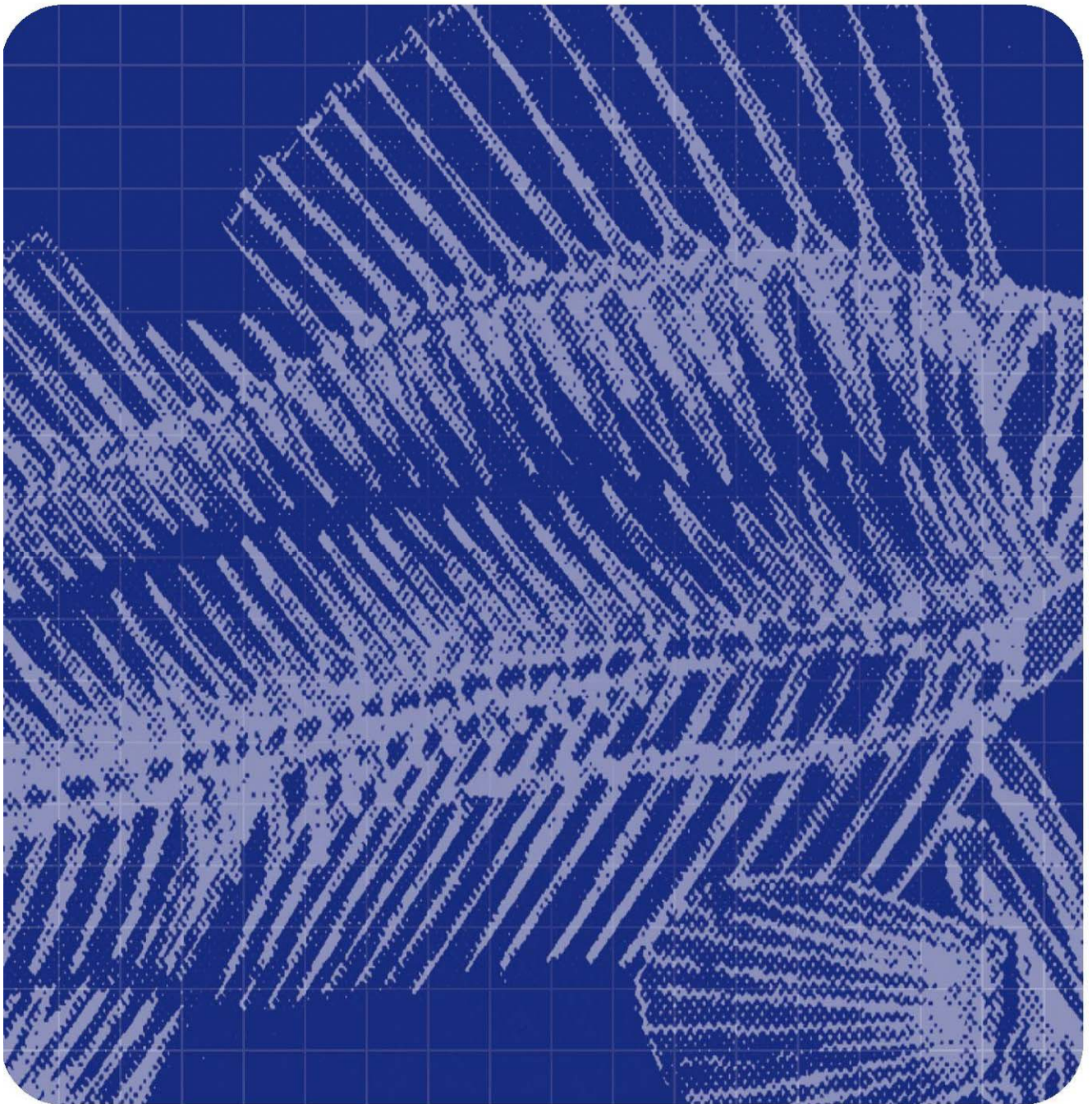




Superkjøling av råstoff (hyse) før filetering og skinning

Effekt på filetspalting, -utbytte og temperatur

Leif Akse, Tom Ståle Nordtvedt, Sjúrdur Joensen





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

RAPPORT

<i>ISBN:</i> 978-82-7251-629-0	<i>Rapportnr:</i> 23/2007	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
-----------------------------------	------------------------------	--

Tittel:

Superkjøling av råstoff (hyse) før filetering og skinning Effekt på filetspalting, -utbytte og temperatur

*Dato:***Desember 2007***Antall sider og bilag:***26***Forskningsjef:***Even Stenberg***Forfatter(e):***Leif Akse, Tom Ståle Nordtvedt (Sintef Energiforskning AS) og Sjørður Joensen***Prosjektnr.:***20325 – 3.1***Oppdragsgiver:***FHF-fondet og Filetforum***Oppdragsgivers ref.:***Kristian Prytz***Tre stikkord:***Hyse, superkjøling, filetering***Sammendrag: (maks 200 ord)*

Spaltet og løs filet er det som i størst grad begrenser anvendelsen kjølt råstoff til ferske filetprodukter og det er fysisk belastning under filetering og skinning som ødelegger filetene. Hypotesen i forsøket var at riktig superkjøling av råstoffet før filetering vil gi mindre filtspalting under skjæring og skinning og samtidig bidra til å vedlikeholde lav temperatur i produktene frem til pakking.

Sløyd, hodekappet hyse ble kjølt i slurry med temperaturer fra ca $\pm 1,7$ til ca $\pm 3,0$ °C, kjøletider fra 20 minutter til ca 3 timer. Etter skinning var fileter av råstoff som ble superkjølt før filetering betydelig mindre spaltet enn fileter av råstoff som ikke var superkjølt. Effekten var mest fremtredende på det eldste og svakeste råstoffet. Etter kjøling i den kaldeste slurryen var fisken imidlertid så stiv at det førte til maskinproblemer under filetering og skinning.

I normal drift tar det 10-20 minutter fra fisken blir ørebeinskuttet til den er i emballasjen. Temperaturen som filetene blir utsatt for kan i snitt settes til 15 °C. En oppholdstid på 40 minutter i slurry ved $\pm 2,5$ °C antas å gi filetene en utjevningstemperatur på -1 til -1,5 °C. Entalpidata for hyse tilsier at det gir en "kuldebuffer" på mellom 80 og 100 kJ/kg. For en filet på 1 kg har man i løpet av 10 minutter ved 15 °C en varmepåvirkning på ca 10 kJ. Det betyr at man fortsatt har betydelig kuldebuffer igjen i fileten når den pakkes.

English summary: (maks 100 ord)

Extensive fillet gaping is a major problem limiting the processing of fresh fillet loins from chilled haddock raw material. In these experiments super chilling of haddock before filleting and skinning reduced the amount of gaping and substantially increased the amount of fillets that could be used for processing of fresh loins.

Super chilling of the raw material before filleting also provided a buffer of ice within the fish muscle that helped to obtain low temperature in the fillets throughout the processing line.

Forord

Forsøkene som rapporteres her inngår som en del av prosjektet ”Temperaturstyring fra fangst til marked”, som er finansiert av FHF-fondet og ledet av en styringsgruppe oppnevnt av FHL-Filetforum.

Sintef Energiforskning AS og Fiskeriforskning samarbeider med Aker Seafoods i Hammerfest om gjennomføringen av de praktiske forsøkene.

INNHold

1	Sammendrag	1
2	Innledning	3
2.1	Problemstilling.....	4
3	Material og metode	5
3.1	Råstoff.....	5
3.1.1	Forsøk 1 (mars 2007).....	5
3.1.2	Forsøk 2 (september 2007)	5
3.2	Gjennomføring av forsøkene.....	5
3.2.1	Forsøk 1	5
3.2.2	Forsøk 2 a og b	6
3.3	Målemetoder	7
3.3.1	Temperaturmåling og -logging.....	7
3.3.2	Filetspalting	7
3.3.3	Filetutbytte etter skinning.....	7
3.3.4	Skjære-/skinnefeil og funksjonsfeil i maskinene	8
4	Resultater	9
4.1	Filetkvalitet i forsøk 1	9
4.1.1	Kjølegrad	9
4.1.2	Filetspalting	10
4.1.3	Oppsummering filetkvalitet i forsøk 1	12
4.2	Filetkvalitet i forsøk 2	13
4.2.1	Kjølegrad	13
4.2.2	Filetspalting	14
4.2.3	Oppsummering filetkvalitet i forsøk 2	16
4.3	Filetutbytte.....	16
4.4	Skjære- og skinnefeil, funksjonsfeil i maskiner	18
4.5	Temperaturer logget i forsøkene og målt i ordinær produksjon	20
4.5.1	Temperaturer logget i råstoff og fileter (forsøk 1 og 2a, b)	20
4.5.2	Temperaturmålinger i linja under ordinær produksjon (mars 2007)	22
4.5.3	Temperaturmålinger i linja under ordinær produksjon (september 2007) ..	23
4.5.4	Temperaturmålinger av filet inne i produksjonslokale (september 2007) ...	24

1 Sammendrag

Spaltet og løs filet er det som i størst grad begrenser anvendelsen av kjølt råstoff til produksjon av ferske filetprodukter og det er filetering og skinning som oftest ødelegger filetene på denne måten. Hypotesen i dette forsøket var at riktig superkjøling av råstoffet rett før filetering vil gi mindre filtspalting under skjæring og skinning av svakt råstoff og samtidig bidra til å vedlikeholde lav temperatur i produktene frem til pakking. Forsøkene ble gjennomført i mars og september 2007, i fabrikken til Aker Seafoods AS i Hammerfest.

I mars 2007 ble sløyd hodekappet hyse (1,0 – 1,5 kg) som hadde vært lagret i is i 6 og 7 døgn etter fangst kjølt ekstra i slurry ($\pm 1,7$ °C til $\pm 2,6$ °C) til ulike utfrysingsgrader av is i muskelen. Etter kjøling i 20, 40 og 60 minutter ble fisken filetert i Baader 184 og skinnnet i Baader 51. Spalting, skinnefeil, skjærefeil og utbytte ble kontrollert på filetene etter skinning. Temperatur ble logget og målt under kjøling og etter skinning.

I september 2007 ble hyse ($>0,8$ kg) kjølt i slurry ($-1,7$ °C til $-3,0$ °C) før filetering, til ulik utfrysingsgrad av is i muskelen. Første dagen ble hyse fra en fangst med god ferskhets og kvalitet kjølt i slurry i 15, 30 og 45 minutter før filetering og skinning. Dag to ble råstoff med redusert ferskhets og kvalitet kjølt i slurry i 35 min., 50 min., 1 t 20 min. og 2 t 50 min. før filetering i Baader 184 og skinning i Baader 51. Begge dager ble temperaturen i råstoff logget under kjølingen i slurry før filetering og dag 2 også i filetene under lagring etter skinning.

Resultatene viser at etter skinning var fileter av råstoff som ble superkjølt før filetering betydelig mindre spaltet enn fileter av råstoff som ikke var superkjølt. Effekten var mest fremtredende på det eldste og svakeste råstoffet. Etter lang kjøletid i den kaldeste slurrien ($\pm 2,6$ °C til $\pm 3,0$ °C) var fisken imidlertid så stiv at det førte til maskinproblemer under filetering og skinning.

Det var kun små og lite systematiske forskjeller i filetutbyttet avhengig av superkjølingsgrad, målt som vekten av skinnnet filet i % av råstoffvekten før filetering.

Frekvensen av skinnefeil på filetene og funksjonsproblemer i filet- og skinnemaskin økte med økende superkjølingsgrad i råstoffet før filetering.

Målinger i linja under ordinær produksjon av vanlig kjølt råstoff viste at temperaturen steg fra ca 0 °C i råstoffet ved sortering til mellom +3 °C og +6 °C ved pakking av loins.

Temperaturen som filetene blir utsatt for i fabrikken kan i snitt settes til 15 °C og hvor stor varmebelastningen blir avhenger av oppholdstiden. Ved normal drift er tiden fra fisken blir hodekappet til den er i emballasjen 10-20 minutter.

Basert på entalpidata for hyse som funksjon av temperatur kan man lese av oppmagasinert kuldelager ved superkjøling. For hyse som ble gitt en oppholdstid på 40 minutter i slurry ved $\pm 2,5$ °C kan man anta en utjevningstemperatur for filetene mellom -1 til -1,5 °C, noe som gir en "kuldebuffer" på mellom 80 til 100 kJ/kg. For en filet på 1 kg har man i løpet av 10 minutter ved 15 °C en varmepåvirkning på ca 10 kJ. Det betyr at man fortsatt har betydelig kuldebuffer igjen i fileten når den pakkes.

2 Innledning

Det primære målet prosjektet ”Temperaturstyring fra fangst til marked” er å forbedre kvaliteten på ferske filetprodukter av hvitfisk og å øke andelen av kjølt råstoff (hyse, torsk og sei) som har en kvalitet som gjør det anvendelig til lønnsom produksjon av ferske produkter. Prosjektet fokuserer på å optimalisere kjølekjeden fra fangst om bord på tråler til skiping av kjølte filetprodukter til kunder i markedet (råstoff, halvfabrikata, sluttprodukter). Superkjøling er viet spesiell oppmerksomhet med hensyn til egnethet i ulike trinn i kjeden fra fangst til marked.

Superkjøling defineres vanligvis som lagring ved temperaturer like under frysepunktet for varen. Ved superkjøling av fisk vil det dannes iskrystaller i muskelvevet slik at en har en delvis (partiell) frysing av produktet. Klare fordeler med dette er lavere temperatur som reduserer kvalitetsnedsettende prosesser og forlenger holdbarheten. Superkjøling kan imidlertid også gi noen av frysingens negative effekter avhengig av kjøletemperatur, frysehastighet, dannelse av iskrystaller, mv.

Superkjøling er også magasinering av kulde i produktet, som bidrar til å opprettholde stabilt lav temperatur selv om omgivelsestemperaturen øker. Under distribusjon av fersk fisk med lav holdbarhet og usikker kuldekjede benyttes ofte is som et kuldemagasin som sendes med produktene. Dette gir ekstra vekt, som vanligvis utgjør 30-50 % av varens vekt. I superkjølte produkter er kuldemagasinet plassert inne i produktet, som dermed kan distribueres uten ekstra is i emballasjen. Dette bidrar til reduserte transportkostnader gjennom økt andel nyttelast.

Superkjøling av fisk anvendes i dag særlig med to hovedsiktemål: Effektiv kjøling og sikring av kvalitet og utbytte.

Nedkjøling er en treg prosess som kan effektiviseres ved å bruke kjøletemperaturer under frysepunktet for varen. Da fryses overflaten med utjevning av temperaturen på lager etterpå. Magasinering av en så betydelig kuldemengde må utføres med riktig metodikk og teknologi, særlig for å unngå problem med frysing.

En annen anvendelse av superkjøling er for å øke utbytte og kvalitet under videreforedling av fisk. Både kontrollerte forsøk og industrierfaringer med tint pelagisk fisk (makrell og sild) har vist at temperaturen i råstoffet gjennom kritiske enhetsoperasjoner er viktig. Riktig temperering av slikt råstoff før innmating i filetmaskinen gir bedre resultat under skjæring og skinning, særlig med hensyn til redusert filetspalting.

Spaltet og løs filet er også det som i størst grad begrenser muligheten for å anvende kjølt råstoff av hyse, torsk og sei til produksjon av høykvalitets ferske filetprodukter. Tidligere forsøk har vist at filetering og skinning er de enhetsoperasjonene som i størst grad bidrar til å ødelegge filetene på denne måten. I prosjektet ble det derfor besluttet å prøve ut superkjøling av råstoffet før filetering som metode til å øke andelen av fileter som etter skinning var så lite spaltet at de kunne anvendes til ferske loins. Forsøkene ble utført i to runder i filetlinja hos Aker Seafoods AS i Hammerfest, i mars og september 2007. Råstoffet var i begge rundene hyse med ulik ferskhetsgrad og kvalitet.

2.1 Problemstilling

Målet var å dokumentere hvordan ulik grad av superkjøling av råstoffet før innmating i filetmaskinen og skinnemaskinen påvirket følgende forhold:

- Graden av filetpalting, vurdert på filetene etter skinning
- Filetutbyttet målt etter skinning
- Frekvens av feilskjæring og skinnefeil på filetene, samt funksjonsfeil i maskinene
- Grad av kuldebuffer i filetene etter skinning som grunnlag for å opprettholde stabilt lav temperatur i produktene videre gjennom linja frem til pakking.

Forsøkene er utført med is-slurry med ulike temperaturer som kjølemedium.

3 Material og metode

3.1 Råstoff

3.1.1 Forsøk 1 (mars 2007)

Råstoffet i forsøket var trålhyse levert av en av trålerne til Aker Seafoods AS. Ombord hadde fisken vært iset med vanlig is i 400 liters kar. Ferskhetsgrad ved filetering var 6 og 7 døgn etter fangst. Før superkjøling ble råstoffet sortert til jevn størrelse 1 – 1,5 kg sløyd uten hode.

3.1.2 Forsøk 2 (september 2007)

Råstoffet i denne forsøksrunden var to batcher med sløyd hodekappet hyse levert av kystfiskefartøy. Fisken var ved ankomst Hammerfest iset i kar. De to batchene hadde klart ulik ferskhetsgrader uten av at eksakt antall døgn fra fangst til produksjon er kjent. Den første batchen var stor hyse med meget god ferskhetsgrad og kvalitet. Den andre batchen var hyse av tilsvarende størrelse men med klart dårligere ferskhetsgrad og kvalitet. Også dette råstoffet ble før superkjøling sortert til jevn størrelse >8 hekto sløyd uten hode.

3.2 Gjennomføring av forsøkene

3.2.1 Forsøk 1

Superkjølingen ble gjennomført ved at størrelsessortert hyse ble overført til is-slurry og kjølt til ulike utfrysingsgrader i muskelen. Etter kjøletider i slurry på 20, 40 og 60 minutter ble prøvene kjørt gjennom en Baader 184 filetmaskin og Baader 51 skinnemaskin i en serie av 10-fisk prøver. Forsøket ble fordelt over to dager, første dagen ble det kjørt råstoff som hadde vært lagret iset i kar i 6 døgn etter fangst og dag to tilsvarende råstoff som hadde vært iset i 7 døgn.

Følgende prøveserier ble kjørt med 6 og 7 døgn gammelt råstoff:

- Kontrollprøver iset i vanlig is frem til filetering.
- Ekstra (super-)kjølt før filetering i slurry med temp. $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$, i 20, 40 og 60 min.
- Ekstra (super-)kjølt før filetering i slurry med temp. $\pm 2,6^{\circ}\text{C}$, i 20, 40 og 60 min.

Tabell 1 Råstoffet og kjølebetingelser i forsøk 1.

Råstofftype og ferskhetsgrad	Snittvekt /stdav	Kjøling før filetering
Hyse som hadde vært iset i kar om bord på tråler i 6 døgn etter fangst	1160 / 141	Kontroll (vanlig is)
	1213 / 117	Slurry: $-1,7^{\circ}\text{C}$
	1197 / 134	Slurry: $-2,5^{\circ}\text{C}$
Hyse som hadde vært iset i kar om bord på tråler i 7 døgn etter fangst	1130 / 98	Kontroll (vanlig is)
	1207 / 147	Slurry: $-1,7^{\circ}\text{C}$

I dette forsøket ble følgende forhold dokumentert på råstoffet og filetene etter skinning:

- Temperatur i fisken før filetering og etter skinning, målt med stikktermometer.
- Filetspalting etter skinning
- Filetutbytte etter skinning (vekt skinnnet filet i % av råstoffvekt)

3.2.2 Forsøk 2 a og b

Av praktiske hensyn for kjøringen i filetmaskinen ble råstoffet i dette forsøket ørebeinskuttet før superkjøling. Superkjølingen ble som i forsøke 1 gjennomført ved at størrelsessortert hyse ble overført til slurry og kjølt til ulike utfrysingsgrader i muskelen.

Også forsøk 2 ble fordelt over to dager. Første dagen (2a) ble hyse fra batchen med god ferskhetsgrad og kvalitet kjølt ekstra i slurry med temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$ og $-3,0^{\circ}\text{C}$ før filetering og skinning. Kjøletidene i slurry var 15, 30 og 45 minutter.

Dag to (2b) ble råstoffet med redusert ferskhetsgrad og kvalitet kjølt ekstra i slurry med temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$ før filetering. Kjøletidene i slurry var 35 min., 50 min., 1 t 20 min. og 2 t 50 min., etter kjøling ble prøvene kjørt gjennom en Baader 184 filetmaskin og Baader 51 skinnemaskin.

Begge dager i dette forsøket ble temperaturen i råstoff logget under kjølingen i slurry før filetering og dag 2 også i filetene under lagring i romtemperatur etter skinning.

Følgende forhold ble dokumentert i forsøk 2 a og b:

- Filetspalting etter skinning.
- Filetutbytte etter skinning (vekt skinnnet filet i % av råstoffvekt).
- Skjærefeil og skinnfeil på filetene og funksjonsfeil i maskinene
- Temperaturlogging i råstoff og fileter og simulering av antatt temperaturforløp videre gjennom filetlinja frem til pakking av ferske loins (2b).

Tabell 2 Råstoffet og kjølebetingelser i forsøk 2 a og b.

Råstofftype og ferskhetsgrad	Snittvekt /stdav	Kjøling før filetering
2a: Hyse med god ferskhetsgrad og kvalitet.	689 / 185	Kontroll (vanlig is)
	760 / 184	Slurry: $-1,7^{\circ}\text{C}$
	731 / 177	Slurry: $-3,0^{\circ}\text{C}$
2b: Hyse med redusert ferskhetsgrad og kvalitet	776 / 154	Kontroll (vanlig is)
	805 / 186	Slurry: $-1,7^{\circ}\text{C}$

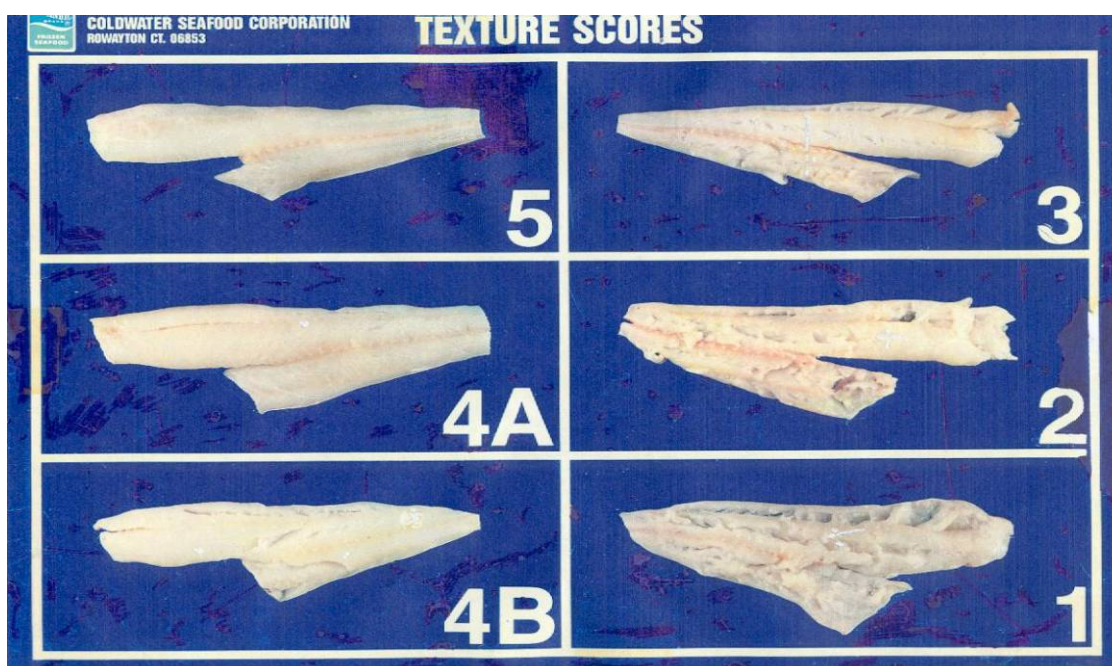
3.3 Målemetoder

3.3.1 Temperaturmåling og -logging

Temperaturmålinger i råstoffet før filetering og i filetene etter skinning ble utført med et håndholdt termometer Testo 110, i tykkeste loinsdelen av hel fisk og fileter.

I forsøk 2 ble temperaturforløpet i råstoffet under superkjøling og i filetene under lagring etter filetering/skinning også logget med I-buttons temperaturloggere.

3.3.2 Filetspalting



Figur 1 Scoreskjema for grader av filetspalting som ble benyttet i prosjektet ved vurdering av filetene etter skinning.

Fileter som kan/kan ikke anvendes til produksjon av ferske loins:

I samråd med bedriften ble det definert at fileter med spaltingsgrad 4B, 4A og 5 (fig 1) vil kunne anvendes til produksjon av fersk loins av hyse eller torsk.

Fileter med score 1 og 2 ble definert som sterkt ødelagt av filetspalting og ikke anvendelige til annet enn frosne produkter. Også fileter med score 3 ble i disse forsøkene definert som for mye spaltet til å kunne anvendes til produksjon av ferske loins.

3.3.3 Filetutbytte etter skinning

Filetutbytte ble i disse forsøkene definert som vekten av skinn, utrimmet filet som prosent av sløyd, hodekappet råstoff før innmating i filetmaskinen. Filetene ble veid slik de kom ut av skinnmaskinen uten noen form for renskjæring eller trimming av skinn-/beinrester, mv.

3.3.4 Skjære-/skinnefeil og funksjonsfeil i maskinene

I forsøk 2a ble skjærefeil og skinnefeil registrert og beskrevet på filetene etter skinning. Kategorien skinnefeil omfattet alt fra mindre skinnrester som satt igjen på filetene til helt uskinnet filet. Skjærefeil på filetene kan eksemplifiseres ved at deler av fileten er kuttet bort, for eksempel spordenden eller deler av buken. I tillegg til feil på fileten ble også funksjonsfeil i filetmaskinen og skinnemaskinen registrert, som fastkjøring, feilmating, mv.

Frekvenser av ulike typer feil ble beregnet som prosentvis andel av enkeltfileter med den aktuelle feilen.

4 Resultater

4.1 Filetkvalitet i forsøk 1

Trålhyse som var iset i kar i 6 døgn etter fangst ble plukket ut etter størrelsessortering. Første dagen ble to kontrollprøver à 10 fisker kjørt gjennom Baader 184 og Baader skinnemaskin uten ekstra kjøling. Resten av fisken ble overført til et kar med issørpe tappet fra bedriftens slurryanlegg. Temperaturen i slurryen ble målt til $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nye 10-fisk prøver ble plukket ut etter 20, 40 og 60 minutter kjøling i slurry og kjørt gjennom skjæring og skinning på samme måten som kontrollprøvene.

I en ny kjøleserie første dagen ble slurry fra bedriftens anlegg tilsatt ekstra salt og is slik at temperaturen sank $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Saltinnholdet i denne slurryen var ca 4,2 %. Trålhyse med samme alder etter fangst (6 døgn) og størrelsesfordeling ble overført til dette kjølekaret og prøver à ti fisker ble plukket ut etter 20, 40 og 60 minutters kjøling og kjørt gjennom Baader 184 og skinnemaskin.

Resten av råstoffet ble iset og lagret i kar til dagen etter slik at alderen nå var 7 døgn etter fangst. Første forsøksserien fra dagen før ble gjentatt. Ekstra kjøling før skjæring og skinning ble utført i slurry med temperatur $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ tappet fra bedriftens slurryanlegg. Først ble to prøver à 10 fisker hentet rett fra karet uten ekstra kjøling og kjørt som kontroll. Deretter ble resten av råstoffet overført til slurry og nye prøver à 10 fisker ble hentet ut og produsert etter 20, 40 og 60 minutter ekstra kjøling.

Samme målinger og vurderinger ble utført i alle prøveseriene begge dager:

- Temperatur i fisken før filetering og i filetene etter skinning (stikktermometer)
- Vekten av hver enkelt fisk før filetering og filetene fra samme fisk etter skinning
- Spaltingsgrad vurdert på filetene etter skinning (score-skjema i figur 1)

4.1.1 Kjølegrad

Temperaturmålingene ble begge dager utført med stikktermometer i kjernen av tykkfisken før filetering og i kjernen av loins etter filetering:

Tabell 3 Temperatur målt med stikktermometer i forsøket med 6 døgn gammelt råstoff, før filetering og i filetene etter skinning.

		Kontroll	Kjøletid i slurry		
			20 min	40 min	60 min
Slurrytemperatur: - 1,7°C	Før filetering	+0,5	-0,6	-0,7	-0,8
	Etter skinning	+1,5	+0,1	-0,3	-0,5
Slurrytemperatur: - 2,6°C	Før filetering	+0,5	-0,8	-0,9	-0,9
	Etter skinning	+1,5	-0,6	-0,5	-0,6

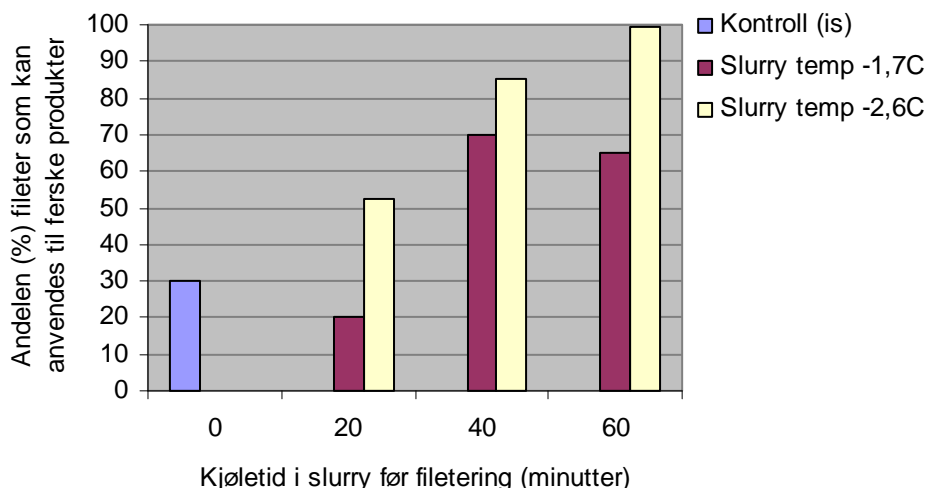
Tabell 3 viser at i det første forsøket med 6 døgn gammelt råstoff var 20 minutter i $-1,7^{\circ}\text{C}$ slurry ikke tilstrekkelig til å senke temperaturen i kjernen av fisken under det initiale frysepunktet (ca $-0,75^{\circ}\text{C}$). Disse prøvene kan derfor ikke betegnes som ”superkjølt”, selv om temperaturen ut mot skinnen var betydelig lavere enn i kjernen. Etter 60 minutter kjøling i $-1,7^{\circ}\text{C}$ og etter alle kjøletidene i $-2,6^{\circ}\text{C}$ ble det derimot målt temperaturer i fisken som tilsier at disse prøvene kan betegnes som ”superkjølte”. Etter de lengste kjøletidene var fiskene tydelig stive og faste (frosset) i muskelen.

Tabell 4 Temperatur målt med stikktermometer i forsøket med 7 døgn gammelt råstoff, før filetering og i filetene etter skinning.

	Kontroll	Kjøletid i slurry med temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$		
		20 min	40 min	60 min
Før skjæring	0,0	-0,6	-0,7	-0,8
Etter skinning	+1,3	+0,3	-0,5	-0,6

I kjøleforsøket med 7 døgn gammelt råstoff dag to ble det bare brukt slurry med temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$. Målingene av kjernetemperaturer (tabell 4) viser at det etter like lange kjøletider også i dette forsøket ble oppnådd tilsvarende kjernetemperaturer som i forsøket med 6 døgn gammelt råstoff dagen før.

4.1.2 Filetspalting



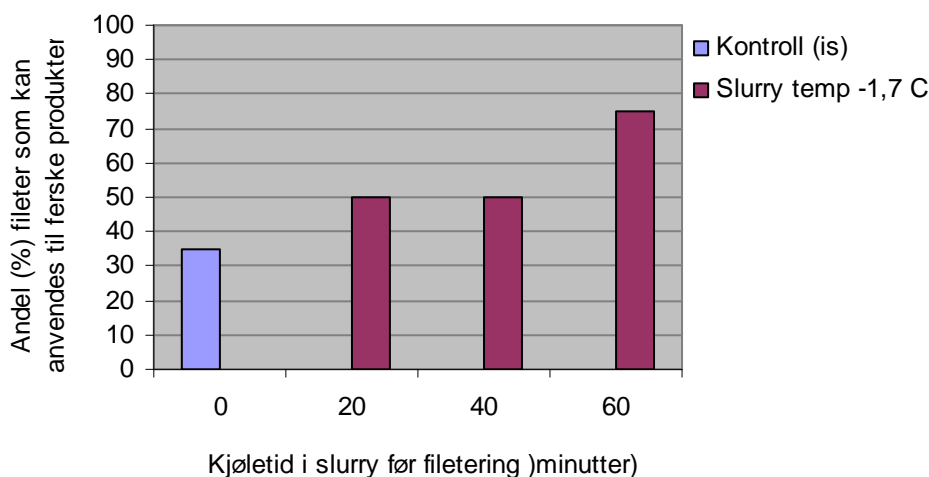
Figur 2 Filetspalting etter skinning av hysefileter fra 6 døgn gammelt råstoff. Figuren viser andelen (%) av filetene som var så lite spaltet at de kunne anvendes til ferske produkter. Fisken var kjølt i slurry med temp. $-1,7^{\circ}\text{C}$ eller $-2,6^{\circ}\text{C}$ i 0 (kontroll), 20, 40 og 60 minutter før filetering.

Tabell 5 Filetspalting etter skinning av hysefileter fra 6 dogn gammelt råstoff som hadde vært kjølt ekstra i slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ eller $\pm 2,6^{\circ}\text{C}$, i henholdsvis 20, 40 og 60 minutter før filetering. Kontrollen er fileter skåret av samme råstoff før fisken ble overført fra vanlig iskjøling til kjøling i slurry.

Kjøletid (min)	Kontroll	Slurry temp $-1,7^{\circ}\text{C}$				Slurry temp $-2,6^{\circ}\text{C}$		
		0	20	40	60	20	40	60
Score spalting	1+2	35	45	5	5	10,5	0	0
	3	35	35	25	30	36,8	15	0
	4B	30	20	70	60	52,6	65	85
	4A	0	0	0	5	0	20	15
	5	0	0	0	0	0	0	0

Figur 2 og tabell 5 viser at andelen fileter som var så lite spaltet at de kunne anvendes til høykvalitets ferske produkter økte med økende (super-)kjølegrad av råstoffet før filetering. I kontrollene som ikke var kjølt i slurry var en høy andel (70 %) av filetene så mye spaltet etter skinning at de ikke kunne anvendes til ferske produkter (score 1, 2 og 3). Kjøling 20 minutter i slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ var ikke tilstrekkelig til å øke andelen lite spaltet filet, mens kjøling i 40 og 60 minutter i slurry med temperatur $\pm 1,7$, eller 20, 40 og 60 minutter i slurry med temperatur $\pm 2,6^{\circ}\text{C}$ økte andelen av fileter som kunne anvendes til ferske produkter.

Andelen av filet tilnærmet uten spalting (4A) økte ved de lengste kjøletidene i den kaldeste slurryen. Tabell 5 viser også at superkjøling før skjæring hadde positiv effekt med hensyn til å redusere innslaget av svært mye spaltet (ødelagt) filet. Score 1+2 var redusert etter 40 og 60 minutter kjøling i temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ og helt borte etter samme kjøletider i $\pm 2,6^{\circ}\text{C}$.



Figur 3 Filetspalting etter skinning av hysefileter fra 7 dogn gammelt råstoff. Figuren viser andelen (%) av filetene som var så lite spaltet at de kunne anvendes til ferske produkter, etter å ha vært kjølt ekstra i slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ i 0, 20, 40 og 60 minutter før filetering. Kontrollen er fileter skåret av samme råstoff før fisken ble overført fra vanlig iskjøling til kjøling i slurry.

Tabell 6 Filetspalting etter skinning av hysefileter fra 7 dogn gammelt råstoff som hadde vært kjølt ekstra i slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ i 20, 40 og 60 minutter før filetering. Kontrollen er fileter skåret av samme råstoff før fisken ble overført fra vanlig iskjøling til kjøling i slurry.

Kjøletid (min)	Kontroll	Slurry temp $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$			
		0	20	40	60
Score spalting	1+2	22,5	20	5,6	0
	3	42,5	30	44,4	25
	4B	35,0	50	44,4	55
	4A	0	0	5,6	20
	5	0	0	0	0

Figur 3 og tabell 6 viser at også for 7 dogn gammelt råstoff hadde ekstra kjøling i slurry før skjæring (temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$) positiv effekt med hensyn til å andelen av filetene som kunne anvendes til ferske produkter. Også nå ble innslaget av svært mye spaltet filet mindre. Score 1+2 var redusert etter 40 og 60 minutter kjøling i slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$. Andelen tilnærmet uspaltet filet (karakter 4A) økte også ved de to lengste kjøletidene.

Særlig etter kjøling i 60 minutter i den kaldeste slurryen var råstoffet stivt på grunn av at is var frosset ut i muskelen. Så høy kjølegrad førte til problem med skjæring/skinning på grunn av at fisken var lite fleksibel (ref pkt 4.4).

4.1.3 Oppsummering filet kvalitet i forsøk 1

Kjøling i 40 og 60 minutter i slurry $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ førte til at kjernetemperaturen i råstoffet sank ned mot eller under det initiale frysepunktet for fiskemuskel, noe som tilsier at temperaturen i overflaten var ennå lavere. Når temperaturen i slurryen var $\pm 2,6^{\circ}\text{C}$ var også 20 minutters kjøling tilstrekkelig til å bringe kjernetemperaturen under det initiale frysepunktet. Dermed er det i begge forsøksrundene tale om råstoff som var superkjølt ved innmating i filetmaskinen.

Råstoffet i forsøket var relativt gammelt etter fangst i forhold til det bedriften vanligvis anvender til produksjon av ferske loins av torsk og hyse. Resultatene viser at både for 6 dogn (figur 2) og 7 dogn gammelt (figur 3) råstoff økte andelen av fileter som var så lite spaltet at de kunne anvendes til produksjon av ferske loins med økende kjøletid, både i slurry med temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$ og $-2,6^{\circ}\text{C}$. Vurdert ut fra filetspalting som kvalitetskriterium hadde superkjøling av råstoffet før filetering og skinning i dette forsøket dermed en klart positiv effekt.

4.2 Filetkvalitet i forsøk 2

Råstoff i dette forsøket var to fangster av hyse levert av kystfiskefartøy. Det var forskjell i kvalitet mellom de to batchene men eksakt lagringstid etter fangst var ikke kjent. Råstoffet som ble benyttet i forsøk 2a den første dagen var hyse av meget god ferskhetsgrad og kvalitet, mens fisken i den andre fangsten som ble kjørt dagen etter (2b) var eldre og av klart dårligere kvalitet.

Første dagen (2a) ble to kontrollprøver à 10 fisker ble kjørt gjennom Baader 184 og Baader skinnemaskin uten ekstra kjøling. Resten av fisken ble overført til et kar med issørpe tappet fra bedriftens slurryanlegg. Temperaturen i slurryen ble målt til $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$. Nye 10-fisk prøver ble plukket ut etter 15, 30 og 45 minutter kjøling i slurry og kjørt gjennom skjæring og skinning på samme måten som kontrollprøvene.

I en ny kjøleserie første dagen ble slurry fra bedriftens anlegg tilsatt ekstra salt og is slik at temperaturen sank til $\pm 3,0^{\circ}\text{C}$. Hyse fra samme batch ble overført til kjølekaret og prøver à 10 fisker ble filetert og skinnert etter 15, 30 og 45 minutters kjøling.

Følgende ble registrert i forsøk 2a:

- Logging av temperatur i fisken under kjøling før filetering
- Vekten av hver enkelt fisk før filetering og filetene fra samme fisk etter skinning
- Spaltingsgrad vurdert på filetene etter skinning (score-skjema i figur 1)
- Skjærefeil og skinnefeil på filetene og funksjonsfeil i maskinene

I forsøk 2b dagen etter ble hyse med forholdsvis dårlig ferskhet og kvalitet kjølt i 35 minutt, 50 minutt, 1 time 20 minutt og 2 timer 15 minutt i slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$. Så lang kjøletid ble antatt å gi god utjevning i temperatur i fisken, fra overflaten og inn mot kjernen.

Følgende ble målt og registrert i forsøk 2b:

- Logging av temperatur i fisken under kjøling før filetering og i filetene under lagring i romtemperatur etter skinning
- Vekten av hver enkelt fisk før filetering og filetene fra samme fisk etter skinning
- Spaltingsgrad vurdert på filetene etter skinning (scoreskjema i figur 1).

4.2.1 Kjølegrad

Tabell 7 Forsøk 2a: Temperatur målt med stikktermometer under kjøling av ferskt, godt råstoff i slurry med temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$ og $-3,0^{\circ}\text{C}$.

		Kontroll	Kjøletid i slurry		
			15 min	30 min	45 min
Slurry $-1,7^{\circ}\text{C}$	Overflatetemperatur	n.d.	n.d.	$-0,3^{\circ}\text{C}$	$-0,7^{\circ}\text{C}$
	Kjernetemperatur	$2,7^{\circ}\text{C}$	$1,4^{\circ}\text{C}$	$0,6^{\circ}\text{C}$	$-0,7^{\circ}\text{C}$
Slurry $-3,0^{\circ}\text{C}$	Overflatetemperatur	n.d.	n.d.	n.d.	$-1,2^{\circ}\text{C}$
	Kjernetemperatur	$2,7^{\circ}\text{C}$	$-0,7^{\circ}\text{C}$	$-0,7^{\circ}\text{C}$	$-0,8^{\circ}\text{C}$

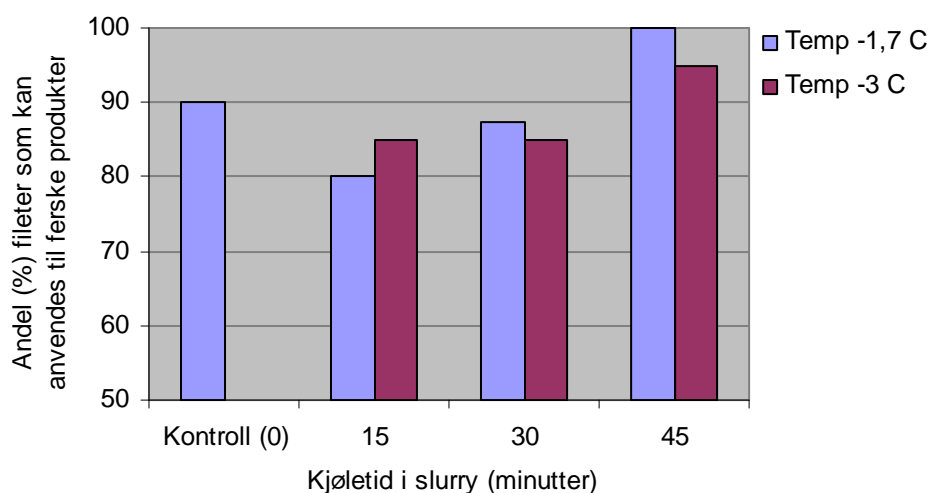
Tabell 8 Forsøk 2b: Temperatur målt med stikktermometer under kjøling av råstoff med redusert ferskhet og kvalitet i slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$.

	Kontroll	Kjøletid i slurry temp $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$			
		35 min	50 min	1 t 20 min	2 t 15 min
Kjernetemperatur	3-4°C	-0,5°C	-0,7°C	-0,7°C	-0,8°C

Først etter 45 minutter i slurry $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ var temperaturen målt med stikktermometer sunket ned mot muskelens initiale frysepunkt. Fisken var imidlertid før dette tydelig stiv og lite fleksibel, noe som indikerer at is var frosset ut. Når slurry temperaturen ble senket til $\pm 3,0^{\circ}\text{C}$ gikk superkjølingen langt raskere (tabell 7). Temperaturlogg for forsøk 2b (tabell 8) er vist i punkt 4.5.

4.2.2 Filetspalting

Forsøk 2a: Råstoff med god ferskhet og kvalitet:



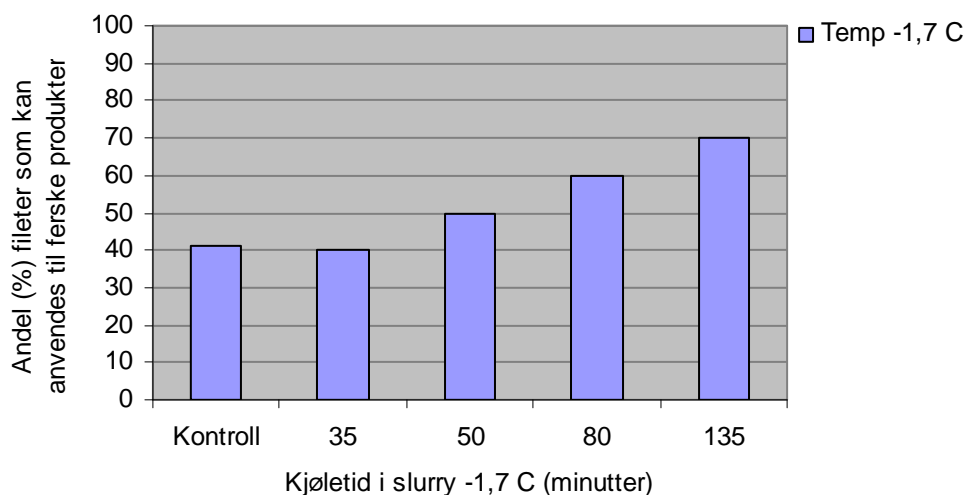
Figur 4 Filetspalting etter skinning av hysefileter fra råstoff med god ferskhet og kvalitet. Figuren viser andelen (%) av filetene som var så lite spaltet at de kunne anvendes til ferske produkter, etter at råstoffet hadde vært kjølt i is-slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ eller $\pm 3,0^{\circ}\text{C}$ i 15, 30 og 45 minutter før filetering. Kontrollen er fileter skåret av samme råstoff hentet fra vanlig iskjøling før overføring til slurry.

Tabell 9 Filetspalting etter skinning av hysefileter fra godt råstoff som hadde vært kjølt ekstra i slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ eller $\pm 3,0^{\circ}\text{C}$, i 15, 30 og 45 minutter før filetering. Kontrollen er fileter skåret av samme råstoff hentet fra vanlig iskjøling.

Kjøletid (min)	Kontroll	Slurry temp $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$				Slurry temp $\pm 3,0^{\circ}\text{C}$		
		0	15	30	45	15	30	45
Score spalting	1+2	2,5	12,5	7,5	0	10	10	0
	3	7,5	7,5	5,0	0	5	5	5
	4B	20	12,5	10	20	10	7,5	20
	4A	60	37,5	50	52,5	50	65	70
	5	10	30	27,5	27,5	25	12,5	5

Figur 9 og tabell 4 viser at for hyse med god ferskhetsgrad og kvalitet hadde ikke superkjøling før filetering og skinning like stor positiv effekt som det vi ser for 6 og 7 døgn gammelt råstoff i forsøk 1. I forsøk 2a gav også filetering og skinning av vanlig iskjølt hyse (kontroll) hele 90 % av fileter som var så lite spaltet at de ut fra grensen som var satt i disse forsøkene kunne anvendes til ferske loins.

Forsøk 2b: Eldre råstoff med redusert ferskhet og kvalitet:



Figur 5 Filetspalting etter skinning av hysefileter fra råstoff med redusert ferskhetsgrad og kvalitet. Figuren viser andelen (%) av filetene som var så lite spaltet at de kunne anvendes til ferske produkter, etter at råstoffet hadde vært kjølt i slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ i 35 min, 50 min, 1 t 20 min og 2 t 15 min før filetering. Kontrollen er fileter skåret av samme råstoff før overføring fra vanlig is til slurry.

Tabell 10 Filetspalting etter skinning av hysefileter fra råstoff med redusert ferskhetsgrad og kvalitet. Figuren viser prosentvis andel av fileter med ulik grad av spalting, etter at råstoffet hadde vært kjølt i is-slurry med temperatur $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ i 35 min, 50 min, 1 t 20 min og 2 t 15 min før filetering. Kontrollen er fileter skåret av samme råstoff før overføring fra vanlig is til slurry.

Kjøletid (min)	Kontroll	35 min	50 min	1 t 20min	2 t 15 min	
Score spalting	1+2	28	25	15	10	0
	3	31	35	35	30	30
	4B	38	35	40	45	50
	4A	3	5	10	15	20
	5	0	0	0	0	0

I forsøk 2b var råstoffet eldre og av dårligere kvalitet enn i 2a. Figur 5 og tabell 10 viser at superkjøling av råstoffet før filetering nå igjen fører til tilsvarende reduksjon av filetspalting som i forsøk 1.

4.2.3 Oppsummering filetkvalitet i forsøk 2

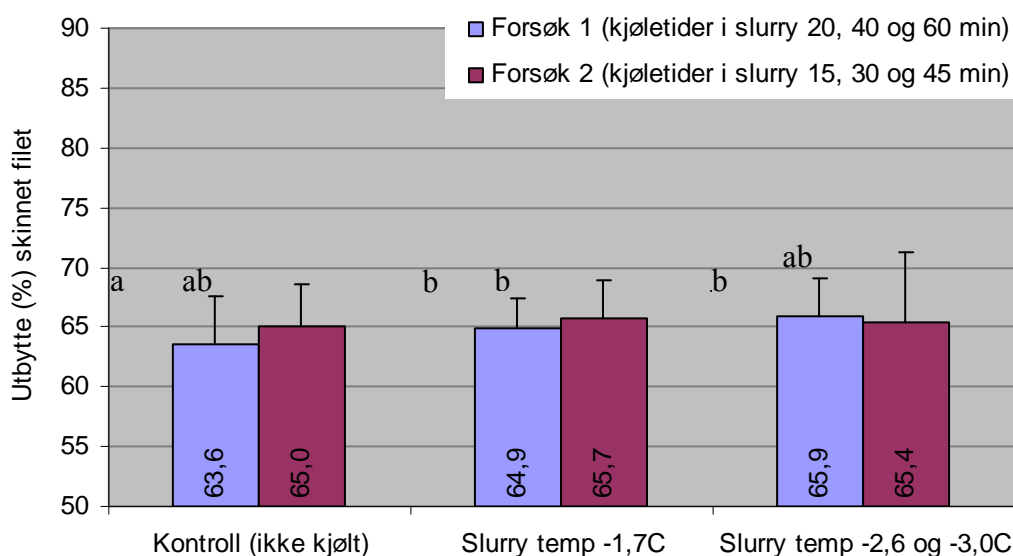
Tabell 7 viser at ved kjøling i slurry $-1,7^{\circ}\text{C}$ i forsøk 2a var ikke temperaturen i råstoffet sunket under det initiale frysepunktet før etter 45 minutter kjøletid. Når temperaturen i slurryen ble senket til -3°C sank overflate- og kjernetemperaturen raskere og var nede mot initialt frysepunkt allerede etter 15 og 30 minutter kjøling.

I forsøk 2b var kjøleregimet forskjellig fra de andre forsøkene i og med at råstoffet fikk ligge så lenge i slurry med temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$ at utjevning mellom overflate- og kjernetemperatur skulle være oppnådd. Målingene med stikktermometer i tabell 8 viser at kjernetemperaturen var sunket til ned mot det initiale frysepunktet etter 50 minutter kjøling.

Råstoffet i forsøk 2a var fersk og god hyse. Her hadde superkjøling før filetering og skinning en viss positiv effekt (figur 4, tabell 9), men langt mindre enn i forsøkene med dårligere råstoff. Den iskjølte kontrollen gav også godt resultat med hensyn til filetspalting når råstoffkvaliteten var god.

Råstoffet i forsøk 2b var eldre, med tydelig redusert ferskhetsgrad og kvalitet. I dette forsøket gav superkjøling og utjevning av temperaturen mellom overflate og kjerne tilsvarende god effekt med hensyn til redusert filetspalting som med forholdsvis gammelt råstoff i forsøk 1 (figur 5, tabell 10).

4.3 Filetutbytte



Figur 6 Filetutbytte (%) og \pm stdav etter filetering og skinning av hyse i forsøk 1 og 2a. Kontrollprøvene er kjølt i vanlig is. Resten av prøvene i forsøk 1 er kjølt 20, 40 og 60 minutter i slurry med temp. $-1,7^{\circ}\text{C}$ eller $-2,6^{\circ}\text{C}$. Resten av prøvene i forsøk 2a er kjølt 15, 30 og 45 minutter i slurry med temp. $-1,7^{\circ}\text{C}$ eller $-3,0^{\circ}\text{C}$. Råstoffet i forsøk 1 er hyse islagret i 6 og 7 døgn etter fangst. Råstoff i forsøk 2a er islagret hyse med god ferskhetsgrad og kvalitet. Søylar med ulike bokstaver utenfor toppen er signifikant forskjellige ($p < 0,05$), søylar med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige.

I forsøk 1 har iskjølt kontroll signifikant ($P < 0,05$) lavere utbytte enn prøvene som ble kjølt i slurry før filetering. Det var ikke signifikant forskjell i utbytte mellom prøvene som i forsøk 1 ble kjølt i slurry med temperatur $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ og de som ble kjølt i slurry med temperatur $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

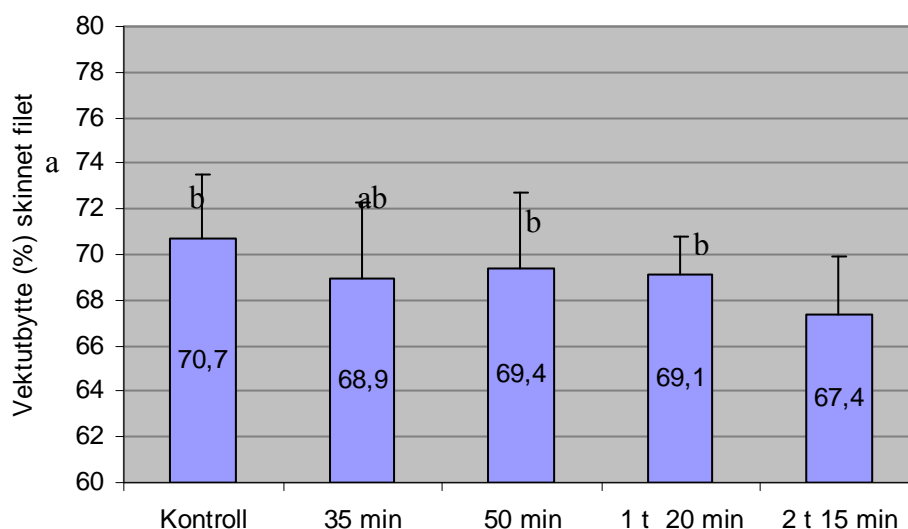
I forsøk 2a var det ingen signifikante forskjeller i utbytte, verken mellom iskjølt kontroll og prøvene som ble kjølt i slurry før filetering, eller mellom prøvene som ble kjølt i slurry med temperatur $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ og de som ble kjølt i slurry med temperatur $-3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Oppsummert er konklusjonen at det kun er ubetydelige utbytteforskjeller i de to forsøkene, men prøvene som ble kjølt ekstra i slurry før filetering har i alle fall ikke lavere utbytte enn kontrollprøvene.

Tabell 11 Vektutbytte (%) etter filetering og skinning av trålhyse som ble (super-)kjølt i slurry før filetering, i forsøk 1 (mars 2007) og forsøk 2a (september 2007).

	Kontroll kjølt i is	Slurry temp $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ Snitt av 20, 40 og 60 min	Slurry temp $-2,6$ til $-3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ Snitt av 15, 30 og 45 min
Forsøk 1	63,6/ \pm 3,9	65,2/ \pm 2,4	65,9/ \pm 3,2
Forsøk 2a	65,0/ \pm 3,5	65,7/ \pm 3,3	65,4/ \pm 5,8

I forsøk 2b ble hyse med forholdsvis dårlig ferskhet og kvalitet kjølt i inn til 2 timer 15 minutter i slurry med temperatur $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Så lang kjøletid skulle gi god utjevning i temperatur i fra overflaten av fisken og inn mot kjernen. Resultatene med hensyn til filetutbytte i dette forsøket er presentert i figur 7 og tabell 12 nedenfor.



Figur 7 Forsøk 2b: Vektutbytte (%) og standardavvik etter filetering og skinning av hyse som hadde vært kjølt 35 minutter, 50 minutter, 1 time 20 minutter og 2 timer 15 minutter i slurry med temperatur $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Råstoffet var hyse med relativt dårlig ferskhet og kvalitet. Søylor merket med ulike bokstaver er signifikant forskjellige ($p < 0,05$), søylor merket med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige.

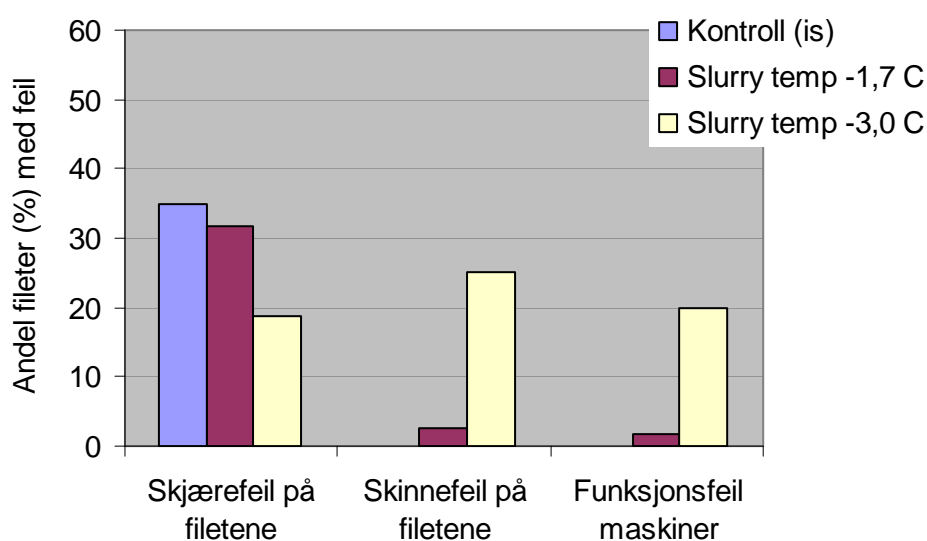
Tabell 12 Forsøk 2b. Filetutbytte og standardavvik etter filetering og skinning av hyse som enten var iset i vanlig is (kontroll), kjølt 35 min, 50 min, 1 t 20 min eller 2 t 15 min i slurry med temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$. Råstoffet er hyse med redusert ferskhets og kvalitet. Iskjølt kontroll (n=18), eller kjølt i slurry i 35 min (n=10), 50 min (n=10), 1t 20 min (n=10) og 2t 15 min (n=10).

	Iskjølt kontroll	Kjøletid i slurry, temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$			
		35 min	50 min	1t 20 min	2t 15 min
Gjennomsnitt utbytte (%)	71,3	68,9	69,4	69,1	67,4
Standardavvik	3,2	3,4	3,4	1,7	2,5

I dette forsøket gav den ukjølte kontrollen forholdsvis høyt utbytte av skinnnet filet, signifikant høyere enn tre av seriene som var kjølte i slurry. Det var imidlertid ingen signifikant forskjell mellom de fire seriene som ble kjølt i slurry før filetering, selv om kjøletiden varierte fra 35 minutter til 2 t 15 minutter (figur 7).

4.4 Skjærefeil- og skinnfeil, funksjonsfeil i maskiner

Både i forsøk 1 og 2 ble det observert en sammenheng mellom kjøletid, temperatur i slurrien og hvor godt skjæringen og fjerning av skinnnet ble utført i filetmaskinen og skinnemaskinen. I forsøk 2a i september 2007 ble frekvensene av skjærefeil, skinnfeil og maskinproblemer registrert systematisk og feilene ble beskrevet med hensyn til type og alvorlighetsgrad.



Figur 8 Skjærefeil, skinnfeil og funksjonsfeil i filet-/skinnemaskin registrert i forsøk 2a. Figuren viser prosentandel fileter med feil i kontrollprøven (n=40) og tilsvarende andeler feil summert for alle kjøletidene (15, 30 og 45 min) i prøvene som ble kjølt i slurry med temperatur $-1,7^{\circ}\text{C}$ (n=120) eller i slurry med temperatur $-3,0^{\circ}\text{C}$ (n=80).

Tabell 13 Forsøk 2a: Prosentvis andel fileter med store eller små skjærefeil, og prosentvis andel funksjonsfeil i filet-/skinnemaskin; for kontroll (n=40) og for hyse kjølt i slurry, -1,7°C (n=120) eller -3,0°C (n=80), summert for alle kjøletider (15, 30 og 45 min).

	Kontroll (vanlig iskjølt)		Slurry temp -1,7°C (sum alle kjøletider)		Slurry temp -3,0°C (sum alle kjøletider)	
	store	små	store	små	store	små
Fileter med skjærefeil (%)	7,5	27,5	8,4	23,3	3,8	15,0
Fileter med skinnefeil (%)	0	0	2,5	0	21,3	3,7
Funksjonsfeil maskiner (%)	0		1,7		20,0	

Figur 8 og tabell 13 viser at den prosentvise andelen av fileter med skjærefeil er størst i kontrollprøven og minst når råstoffet ble kjølt i den kaldeste slurryen (-3,0°C). Frekvensen av store skjærefeil er også lavest når råstoffet har vært kjølt i den kaldeste slurryen. En stor skjærefeil kan være at en betydelig del av fileten er kuttet bort, f. eks hele buken. Av det som ble definert som små skjærefeil var den mest typiske at en del av spordenden på filetene var kuttet bort.

Skinnefeil betyr at deler av skinnet sitter igjen på filetene. En liten skinnefeil kan være en eller flere små skinnrester på filetene, mens en alvorlig skinnefeil kan være at store deler av fileten, eller i verste fall hele, er uskinnet. Figur 8 og tabell 13 viser at både frekvensen og alvorlighetsgraden av skinnefeil økte betydelig når råstoffet ble kjølt i den kaldeste slurryen (høyest superkjølingsgrad).

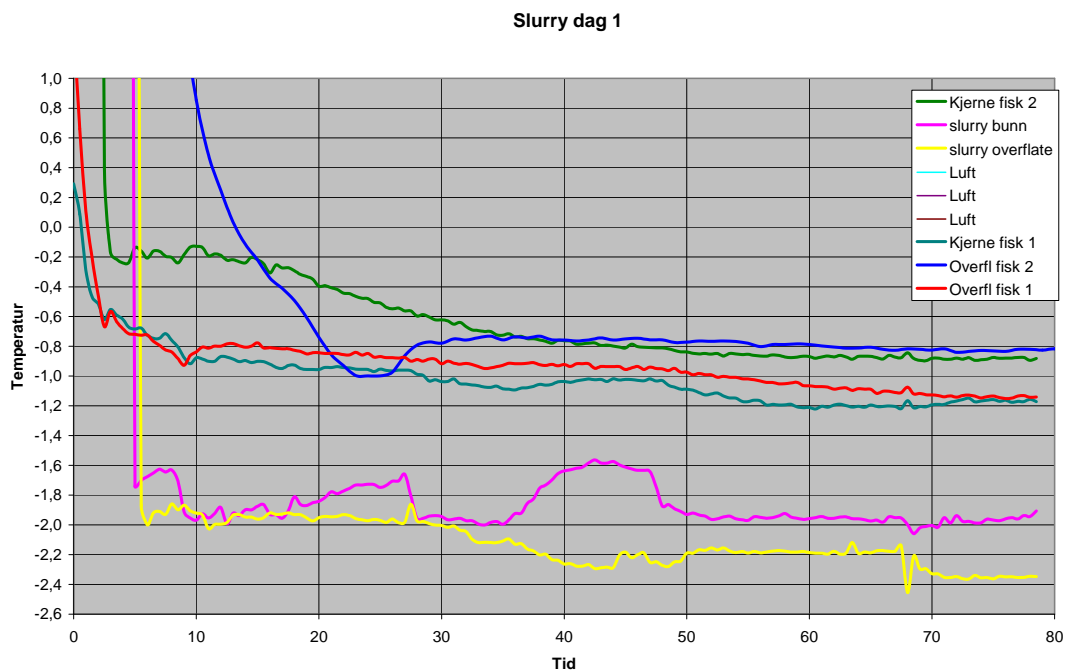
I alle forsøkene var det sammenheng mellom kjøletid, temperatur i slurryen og hvor stiv fiskene var ved innmating i filetmaskinen. Særlig var råstoffet som hadde vært kjølt lengst i den kaldeste slurryen så stivt at det førte til problemer i filetmaskinen (Baader 184) og i skinnemaskinen (Baader 51).

Et typisk funksjonsproblem i filetmaskinen var at filetene ikke ble snudd med skinnsiden ned når de kom ut på bandet foran skinnemaskinen. Fileter som mates inn i skinnemaskinen med skinnet opp blir ikke skinnet. Sammen med andre skinnrester på filetene førte dette til at også frekvensen av skinnefeil var klart høyest når råstoffet ble kjølt i den kaldeste slurryen.

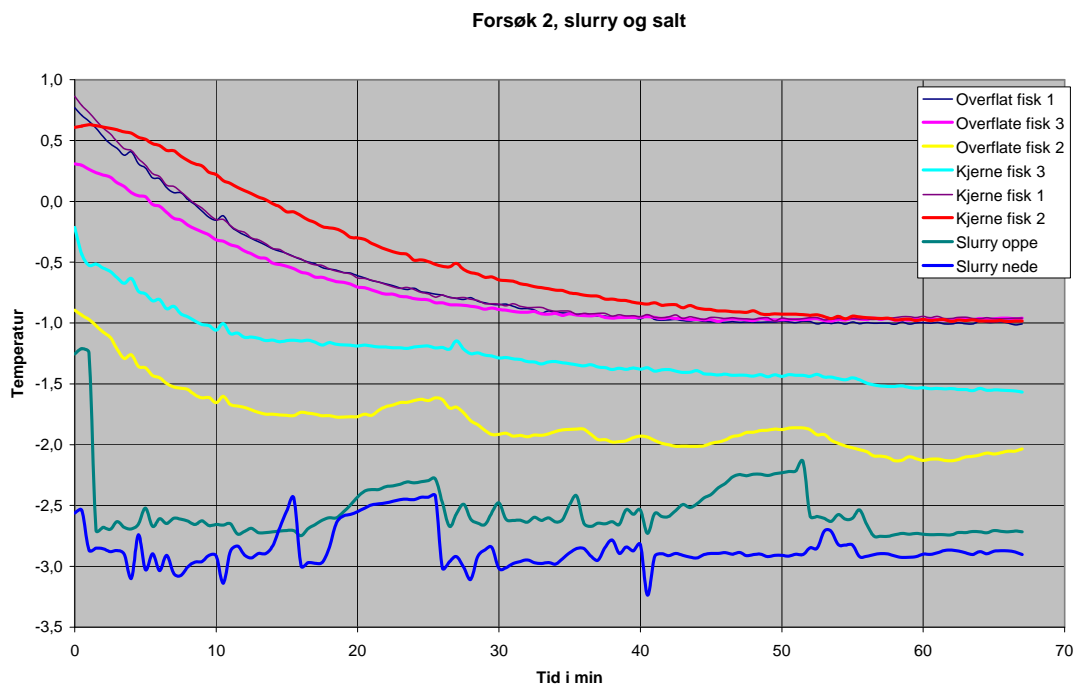
Det er mulig at disse maskinproblemene kan løses ved å justere og tilpasse filetmaskinen til superkjølt råstoff som har så stiv konsistens som i dette tilfelle. Til forskjell fra dårlig tint råstoff som ofte har en kjerne av is har superkjølt råstoff ofte mest is i muskelen utover mot skinnet/bukhulen mens kjernen mot ryggbeinet er mykere. Dette skulle gjøre det enklere å skjære superkjølt råstoff på en god måte, sammenlignet med dårlig tint frosset råstoff.

4.5 Temperaturer logget i forsøkene og målt i ordinær produksjon

4.5.1 Temperaturer logget i råstoff og fileter (forsøk 1 og 2a, b)

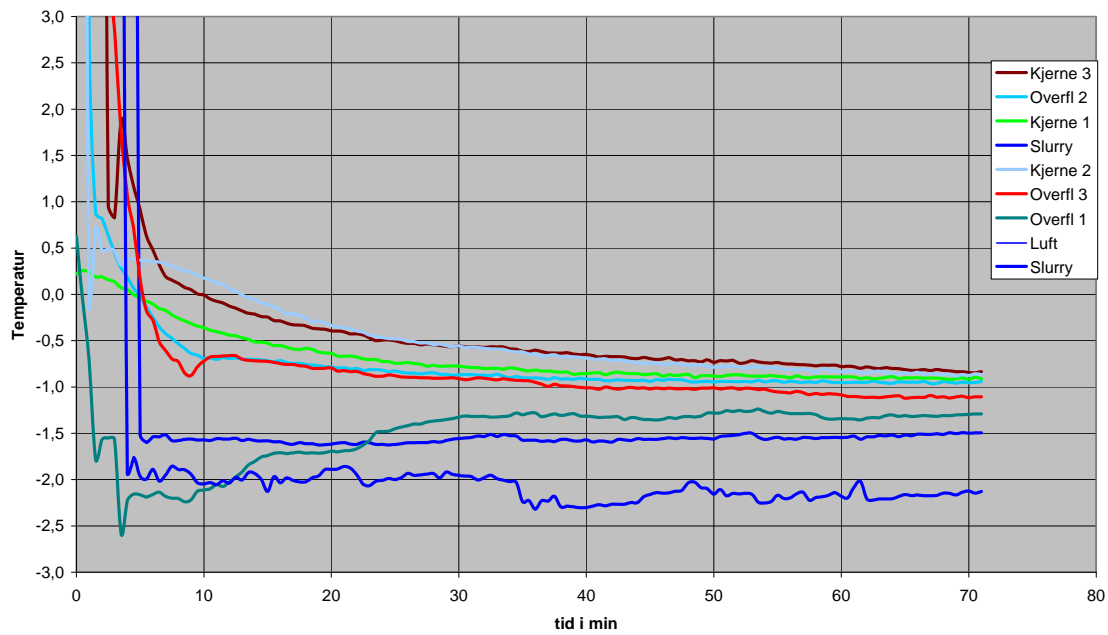


Figur 9 Forsøk 1 (mars 2007). Temperaturer (°C) logget under kjøling av 6 døgn gammel hyse i slurry fra bedriftens anlegg, slurrytemperatur ca $-1,7^{\circ}\text{C}$.



Figur 10 Forsøk 1 (mars 2007). Temperaturer (°C) logget under kjøling av 6 døgn gammel hyse i slurry + salt slik at temperaturen i slurryen var senket til ca $-2,6^{\circ}\text{C}$.

Forsøk 3, slurry

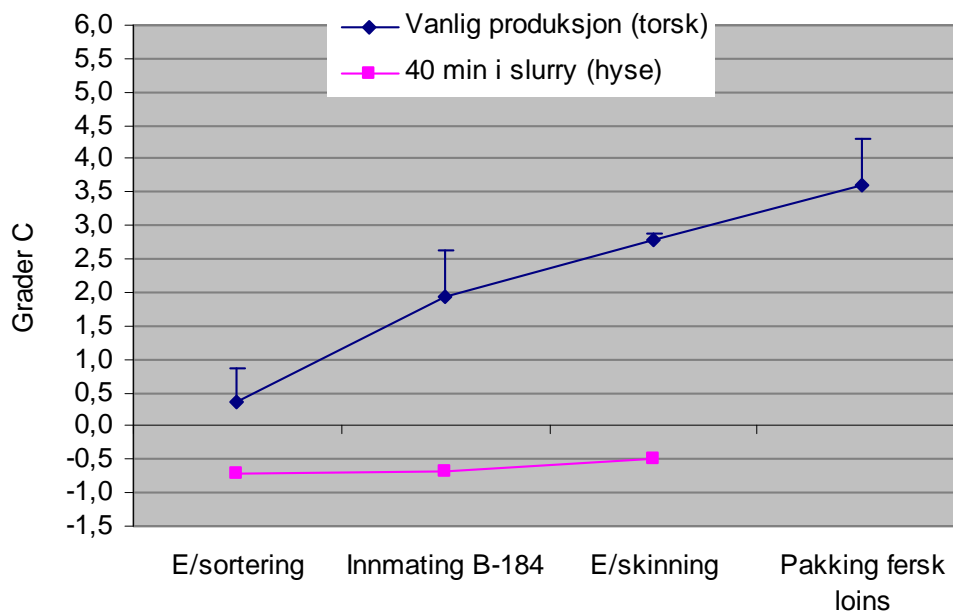


Figur 11 Forsøk 1 (mars 2007). Temperaturer (°C) logget under kjøling av 7 døgn gammel hyse i slurry fra bedriftens anlegg, slurrytemperatur ca -1,7°C.

Til å registrere temperaturene under nedkjøling ble det brukt en Fluke Hydra datalogger med termoelement type K. Tre fisker som ble instrumentert med termoelementer i overflate og i kjernene. Disse fiskene ble liggende i kjølekaret under hele forsøket. 10 Fisk ble tatt ut etter 20, 40 og 60 minutter.

4.5.2 Temperaturmålinger i linja under ordinær produksjon (mars 2007)

Parallelt med kjøleforsøkene i mars 2007 ble det også utført temperaturmålinger i filetlinja under ordinær produksjon av torskefilet. Målepunktene var spredt fra sortering av råstoff ut fra råstofflager til pakking av fersk loins og produkter som skulle fryses.



Figur 12 Snitt-temperaturer (°C) målt i ulike punkter under ordinær produksjon i filetlinja fra sortering av råstoff frem til pakking av fersk torskeloins, sammenlignet med tilsvarende temperaturmålinger før og etter skjæring/skinning i kjøleforsøk der hyseråstoff ble kjølt 40 minutter i slurry fra bedriftens anlegg før skjæring.

Tabell 14 Temperaturer målt med stikktermometer under ordinær produksjon i linja, målepunkter, snitt temperatur og standardavvik i hvert målepunkt.

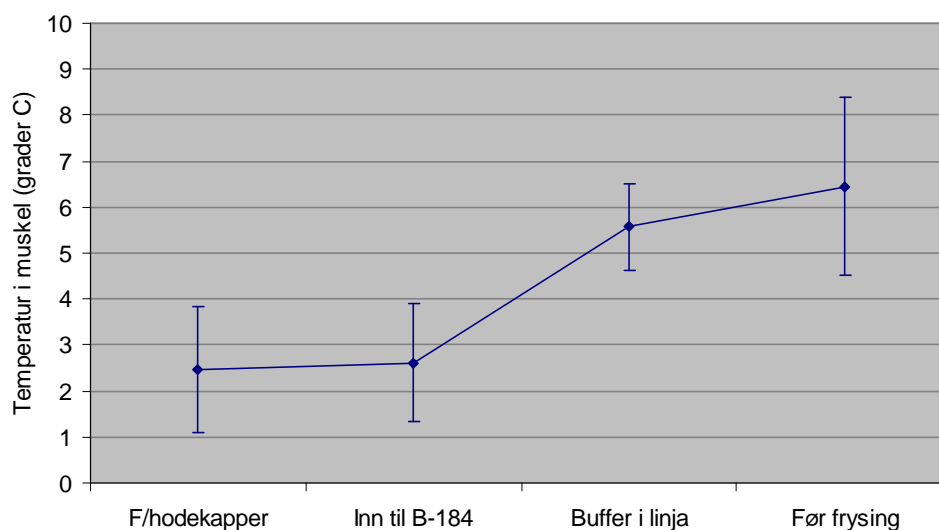
Målepunkt	Snitt-temperatur	Stdav	Antall målinger
Sortering før filetering	0,4	0,5	N = 5
På matebandet til filetmaskin	1,9	0,7	N = 5
Etter skinning	2,8	0,1	N = 6
Pakking fersk loins	3,6	0,7	N = 15
Pakking "Våtpakk" – fra bånd	4,9	1,7	N = 6
Pakking "våtpakk" – fra Vemac vogn	7,7	0,3	N = 6
Inmating til gyrofryser (biter fra "våtpakk" bandet)	4,1	0,9	N = 5
Inmating til gyrofryser (biter med skinn)	5,3	0,5	N = 7

Som det går frem av tabell 14 økte temperaturen mye fra råstoffet var ferdig sortert (+ 0,4°C) og frem til den ble matet inn i filetmaskinen (+ 1,9 °C). Grunner til dette kan være dårlig kjøling etter sortering og/eller at fisken blir liggende lenge på bandet inn til filetmaskinen, for

eksempel i forbindelse med pauser eller annen stopp i produksjonen. I løpet av den korte tiden det tar å kjøre fisken gjennom filetering og skinning økte temperaturen også mye, fra 1,9°C til 2,8°C. Dette er like mye som temperaturøkningen videre gjennom linja (renskjæring, kutting, sortering og transport) frem til pakking av ferske loins. Det må understrekes at temperaturene i dette tilfellet ikke ble logget i de samme fiskene/filetene gjennom linja. Stor individvariasjon kan derfor bidra til å gi et feil bilde av hvor i linja temperaturen øker mest.

4.5.3 Temperaturmålinger i linja under ordinær produksjon (september 2007)

Også i september 2007 ble det i tillegg til kjøleforsøkene utført temperaturmålinger i filetlinja under ordinær produksjon av seifilet til frosne produkter. Målepunktene var spredt fra innmating til nakkekutter til legging av ferdige filetstyknings på bandet foran gyrofryser.



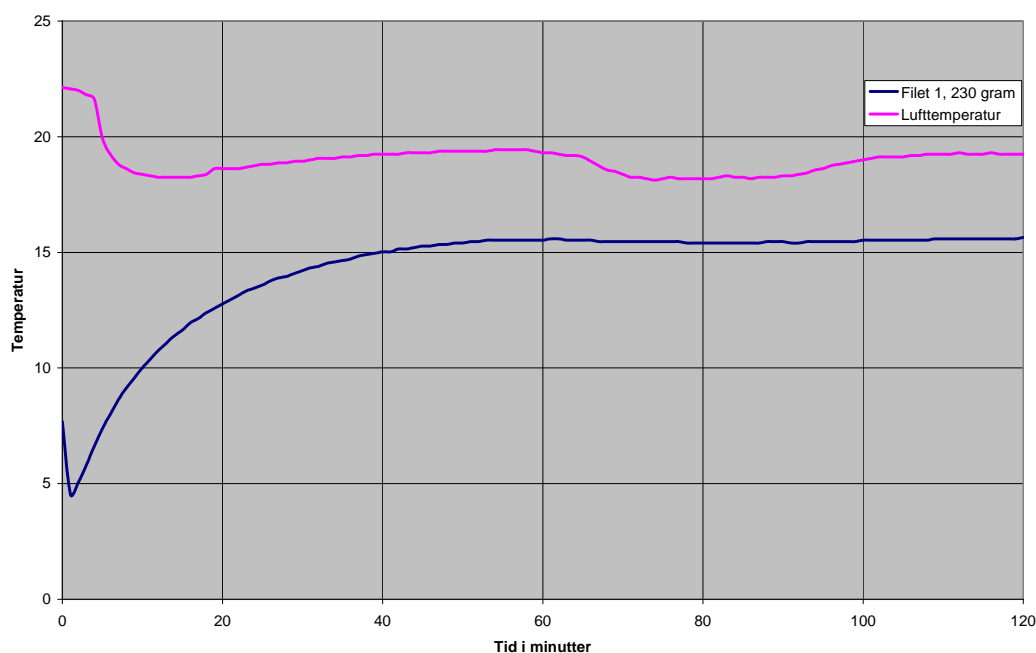
Figur 13 Snitt-temperaturer (°C) og standardavvik målt i linja under ordinær produksjon av frosset seifilet, fra råstoff til hodekapping frem til band foran gyrofryser.

Tabell 15 Snitt-temperaturer (°C) og standardavvik målt med stikktermometer i linja under ordinær produksjon av frosset seifilet, fra innmating av råstoff til hodekapping frem til legging av stykninger på innmatingsband til gyrofryser.

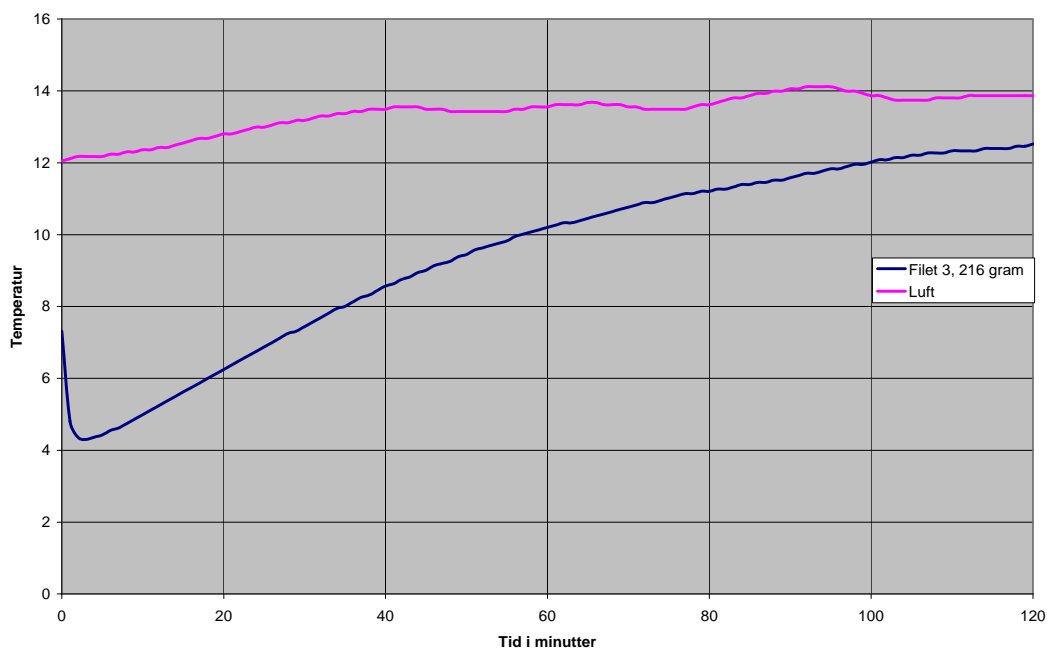
	Innmating til hodekutter	Innmating til Baader 184	Buffere i kuttelinja	Stykninger på bandet foran gyrofryser
Snitttemperatur	2,5	2,6	5,5	6,5
Standardavvik	1,4	1,3	1,0	1,9
N=	18	18	39	50

4.5.4 Temperaturmålinger av filet inne i produksjonslokale (september 2007)

Basert på målingene i mars 2007 ble det bestemt at vi skulle logge temperaturer i filet og omgivelsene. Vi ønsket å få en oversikt til hvilken av superkjøling man bør har i fileten for å unngå at temperaturen stiger for mye unders produksjon. Figur 14 viser noe resultatene.



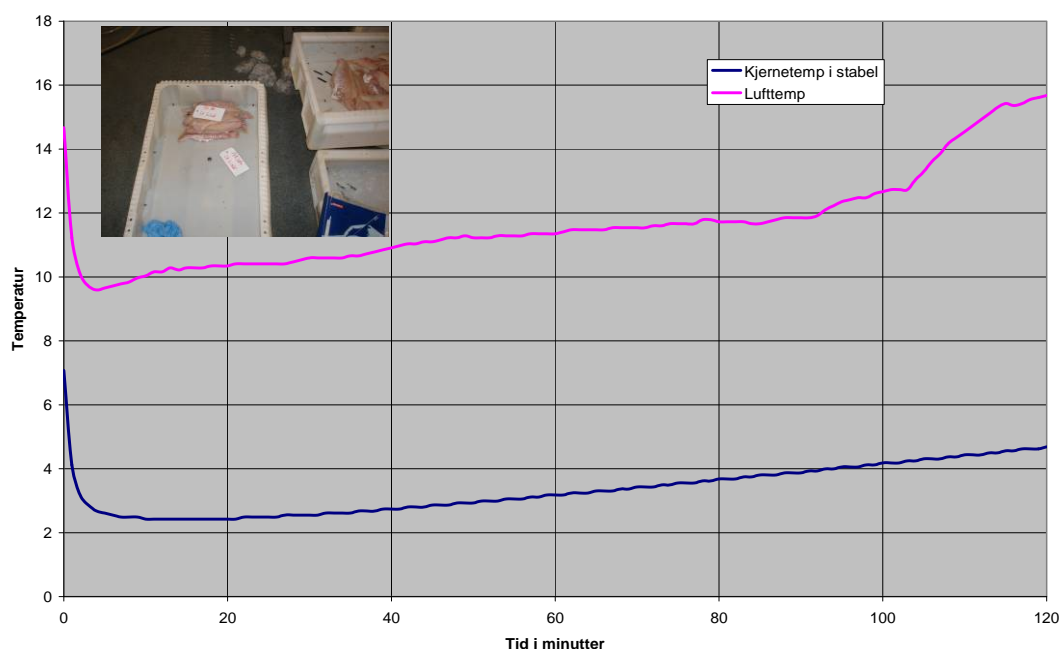
Figur 14 Kjernetemperatur i filet som ligger i produksjonslokalene, ved fileteringsbordene, nærmest mottakshallen.



Figur 15 Kjerne og luft temp på filet i produksjonslokalene, ved båndfryser.

Som man kan se av figur 14 og 15 er det relativt stor forskjell i lufttemperaturen i produksjonslokalene. Fra figuren kan man se det tar ca 25 minutter til filetene har en kjernetemperatur som er halvparten av differansen mellom starttemperatur til fileten og omgivelsene dersom filetene ikke er superkjølt. Det betyr at fileten bør gå raskets mulig gjennom produksjonslokalene.

Filetene som ble brukt var de samme som ble brukt i nedkjølingsforsøkene. Det var handtert mye, slik at starttemperaturen var unormal høy. Men det endrer ikke på det faktum at filetene raskt stiger i temperatur uten noe kjøling.

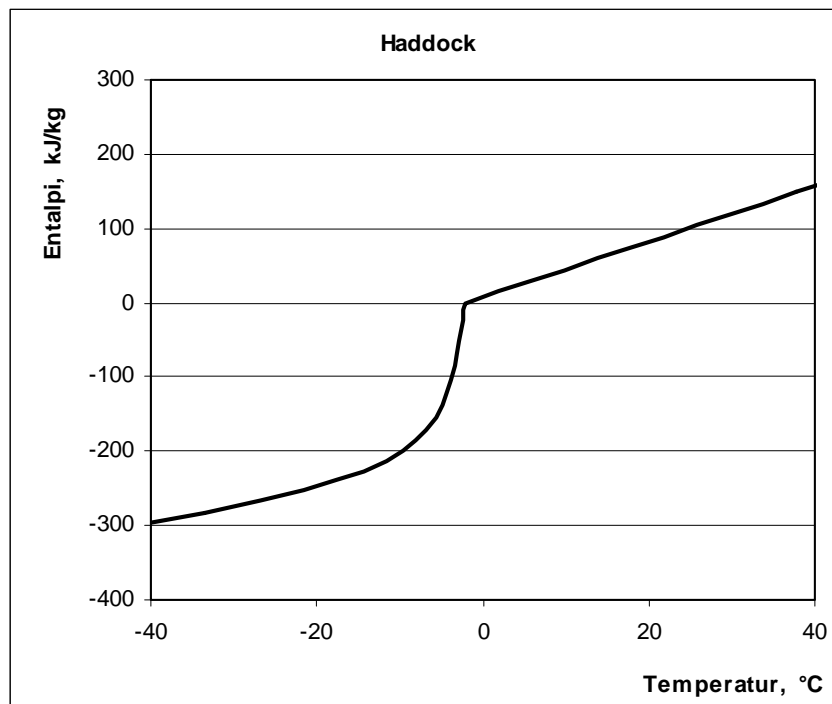


Figur 16 Temperatur i midten av stabel.

Fra figur 16 som viser lufttemperatur i mottakssonen og temperatur midt i en stabel av fileter ser man at temperaturen holder seg mye bedre. Dette er ofte situasjonen i buffersonen på linja. Det er viktig å huske at dette er for kjernen i stabelen. Filetene som ligger i overflaten vil ha tilnærmet samme temperatur utvikling som i figur 14 og 15.

Figurene 14 til 16 viser temperaturlastningen filetene blir utsatt for i fabrikk, som i snitt kan settes til 15°C. Hvor stor varmebelastningen vil være er avhengig av oppholdstiden for filetene. Ved normal drift er tiden fra fisken blir hodekappet til den er i emballasjen 10-20 minutter.

I figur 17 som viser entalpien for hyse, kan man lese av oppmagasinert kuldelager. For fisken som ble gitt en oppholdstid på 40 minutter i slurry ved -2,5 °C kan man anta en utjevningstemperatur for filetene mellom -1 til -1,5°C. Bruker man dette i figur 17 gir det en "kuldebuffer" på mellom 80 til 100 kJ/kg.



Figur 17 Entalpi for hyse som funksjon av temperatur.

For en filet på 1 kg har man i løpet av 10 minutter ved 15 °C en varmepåvirkning på ca 10 kJ. Det betyr at man fortsatt har betydelig kuldebuffer igjen i fileten når den pakkes.



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 978 82-7251-629-0
ISSN 0806-6221