

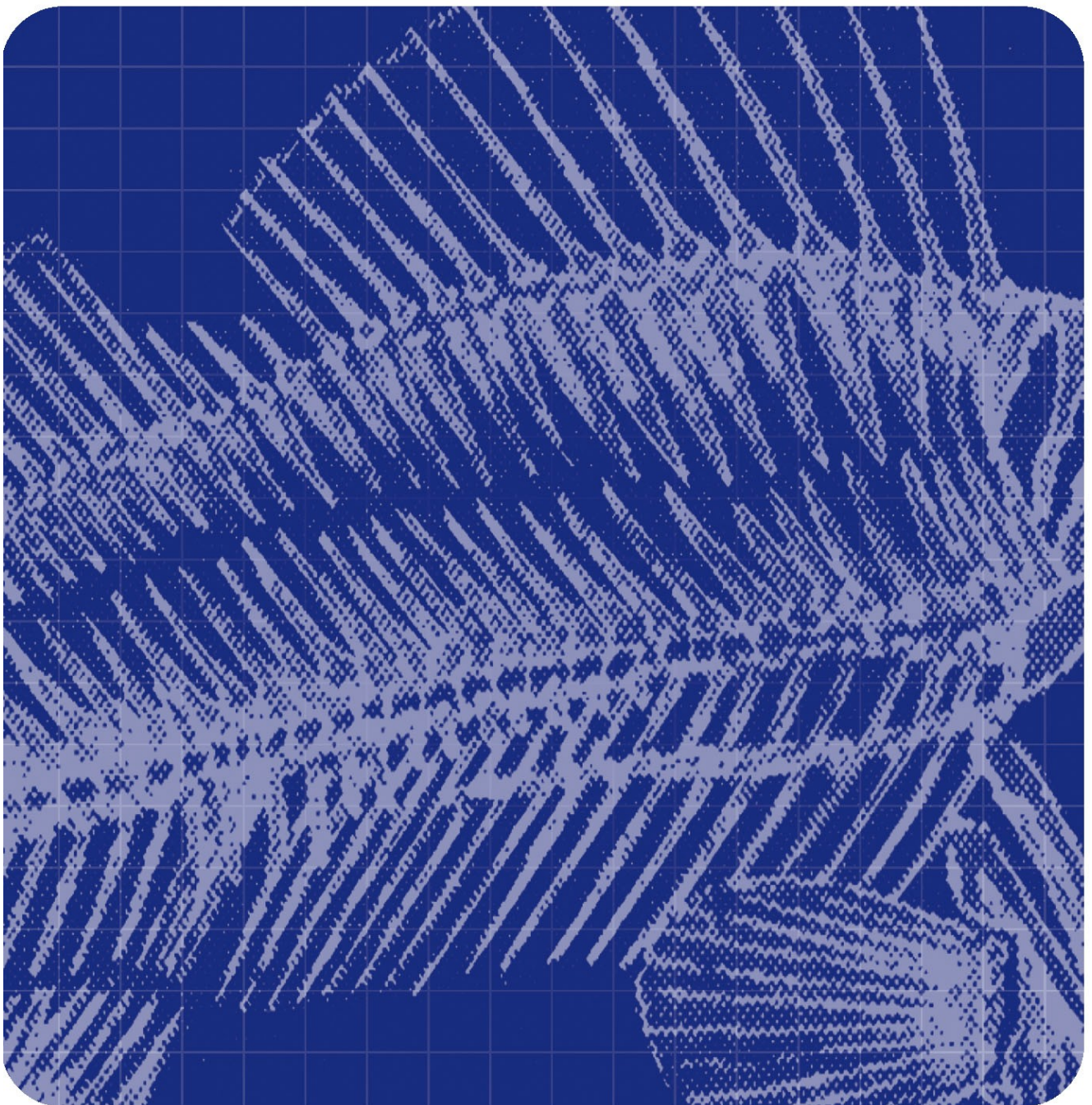


Fiskeriforskning

RAPPORT Konfidensiell • Utgitt januar 2006

Superkjølte torskeloins II - holdbarhet **Hammerfest november 2005**

Leif Akse, Torbjørn Tobiassen, Ingebrigt Bjørkevoll, Guro Eilertsen og Sjúrdur Joensen





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
- konkurransedyktige foretak

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

RAPPORT

	<i>Tilgjengelighet:</i> Konfidensiell
<i>Tittel:</i> Superkjølte torskeloins II – holdbarhet Hammerfest november 2005	<i>Dato:</i> 02.01.2006
	<i>Antall sider og bilag:</i> 21
	<i>Forskningssjef:</i> Even Stenberg
<i>Forfatter(e):</i> Leif Akse, Torbjørn Tobiassen, Ingebrigt Bjørkevoll, Guro Eilertsen og Sjørður Joensen	<i>Prosjektnr.:</i> 20187
<i>Oppdragsgiver:</i> FHS Industri og eksport	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Kristian Prytz
<i>3 stikkord:</i> Superkjøling, kvalitet, holdbarhet	
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> <p>Superkjøling hadde best effekt på holdbarheten til loins produsert av 3 døgns råstoff. Uansett om råstoffet var lagret i kasser eller i kar kom disse superkjølte produktene godt ut både med hensyn til totalkim og TVN sammenlignet med tilsvarende iskjølte kontrollprodukter. Basert på totalkingrensen (5×10^6 cfu/g) var maksimal holdbarhet for iskjølte loins av 3 døgns råstoff 8-10 døgn, mens holdbarheten for tilsvarende superkjølte produkter var rundt 12 døgn etter pakking. Etter 12 døgn lagring hadde ikke superkjølte loins av 3 døgn gammelt råstoff nådd TVN\approx30 mg N/100g mens vanlig iskjølte loins nådde denne grensen 9-11 døgn etter pakking.</p> <p>En gjennomgående trend for det eldste råstoffet (6 døgns) var at både superkjølte og vanlig iskjølte loins av torsk lagret i kar inneholdt mindre bakterier enn loins av torsk iset i kasser, spesielt mot slutten av lagringsperioden. Basert på totalkim hadde superkjølte loins produsert av 6 døgn gammelt råstoff lagret i kar en holdbarhet på rundt 12 døgn etter pakking mens tilsvarende for den iskjølte kontrollgruppen var ca 9 døgn. For loins produsert av råstoff lagret i kasser var holdbarheten 6-10 døgn for superkjølte og rundt 7 døgn for vanlig iskjølte produkter.</p>	

INNHold

1	INNLEDNING.....	1
1.1	Problemstilling og mål	1
2	MATERIAL OG METODE	2
2.1	Råstoff	2
2.2	Produksjon, pakking, transport og lagring	2
2.3	Analysemetoder.....	3
2.3.1	Mikrobiologi	3
2.3.2	Total flyktig nitrogen (TVN)	3
2.3.3	Vektutvikling	3
2.3.4	Sensorisk vurdering av rå produkter	4
3	RESULTATER.....	5
3.1	Temperaturmålinger under lagring.....	5
3.2	Vektutvikling under lagring	7
3.3	Mikrobiologi.....	8
3.3.1	Tre (3) døgns råstoff	8
3.3.2	Seks (6) døgns råstoff	10
3.4	Total flyktig nitrogen (TVN).....	12
3.5	Sensorisk vurdering av rå prøver.....	14
3.5.1	Filetindeks og lukt, produkter av 3 døgns råstoff	14
3.5.2	Filetindeks og lukt, produkter av 6 døgns råstoff	16
4	OPPSUMMERING.....	18
4.1	Holdbarhet og kvalitet.....	18
4.1.1	Oppsummering i forhold til prosjektmål.....	18
4.1.2	Andre kvalitetskriterier	19
5	VEDLEGG.....	20

1 INNLEDNING

Grunnet høyt innhold av ioner og metabolitter vil det meste av vannet i en fiskemuskel ikke fryse før temperaturen senkes til under ca $\pm 1,5$ °C. Dette betyr at fiskemuskel kan kjøles ned til under 0 °C uten at det oppstår cellesprenging som følge av krystalldannelse og punktering av cellevegger. I bransjen kalles dette for superkjøling.

I et superkjølt produkt vil en andel av vannet foreligge 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 man fordi kuldereserver magasineres i fiskemuskelen før den pakkes i emballasjen, forvente at det er behov mindre eller ingen is i eskene for å vedlikeholde lav temperatur under distribusjon og lagring. Det vil si at en større del av pakkingsvolumet kan utnyttes til å øke netto produktvekt.

Lengre holdbarhet og reduserte fraktkostnader kan bidra til å redusere den ulempen som geografien representerer for fiskeindustrien i de nordlige deler av Norge. 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.

Dette superkjøleprosjektet er gjennomført i samarbeid mellom Filetforum, Norway Seafoods Hammerfest AS, SINTEF Energiforskning AS og Fiskeriforskning. SINTEF hadde hovedansvaret for kjøling og pakking av produktene, sammen med bedriften, Fiskeriforskning og Filetforum. Fiskeriforskning hadde ansvaret for å dokumentere holdbarhet og kvalitet på prøveproduktene gjennom et 12 døgns lagringsforsøk i Tromsø.

Rapporten presenterer resultater fra lagringsforsøket hos Fiskeriforskning, der det ble utført analyser av holdbarhet og kvalitet på superkjølte torskeloins og ordinært iskjølte produkter.

1.1 Problemstilling og mål

Hovedmål:

Fastlegge forhold mellom alder på råstoff og holdbarhet av superkjølt loins av torsk.

Delmål:

Kartlegge effekt av lagring av fisk i kar med underkjølt is sammenlignet med islagret fisk i kasser som råstoff til produksjon av superkjølte produkter.

Som referanse til de superkjølte produktene ble det brukt vanlig iskjølt torskeloins fra ordinær produksjon, av de samme råstoffvariantene.

Råstoffet som ble brukt i forsøkene ble landet av en av bedriftens trålere som lagret fangsten på to ulike måter ombord; iset i vanlige trålkasser eller kjølt i større kar (konteinere). Hensikten med kjøling av råstoff i større kar ombord var delvis å sikre lavere temperatur i fisken gjennom hele lagringstiden fra fangst til produksjon, sammenlignet med ordinær kasseising. I tillegg vil ising i kar gi en rasjonaliseringsgevinst ved at det blir langt færre enheter å håndtere. Til produksjonsforsøkene ble det hentet like gammelt råstoff, 3 døgn og 6 døgn etter fangst, fra hver av de to lagringsmetodene.

2 MATERIAL OG METODE

2.1 Råstoff

Råstoffet var torsk fisket med trål. Prøveproduksjonen ble utført 3 døgn og 6 døgn etter fangst. I denne tiden var råstoffet enten lagret iset i kasser (70-90 l) eller kjølt i kar (400 l) ombord på tråleren og på råstofflageret etter landing. Kvaliteten på råstoffet ble vurdert som noe dårligere enn ventet (bløtt og spaltet), angivelig fordi fisken hadde beitet på sild/lotde.

Temperaturen i råstoffet som var kjølt i kar, både 3 døgn og 6 døgn, ble før skjæring målt til $-0,3$ °C. Gjennom filetprosessen steg temperaturen i prøveproduktene og målinger i loins rett før superkjøling viste gjennomsnittlig kjernetemperatur på $+3$ °C. Dette var noe lavere enn to målinger av kjernetemperatur i loins før pakking i bedriftens ordinære produksjon, der snitttemperatur var $+5,6$ °C og $+5,8$ °C.

2.2 Produksjon, pakking, transport og lagring

Superkjølingen ble utført i bedriftens gyrofryser, basert på beregninger foretatt av SINTEF Energiforskning AS med hensyn til riktig kjøletid. Beskrivelse av kjøleprosessen finnes i egen delrapport fra SINTEF Energiforskning AS.

Produktene som skulle superkjøles ble plukket tilfeldig ut fra filetlinja. Det samme var tilfelle for de iskjølte referanseproduktene. Etter superkjøling ble produktene pakket uten is i 5 kilos filetesker. De iskjølte kontrollproduktene ble også pakket i 5 kilos esker, iset kun med toppis i eskene slik det var vanlig for denne produkttypen.

Følgende produktvarianter ble produsert og pakket:

- Superkjølte loins av torsk kjølt i kar (400 l) i 3 døgn etter fangst.
- Superkjølte loins av torsk iset i kasser i 3 døgn etter fangst
- Iskjølte kontrollprodukter (loins) av torsk kjølt i kar i 3 døgn etter fangst
- Iskjølte kontrollprodukter (loins) av torsk iset i kasser i 3 døgn etter fangst

- Superkjølte loins av torsk kjølt i kar i 6 døgn etter fangst.
- Superkjølte loins av torsk iset i kasser i 6 døgn etter fangst
- Iskjølte kontrollprodukter (loins) av torsk kjølt i kar 6 døgn etter fangst
- Iskjølte kontrollprodukter (loins) av torsk iset i kasser i 6 døgn etter fangst

Etter pakking ble fileteskene merket, stablet på paller og sendt som kjølelast med hurtigruten til Tromsø. Fra ankomst Fiskeriforskning dagen etter ble de superkjølte produktene lagret videre på kjølerom ved lufttemperatur ca $-0,3$ °C. De iskjølte kontrollproduktene ble lagret i smeltende is ved lufttemperatur $+2,0$ °C. Prøveuttak og analyser ble foretatt etter 2, 4, 6, 8, 10 og 12 døgn lagring.

2.3 Analysemetoder

2.3.1 Mikrobiologi

Totalt kimtall og sulfidproduserende bakterier (*Shewanella putrefaciens*) ble analysert i enkle stikkprøver (samleprøver fra 3 loinsbiter) fra hver produktvariant. I følge Mattilsynets mikrobiologiske retningslinjer er totalkim $\geq 5 \times 10^6$ /g en øvre grenseverdi (**M**) som ikke skal overskrides m.a i kjølt fiskefilet til humant konsum, mens totalkim 5×10^5 /g er en grenseverdi (**m**) som ikke bør overskrides.

Fiskeprodukter som kjølelagres bederves som regel av sulfidproduserende bakterier, hovedsakelig *Shewanella putrefaciens*. Bakterien bryter ned svovelforbindelser i fisken og danner gassen H₂S som gir en stikkende lukt.

Alle prøver til mikrobiologisk analyse ble tatt ut ved bruk av steril teknikk. Prøver ble tatt ut annenhver dag gjennom lagringsforsøket. For hver gruppe ble ca 5 g fiskemuskel tatt ut fra 3 ulike loins, totalt ca 15 g prøvemateriale fra hver gruppe. Prøvematerialet ble homogenisert (2 minutter) samlet (samleprøver) i peptonvann (0,1 %) tilsatt 0,9 % NaCl i forhold 1:10. Den homogeniserte prøven ble så fortynnet i samme type peptonvann opp til 10^{-6} fortynning. Prøver ble overført til Jernagar (Iron agar Lyngby) for bestemmelse av totalt kimtall og mengde sulfidproduserende bakterier. For hver prøve ble 2 paralleller analysert. Agarskålene ble inkubert ved 12 °C i 5 døgn før avlesning.

2.3.2 Total flyktig nitrogen (TVN)

Totalt flyktig nitrogen (TVN) ble målt som milligram N/100 gram muskel i enkle stikkprøver, som var samleprøver fra 3 loinsbiter i hver produktvariant.

Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer angir TVN ≥ 35 mg N/100g prøve som øvere grense for torskerastoff som kan tilvirkes til konsumprodukter (tøking og fullsalting). I forhold til hva som er god kvalitet på ferske filetprodukter er denne grensen altfor høy. Forskriften har ikke en tilsvarende TVN-grenseverdi for ferskfisk, men angir i stedet at trimetylamin-nitrogen (TMA) i snitt ikke skal overstige 3 mg/100g prøve i kjølt fersk fisk og kjølte fiskevarer. Omsatt til TVN-verdier hevdes dette å tilsvare i underkant av 30 mg N/100g prøve.

2.3.3 Vektutvikling

For å kontrollere vektutvikling under kjølelegring ble 5-10 loinsbiter i hver prøveserie veid og individmerket ved pakking. De samme loinsbitene ble veid på nytt ved senere prøveuttak og vekten på kontrolltidspunktet ble omregnet til % av vekt ved pakking.

2.3.4 Sensorisk vurdering av rå produkter

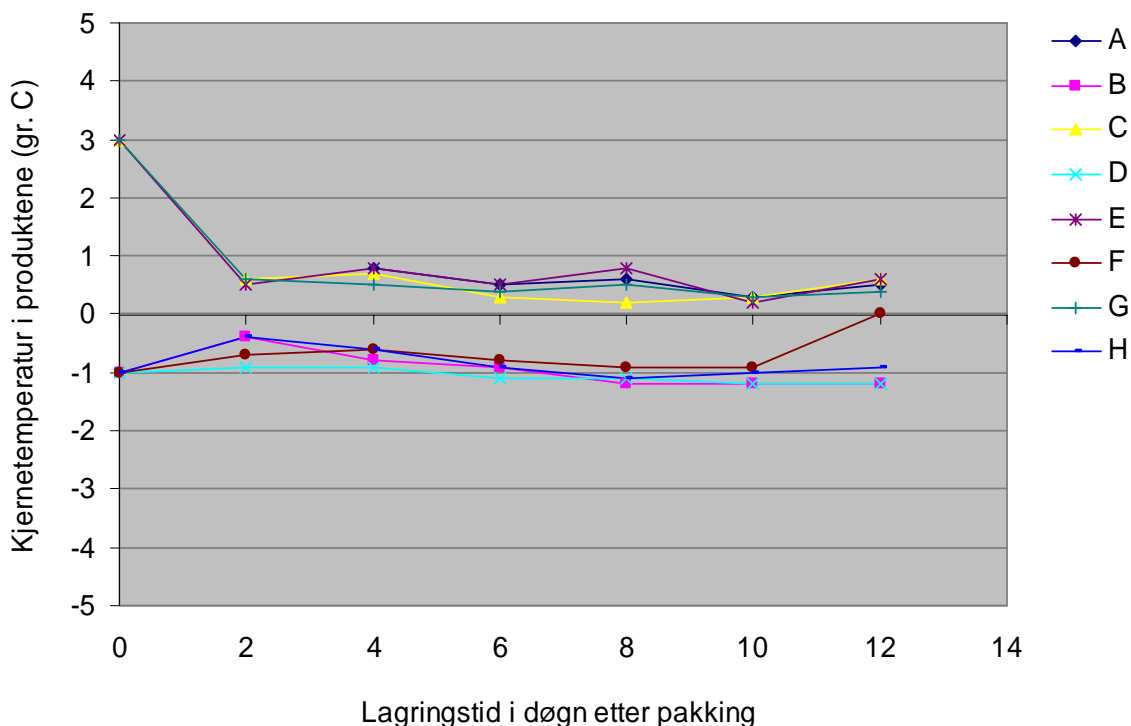
Filetindeks:

Parameter	Poengskala og beskrivelse
Lukt	0: Frisk lukt av sjø, blodfersk 1: Nøytral 2: Fiskelukt 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, 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

Prøvene ble vurdert av 3 trenede dommere og det ble beregnet en samlet snittkarakter for de tre dommerne. Poengene fra alle vurderingskriteriene summeres til en samlet indeks-score.

3 RESULTATER

3.1 Temperaturmålinger under lagring



Figur 1. Kjernetemperatur (°C) målt i loinsstykkene (n=3) ved pakking og under kjølelagring hos Fiskeriforskning. A, C, E og G er iskjølte kontrollprodukter. B, D, F og H er superkjølte produkter.

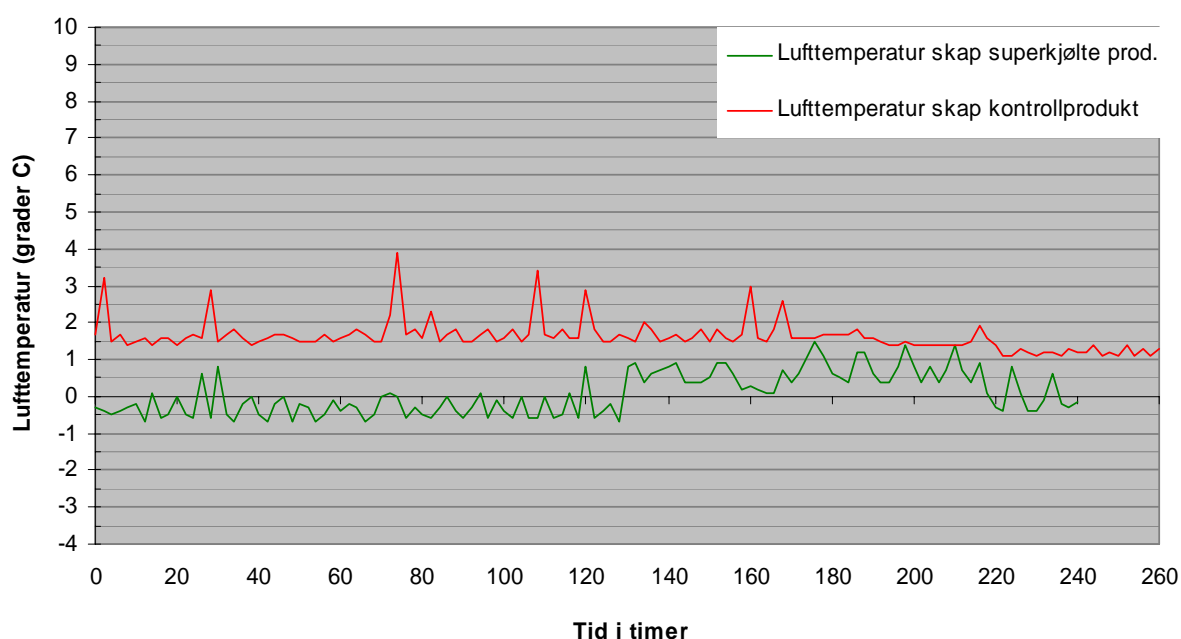
Tabell 1. Kjernetemperaturer (°C) målt i de tre prøveseriene; ved pakking, etter transport og under kjølelagring hos Fiskeriforskning (n=3).

Prøveserie	Døgn etter pakking						
	0	2	4	6	8	10	12
3 d kasser-kontroll	ca 3,0	n.d	0,8	0,5	0,6	0,3	0,5
3 d kar – kontroll	ca 3,0	0,6	0,7	0,3	0,2	0,3	0,6
6 d kasser-kontroll	ca 3,0	0,5	0,8	0,5	0,8	0,2	0,6
6 d kar – kontroll	ca 3,0	0,6	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4
3 d kasser superkj.	ca -1,0	-0,4	-0,8	-0,9	-1,2	-1,2	-1,2
3 d kar superkjølt	ca -1,0	-0,9	-0,9	-1,1	-1,1	-1,2	-1,2
6 d kasser superkj.	ca -1,0	-0,7	-0,6	-0,8	-0,9	-0,9	0,0
6 d kar superkjølt	ca -1,0	-0,4	-0,6	-0,9	-1,1	-1,0	-0,9

Ved pakking ble målingene utført før temperaturen i de superkjølte produktene var utjevnet, slik at temperaturen i overflaten ennå var lavere enn i kjernen. Ved første måling hos Fiskeriforskning 2 dager etter pakking varierte kjernetemperaturen i superkjølte produkter fra $-0,4^{\circ}\text{C}$ til $-0,9^{\circ}\text{C}$ (fig 1, tab 1). Hos Fiskeriforskning ble de superkjølte eskene satt inn i et kjøleskap som var innstilt på $\pm 0^{\circ}\text{C}$. Temperaturloggen viser at faktisk temperatur i skapet i snitt var ca $-0,3^{\circ}\text{C}$ (fig 2, tab 2).

Kjernetemperaturen i de superkjølte produktene holdt seg stabilt lav rundt -1°C også videre utover under lagringen, selv etter at temperaturen i skapet ble justert opp med ca 1°C etter 5-6 døgn (fig 2, tab 2). Det var is inne i produktene og utover under lagringen frøs det ut et tynt isskall på overflaten. Det ble ikke observert fryseskader av betydning på de superkjølte produktene men i noen tilfeller ble det nevnt i den sensoriske evalueringen at de hadde et preg av å være ”tinte”.

Ved pakking var temperaturen i kontrollproduktene ca 3°C . Ved måling hos Fiskeriforskning 2 døgn etter pakking var kjernetemperaturen i snitt ca $+0,6^{\circ}\text{C}$. Videre utover under lagringen var temperaturen stabil på dette nivået eller litt lavere. Kontrollproduktene ble lagret i et skap der lufttemperaturen i snitt var ca $+1,8^{\circ}\text{C}$ (fig 2, tab 2). Det var ikke nødvendig å tilføre ny is i disse eskene før helt mot slutten av lagringstiden.

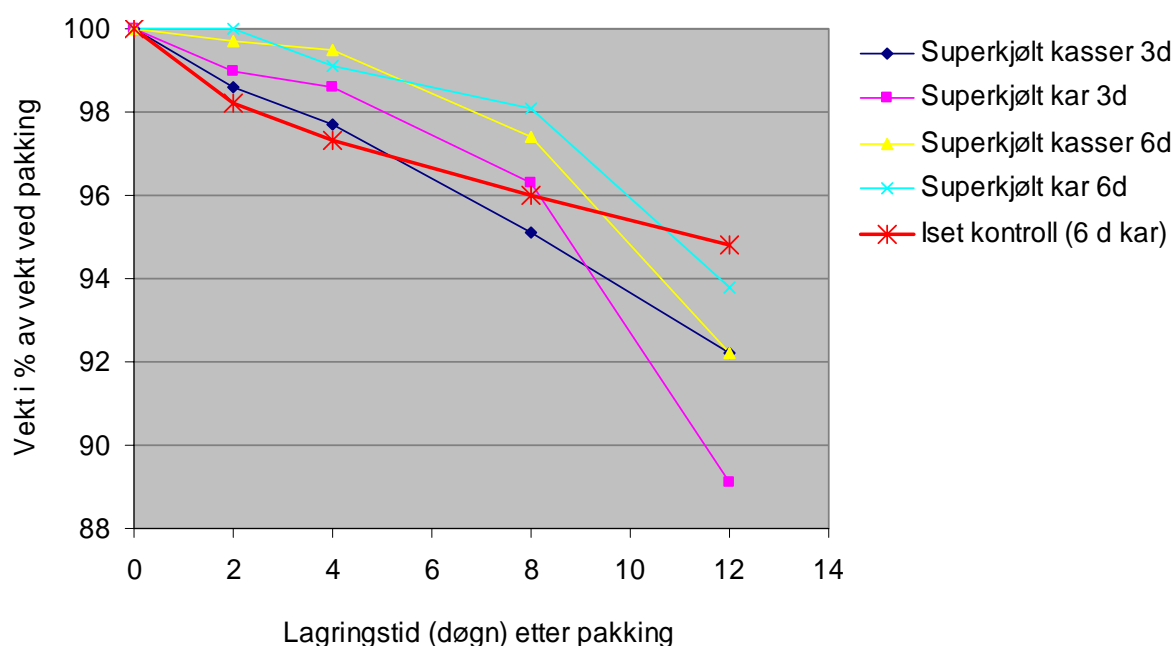


Figur 2. Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$) logget i de to kjøleskapene der prøveproduktene ble lagret.

Tabell 2. Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$) logget i de to kjøleskapene der prøveproduktene ble lagret.

Prøveserie	Lagringstid i døgn						
	1	2	4	6	8	10	11
Kontrollproduktene	1,7	1,6	1,8	1,5	1,5	1,2	1,2
Superkjølte prod.	-0,3	-0,7	-0,6	0,4	0,4	-0,1	nd

3.2 Vektutvikling under lagring



Figur 3. Utvikling i vekt under lagring av de superkjølte prøveseriene (n=5) og en iset kontrollserie (n=10), regnet i prosent av vekt ved pakking. I hver serie ble 5 – 10 loinsbiter veid enkeltvis og individmerket ved pakking. Ved senere kontrolltidspunkt under lagring hos Fiskeriforskning ble de samme bitene veid på nytt.

Tabell 3. Utvikling i vekt under lagring av de superkjølte prøveseriene og en iset kontrollserie, regnet i prosent av vekt ved pakking. I hver serie ble 5 – 10 loinsbiter veid enkeltvis og individmerket ved pakking og under kjølelagring hos Fiskeriforskning ble de samme bitene veid på nytt.

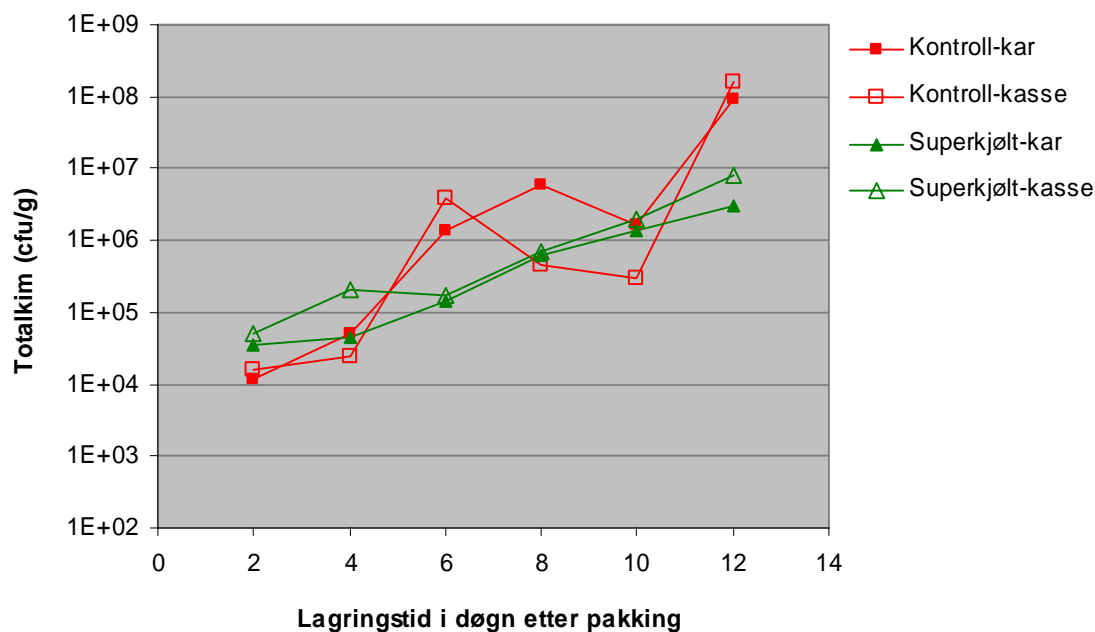
Prøveserie	Døgn etter pakking / vekt i % av pakkevekt				
	0	2	4	8	12
3 d kasser superkjølt (n = 5)	100	98,6	97,7	95,1	92,2
3 d kar superkjølt (n = 5)	100	99,0	98,6	96,3	89,1
6 d kasser superkjølt (n = 9)	100	99,7	99,5	97,4	92,2
6 d kar superkjølt (n = 5)	100	100,0	99,1	98,1	93,8
Iset kontroll (n = 10)	100	98,2	97,3	96,2	94,8

De superkjølte kontrollproduktene ble lagret samlet i en kasse og i løpet av lagringstiden steg temperaturen i disse bitene fra $-1,0\text{ °C}$ på dag to til ca $+0,8\text{ °C}$ på dag 12 etter pakking.

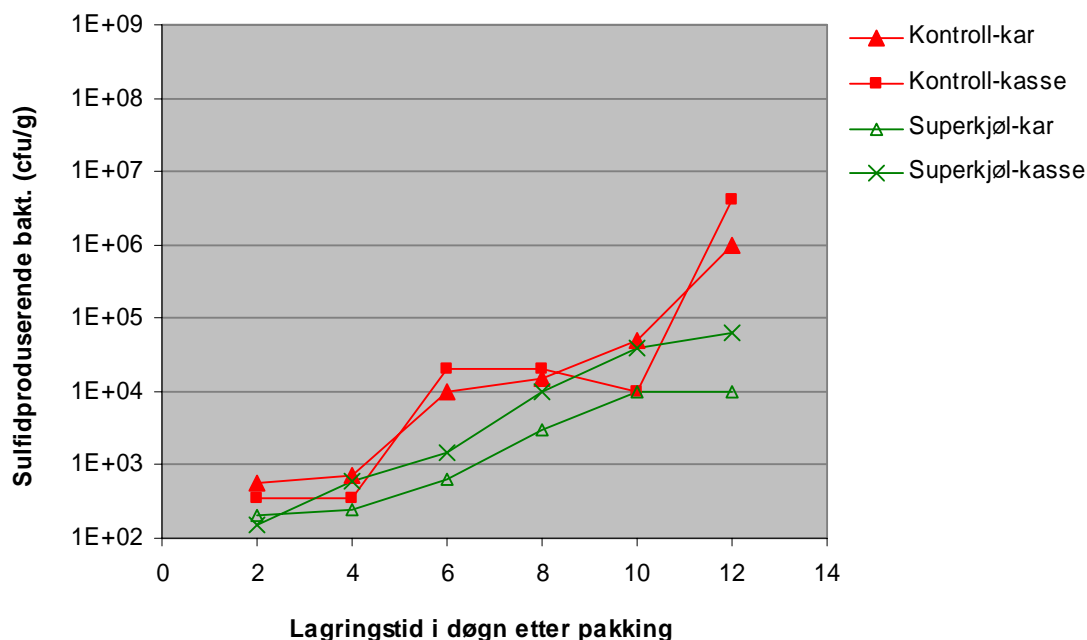
Alle de superkjølte variantene hadde etter 12 døgn lagring tapt mer vekt enn den iskjølte kontrollen. Vekttapet forløp ikke jevnt under lagringsperioden, det største væskeslipet med påfølgende vektreduksjon inntraff når isen i produktene smeltet. Det skjedde mellom døgn 8 og døgn 12 etter pakking da temperaturen i de superkjølte kontrollbitene steg fra $-0,6/-1,0\text{ °C}$ til $+0,7/+0,8\text{ °C}$. I den iskjølte kontrollserien forløp vekttapet med jevn økning utover under hele lagringstiden.

3.3 Mikrobiologi

3.3.1 Tre (3) døgns råstoff



Figur 4. Totalt kimtall analysert i samleprøver fra to serier superkjølte torskeloins og to kontroller av ordinært iskjølte produkter. Alle prøvene var produsert av 3 døgn gammelt råstoff, lagret kjølt i kar eller iset i kasser før produksjon.



Figur 5. Sulfidproduserende bakterier, hovedsakelig *Shewanella putrefaciens*, analysert i samleprøver fra to serier superkjølte torskeloins og to kontroller av ordinært iskjølte produkter. Alle var produsert av 3 døgn gammelt råstoff, lagret kjølt i kar eller iset i kasser før produksjon.

Tabell 4. Totalt kimtall under 12 døgn kjølelagring av to serier superkjølte torskeloins og to serier av vanlig iskjølte loins, alle produsert av 3 døgn gammelt råstoff lagret henholdsvis iset i kasser eller kjølt i kar frem til filetering og pakking. Kimtall høyere enn cfu/g ca 5×10^5 men lavere enn cfu/g ca 5×10^6 er markert med blått i tabellen. Kimtall høyere enn cfu/g 5×10^6 er markert i tabellen med uthevet rød skrift.

Døgn etter fangst	Totalt kimtall (cfu/g)					
	5	7	9	11	13	15
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt - kasser 3 døgn	$5,0 \times 10^4$	$2,1 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$	$7,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^6$	$8,0 \times 10^6$
Superkjølt - kar 3 døgn	$3,5 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$1,4 \times 10^5$	$6,3 \times 10^5$	$1,4 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$
Iskjølt kontroll – kasser 3 døgn	$1,5 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	$3,8 \times 10^6$	$4,7 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$	$1,6 \times 10^8$
Iskjølt kontroll - kar 3 døgn	$1,2 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	$1,4 \times 10^6$	$6,0 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$	$9,3 \times 10^7$

Tabell 5. Total mengde sulfidproduserende bakterier under 12 døgn kjølelagring av to serier superkjølte torskeloins og to serier av vanlig iskjølte loins, alle produsert av 3 døgn gammelt råstoff lagret henholdsvis iset i kasser eller kjølt i kar frem til filetering og pakking.

Døgn etter fangst	Totalt kimtall (cfu/g)					
	5	7	9	11	13	15
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt - kasser 3 døgn	$1,5 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$6,5 \times 10^4$
Superkjølt - kar 3 døgn	$2,0 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	$3,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$
Iskjølt kontroll – kasser 3 døgn	$3,5 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$4,0 \times 10^6$
Iskjølt kontroll - kar 3 døgn	$5,5 \times 10^2$	$7,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^6$

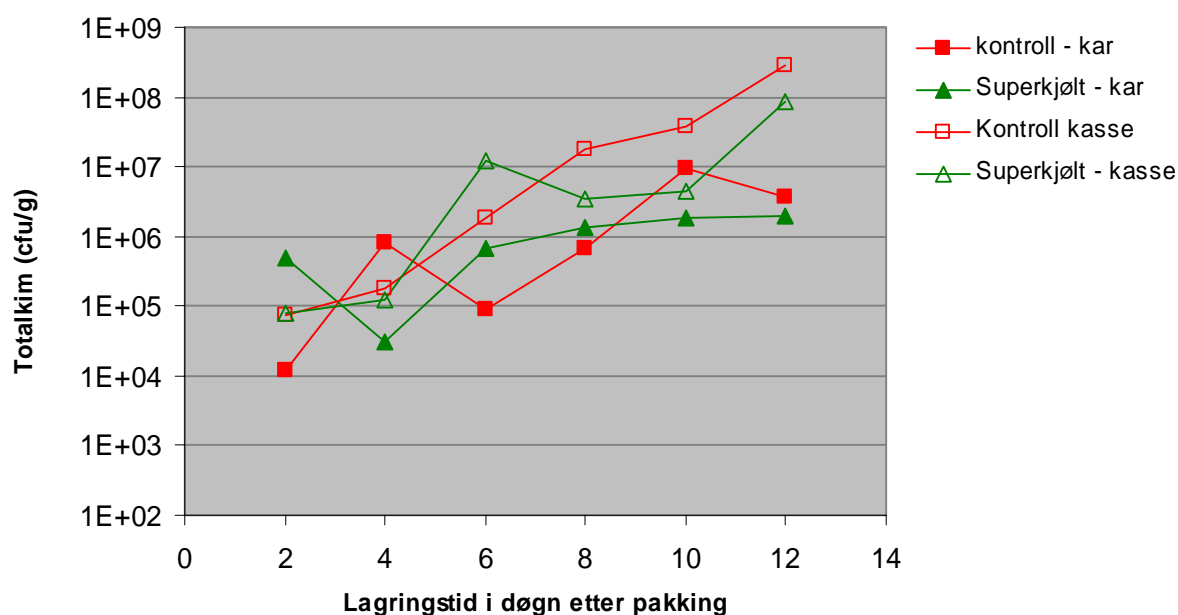
Mattilsynet har satt totalt kimtall cfu/g $\geq 5 \times 10^6$ som en mikrobiologisk grenseverdi (**M**) som ikke skal overskrides m.a i kjølt fiskefilet til menneskeemat. Samme forskrift fastsetter et totalt kimtall på cfu/g $= 5 \times 10^5$ som en grenseverdi (**m**) som ikke bør overskrides. Praktisk erfaring viser at selv med god produksjonshygiene vil enkelte prøver vise verdier mellom nedre og øvre grense uten at dette indikerer et problem. Det tolereres derfor noen analyseresultat i intervallet mellom **m** og **M** men dersom mange målinger ligger i dette området er kvaliteten ikke tilfredsstillende (Mattilsynet 2005).

Figur og tabell 4 viser at gjennomgående kommer de superkjølte produktene best ut med hensyn til totalkim utover i lagringsperioden. Begge de iskjølte kontrollproduktene passerte nedre grenseverdi (**m**) på dag 6 etter filetering og en av disse hadde passert øvre grenseverdi (**M**) allerede 8 døgn etter filetering. De to superkjølte produktene gikk ikke inn i ”gråsonen” mellom **m** og **M** før på døgn 8 etter filetering og da med en tierpotens lavere kimtall enn det kontrollproduktene hadde på dag 6. Ett av de superkjølte produktene, av råstoff kjølt i kar, hadde ikke passert den øvre grenseverdien (**M**) på døgn 12 etter pakking.

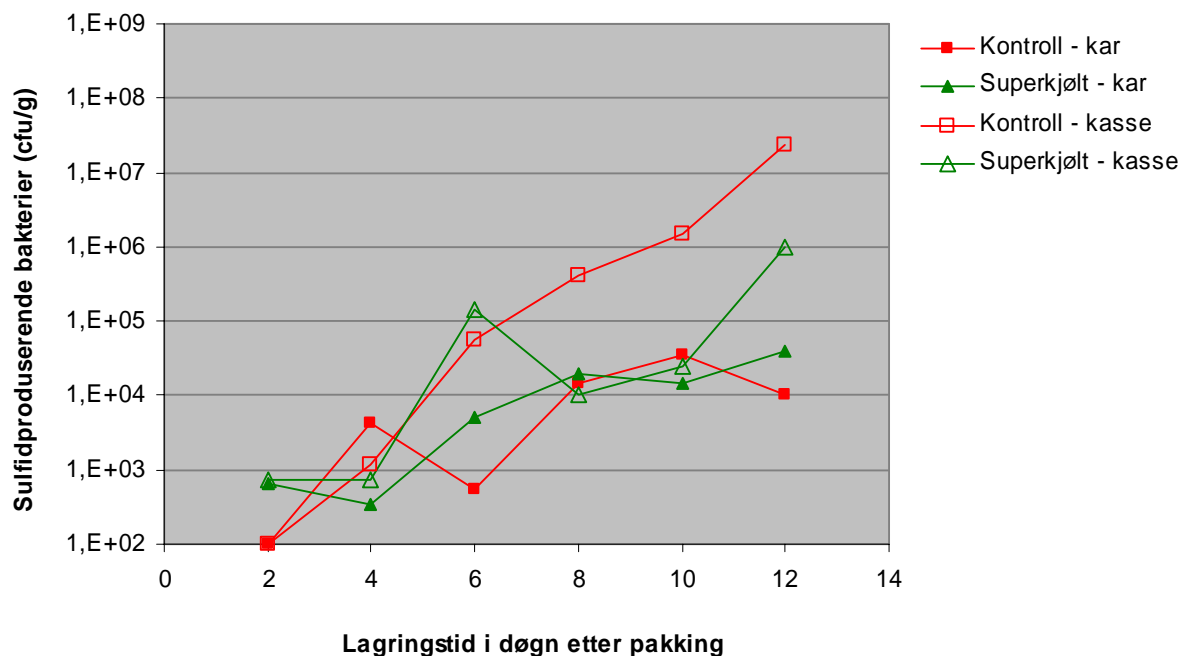
Rangering av ”antatt holdbarhet” etter filetering, når man tar hensyn til øvre grenseverdi (**M**) for totalkim:

- Best: Superkjølt av råstoff lagret i kar: >12 døgn etter filetering
- Nest best: Superkjølt av råstoff iset i kasser: ca 11 døgn etter filetering
- Nest dårligst: Iskjølt kontroll av råstoff lagret i kasser: 8-10 døgn etter filetering
- Dårligst: Iskjølt kontroll av råstoff iset i kar: 7-10 døgn etter filetering

3.3.2 Seks (6) døgn råstoff



Figur 6. Totalt kimtall analysert i samleprøver fra to serier superkjølte torskeloins og to kontroller av ordinært iskjølte produkter. Alle prøvene var produsert av 6 døgn gammelt råstoff, lagret kjølt i kar eller iset i kasser før produksjon.



Figur 7. Sulfidproduserende bakterier hovedsakelig *Shewanella putrefaciens*, analysert i samleprøver fra to serier superkjølte torskeloins og to kontroller av ordinært iskjølte produkter. Alle prøvene var produsert av 6 døgn gammelt råstoff, lagret kjølt i kar eller iset i kasser før produksjon.

Tabell 6. Totalt kimtall under 12 døgn kjølelagring av to serier superkjølte torskeloins og to serier av vanlig iskjølte loins, alle produsert av 6 døgn gammelt råstoff lagret henholdsvis iset i kasser eller kjølt i kar frem til filetering og pakking. Kimtall høyere enn cfu/g ca 5×10^5 men lavere enn cfu/g ca 5×10^6 er markert med blått i tabellen. Kimtall høyere enn cfu/g 5×10^6 er markert i tabellen med uthevet rød skrift.

Døgn etter fangst	Totalt kimtall (cfu/g)					
	8	10	12	14	16	18
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt - kasser 6 døgn	$8,0 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^7$	$3,5 \times 10^6$	$4,5 \times 10^6$	$8,4 \times 10^7$
Superkjølt - kar 6 døgn	$4,8 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$	$6,8 \times 10^5$	$1,3 \times 10^6$	$1,9 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$
Iskjølt kontroll – kasser 6 døgn	$7,5 \times 10^4$	$1,9 \times 10^5$	$1,8 \times 10^6$	$1,8 \times 10^7$	$3,8 \times 10^7$	$2,9 \times 10^8$
Iskjølt kontroll - kar 6 døgn	$1,2 \times 10^4$	$8,0 \times 10^5$	$9,0 \times 10^4$	$6,8 \times 10^5$	$9,5 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$

Tabell 7. Total mengde sulfidproduserende bakterier under 12 døgn kjølelagring av to serier superkjølte torskeloins og to serier av vanlig iskjølte loins, alle produsert av 6 døgn gammelt råstoff lagret henholdsvis iset i kasser eller kjølt i kar frem til filetering og pakking.

Døgn etter fangst	Totalt kimtall (cfu/g)					
	8	10	12	14	16	18
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt - kasser 6 døgn	$7,5 \times 10^2$	$7,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^5$	$1,0 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	$1,0 \times 10^6$
Superkjølt - kar 6 døgn	$6,5 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$5,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$
Iskjølt kontroll – kasser 6 døgn	$1,0 \times 10^2$	$1,2 \times 10^3$	$5,5 \times 10^4$	$4,1 \times 10^5$	$1,5 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$
Iskjølt kontroll - kar 6 døgn	$1,0 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	$5,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$

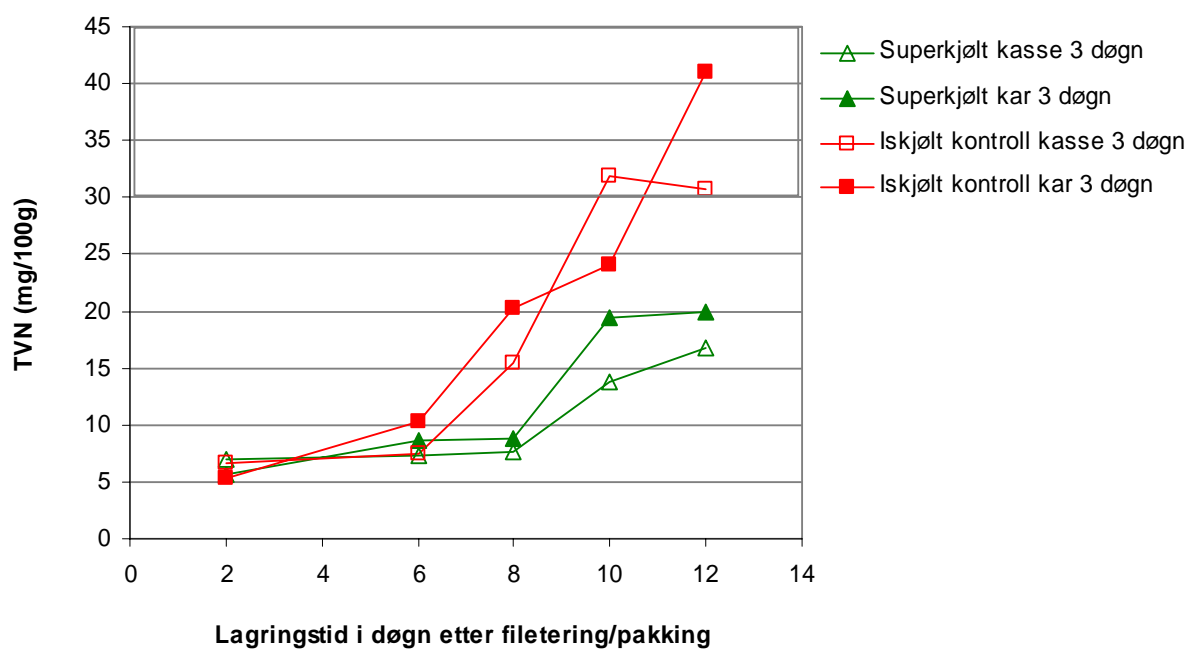
Som ventet gikk produktene av 6 døgn gammelt råstoff tidligere inn i ”gråsonen” mellom **m** og **M** enn hva som var tilfelle for tilsvarende produkter produsert av 3 døgn gammelt råstoff. Til forskjell fra det ferskere 3 døgns råstoffet kom nå både superkjølte og iskjølte produkter av råstoff som var kjølt i kar gjennomgående bedre ut med hensyn til totalkim enn tilsvarende produkter av råstoff som var iset i kasser.

Kontrollproduktene hadde passert øvre grenseverdi (**M**) 8-10 døgn etter filetering. Superkjølte loins produsert av råstoff kjølt i kar kom best ut av alle med hensyn til mikrobiologiske verdier. Denne stikkprøven hadde ennå ikke passert øvre grenseverdi for totalkim 12 døgn etter pakking. I den andre superkjølte varianten, av råstoff iset i kasser, ble det tidlig funnet høye kimtall, allerede i stikkprøven på dag 6 etter filetering. Stikkprøven på dag 10 viste at da var også øvre **M**-verdi passert, imidlertid var totalt kimtall i denne superkjølte prøven lavere enn i den tilsvarende kontrollprøven gjennom det meste av lagringstiden.

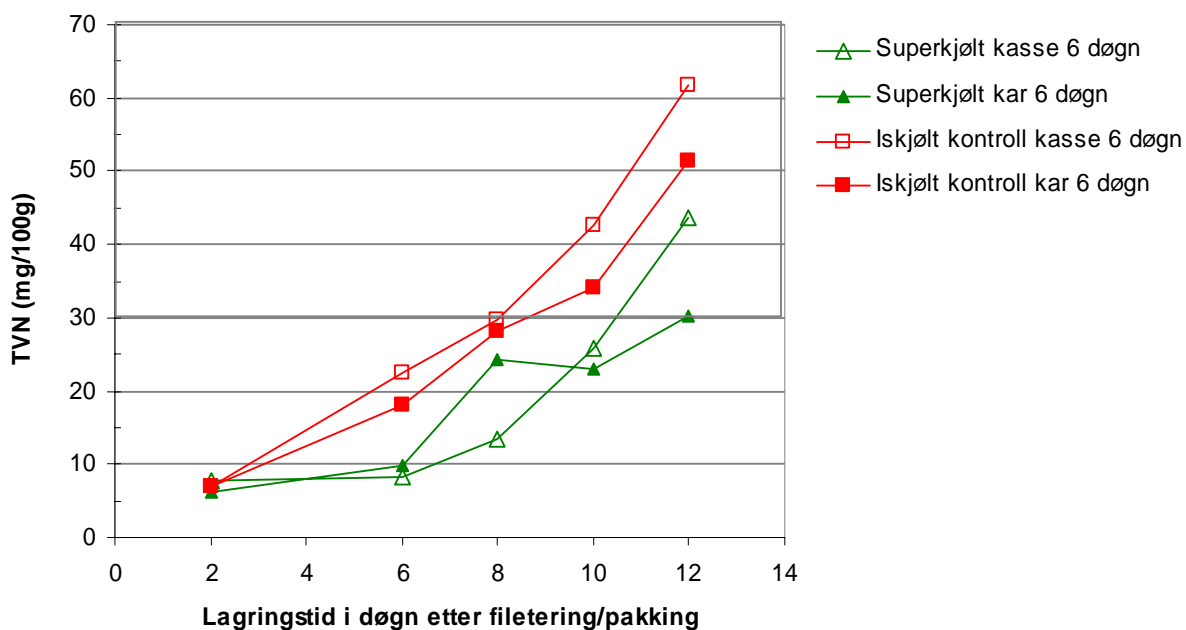
Rangering av antatt ”holdbarhet” etter filetering når det kun tas hensyn til at øvre grenseverdi (**M**) for totalkim ikke skal overstiges:

- Best: Superkjølt av råstoff lagret i kar: >12 døgn etter filetering
- Nest best: Iskjølt kontroll av råstoff lagret i kar: ca 9 døgn etter filetering
- Dårligst: Superkjølt av råstoff iset i kasser: 6 – 10 døgn etter filetering
- Iskjølt kontroll av råstoff iset i kasser: ca 7 døgn etter filetering

3.4 Total flyktig nitrogen (TVN)



Figur 8. Total flyktig nitrogen (TVN) analysert under 12 døgn lagring av superkjølte og vanlig iskjølte produkter, tilvirket av 3 døgns råstoff som var lagret enten iset i kasser eller kjølt i kar frem til filetering (n=3). Det skraverte feltet indikerer grensen for ikke akseptable TVN-verdier.



Figur 9. Total flyktig nitrogen (TVN) analysert under 12 døgn lagring av superkjølte og vanlig iskjølte produkter, tilvirket av 6 døgns råstoff som var lagret enten iset i kasser eller kjølt i kar frem til filetering (n=3). Det skraverte feltet indikerer grensen for ikke akseptable TVN-verdier.

Tabell 9. Total flyktig nitrogen (TVN) under 12 døgn lagring av superkjølte og iskjølte produkter, tilvirket av 3 døgn råstoff lagret enten iset i kasser eller kjølt i kar frem til filetering (n=3).

Døgn etter fangst	TVN (mg N/100 g)					
	5	7	9	11	13	15
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt - kasser 3 døgn	7,0	n.d	7,3	7,7	13,7	16,8
Superkjølt - kar 3 døgn	5,7	n.d	8,7	8,8	19,5	19,9
Iskjølt kontroll – kasser 3 d.	6,7	n.d	7,5	15,4	31,8	30,8
Iskjølt kontroll - kar 3 døgn	5,3	n.d	10,3	20,2	24,1	41,0

Tabell 10. Total flyktig nitrogen (TVN) under 12 døgn lagring av superkjølte og iskjølte produkter, tilvirket av 6 døgn råstoff lagret enten iset i kasser eller kjølt i kar frem til filetering (n=3).

Døgn etter fangst	TVN (mg N/100 g)					
	8	10	12	14	16	18
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt - kasser 6 døgn	7,8	n.d	8,2	13,4	25,9	43,7
Superkjølt - kar 6 døgn	6,1	n.d	9,9	24,3	23,0	30,3
Iskjølt kontroll – kasser 6 d.	7,0	n.d	22,5	29,7	42,7	61,8
Iskjølt kontroll - kar 6 døgn	6,9	n.d	18,1	28,1	34,0	51,3

Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer angir TVN = 35 mg N/100g prøve som øvre grense for torskerråstoff som kan tilvirkes til konsumprodukter (tørring og fullsalting). I forhold til hva som er akseptabel kvalitet på ferske filetprodukter er denne grensen for høy. Forskriften har ikke en tilsvarende TVN-grenseverdi for ferskfisk, men angir i stedet at trimetylaminnitrogen (TMA) i snitt ikke skal overstige 3 mg/100g prøve i kjølt fersk fisk og kjølte fiskevarer. Omtolket til TVN hevdes dette å tilsvare i underkant av 30 mg N/100g prøve.

TVN verdiene på dag 2 etter filetering var lave både i 3 døgn og 6 døgn råstoffet. Fig. 8-9 viser at det var store forskjeller mellom de superkjølte produktene og kontrollproduktene med hensyn til TVN-utviklingen videre utover under kjølelagring i 12 døgn etter filetering:

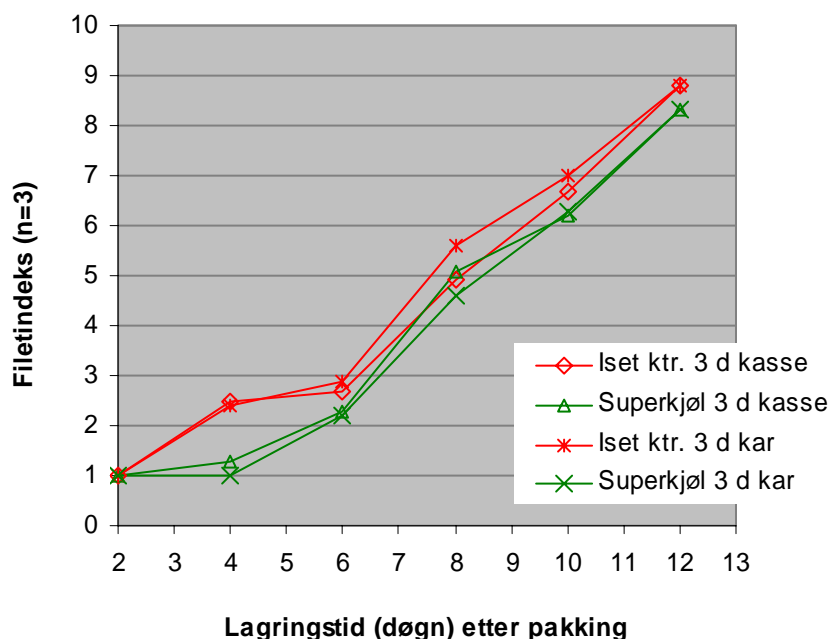
I loins av 3 døgn råstoff økte TVN-nivået i de to iskjølte kontrollprøvene raskt fra ca 6 døgn etter filetering og 30 mg N/100 g var passert 10 – 11 døgn etter filetering. I de superkjølte variantene økte ikke TVN-nivået noe av betydning før etter 8 døgn og stigningen var da langt mindre enn i kontrollene. Tolv døgn etter filetering hadde ingen av de superkjølte variantene av 3 døgn råstoff passert 30 mg N/100g prøve.

I loins av 6 døgn råstoff økte TVN-nivået i kontrollprøvene hele veien etter første måling 2 døgn etter pakking. Allerede 8 døgn etter filetering og pakking var TVN-nivået i de iskjølte kontrollproduktene tett opp under 30 mg N/100g. I de superkjølte variantene økte ikke TVN-nivået av betydning før etter 6 døgn lagring og grensen på 30 mg N/100 g prøve ble passert en gang mellom 10 og 12 døgn etter filetering.

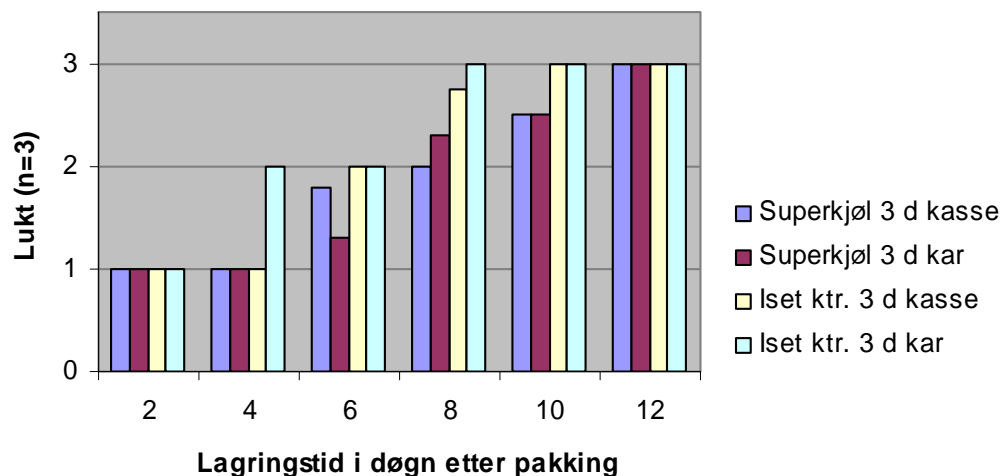
Det var ingen entydige forskjeller i TVN-utvikling mellom produkter av råstoff som var kjølt i kar og vanlig kasselagret råstoff. Dette til forskjell fra mikrobiologi resultatene i forsøket med 6 døgn råstoff der loins av torsk lagret i kar gjennomgående hadde lavere totalt kimtall enn tilsvarende loins av kasselagret råstoff.

3.5 Sensorisk vurdering av rå prøver

3.5.1 Filetindeks og lukt, produkter av 3 døgns råstoff



Figur 10. Filetindeks 3 døgn gammelt råstoff. Sensorisk vurdering av rå prøver under kjølelagring hos Fiskeriforskning. Filetindeksen er i dette tilfellet summen av karakterene for lukt, farge, konsistens og overflatestruktur. Spalting ble utelukket som parameter i vurderingen fordi en stor andel av produktene var betydelig spaltet allerede ved pakking. Karakteren 0 er den best mulige og når spalting er utelatt er 10 den dårligst mulige indeksskarakteren (n=3).



Figur 11. Karakter for lukt ved sensorisk vurdering av rå prøver produsert av 3 døgn gammelt råstoff. Karakter 0 = frisk sjøluft/blodfersk; karakter 1 = nøytral; karakter 2 = fiskelukt/TMA og karakter 3 = ammoniakk/sur lukt (n=3). Karakterene beskriver i hovedsak luktbildets særpreg og i mindre grad intensiteten.

Tabell 11. *Filetindeks 3 døgn gammelt råstoff: Sensorisk vurdering av rå prøver under kjølelagring hos Fiskeriforskning. Filetindeksen er i dette tilfellet summen av karakterene for lukt, farge, konsistens og overflatestruktur. Spalting ble utelukket som parameter i vurderingen fordi en stor andel av produktene var betydelig spaltet allerede ved pakking. Karakteren 0 er den best mulige og når spalting er utelatt er 10 den dårligst mulige indeksskarakteren (n=3).*

Døgn etter fangst	Filetindeks (n = 3)					
	5	7	9	11	13	15
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt – 3 døgn kasser	1,0	1,3	2,3	5,1	6,2	8,3
Superkjølt – 3 døgn kar	1,0	1,0	2,2	4,6	6,3	8,3
Iskjølt kontroll - 3 døgn kasser	1,0	2,5	2,7	4,9	6,7	8,8
Iskjølt kontroll – 3 døgn kar	1,0	2,4	2,9	5,6	7,0	8,8

Tabell 12. *Karakter for lukt ved sensorisk vurdering av rå prøver produsert av 3 døgn gammelt råstoff. Karakter 0 = frisk sjøluft/blodfersk; karakter 1 = nøytral; karakter 2 = fiskelukt/TMA og karakter 3 = ammoniakk/sur lukt (n=3). Karakterene beskriver i hovedsak luktbildets særpreg og i mindre grad intensiteten.*

Døgn etter fangst	Lukt (n = 3)					
	5	7	9	11	13	15
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt – 3 døgn kasser	1,0	1,0	1,8	2,0	2,5	3,0
Superkjølt – 3 døgn kar	1,0	1,0	1,3	2,3	2,5	3,0
Iskjølt kontroll - 3 døgn kasser	1,0	1,0	2,0	2,8	3,0	3,0
Iskjølt kontroll – 3 døgn kar	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0

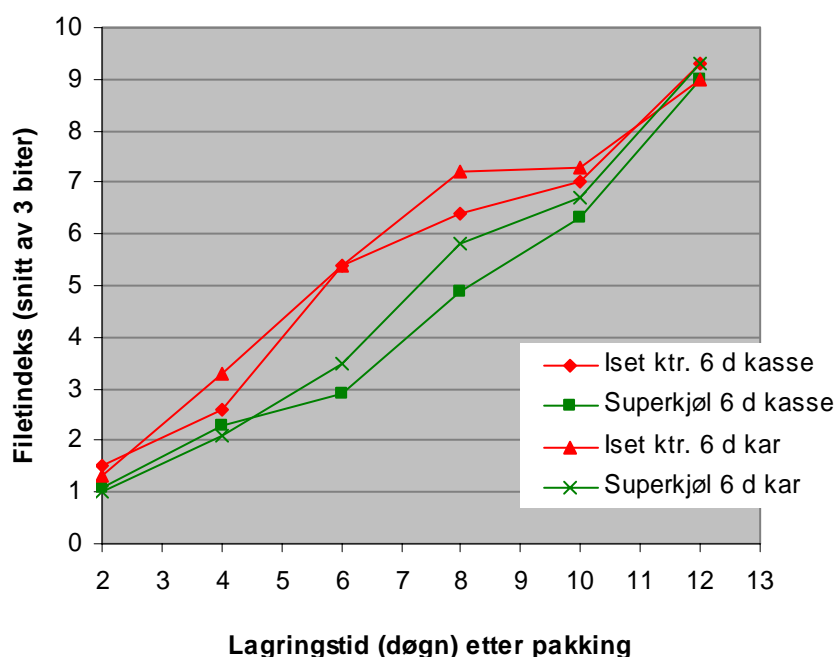
I tillegg til parameterne lukt, farge, konsistens og overflatestruktur som inngår i Filetindeksen, ble de superkjølte produktene også vurdert med hensyn til fryseskader på overflaten. Det ble bemerket at overflaten på mange av de superkjølte prøvene hadde moderat preg av frosset/tint produkt. Felles for disse loinsbitene var at det frøs ut et tynt islag/rimlag på overflaten, som imidlertid tinte bort kort tid etter at prøvene ble tatt ut av kassen. På grunn av at det fortsatt var is inne i muskelen virket de superkjølte produktene hele tiden noe stivere/fastere enn de iskjølte kontrollproduktene.

Filetindeksen (fig 9) viser at det var liten forskjell mellom de superkjølte prøvene av 3 døgn råstoff og tilsvarende vanlig iskjølte produkter, men indeksscoren for de superkjølte ligger konsekvent litt lavere enn kontrollproduktene.

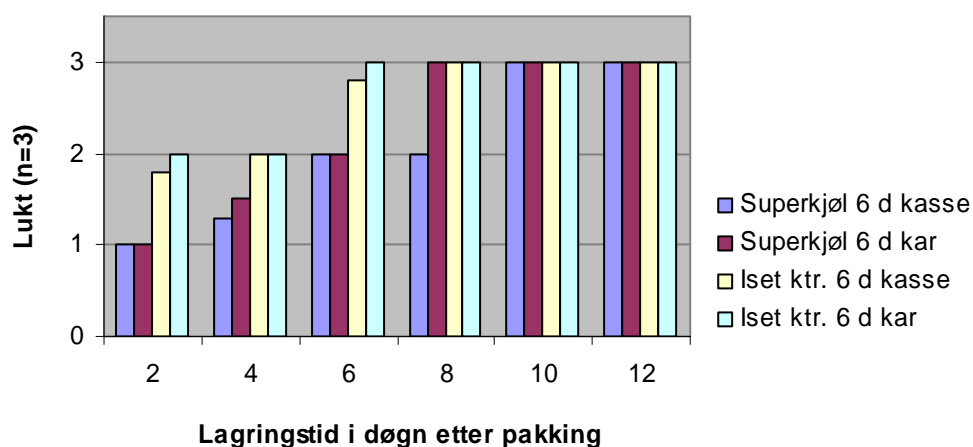
I den sensoriske vurderingen av rå prøver (filetindeks) kan særlig karakteren for lukt brukes for å skille prøveseriene fra hverandre. Figur 9 viser at de ordinært iskjølte seriene utviklet typisk fiskelukt/TMA (karakter 2) og amoniakk/sur lukt tidligere enn de superkjølte.

Selv om luktbildet fikk samme karakteristikk i den sensoriske vurderingen av de superkjølte og de vanlig iskjølte produktene, var lukintensiteten hele tiden lavest i de superkjølte prøvene.

3.5.2 Filetindeks og lukt, produkter av 6 døgns råstoff



Figur 13. Filetindeks 6 døgn gammelt råstoff: Sensorisk vurdering av rå prøver under kjølelagring hos Fiskeriforskning. Filetindeksen er i dette tilfellet summen av karakterene for lukt, farge, konsistens og overflatestruktur. Spalting ble utelukket som parameter i vurderingen fordi en stor andel av produktene var betydelig spaltet allerede ved pakking. Karakteren 0 er den best mulige og når spalting er utelatt er 10 den dårligst mulige indeksskarakteren (n=3).



Figur 14. Karakter for lukt ved sensorisk vurdering av rå prøver produsert av 6 døgn gammelt råstoff. Karakter 0 = frisk sjøluft/blodfersk; karakter 1 = nøytral lukt; karakter 2 = fiskelukt/TMA og karakter 3 = ammoniakk/sur lukt (n=3). Karakterene beskriver i hovedsak luktbildets særpreg og i mindre grad intensiteten.

Tabell 13. Filetindeks 6 døgn gammelt råstoff: Sensorisk vurdering av rå prøver under kjølelagring hos Fiskeriforskning. Filetindeksen er i dette tilfellet summen av karakterene for lukt, farge, konsistens og overflatestruktur. Spalting ble utelukket som parameter i vurderingen fordi en stor andel av produktene var betydelig spaltet allerede ved pakking. Karakteren 0 er den best mulige og når spalting er utelatt er 10 den dårligst mulige indeksskarakteren (n=3)

Døgn etter fangst	Filetindeks (n = 3)					
	8	10	12	14	16	18
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt – 6 døgn kasser	1,1	2,3	2,9	4,9	6,3	9,0
Superkjølt – 6 døgn kar	1,0	2,1	3,5	5,8	6,7	9,3
Iskjølt kontroll – 6 døgn kasser	1,5	2,6	5,4	6,4	7,0	9,3
Iskjølt kontroll – 6 døgn kar	1,3	3,3	5,4	7,2	7,3	9,0

Tabell 14. Karakter for lukt ved sensorisk vurdering av rå prøver produsert av 6 døgn gammelt råstoff. Karakter 0 = frisk sjøluft/blodfersk; karakter 1 = nøytral lukt; karakter 2 = fiskelukt/TMA og karakter 3 = ammoniakk/sur lukt (n=3). Karakterene beskriver i hovedsak luktbildets særpreg og i mindre grad intensiteten.

Døgn etter fangst	Lukt (n = 3)					
	8	10	12	14	16	18
Døgn etter filetering/pakking	2	4	6	8	10	12
Superkjølt – 6 døgn kasser	1,0	1,3	2,0	2,0	3,0	3,0
Superkjølt – 6 døgn kar	1,0	1,5	2,0	3,0	3,0	3,0
Iskjølt kontroll – 6 døgn kasser	1,8	2,0	2,8	3,0	3,0	3,0
Iskjølt kontroll – 6 døgn kar	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0

I tillegg til parameterne lukt, farge, konsistens og overflatestruktur som inngår i Filetindeksen, ble de superkjølte produktene også vurdert med hensyn til fryseskader på overflaten. Det ble bemerket at overflaten på mange av de superkjølte prøvene hadde moderat preg av frosset/tint produkt. Felles for superkjølte loins var at det frøs ut et tynt islag/rimlag på overflaten, som imidlertid tinte bort kort tid etter at prøvene ble tatt ut av kassen. På grunn av at det fortsatt var is inne i muskelen virket de superkjølte produktene hele tiden noe stivere/fastere enn de iskjølte kontrollproduktene.

Som ventet viste den sensoriske vurderingen at alle produktene av 6 døgns råstoff hadde lavere kvalitet i utgangspunktet og ble raskere forringet under lagring enn tilsvarende produkter av 3 døgns råstoff. Filetindeksen viser nå også større forskjeller mellom de superkjølte og de vanlig iskjølte prøvene enn i forsøket med 3 døgns råstoff. Også nå ligger indeksscoren for de superkjølte prøvene konsekvent lavere enn kontrollproduktene, særlig frem til 8 døgn etter filetering/pakking.

De ordinært iskjølte prøvene hadde allerede 2 døgn etter pakking utviklet typisk fiskelukt (TMA), mens de superkjølte prøvene luktet tilnærmet nøytralt frem til og med 4 døgn etter pakking. De iskjølte kontrollene utviklet også ammoniakk/sur lukt tidligere enn de superkjølte.

Selv om luktbildet får samme karakteristikk i den sensoriske vurderingen av de superkjølte og de vanlig iskjølte produktene, var lukttintensiteten hele tiden lavest i de superkjølte prøvene.

4 OPPSUMMERING

4.1 Holdbarhet og kvalitet

Vurdering av holdbarheten til kjølte fiskeprodukter må baseres på flere kriterier, mikrobiologi (totalt kimtall), TVN/TMA og sensorisk. Det er ikke alltid at resultater fra disse kriteriene er sammenfallende. I tvilstilfeller må det legges mest vekt på kriterier der tilsynsmyndighetene har fastsatt grenseverdier for hva som er akseptable nivåer og ikke:

Mattilsynet har satt totalt kimtall $\text{cfu/g} \geq 5 \times 10^6$ som en mikrobiologisk grenseverdi (**M**) som ikke skal overskrides m.a i kjølt fiskefilet til menneskemat. Samme forskrift fastsetter et totalt kimtall på $\text{cfu/g} = 5 \times 10^5$ som en grenseverdi (**m**) som ikke bør overskrides. Det er vanskelig å finne en dekkende beskrivelse for kvaliteten på produkter som ved mikrobiologisk analyser basert på enkel stikkprøve havner i ”gråsona” mellom **m** og **M**. Praktisk erfaring viser nemlig at selv med god produksjonshygiene og gode rutiner vil enkelte prøver vise høyere verdier enn ønskelig, dvs. mellom nedre og øvre grenseverdi, uten at dette indikerer et problem. Det kan derfor tolereres noen analyseresultat i intervallet mellom **m** og **M**, men dersom mange analyseresultat ligger i dette området, er kvaliteten ikke tilfredsstillende (Mattilsynet 2005).

Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer angir $\text{TVN} = 35 \text{ mg N/100g}$ prøve som øvre grense for torskeraåstoff som kan tilvirkes til konsumprodukter (tørking og fullsaling). I forhold til hva som er akseptabel kvalitet på ferske filetprodukter er denne grensen for høy. Forskriften har ikke en tilsvarende TVN-grenseverdi for ferskfisk, men angir i stedet at trimetylamin-nitrogen (TMA) i snitt ikke skal overstige 3 mg/100g prøve i kjølt fersk fisk og kjølte fiskevarer. Omtolket til TVN, som var det som ble analysert i dette forsøket, hevdes dette å tilsvare i underkant av 30 mg N/100g prøve.

4.1.1 Oppsummering i forhold til prosjektmål

Hovedmål:

”Fastlegge forhold mellom alder på råstoff og holdbarhet av superkjølt loins av torsk”.

Med hensyn til totalt kimtall og total flyktig nitrogen (TVN) ser en som forventet at loins produsert av 3 døgn gammelt råstoff kommer bedre ut enn loins produsert av 6 døgn gammelt råstoff, både superkjølte og iskjølte. Det ble registrert en del variasjoner i totalt kimtall under lagringsforsøket som det er vanskelig å forklare. Forskjellene kan komme av variasjoner i råstoffkvalitet og/eller ulik innfrysingsgrad/ tinegrad.

Generelt er bakterieinnholdet og TVN lavere i superkjølte loins enn de tilsvarende iskjølte kontrollgruppene. Superkjøling hadde best holdbarhetseffekt på loins produsert av 3 døgns råstoff. Både for råstoff lagret i kasser og kar kommer disse superkjølte produktene godt ut med hensyn til totalkim og TVN gjennom det meste av lagringstiden. Basert på **M**-verdien for totalkim ($5 \times 10^6 \text{ cfu/g}$) er den maksimale holdbarheten for vanlig iskjølte loins av 3 døgns råstoff (snitt kasser/kar) 8-10 døgn mens holdbarheten for superkjølte produkter er 11-12 døgn etter pakking. Etter 12 døgn lagring hadde ikke disse superkjølte produktene nådde TVN-grensen på $\approx 30 \text{ mg N/100g}$ prøve, mens vanlig iskjølte loins av 3 døgns råstoff nådde TVN-grensen 10-11 døgn etter pakking.

Superkjøling hadde også effekt på holdbarheten til loins produsert av 6 døgns råstoff, særlig med hensyn til TVN. Basert på **M**-verdien for totalkim (5×10^6 cfu/g) er maksimal holdbarhet både for iskjølte og superkjølte loins av 6 døgns råstoff (snitt av kasser og kar) kun 6-7 døgn etter pakking. Med hensyn til TVN-grensen (30 mg N/100g) var det imidlertid større forskjell. De iskjølte kontrollene når denne TVN grensen ca 8 døgn etter pakking mens de superkjølte produktene (snitt av kasser og kar) ikke passerer grensen før etter ca 11 døgn.

Delmål:

”Kartlegge effekt av lagring av fisk i kar med underkjølt is sammenlignet med islagret fisk i kasser som råstoff til produksjon av superkjølte produkter”.

Det er en gjennomgående trend for det eldste råstoffet (6 døgns) at både superkjølte og vanlig iskjølte loins av torsk lagret i kar inneholder mindre bakterier enn tilsvarende loins av torsk iset i kasser, spesielt mot slutten av lagringsperioden. Basert på totalkim (M) hadde superkjølte loins produsert av 6 døgn gammelt råstoff lagret i kar en holdbarhet på rundt 12 døgn etter pakking og tilsvarende for den iskjølte kontrollgruppen var ca 9 døgn. For produktene av råstoff lagret i kasser var holdbarheten rundt 8 dager for superkjølte loins og rundt 7 dager for vanlig iskjølte loins.

Med hensyn til totalt kimtall i loins av det ferskeste råstoffet, 3 døgn etter fangst, er det ikke tilsvarende store forskjeller mellom torsk kjølt i kar eller iset i kasser.

4.1.2 Andre kvalitetskriterier

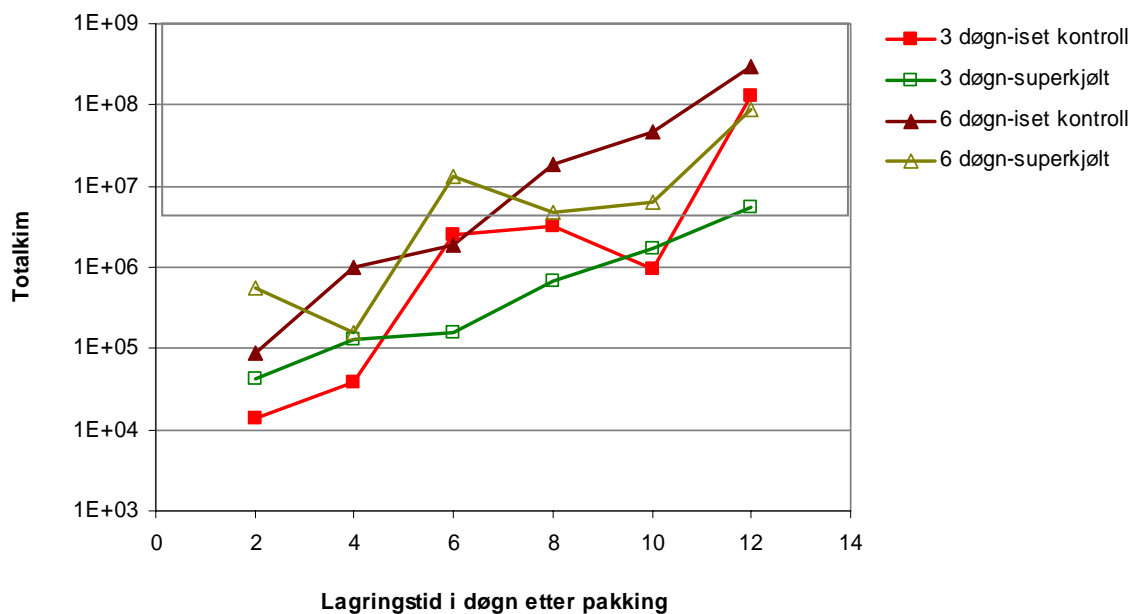
Det var moderate spor av fryseskader på de superkjølte produktene. Det ble bemerket at noen hadde et preg av å være ”tint” uten at det i nevneverdig grad reduserte helhetsinntrykket.

De superkjølte variantene kom noe bedre ut i den sensoriske vurderingen av rå produkter (filetindeks) enn de ordinært iskjølte kontrollene. Vurderingen av lukt skilte til en viss grad mellom produktene, særlig med hensyn til intensitet og ikke så mye med hensyn til luktbildets karakter. Også de superkjølte produktene hadde mot slutten av lagringen et tydelig innslag av sur lukt.

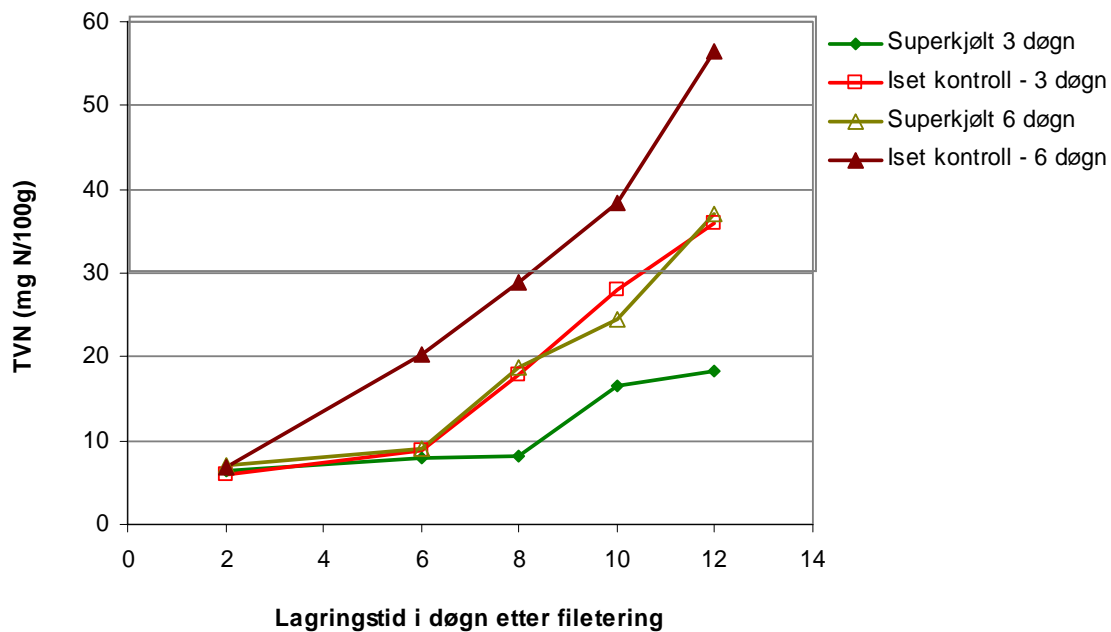
Superkjølte loins hadde etter 12 døgn lagring tapt mer vekt enn vanlig iskjølte loins. Vekttapet forløp ikke jevnt under lagringsperioden, det største væskeslipet inntraff etter at isen i produktene smeltet. I den iskjølte kontrollserien forløp vekttapet med jevn økning utover under hele lagringstiden.

Konklusjonen er at superkjøling i dette forsøket hadde positiv effekt på den sensoriske produktkvaliteten, men negativ effekt på drypptap/vektreduksjon under lagring.

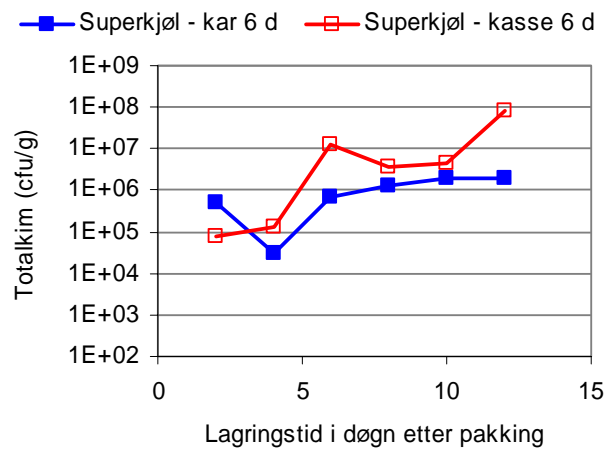
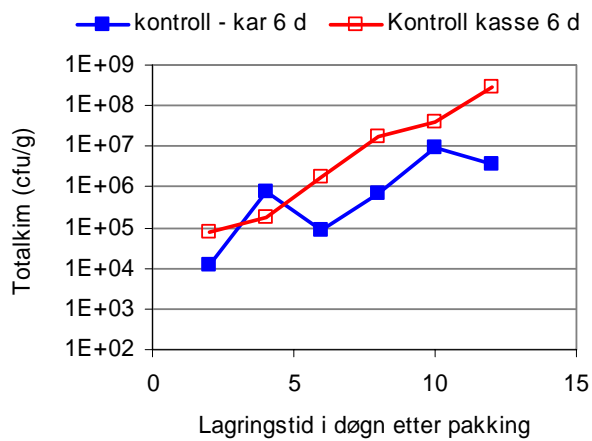
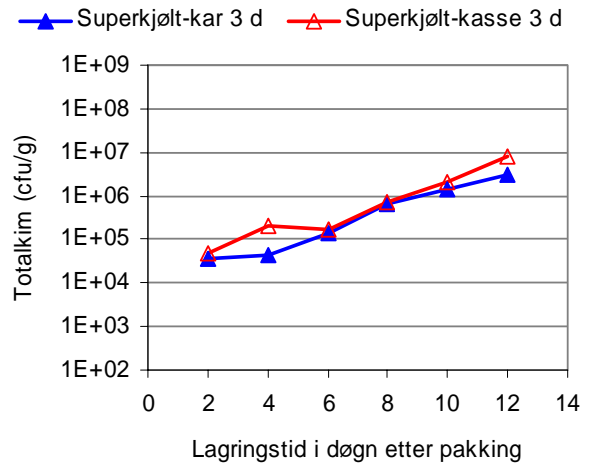
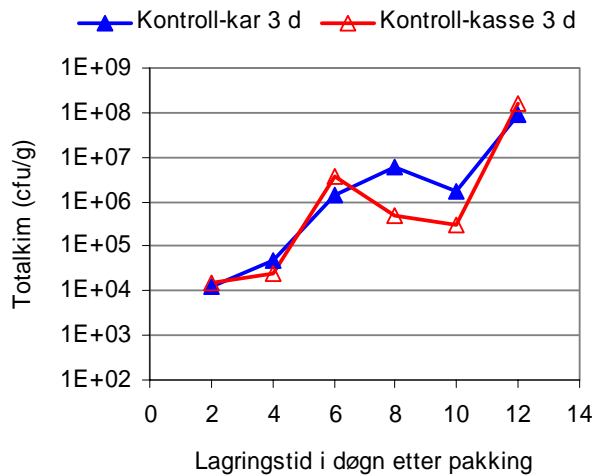
5 VEDLEGG



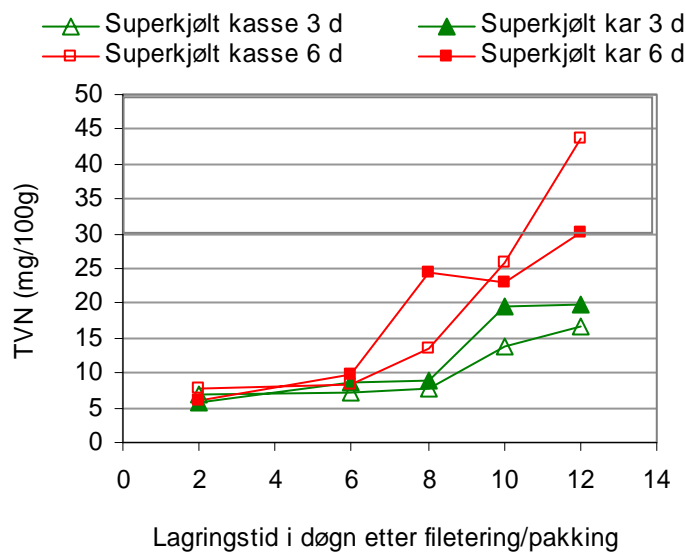
Figur 15. Totalkim i superkjølte og iskjølte loins, beregnet som en samlet snittverdi for produktene av råstoff som hadde vært lagret i kar og kasser, i 3 døgn eller 6 døgn.



Figur 16. Total flyktig nitrogen (TVN) i superkjølte og iskjølte loins, beregnet som en samlet snittverdi for produktene av råstoff som hadde vært lagret i kar og kasser, i 3 døgn eller 6 døgn.



Figur 18. Totalt kimtall i vanlig iskjølte og superkjølte torskeloins produsert av 3 døgn eller 6 døgn gammelt råstoff, kjølt i kar eller iset i kasser før filetering og pakking.



Figur 19. TVN i iskjølte og superkjølte torskeloins produsert av 3 døgn eller 6 døgn gammelt råstoff, kjølt i kar eller iset i kasser før filetering og pakking.



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