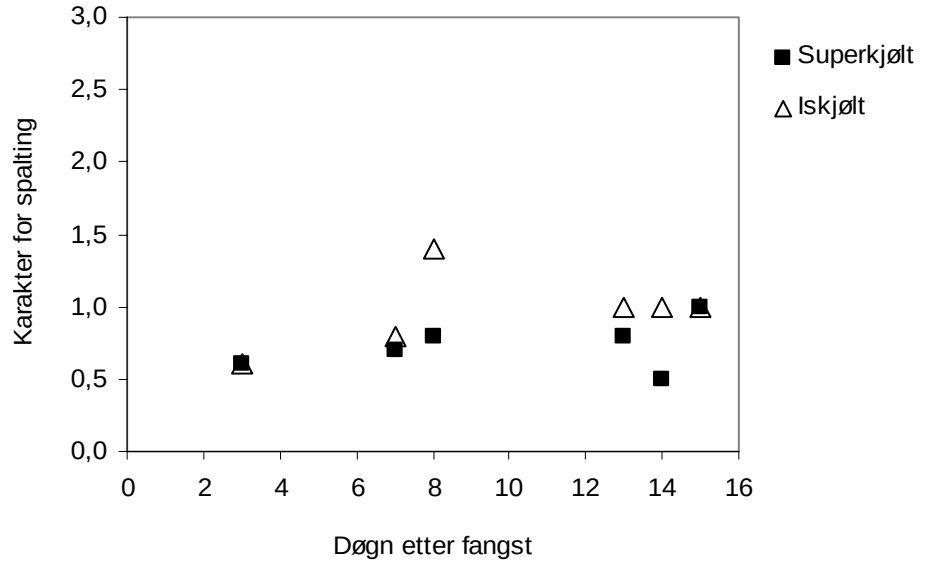
4.2.1 Sensorisk vurdering (Filetindeks)



Figur 4 Filetindeks, fra produksjon i Hammerfest til etter MA-pakking hos Thorfisk AS, skravert felt indikerer grensen for akseptabel sensorisk kvalitet etter bedriftens vurdering, n=12.



Figur 5 Sensorisk karakter for lukt vurdert fra produksjon i Hammerfest til etter MA-pakking hos Thorfisk AS, n=12.



Figur 6 Sensorisk snittkarakter for filetspalting, fra produksjon i Hammerfest til kjølelagring etter MA-pakking hos Thorfisk AS, n=12.

Sensorisk vurdering av prøvene basert på Fiskeriforsknings "Filetindeks" (lukt, farge, konsistens, overflatestruktur og filetspalting) er utført av Fiskeriforskning frem til dag 8 etter fangst og deretter av Thorfisk AS. Høye indeksverdier betyr dårlig sensorisk kvalitet.

Både samlet indekskarakter (Figur 4) og karakteren for den viktige enkeltfaktoren lukt (Fig 5) viser raskere tap av sensorisk kvalitet i prøvene som hadde vært vanlig kjølt hele tiden enn i de som hadde vært superkjølte under distribusjon som loins. Det er også antatt at superkjøling kan redusere filetspalting og i dette forsøket var produktene som hadde vært superkjølt signifikant mindre spaltet ($P<0,05$) enn de som hadde vært vanlig iskjølt (Figur 6).

Maksimal holdbarhetstid ble fastsatt i henhold til Thorfisk`s standard sensoriske vurdering av når akseptable nivåer for lukt, farge, konsistens er overskredet, slik at MA-pakkede kjølte filetprodukter av torsk ikke lenger kan anvendes til konsum og må trekkes tilbake fra butikk.

Thorfisk´s vurdering viste at prøvene som hadde vært vanlig kjølt hele tiden passerte grensen for akseptabel sensorisk kvalitet 5 – 6 døgn etter ompakking i MA som tilsvarer en total holdbarhetstid på 12 – 13 døgn etter fangst (Figur 4). Tilsvarende vurdering av prøvene som hadde vært superkjølt som loins viste at bedriftens grense for akseptabel kvalitet ble passert mellom 7 og 8 døgn etter ompakking i MA, eller 14 – 15 døgn etter fangst.

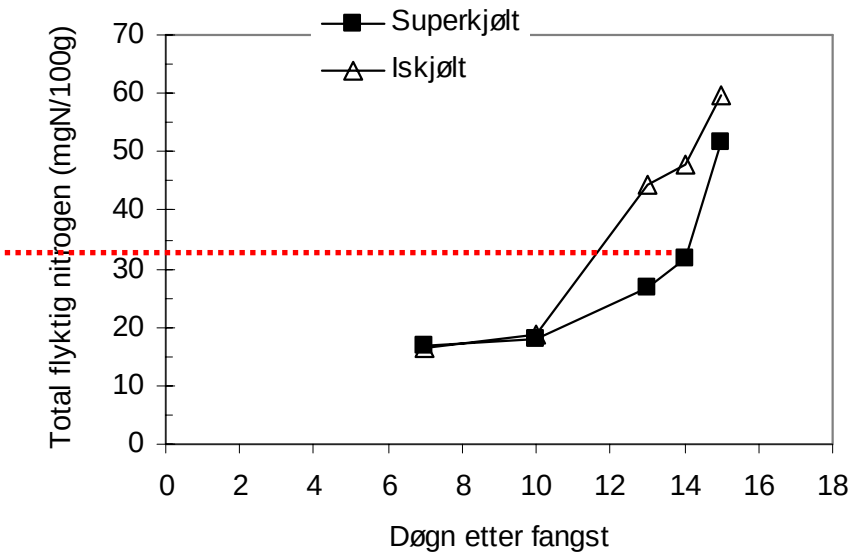
Sensorisk ble det ikke påvist signifikante forskjeller i holdbarhet eller filetspalting avhengig av om råstoffet hadde vært lagret i kasser eller kar om bord på tråleren.

Holdbarhetstid basert på sensorisk vurdering:

Superkjølt (kar + kasser): +7 d etter ompakking; +11 d etter produksjon; +14 d etter fangst

Iskjølt (kar + kasser): 5-6 d etter ompakking; 9-10 d etter produksjon; 12-13 d etter fangst

4.2.2 Totalt flyktig nitrogen (TVN)



Figur 7 Totalt Flyktig Nitrogen (TVN) målt under kjølelagring etter ompakking til modifisert atmosfære pakninger hos Thorfisk AS sju døgn etter fangst. N = 4.

Tabell 3 Totalt Flyktig Nitrogen (TVN) målt under kjølelagring i 8 døgn etter ompakking i modifisert atmosfære (MA). Tabellen viser også TVN-verdier for prøver der råstoffet hadde vært lagret henholdsvis i kar eller kasser om bord på tråleren.

Superkjølte prøver				
Døgn etter pakking i MA (d) og dato	Kar (n=2)	Kasser (n=2)	Snitt kar og kasser (n=4)	Stdav
0 d (23. mai)	17,5	16,6	17,0	1,1
3 d (26. mai)	17,7	18,1	17,9	0,4
6 d (29. mai)	30,2	23,2	26,7	8,3
7 d (30. mai)	39,2	24,4	31,8	13,8
8 d (31. mai)	50,2	53,2	51,7	4,7
Ordinært iskjølte prøver				
Døgn etter pakking i MA (d) og dato	Kar (n=2)	Kasser (n=2)	Snitt kar og kasser (n=4)	Stdav
0 d (23. mai)	16,6	16,0	16,3	0,5
3 d (26. mai)	18,9	18,6	18,7	0,5
6 d (29. mai)	53,3	35,5	44,4	10,9
7 d (30. mai)	51,8	44,0	47,9	4,9
8 d (31. mai)	61,4	57,8	59,6	11,4

Figur 7 og Tabell 3 viser at TVN utviklingen under kjølelagring etter pakking i modifisert atmosfære gikk langsommere i produktene som var produsert av superkjølte loins enn i tilsvarende produkter som var produsert av vanlig iskjølte loins.

Grenseverdien for holdbarhet basert på TVN (35 mgN/100g) ble passert mellom 7 og 8 døgn etter ompakking til MA for produktene som hadde vært superkjølt som loins og før 6 døgn etter ompakking for produktene som hadde vært vanlig iskjølt hele tiden (Figur 7, Tabell 3).

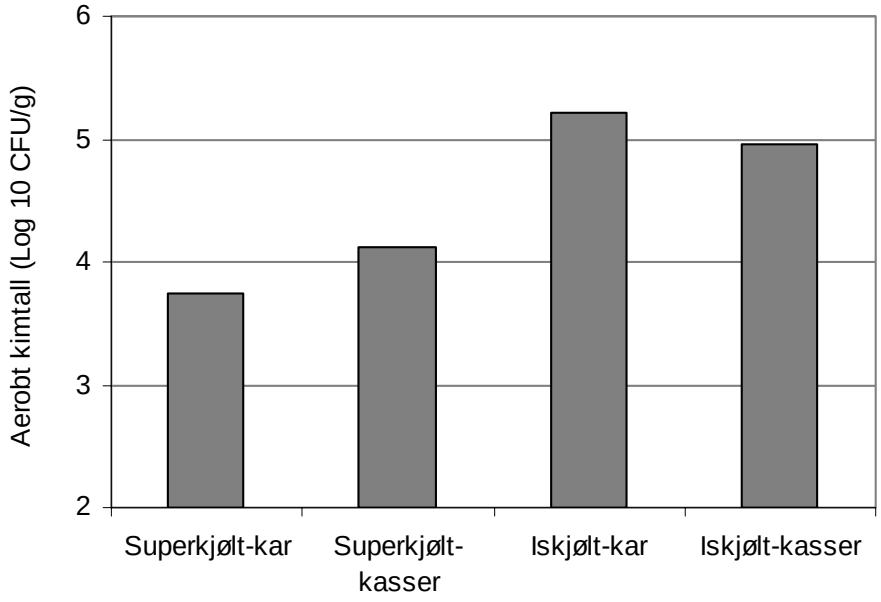
Det var ikke signifikant forskjell i TVN-utvikling avhengig av om råstoffet hadde vært lagret i kar eller kasser om bord på tråleren. Mot slutten av lagringen etter ompakking kom imidlertid produkter av råstoff som hadde vært lagret i kar ombord i gjennomsnitt noe dårligere ut enn produkter av råstoff som hadde vært lagret i kasser (Tabell 3).

Holdbarhetstid basert på TVN:

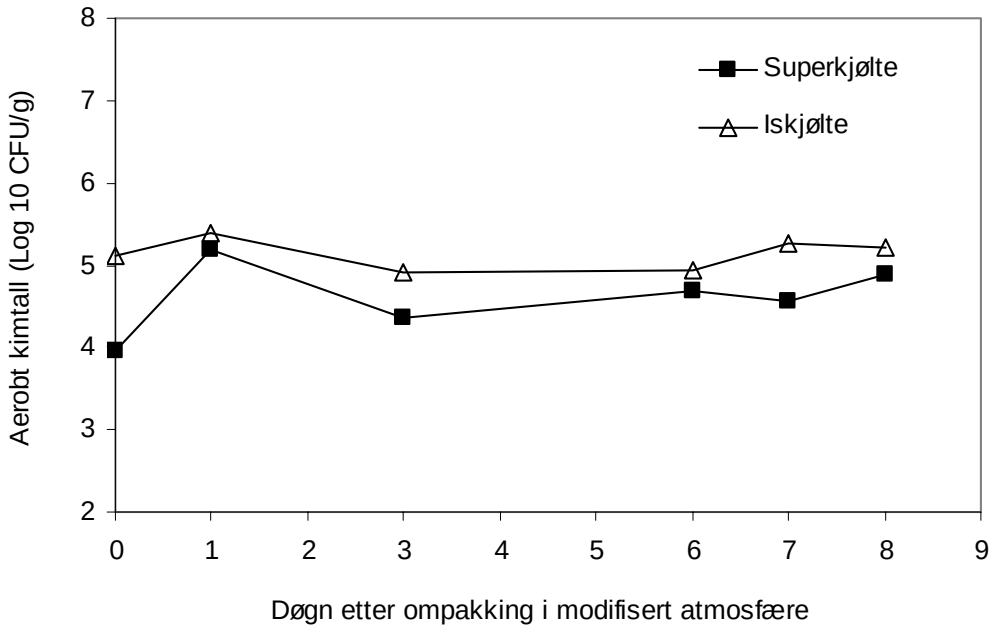
Superkjølt (kar + kasser): 7 d etter MA-pakking; 11 d etter produksjon; 14 d etter fangst

Iskjølt (kar + kasser): <6 d etter MA-pakking; <10 d etter produksjon; <13 d etter fangst

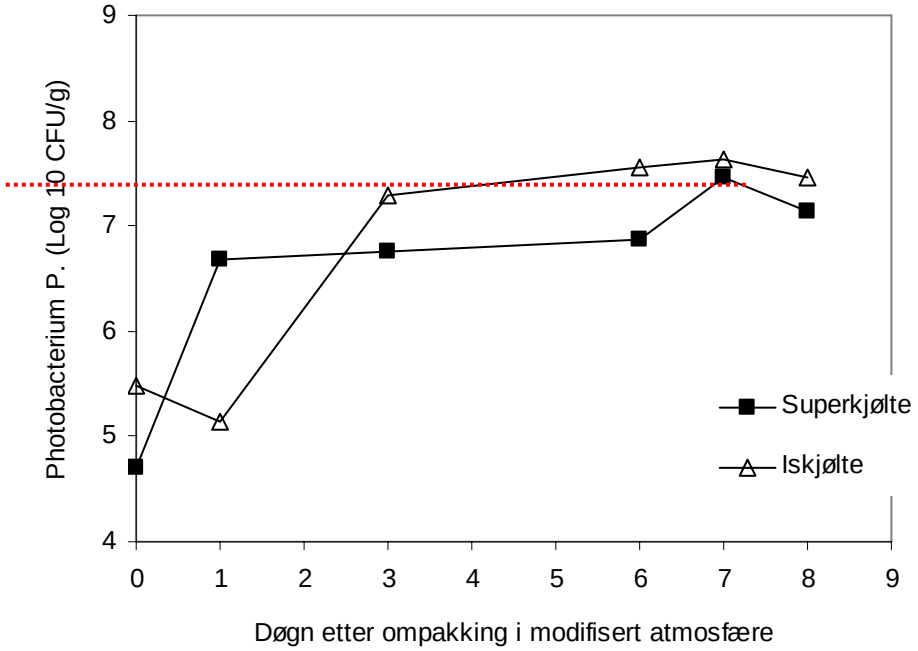
4.2.3 Mikrobiologi



Figur 8 Aerobt kimtall (PCA 30 ºC) analysert ved ompakking fra 5 kilos filetesker til modifisert atmosfære pakninger (MAP) hos Thorfisk AS 23. mai, fire døgn etter filetering/superkjøling i Hammerfest, sju døgn etter fangst. N = 2.



Figur 9 Aerobt kimtall (PCA 30 ºC) analysert under 8 døgn kjølelagring etter ompakking i modifisert atmosfære hos Thorfisk AS, i produkter produsert fra henholdsvis superkjølte eller vanlig iskjølte torskeloins. N = 4.



Figur 10 *Photobacterium phosphoreum* analysert under 8 døgn kjølelagring etter ompakking i modifisert atmosfære hos Thorfisk AS, i produkter produsert fra henholdsvis superkjølte eller vanlig iskjølte torskeloins. N = 4.

Figur 8 viser at aerobt kimtall i hele loins ved ompakking hos Thorfisk AS (4 døgn etter produksjon, 7 døgn etter fangst) var lavere i de to superkjølte variantene enn i de to iskjølte,

særlig er det høyt kimtall i iskjølte loins av råstoff lagret i kar ombord. Det bør igjen nevnes at dette råstoffet ble fisket først og var ≈0,5 døgn eldre ved produksjon enn fisken som var iset i kasser ombord. Figur 9 viser at etter ompakking i MAP ser gassblandingen ut til å medføre at aerobt kimtall holdes lavt. Dette er som forventet.

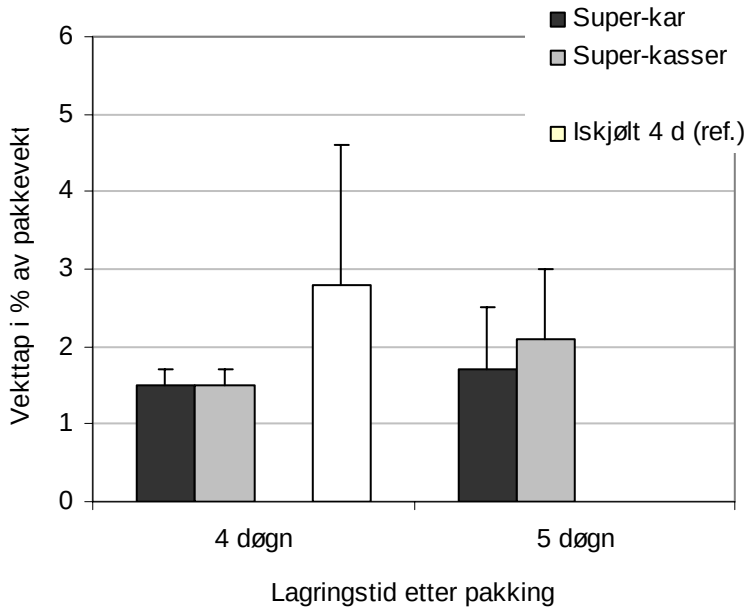
Figur 10 viser at etter ompakking i MAP er *Photobacterium phosphoreum* en betydningsfull bedervelsesorganisme i produktene. Mot slutten av 8 døgn kjølelagring etter ompakking er nivåene høyest i produkter av iskjølte loins, men mot slutten av lagringstiden ble det målt svært høye nivåer (CFU >50 mill) også i enkelte av prøvene som var produsert av superkjølte loins selv om dette ikke fremgår av snittverdiene i figur 10.

Holdbarhet vurdert ut fra mikrobiologisk kvalitet:

Det er vanskelig å vurdere holdbarhetstiden basert på de mikrobiologiske resultatene men generelt holder kanskje MA-produktene av superkjølte loins akseptabel kvalitet 1-2 døgn lenger enn MA-produktene produsert av iskjølte loins.

4.3 Vektutvikling (drypptap)

4.3.1 Hele loins frem til ompakking i MAP



Figur 11 Vekttap under distribusjon av hele loins, fra pakking i Hammerfest til ompakking hos Thorfisk 4 og 5 døgn senere. Vekttap under distribusjon ble bare målt i superkjølte loins. Den hvite søylen i figuren er hentet fra et annet tilsvarende forsøk og er tatt med som illustrasjon på antatt forskjellig vekttap mellom superkjølte og iskjølte produkter så lenge det ennå er is igjen i de superkjølte prøvene, n = 6.

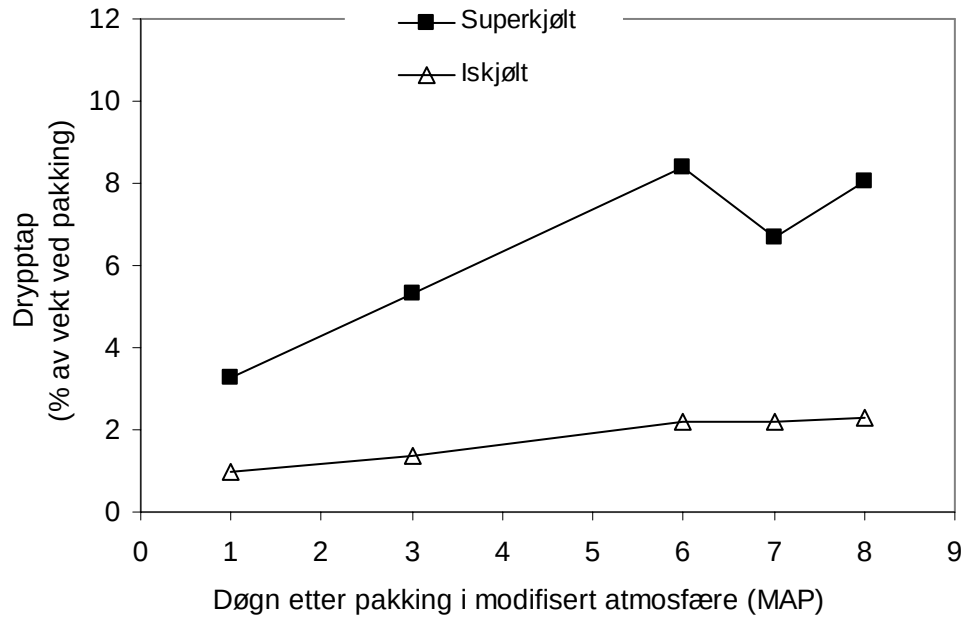
Tabell 4 Vekttap under distribusjon av hele loins, fra pakking i Hammerfest til ompakking hos Thorfisk 4 og 5 døgn senere, n = 6. Som referanse er det i tabellen tatt med vekttap i vanlig iskjølte torskeloins målt 4 døgn etter produksjon i et tidligere forsøk.

Prøve	Ved ompakking 4 d etter produksjon	5 d etter produksjon
Superkjølt – kar (hele loins)	1,5 %	1,7 %
Superkjølt – kasser (hele loins)	1,5 %	2,1 %
Iskjølt ref. fra tidligere forsøk	*2,8 %*	*n.d.*

Vekttapet (drypptap) i hele superkjølte loins var lavt under distribusjon i 4-5 døgn, 1,5 – 2 %, som ventet ut fra tilsvarende målinger i tidligere forsøk (Figur 11, Tabell 4). Det var ikke signifikant forskjell i drypptap avhengig av om råstoffet var lagret i kar eller kasser om bord.

I dette forsøket ble det ikke målt vekttap i de vanlig iskjølte kontrollproduktene, men ut fra sammenlignbare målinger i tidligere forsøk kan vekttapet i de iskjølte kontrollproduktene antas å ha vært høyere enn i de superkjølte frem til ompakking hos Thorfisk AS (Figur 11).

4.3.2 Drypptap etter ompakking i MAP



Figur 12 Gjennomsnittlig vekttap i MAP-pakkede produkter av superkjølte loins (kar + kasser) og vanlig iskjølte loins (kar + kasser) målt under kjølelagring i 8 døgn etter ompakking til MAP hos Thorfisk AS (n = 4).

Tabell 5 Vekttap målt i MAP-pakkede produkter fra hvert enkelt av d 4 prøvepartiene, under kjølelagring i 8 døgn etter ompakking hos Thorfisk AS (n = 2).

Tid etter ompakking	Superkjølt kar	Superkjølt kasser	Iskjølt kar	Iskjølt kasser
1 dag	1,1	5,4	0,8	1,2
3 dager	4,7	5,9	1,4	1,3
6 dager	9,1	7,6	1,7	2,7
7 dager	5,0	8,3	2,1	2,3
8 dager	7,8	8,4	1,3	3,2

Som temperaturmålingene indikerer smeltet siste isen i de superkjølte loinsvariantene mellom ett og to døgn etter ompakking. Herfra og ut var drypptapet i disse produktene signifikant høyere ($P<0,05$) enn i produktene av iskjølte loins (Figur 12 og Tabell 5). Dette er i tråd med det som er observert i tilsvarende tidligere forsøk med lagring av hele superkjølte loins. Det høye drypptapet etter kutting og ompakking av superkjølte "halvfabrikata" kan medføre ugunstig høyt væskeslipp i konsumpakningene. I dette tilfellet var imidlertid væskeslippet i løpet av 8 døgn etter ompakking godt under det som absorbenten maksimalt evnet å ta opp.

Det var ingen signifikant forskjell i væskeslipp under lagring etter ompakking i modifisert atmosfære avhengig av om råstoffet hadde vært lagret i kasser eller kar ombord på tråleren. Tabell 5 indikerer likevel noe høyere væskeslipp i MA-stykninger av både superkjølte og iskjølte loins der råstoffet hadde vært lagret i kasser om bord på tråleren.

5 Diskusjon

5.1 Holdbarhet og kvalitet

Ut fra en samlet vurdering av sensorisk kvalitet, TVN og mikrobiologisk kvalitet kan det konkluderes med følgende med hensyn til holdbarhetstider:

Holdbarhetstid for modifisert atmosfære produkter tilvirket av superkjølte torskeloins:

7 dager etter pakking i MA = 11 d etter filetering = 14 d etter fangst

Holdbarhetstid for modifisert atmosfære produkter tilvirket av vanlig iskjølte torskeloins:

5-6 dager etter pakking i MA = 9-10 d etter filetering = 12-13 d etter fangst

I tillegg til at superkjølingen av hele loins under distribusjon forlenget holdbarheten, ble disse produktene gjennom hele lagringstiden (simulert salgsperiode) etter ompakking i modifisert atmosfære vurdert som kvalitetsmessig bedre enn produkter av loins som hadde vært iskjølte under distribusjon (Figur 4, 5 og 7).

Resultatene viste ingen signifikante forskjeller i holdbarhetstid avhengig av om råstoffet var lagret i kasser eller kar ombord på tråleren.

5.1.1 Sensorisk kvalitet

Sensorisk kvalitet (lukt, farge, konsistens, overflatestruktur og spalting) ble vurdert på hele loins før ompakking og på stykninger av loins etter ompakking i modifisert atmosfære (MA).

Resultatene viser raskere tap av sensorisk kvalitet i de iskjølte prøvene enn i de superkjølte. Kommersielt relevante vurderinger hos Thorfisk AS tilsier at produktene tilvirket av vanlig iskjølte loins passerte grensen for akseptabel sensorisk kvalitet 5-6 døgn etter ompakking i MA (12-13 d e/fangst), mens produktene tilvirket av superkjølte loins passerte denne grensen mer enn 7 døgn etter ompakking (+14 d e/fangst). Det ble ikke funnet signifikant forskjell i sensorisk kvalitet avhengig av om råstoffet var lagret i kasser eller kar ombord på tråleren.

Sensorisk vurdering i våre forsøk viser at 4 døgn superkjøling under distribusjon før pakking i modifisert atmosfære forlenget sensorisk holdbarhet med 1-2 dager sammenlignet med vanlig iskjølt distribusjon, noe som gir en total holdbarhetstid på 14 dager etter fangst. Disse resultatene synes rimelige sammenlignet med Olavsdottir *et al*. (2006) som i sine forsøk fant at superkjøling av hele torskefileter forlenget den sensoriske holdbarhetstiden (Tory score) med 0,5 - 3 dager sammenlignet med tradisjonell iskjøling, noe som gir en total holdbarhet på 12-15 dager etter fangst. I disse islandske forsøkene ble filetene produsert 1-3 døgn etter fangst, superkjølt og lagret videre ved temperaturer som varierte fra +0,5 ˚C til -1,5 ˚C.

5.1.2 TVN

TVN-utviklingen under kjølelagring etter ompakking til MAP gikk langsommere i produktene av superkjølte loins enn i tilsvarende produkter av iskjølte loins. Forskrevet grense for høyeste akseptable TVN-nivå (ANON 2001) ble passert før 6 døgn etter ompakking i modifisert atmosfære for produktene som var tilvirket fra vanlig iskjølte loins og mellom 7 og 8 døgn etter ompakking for produktene som var tilvirket av superkjølte loins. Det var ikke signifikant forskjell i TVN utvikling avhengig av om råstoffet hadde vært lagret i kasser eller kar ombord på tråleren.

Også denne holdbarhetsindikatoren samsvarer godt med tidligere forsøk med superkjølte torskeloins og hele fileter. Akse et al. (2006) fant raskere økning i TVN i vanlig iskjølte torskeloins (0 ˚C) enn i superkjølte loins som ble lagret ved -0,5 til -1 ˚C. Olavsdottir *et al*. (2006) fant i sine forsøk at superkjøling av torskefileter basert på maksimalt tillatt TVN-nivå gav 0–3 dager forlenget holdbarhetstid sammenligning med vanlig kjøling, noe som resulterte i en holdbarhetstid etter fangst på 11 – 15 dager. Disse filetene ble etter superkjøling lagret ved temperaturer fra +0,5 ˚C til -1,5 ˚C.

5.1.3 Mikrobiologi

Aerobt kimtall i hele loins var ved ompakking hos Thorfisk AS lavere i begge de superkjølte variantene enn i de iskjølte kontrollvariantene. Videre utover etter ompakking i MAP fører gassblandingen til at aerobt kimtall holdes lavt.

Etter pakking i MA er *Photobacterium phosphoreum* en dominerende bedervelsesorganisme i alle produktene og ut over mot 8 døgn lagring etter ompakking er nivået generelt høyt i alle prøvene, men høyest i produktene som var tilvirket av iskjølte loins (CFU >50x10^7).

Eksakt fastsettelse av holdbarhetstid basert på de mikrobiologiske analysene er vanskelig men generelt tilsier også disse resultatene at produktene som var tilvirket av superkjølte loins har akseptabel konsumkvalitet lenger enn produktene av iskjølte loins. Heller ikke disse resultatene avdekket entydige forskjeller avhengig av om råstoffet hadde vært lagret i kasser eller kar ombord på tråleren.

5.2 Vektutvikling (drypptap)

Vekttapet under 4-5 d distribusjon av superkjølte loins var lavt, 1,5-2 %, mens det ennå var is i produktene. Dette samsvarer godt med vekttap målt i tidligere forsøk (Akse et al. 2005 og 2006) der det ble påvist lavt vekttap i superkjølte loins sammenlignet med iskjølte frem til at isen i de superkjølte produktene smeltet.

All isen i de to superkjølte loinsvariantene var smeltet en gang mellom 1 og 2 døgn etter ompakking. Herfra og ut var drypptapet i disse pakningene betydelig høyere enn i de tilsvarende produktene av iskjølte loins, helt i tråd med det som er observert i tilsvarende forsøk tidligere (Akse et al. 2005 og 2006). Olavsdottir et al. (2006) undersøkte ikke drypptap i sine forsøk med superkjølte hele fileter. Høyt drypptap etter ompakking av superkjølte loins kan medføre ugunstig høyt væskeslipp i MA-pakningene. I dette tilfellet var imidlertid væske-slippet i løpet av 8 døgn etter ompakking lavere enn det som absorbenten evnet å ta opp.

5.3 Temperatur

Den høyeste kjernetemperaturen i prøvene, ca 4,5 ºC, ble målt i filetlinja i Hammerfest. Herfra og ut var kjølingen meget god i alle produktene, både superkjølte og iskjølte.

Superkjøleprosedyren siktet mot en utfrysingsgrad der ca 25 % av vannet i fiskemuskelen var omdannet til is. Selv ved pakking uten is i eskene var denne kuldebufferen tilstrekkelig til å vedlikeholde stabil temperatur i produktene rundt -1˚C i mer enn 4 døgn, under distribusjon og lagring frem til ompakking i modifisert atmosfære hos Thorfisk AS.

Logging av temperaturen utenpå pallen under biltransporten til Danmark viser at kjølekjeden var uten alvorlige brudd fra pakking i Hammerfest til ut av kjølelageret hos Thorfisk. Ved ompakking var derfor også de iskjølte prøveproduktene relativt kalde, 0 ºC eller litt lavere, med rikelig is igjen i eskene.

Etter ompakking i modifisert atmosfære ble pakningene lagret i kjølerom som var justert til ca +2 ºC. I løpet av 2-3 døgn etter ompakking hadde temperaturen både i ”superkjølte” og ”iskjølte” prøver jevnet seg ut rundt eller litt over denne temperaturen. Dette simulerte på en god måte oppbevaring av produktene i kjøledisk i butikk, slik hensikten var.

5.4 Netto pakkevekt

En gevinst ved superkjøling av filetprodukter er at de kan pakkes uten is i eskene og at netto produktvekt pr. volumenhet dermed øker. Hvor mye dette kan utgjøre ble ikke dokumentert grundig i vårt forsøk, men kontrollveging av noen esker viste at netto produktvekt i esker med superkjølte loins uten is i snitt var 6,4 kg +/-0,5 kg. Sammenlignet med netto produktvekt på 5 kilo + overvekt i vanlig esker med is innebærer det ≈20 % økning i netto produktvekt, noe som i praksis vil komme til uttrykk som lavere emballasjekostnader og reduserte fraktkostnader pr kilo produkt.

6 Referanser

ANON (2001) Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer. Fiskeridirektoratet Avdeling for kvalitet, kvalitetskontroll og regional forvaltning.

ANON (2004) Mikrobiologiske retningslinjer 04 Fisk og fiskeprodukter. Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler (Mattilsynet).

Akse L., Tobiassen T., Bjørkevoll I., Carlehøg M., Eilertsen G. (2005) Superkjølte torskeloins - kvalitet og holdbarhet under kjølelagring. Fiskeriforskning, oppdragsrapport juli 05.

Heide M., Østli J. (2005) Superkjølte loinsprodukter, - Markedsaksept og markedstest. Fiskeriforskning, oppdragsrapport juni 2005.

Akse L., Tobiassen T., Bjørkevoll I., Eilertsen G., Joensen S. (2006) Superkjølte torskeloins II – holdbarhet. Fiskeriforskning, oppdragsrapport januar 06.

Olavsdottir G, Lauzon H.L., Martinsdottir E., Oehlenschlager J., Kristbergson K. (2006) Evaluation of Shelf Life of Superchilled Cod (Gadus morhua) Fillets and the influence of Temperature Fluctuations During Storage on Microbial and Chemical Quality Indicarors. Journal of Food Science, Vol. 71, Nr. 2, 2006, 97 - 109.

Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:
Muninbakken 9-13
Postboks 6122
N-9291 Tromsø
Telefon: 77 62 90 00
Telefaks: 77 62 91 00
E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:
Kjerreidviken 16
N-5141 Fyllingsdalen
Telefon: 55 50 12 00
Telefaks: 55 50 12 99
E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

ISBN-13 978 82-7251-599-6
ISBN-10 82-7251-599-7
ISSN 0806-6221