

Levende levert hyse som er kontrollert slaktet gir store fortrinn under prosessering og kjølelagring

Sluttrapport

Torbjørn Tobiassen, Gustav Martinsen, Silje Kristoffersen, Anette Hustad, Stein H. Olsen, Karsten Heia, Sjurður Joensen, Olafur Ingolfsson (Havforskningsinstituttet) og Tom S. Nordtvedt (SINTEF OCEAN)





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 390 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1433 ÅS

Stavanger:

Måltidets hus, Richard Johnsenegate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunnalsøra:

Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Alta:

Kunnskapsparken, Markedsgata 3
NO-9510 Alta

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140

E-post: post@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA



Creative commons gjelder når ikke annet er oppgitt

Rapport

<i>Tittel:</i> Levende levert hyse som er kontrollert slaktet gir store fortrinn under prosessering og kjølelagring	ISBN 978-82-8296-587-3 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Live delivered haddock that are controlled slaughtered offers great advantages during processing and cold storage	<i>Rapportnr.:</i> 10/2019
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Torbjørn Tobiassen, Gustav Martinsen, Silje Kristoffersen, Anette Hustad, Stein H. Olsen, Karsten Heia, Sjurður Joensen, Olafur Ingolfsson (Havforskningsinstituttet), Tom S. Nordtvedt (SINTEF OCEAN)	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri	<i>Dato:</i> 29. mars 2019
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 53
<i>Stikkord:</i> Levendelevert hyse, overlevelse, kvalitet, produkt og produksjonsutbytte	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901279
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> I prosjektet er det en oppnådd en overlevelse på mellom 40–80 prosent i kommersielle fartøystanker for levendefiske. Samtidig er det benyttet forsøktanker for levendefisk hvor en oppnådde overlevelse på cirka 90 prosent. Kontrollert slaktning om bord eller på land etterfulgt av pre-rigor prosessering gir utmerket kvalitet og høye utbyttestall. Kontrollert slaktning gir mye høyere andel av høykvalitetsprodukter enn ved tradisjonell leveranse av hyse. Slaktingen kan gjennomføres om bord på tur til land eller ved mottaksanlegg. Dette gir en mulighet for anlegg som ikke har slakteri til å motta fersk hyse til pre-rigor prosessering. Pre-rigor prosesserte hysefilet/produkter tåler lagring godt, den gode konsistensen og lite spalting opprettholdes under lagring. Det er stor forskjell på kvalitet og utbytte mellom tradisjonell leveranse av hyse og levendelevert hyse. Levendelevert hyse som ble kontrollert slaktet oppnådde en loinsandel (høykvalitetsprodukter) på 55 prosent. Kontrollert slaktning om bord eller på land etterfulgt av pre-rigor filetering løser utfordringen næringen har med blod, mye spalting og dårlig konsistens på hysefangster. Gjennom kunnskapen som er opparbeidet i prosjektet er det funnet en løsning på utfordringen som næringen stod ovenfor. Hvis hyse holdes levende frem til kontrollert slaktning om bord eller på land og fileteres tidlig, gir dette store muligheter for økt fortjeneste (bedrift, arbeidere og fiskere). I stedet for å tappe lokalsamfunn for verdier gjennom reklamasjoner og økonomisk tap, kan verdier skapes. Samtidig kan lokal produksjon og verdiskapning sikres, også for fiskere, ved at verdien på kvoten kan gå opp. Selv om det gjenstår noe arbeid/forskning før næringen kan hente ut det fulle potensiale i dette konseptet, er tilbakemeldingen fra industrien at dette produksjonskonseptet vil være grunnlaget for hvordan fremtidens fiskeri utføres.	<i>Prosjektnr.:</i> 11721
<i>English summary/recommendation:</i> The project has seen survival rates of between 40 to 80 percent in the fishing vessel's tanks. At the same time, around a 90 percent survival rate was achieved in the experimental tanks used for live fish. Controlled slaughter on board or on shore followed by pre-rigor processing provides excellent quality and yield figures. This provides a much higher proportion of high quality products compared to the traditional delivery of haddock. Slaughtering can be carried out on board vessels when returning to land, or at receiving facilities. Processing plants without slaughtering facilities may have the opportunity to receive fresh haddock for pre-rigor processing. Haddock fillets/products pre-rigor processed tolerate storage well. The good texture and low gaping scores are maintained during storage. There are big differences regarding quality and yield between traditionally delivered haddock and live delivered haddock. Live delivered haddock slaughtered in a controlled manner achieved loin (high quality products) yields of 55 percent. Through the knowledge gained from the project, solutions has been found regarding the challenges faced by the industry. If the haddock is kept alive until controlled slaughter takes place (on board or on land) and is filleted early, it provides great opportunities to increase profits (business, workers and fishermen). Instead of draining value from local communities through claims and financial losses, value can be added. At the same time, local production and increased added value can be ensured, even for fishermen because the value of their catch quota can increase. In addition, this way of catching and slaughtering fish can result in increased quality of the raw foodstuff, which in turn can form the basis for companies to replace old production equipment with modern processing equipment that relies on good quality in order to function. Although there remains some work/research to do before the industry can benefit from the full potential of this concept, industry feedback confirms that this concept will be the basis for how future fishery is performed.	

Innhold

1	Sammendrag	1
1.1	Summary.....	5
2	Bakgrunn	10
3	Målsetting	13
4	Gjennomføring	14
4.1	Fangst 2018	14
4.2	Levende levert hyse.....	15
4.2.1	Målsetting.....	15
4.3	Røkting av føringsrom	16
4.4	Pumping av hyse i ulike rigors status.....	17
4.4.1	Målsetting.....	17
4.5	Pre-rigor produksjon av levendelevert hyse (Superkjøling)	17
4.6	Slaktning av levende hyse om bord og på land	18
4.7	Sammenligning av tradisjonell og levendelevert hyse	19
4.8	Bløgging og direktesløying av levende levert hyse.....	19
5	Metoder	20
5.1	Fysiologi (laktat, glukose, pH i blod og pH i muskel)	20
5.2	Endringer i rigor mortis (dødsstivhet)	20
5.3	Sensorisk vurdering (Filetindeks, blod, spalting og konsistens)	20
5.4	Instrumentell måling av rødfarge (blod) i hysefilet.....	21
5.5	Blødninger og slagskader.....	21
5.6	Kjølelagring og fileteringstidspunkt for levendelevert hyse.....	21
5.7	Andre metoder	21
6	Resultater og diskusjon	22
6.1	Forsøk 2018	22
6.2	Levende levert hyse.....	22
6.3	Røkting av føringsrom ved hjelp av pumping.....	26
6.4	Pumping av hyse i rigor	28
6.5	Pre-rigor produksjon av superkjølt levendelevert hyse	29
6.5.1	Superkjøling av levende levert hyse.....	33
6.6	Produksjon av levende hyse slaktet om bord i fartøy og på land	37
6.7	Produksjon av levende hyse som ble slaktet om bord og på land	39
6.8	Tradisjonell leveranse av hyse i bulk sammenlignet med levendelevert hyse	42
6.9	Bløgging og direktesløying av levende levert hyse.....	45
6.10	Oppsummering.....	48
6.11	Konklusjon	51
7	Leveranser	52
8	Referanser	53

1 Sammendrag

Filetbedrifter opplevde store utfordringer knyttet opp mot leveranser av hyse, med store reklamasjoner og tap for bedriftene. På bakgrunn av dette, ble det gjennomført et arbeidsmøte i Tromsø i februar 2016. Fokus var utfordringer og potensialet i å heve kvaliteten på hyse slik at fisken egner seg til videre prosessering og økt verdiskaping. Arbeidsmøtet samlet næringsaktører fra flåte og industri, i tillegg til aktører fra Råfisklaget, forvaltning, forskning og andre organisasjoner. Oppsummeringen av foredrag, gruppearbeid og diskusjon i arbeidsmøtet viste at det var et stort ønske hos mange industriaktører om at FHF måtte starte en langsiktig FoU-satsing på hyse gjennom hele verdikjeden.

På bakgrunn av arbeidsmøtet, ble det dannet en gruppe med deltakere fra industrien og forskningsinstitutter som utarbeidet prosjektet "Ilandføring av levende og tradisjonell hyse – optimal behandling, slakting, kjøling og prosessering med hensyn til kvalitet". De første forsøkene ble gjennomført i Båtsfjord i de første ukene av mai 2017 og resultatene derfra er sammenfattet i Nofimarapport 15/2018 (Ilandføring av levendelevert hyse-optimal behandling, slakting, kjøling og prosessering med hensyn til kvalitet).

Prosjektet ble startet i 2016, men det var lite aktivitet det første året grunnet at hysen uteble fra fangstfeltene. Prosjektet ble avsluttet februar 2019. Fangst og produksjonsforsøk ble gjennomført i Båtsfjord hos Båtsfjordbruket AS, i tillegg har Lerøy Norway Seafood AS (Båtsfjord) og Gunnar Klo AS deltatt aktivt som diskusjonspartnere i prosjektet. M/S Ballstadøy har deltatt i alle fangstene av levende hyse som har vært gjennomført.

Målsettingen med prosjektet var:

- Opparbeide kunnskap slik at en kan levere hyse av optimal kvalitet til hvilket som helst marked. Dette skal oppnås gjennom levendelevering av hyse og optimalisering av tradisjonell fangst av hyse.

På bakgrunn av resultatene, ble det tidlig klart at levendefangst av hyse med snurrevad og levendelevering for kontrollert slakting og pre-rigor prosessering var den riktige veien å gå.

I 2017 ble det gjennomført 4 fangster og leveringer. Forsøkene med levendelevert hyse i 2017 til Båtsfjordbruket var første og innledende tester for et slikt konsept. Det ble oppnådd overlevelse mellom 40–80 prosent på disse hysefangstene. Mange produksjonsforsøk ble gjennomført og resultatene derfra gav ny kunnskap både til næringen og forskningen og dannet grunnlaget for det videre arbeidet i prosjektet.

Når en sammenligner den levendeleverte hysa med tradisjonelt levert hyse på slakte/leveringsdagen, er det store forskjeller med hensyn på kvalitet. Den levendeleverte hysa som blir pre-rigor prosessert har veldig lite spalting, god konsistens og lite blod i filetene. Dette i motsetning til den tradisjonelt leverte hysa fra en annen båt som drifter tradisjonelt. Når fisken lagres videre i 1 døgn, blir disse forskjellene litt mindre, men levendelevert hyse tåler lagring bedre. For å oppnå best mulig kvalitet er det viktig at levendelevert hyse prosesseres raskest mulig. Noen av de viktigste funnene i 2017 var:

- Det er mulig å levere levende hyse rett til landanlegg for kontrollert slakting og videre pre-rigor prosessering.

- De store utfordringene med spalting, konsistens og blod kan minimeres med levendelevering og pre-rigor filetering.
- Produksjonsutbytte øker og samtidig vil andelen som kan benyttes til høykvalitetsprodukter øke kraftig sammenlignet med tradisjonell produksjon.
- Kvalitetsforbedringen ser ut til å opprettholdes under lagring som filet.

Resultater i 2018

I uke 21 og 22 i 2018, ble fangst og føring av levende hyse gjennomført ombord på snurrevadfartøyet M/S Ballstadøy. Fire fangster av hyse ble tatt med kommersiell snurrevad, på fiskefeltet "Klakken" som ligger nord for Båtsfjord. Fisken ble pumpet ombord fra snurrevadsekken (vakuum/trykkpumpe fra Cflow), og en del (fra 1,8 til 10 tonn) av fangsten gikk usortert ned i levendefisktankene etter avsilingskassen. Her ble de forsøkt holdt i livet fram til levering ved Båtsfjordbruket, 12–15 timer etter fangst. Ved ankomst Båtsfjordbruket ble fisken pumpet ut fra tankene om bord på M/S Ballstadøy og inn i en mottakstank på kaien. Mottakstanken hadde kontinuerlig utskifting av sjøvann, med vanninntak inn gjennom bunnen i forkant av tanken og avløpet i øvre del av tanken. Fisken ble ført ut av mottakstanken og videre i produksjon via et transportbånd. Fisken ble bedøvet med strøm før manuell bløgging, utblødning i 30 minutter og sløying. Enkelte forsøk medførte at fisken ble direkte sløyd ved Båtsfjordbruket.

Overlevelsen for hysa varierte i 2018 mellom 40 til 80 prosent. Dette er tilsvarende overlevelse som ble oppnådd i 2017. Under lasting av hysa, ble det observert at fartøyet måtte redusere vanngjennomstrømmingen i tanken hvor hysa ble lastet. Dette medførte at O₂-nivået falt i tanken. Vi vet at fisk som er påkjent tåler dårlig lave verdier av O₂, noe som kan resultere i død.

Samtidig som hyse ble lagret levende i fartøyets tanker, ble hyse fra samme fangst lagret levende i Nofimas forsøktanker. Det ble da oppnådd en helt annen overlevelse på mellom 91–97 prosent. Fisk fra samme fangst som ble holdt i fartøyets tanker hadde en overlevelse mellom 44 og 49 prosent. Hysa gikk også usortert ned i forsøktankene og kan sådan sammenlignes direkte med fisken i fartøyets egne tanker. Nivået av O₂ ble målt i forsøktankene og varierte mellom 98–100 prosent, noe som er gode nivåer i forhold til fiskens O₂-behov.

Resultatene for overlevelse viser at det er stor variasjon og at det i forsøktanker oppnås mye høyere overlevelse enn i fartøyets egne tanker. De registrerte forskjellene kan se ut til å påvirkes av O₂-nivå under lasting på grunn av redusert vannstrøm. Vannstrømmen under lasting blir redusert for å unngå at fisken blir vasket ut før den kommer ned i tankene. Vannstrømmen ble økt etter at lasting var avsluttet, men lav vanngjennomstrømming kan være nok til at fisk som allerede er påkjent etter fangst, dør. Vi observerte forskjell i atferd mellom hysen i de to tankene. Hysen i fartøyets tanker svømte rundt mere pelagisk, mens hysen i forsøktanken lå mere i ro på bunnen.

Røkting av levendefisktankene til fartøyet ved hjelp av pumpeslag ble testet ut. Det gikk bra å sortere ut dødfisk underveis ved hjelp av pumpeslag hvor fisk ble pumpet opp på et band på produksjonsdekket og dødfisk ble plukket ut. Fisken som ble pukket ut, sløyd og iset om bord hadde tendens til bedre kvalitet enn hysa som ble liggende igjen i tanken til den ble levert til Båtsfjordbruket. Den døde hysa hadde dårligere kvalitet enn den som blir levende levert med hensyn til blodnivå, men forskjellene i filetspalting og konsistens var ikke så store. Dette bekrefter de gode resultatene som har vært oppnådd i de tidligere testene kjørt med levendelevert hyse uten at død hyse har vært sortert ut. Gode resultater med hensyn til spalting og konsistens med litt innslag av blod i filetene ble observert. Det er

viktig å ta ut hyse som dør underveis i tankene for å sikre at vannfordelingen ikke påvirkes av dødfisk som ligger på bunnen.

Pumping av hyse i rigor. En av de store utfordringene med hyse er at den kan være bløt og spaltet. Vi ser fra resultatene fra 2017 at hvis hysa prosesseres før rigor inntreer, så tåler den mer og resultatet blir mye bedre. Hyse er en fisk som raskt blir bløt og spaltet etter slakting/fangst og tåler ikke mye håndtering. Konsekvensene av å pumpe hyse fra fartøy og inn til mottaksanlegg mens den var i rigor ble derfor undersøkt. Hyse som var i rigor fikk en lavere verdi på rigor-målingene noe som indikerer at pumping påvirker muskelen til fisken. Det vil si at fisken er "slått" ut av rigor. Resultatene viser også at spaltingen og konsistensen ble negativt påvirket av denne prosessen i motsetning til fisken som ble manuelt løftet inn på anlegget. Selv om forskjellene ikke var store, så viser det at pumping av hyse i rigor ikke er noen fordel. Det er sannsynlig at en hyse av dårligere kvalitet vil bli enda mer påvirket av en slik prosess.

Test av bløgging og direktesløying av hyse viste at hysa som ble bløgget hadde minst innhold av blod i muskelen, de to gruppene som ble direktesløyd (om bord eller på land) er ganske like. Direktesløying medfører totalt sett mere blod i fisken. For blodmengden i tail, buk og loin, er bildet det samme, bløgging av hysa gir minst restblod i de ulike deler av fisken. Forskjellen mellom gruppene er størst med hensyn til blodmengden i buken, det vil si direktesløying av fisk medfører mer blod i buken enn når fisken blir bløgget. Verdiene for blodmengde i loin viser at det er lite blod i loin og at det er minst blod i den delen av fisken, uavhengig av utblødningsmetode. Dette sammenfaller godt med de observasjonene som ble gjort av disse gruppene av hyse. Diskusjonen blir da om det har betydning om det blir mere blod i buken på fisken? Dette er nok litt avhengig av hvilke produkt som lages og hvilke krav markedet har. Det ble observert at ved filetering forsvant en del av blodet i buken på grunn av at maskinen fjernet noe av dette fiskekjøttet. Visuelt sett vil det nok vises mer tydelig på en fisk som selges hel.

Lagring og superkjøling av hyse. Resultatene fra 2017 indikerte at en kunne løse mange av kvalitetsutfordringene rundt hyse ved hjelp av levendeleveranse av hyse, kontrollert slakting og påfølgende pre-rigor prosessering. Resultatene for 2018 viste at fileter som var pre-rigor filetert og lagret på is krympet noe og mistet noe vekt. Filetene hadde lite spalting og god konsistens noe som vedvarte under lagring. Selv om filetene krympet noe og mistet noe vekt er kvalitetsgevinsten med en pre-rigor hysefilet så store at dette er av liten betydning, ifølge tilbakemeldinger fra industrien. Lagringsforsøk av pre-rigor fileter hvor noen var produsert av superkjølt hyse og noen fra vanlig kjølt hyse viser at superkjøling av et slik ferskt råstoff ikke påvirker krymping, vekttap, spalting eller konsistens i nevneverdig grad. Det vil si at superkjøling gir ingen positive fordeler i forhold til vanlig kjøling før produksjon.

Slakting av levende hyse om bord og på land. En test hvor hysa ble holdt levende om bord i fartøyet og så kontrollert slaktet ut, ble sammenlignet med en gruppe som ble fraktet levende til Båtsfjordbruket og slaktet kontrollert der. Prinsippet for slakting av disse to gruppene av fisk er nesten identiske, men tiden som fisken har fått restituert og tidspunkt for slakting er litt forskjellig ved at gruppen som er slaktet på land er avlivet senere. Videre ble begge gruppene kjørt inn i prosessen på Båtsfjordbruket og filetert pre-rigor. Det kan konkluderes med at det var liten forskjell mellom de to gruppene av hyse og resultatet ble produkter med lite spalting og god konsistens. Dersom hysa holdes levende frem til kontrollert utslakting uavhengig av om det er om bord i fartøy eller på land og i tillegg prosesseres direkte/tidlig, så blir resultatet godt. Under produksjon ble også produksjons- og loinsutbytte registrert. Loinsutbyttet for begge gruppene lå på cirka 55 prosent, noe som er veldig høyt

sammenlignet med resultatet for produksjon av tradisjonelt levert hyse. Resultatene viser at hysa som ble levert levende til Båtsfjordbruket og kontrollert slaktet oppnådde cirka 3 prosent høyere produksjonsutbytte enn den som ble slaktet om bord.

Sammenligning av tradisjonelt og levendelevert hyse. Det ble gjort et produksjonsforsøk hvor levendelevert hyse fra M/S Ballstadøy ble sammenlignet med en tradisjonell leveranse av hyse fra et annet fartøy. Hysa ble fisket på samme felt, samme dag og levert til Båtsfjordbruket samme dag. Begge råstoffene ble lagret 1 døgn før produksjon. Den levendeleverte hysa gav et mye høyere loinsutbytte (48 prosent) mot 16 prosent for den tradisjonelt leverte hysa. I tillegg var fileten mye mindre spaltet og konsistensen var mye bedre. Vi satte opp et regnestykke som var basert på disse utbyttetallene. Et veldig lavt estimat er at en bedrift av Båtsfjordbrukets størrelse kan tjene cirka 70 000 kroner mer per dag hvis levendelevert hyse produseres i stedet for hysefangst som er tradisjonelt levert.

Det ble også gjennomført filetering av levendelevert hyse rett etter slakting, før fisken ble dødsstiv (pre-rigor filetert). Pre-rigor filetering av levendelevert hyse gav et loins-utbytte på cirka 55 prosent. Denne økningen i loinsutbytte sammenlignet med utbytte fra tradisjonelt levert hyse, er estimert til å utgjøre minst 87 000 kroner per dag i verdiøkning. I tillegg må det nevnes at det ikke er tatt høyde for at bedriften kan øke produksjonen sin per dag grunnet at slikt råstoff krever mye mindre bearbeiding, og gir bedre produksjonsflyt.

Hvis hyse holdes levende frem til kontrollert slakting om bord eller på land og fileteres tidlig, gir dette store muligheter for økt fortjeneste (bedrift, arbeidere og fiskere). I stedet for å tappe bedriften for verdier gjennom reklamasjoner og økonomisk tap, kan verdier skapes og samtidig sikre lokal produksjon og verdiskaping. Dette gjelder også for fiskere ved at verdien på kvoten kan gå opp.

Hovedfunn i prosjektet

- I prosjektet er det oppnådd en overlevelse på mellom 40–80 prosent i kommersielle fartøystanker for levendefiske. Samtidig er det benyttet forsøktanker for levendefisk hvor en oppnådde overlevelse på cirka 90 prosent. Resultatene for overlevelse viser at det er stor variasjon i overlevelse og at det i forsøktanker oppnås mye høyere overlevelse enn i fartøyets egne tanker.
- Kontrollert slakting om bord eller på land etterfulgt av pre-rigor prosessering gir utmerket kvalitet og høye utbyttetall (selv om død hyse ikke er sortert ut). Kontrollert slakting gir mye høyere andel av høykvalitetsprodukter enn ved tradisjonell leveranse av hyse.
- Slaktingen kan gjennomføres om bord på tur til land eller ved mottaksanlegg. Dette gir en mulighet for anlegg som ikke har slakteri til å motta fersk hyse til pre-rigor prosessering.
- Pre-rigor prosesserte hysefiletprodukter tåler lagring godt, den gode konsistensen og lite spalting opprettholdes under lagring.
- Det er stor forskjell på kvalitet og utbytte mellom tradisjonell leveranse av hyse og levendelevert hyse.
- Levendelevert hyse som ble kontrollert slaktet oppnådde en loinsandel (høykvalitetsprodukter) på 55 prosent.
- Kontrollert slakting om bord eller på land etterfulgt av pre-rigor filetering løser utfordringen næringen har med blod, mye spalting og dårlig konsistens på hysefangster.

Gjennom kunnskapen som er opparbeidet i prosjektet er det funnet en løsning på utfordringen som næringen stod ovenfor.

Hvis hyse holdes levende frem til kontrollert slaktning om bord eller på land og fileteres tidlig, gir dette store muligheter for økt fortjeneste (bedrift, arbeidere og fiskere). I stedet for å tappe lokalsamfunn for verdier gjennom reklamasjoner og økonomisk tap, kan verdier skapes. Samtidig kan lokal produksjon og verdiskapning sikres, også for fiskere, ved at verdien på kvoten kan gå opp.

I tillegg kan denne måten å fangste og slakte fisk medføre en økt kvalitet på råstoffet som igjen kan danne grunnlaget for at bedriftene kan skifte ut gammelt produksjonsutstyr med moderne prosess-utstyr som er avhengig av god kvalitet for å fungere.

Selv om det gjenstår noe arbeid/forskning før næringen kan hente ut det fulle potensiale i dette konseptet, er tilbakemeldingen fra industrien at dette produksjonskonseptet vil være grunnlaget for hvordan fremtidens fiskeri utføres.

1.1 Summary

Fish filleting companies experienced major challenges related to the delivery of haddock, which included major claims and losses. This resulted in a meeting that took place in Tromsø. The focus was on challenges and the potential of raising the quality of haddock with fish better suited for further processing and increased added value. The meeting was conducted in February 2016 and gathered business actors from fishing fleets and industry, as well as representatives from The Norwegian Fishermen's Sales Organization, management, research and other organizations. Conclusions from the lectures, teamwork and discussions that took place highlighted a strong wish from many industry actors that FHF should start a long-term R and D investment regarding haddock, throughout the entire value chain.

The meeting resulted in the creation of a group made up of participants from industry and research institutes that developed the project "Landing of live and traditional haddock – optimal handling, slaughter, refrigeration and processing regarding quality". The first trials were carried out in Båtsfjord during the first weeks of May 2017. The results are summarized in Nofima's report 15/2018 (Landing and delivery of live haddock - optimal handling, slaughter, refrigeration and processing regarding quality).

The project was started in 2016 but there was little activity during the first year due to the absence of haddock. The project was concluded in February 2019 and trial catches and production were carried out in Båtsfjord at Båtsfjordbruket AS. In addition, Lerøy Norway Seafood AS (Båtsfjord) and Gunnar Klo AS have been active discussion partners in the project. The fishing vessel M/S Ballstadøy has participated in all the catches of live haddock that have been conducted.

The objective of the project was:

- Develop knowledge so that haddock of the highest quality can be delivered to any market through live delivery of haddock and the optimization of traditional haddock fishing.

Based on the results, it became very clear that live haddock caught by seine nets, and live delivery for controlled slaughter and pre-rigor processing, was the right way to go.

In 2017, 4 catches and deliveries were carried out. The 2017 trials of live haddock delivered to Båtsfjordbruket were the first preliminary tests of such a concept. A survival rate of between 40 to 80

percent was achieved. Many trials were conducted and the results provided new knowledge to both industry and research, which formed the basis for future work in the project.

When comparing deliveries of live haddock with traditionally delivered haddock on the day of slaughter/delivery, there are big differences with regards to quality. The fillets of live haddock processed before rigor mortis set in, did not gape easily, had good texture and contained little blood. This was in contrast to traditionally delivered haddock from another boat. When the fish were stored for 1 day, these differences were reduced, but live delivered haddock was better than traditionally delivered. In order to achieve the best possible quality, it is important to deliver haddock alive and process it as quickly as possible. Some of the most important findings in 2017 were:

- It is possible to deliver live haddock straight to the fish processing plant for controlled slaughter and further pre-rigor processing.
- The main challenges of fillet gaping, texture and blood can be minimized by live delivery and filleting before rigor mortis sets in.
- Production yields increased since the proportion utilized for high quality products increased compared to traditional production.
- Quality enhancement seems to be maintained when stored as fillets.

Results in 2018

In weeks 21 and 22 of 2018, the catch and handling of live haddock were carried out on the seine fishing vessel M/S Ballstadøy. Four catches of haddock were conducted with commercial seine nets on the fishing ground "Klakken", located north of Båtsfjord. The fish were pumped on board from the seine nets (vacuum/pressure pump from Cflow), and an unsorted portion (from 1.8 to 10 tonnes) of the catch was placed into fish tanks onboard after going through the drainage box. Efforts were then made to keep the fish alive until delivery at Båtsfjord, 12 to 15 hours after capture. On arrival at Båtsfjordbruket, the fish were pumped from the tanks aboard M/S Ballstadøy and into a receiving tank on the quay. The receiving tank had a continuous circulation of seawater, with a water intake inserted through the bottom and a drain in the upper part of the tank. The fish were taken out of the receiving tank and further into production facilities via a conveyor belt. The fish were electrically stunned before being bled manually, left to bleed-out for 30 minutes and then gutted. Some additional trials involved fish gutted straight away at Båtsfjordbruket were also carried out.

The survival rate of the haddock ranged between 40 to 80 percent in 2018. These are almost identical to the survival rates achieved in 2017. While loading the haddock, the fishing vessel had to reduce the amount of water in its holding tanks by adjusting flow rates where the haddock were held. This caused oxygen levels in the tank to drop. We know that stressed fish does not tolerate low oxygen levels very well, and hypoxia over time will result in death.

At the same time as live haddock were held in the fishing vessel's tanks, live haddock from the same catch were held in Nofima's experimental tanks. Haddock being stored in the experimental tanks achieved a totally different survival rate of between 91 to 97 percent. Fish from the same catches that were held in fishing vessel tanks had a survival rate of between 44 and 49 percent. The haddock placed in the experimental tanks were also unsorted and therefore be compared directly with the fish placed in the fishing vessel's tanks. Oxygen levels were measured in the experimental tanks and varied between 98 to 100 percent, which are optimal levels regarding the fish requirements.

The mortality results show that there is a great deal of variation and that survival rates in the experimental tanks are much higher than in the fishing vessel's tanks. The recorded differences appear to be affected by the oxygen levels during loading due to reduced water flow in the tanks. The water flow during loading was reduced to prevent the fish from being washed out before they arrived in the tanks. The water flow was increased after the loading was completed, but this may have caused increased mortality on the fish that were already stressed after being caught. We observed that there were differences in behaviour of the haddock that were placed in the different tank systems. The haddock in the vessel's tanks swam around in a more pelagic manner, while the haddock in the experimental tank were more at rest at the bottom.

Tending the fishing vessel's live fish tanks by using a pump was tested. Dead fish were removed successfully with the help of a pump, where fish were pumped onto a conveyor belt on the production deck and the dead fish were sorted out. The fish that were taken out, gutted and iced on board, tended to be of a better quality than the haddock that were left in the tank awaiting delivery to Båtsfjordbruket. The dead haddock had an inferior quality regarding blood levels compared to the live fish that were delivered. However, there were not many differences regarding fillet gaping and texture. This confirms the good results achieved in earlier tests where live haddock were delivered without dead fish being removed. Good results were observed regarding gaping and texture with a small element of blood in the fillets. It is important to remove haddock that die in the tanks to ensure that water distribution is not affected by dead fish lying on the bottom.

Pumping haddock in rigor. One of the big challenges regarding haddock is that its flesh is soft and can gape easily. 2017 results show us that if haddock is processed before rigor mortis sets in, it can withstand more and the quality are much better. Haddock is a fish that quickly becomes soft and its flesh tends to gape after harvest/slaughter and does not tolerate handling very well. Therefore, the consequences of pumping haddock from vessels and into receiving facilities after rigor mortis had set in, were investigated. Haddock that were in rigor had lower rigor mortis values indicating that pumping affects the muscles of the fish. The fish were "knocked" out of rigor. The results also show that gaping and texture were negatively affected by this process, in contrast to the fish that were manually lifted into the facility. Although the differences were not large, it shows that pumping haddock when in rigor is not advantageous. It could be said that a haddock of inferior quality would be affected even more by such a process.

Testing the bleeding and immediate gutting of haddock showed that haddock that were bled had the least amount of blood in their muscles. The two groups that were immediately gutted (on board or on land) are quite similar. Immediate gutting mainly produces more blood in the flesh. Regarding amounts of blood in the tail, belly and loin, the story is the same; bleeding haddock provides the least amount of residual blood in these various parts of the fish. The largest differences between the groups regarding the amount of blood, is in the belly region. In other words, the immediate gutting of fish produces more blood in the belly compared to when the fish is bled. The testing of blood levels shows that there is little blood found in the loin, and that there is the least amount of blood in this part of the fish regardless of the bleeding method. This corresponds well with the observations made regarding these groups of haddock. Then there is the discussion about whether it matters if there is more blood in the belly region of the fish? This probably depends on which product is being made and also on market requirements. When observing filleting, it was noticed that some of the blood around the belly disappeared, mainly due to removal of flesh from belly flaps during filleting. Visually, it will probably be more apparent on a fish that is sold whole.

Storage and supercooling of haddock. Results from 2017 indicated that many of the challenges regarding the quality of haddock could be solved with the help of live delivery, controlled slaughter and in the pre-rigor processing that follows. 2018 results showed that fish filleted before rigor mortis had set in and then stored in ice had shrunk somewhat and also lost some weight. The pre-rigor fillets had less gaping and firmer texture, both of which were maintained during cold storage. Even though the fillets shrunk somewhat and lost some weight, the increase in quality of pre-rigor haddock fillets is so high that it is not of concern according to feedback from the industry. Storage trials of pre-rigor haddock fillets, where some were supercooled and some were cooled conventionally, show that supercooling of this type of fresh, raw foodstuff does not affect shrinkage, weight loss, gaping or texture to any discernible degree. That means that supercooling provides no positive benefits compared to conventional cooling before production.

Slaughtering live haddock on board and on shore. A test where haddock were kept alive on board the fishing vessel and then slaughtered in a controlled manner was compared to a group transported live to Båtsfjordbruket and slaughtered in a controlled manner there. The method of slaughter for these two groups of fish is almost identical. However, the time to recover and the time of slaughter is slightly different, in that the group on land is slaughtered later. Then, both groups were processed at Båtsfjordbruket and pre-rigor filleted. In conclusion, there wasn't much difference between the two groups of haddock and both resulted in products that had less fillet gaping and good texture. If haddock is kept alive until controlled slaughter, regardless of whether it is on board a fishing vessel or on land and also processed immediately/early on, the results are still good. During processing, production yield and loin yield were also registered. Loin yield for both groups was about 55 percent, which is very high compared to the production results of traditionally delivered haddock. The results show that the haddock delivered live to Båtsfjordbruket and slaughtered in a controlled manner achieved around a 3 percent higher production yield than the haddock slaughtered on board the fishing vessel.

Comparison of haddock delivered traditionally and live. A production trial in which live haddock from M/S Ballstadøy was compared to a traditional delivery of haddock from another vessel. The haddock were caught on the same fishing grounds, on the same day and delivered to Båtsfjordbruket on the same day. Both raw foodstuffs were stored for 1 day before production. The haddock delivered live, gave a higher loin yield (48 percent) compared to 16 percent for the traditionally delivered haddock. In addition, the fillet had much less gaping and firmer texture. We made a calculation based on these yield figures. A very low estimate is that a company of Båtsfjordbruket's size can earn approximately 70,000 NOK per day if live haddock is produced instead of haddock delivered traditionally. Filleting of stored haddock delivered live was also carried out immediately after slaughter, before rigor mortis had set in (pre-rigor filleted). Pre-rigor filleting of the haddock delivered live gave a loin yield of about 55 percent. This increase in loin yield compared to yields from traditionally delivered haddock gives at least an estimated 87,000 NOK increase in value per day. In addition, it must be noted that the company can increase its daily production due to such raw foodstuff requiring much less processing, and this hasn't been taken into account.

If the haddock is kept alive until controlled slaughter takes place on board or on land and filleted early, it provides great opportunities to increase profits (business, workers and fishermen). Instead of draining value from local communities through claims and financial losses, value can be created while ensuring local production and increased added value, even for fishermen because the value of their catch quota can increase.

The project's key findings

- The project has seen survival rates of between 40 to 80 percent in the fishing vessel's tanks. At the same time, around a 90 percent survival rate was achieved in the experimental tanks used for live fish. The results show that there is a great deal of variation, and survival rates in the experimental tanks are much higher than in the fishing vessel's tanks.
- Controlled slaughter on board or on shore followed by pre-rigor processing provides excellent quality and yield figures (even when dead haddock are not removed). This provides a much higher proportion of high quality products compared to the traditional delivery of haddock.
- Slaughtering can be carried out on board vessels when returning to land, or at receiving facilities. Processing plants without slaughtering facilities may have the opportunity to receive fresh haddock for pre-rigor processing.
- Haddock fillets/products pre-rigor processed tolerate storage well. The good texture and low gaping scores are maintained during storage.
- There are big differences regarding quality and yield between traditionally delivered haddock and live delivered haddock.
- Live delivered haddock slaughtered in a controlled manner achieved loin (high quality products) yields of 55 percent.
- Controlled slaughter (on board or on land) followed by pre-rigor filleting solves the challenges the haddock industry have had regarding blood, high gaping score and soft texture.

Through the knowledge gained from the project, solutions has been found regarding the challenges faced by the industry.

If the haddock is kept alive until controlled slaughter takes place (on board or on land) and is filleted early, it provides great opportunities to increase profits (business, workers and fishermen). Instead of draining value from local communities through claims and financial losses, value can be added. At the same time, local production and increased added value can be ensured, even for fishermen because the value of their catch quota can increase.

In addition, this way of catching and slaughtering fish can result in increased quality of the raw foodstuff, which in turn can form the basis for companies to replace old production equipment with modern processing equipment that relies on good quality in order to function.

Although there remains some work/research to do before the industry can benefit from the full potential of this concept, industry feedback confirms that this concept will be the basis for how future fishery is performed.

2 Bakgrunn

Hyse er en tander fiskeart og tåler mye mindre enn eksempelvis torsk og sei under fangst og prosessering. Omkring halvparten av de 40 000 tonn fersk hyse som leveres, leveres av snurrevad. Til tider kan det være store kvalitetsutfordringer på hyse som leveres fersk til mottaksanlegg. Snurrevad er en av redskapstypene som egner seg best for fangst til levendelagring av torsk. Snurrevadfartøy kan også levere sløyd og kjølt fisk av ypperste kvalitet til mottaksanlegg. Paradoksalt nok er det også snurrevad som kan levere noe av de dårligste fangstene med tanke på kvaliteten.

I enkelte perioder av året kan det være tette konsentrasjoner av hyse som samler seg på fangstfeltet, og for fiskeflåten fører dette ofte til svært store enkelfangster (30–50 tonn). Mye fisk i snurrevadsekken kan påføre fisken stor belastning og klemskader under fangst og ombordtaking av fisken. Av kapasitetshensyn om bord er det også vanskelig å bløgge eller direktesløye store mengder fisk før den dør. Dette bidrar blant annet til dårlig blodtømming av fisken, spesielt når det er høy sjøtemperatur og fangsten blir liggende lenge i snurrevadsekken, før den tas om bord for slakting og kjøling. Hyse som er utmattet før den dør, får også en hurtig og hard dødsstivhet. Under sløyning og håndtering av hyse som er dødsstiv risikerer man å rive over bindevev i muskelen, og dette bidrar til bløt og spaltet filet.

For tradisjonelt levert hyse kan tap av kvaliteten oppstå og forverres gjennom flere ledd, fra fisken tas opp fra havet og fram til ferdigprosesserte produkt. Uansett er tapt kvalitet i fangstleddet vanskelig å gjøre noe med videre i prosesseringsleddet. Fangsthåndtering, temperatur og lagringsbetingelser under transport er noen av de viktigste kriteriene for å bevare kvaliteten. Etter slakting er rask kjøling og lagring i is eller is-slush mellom 0 °C og -1 °C, noe av de viktigste kriteriene for å ivareta kvaliteten. God kjøling bidrar blant annet til å utsette og redusere styrken på dødsstivheten, noe som er positivt med tanke på reduksjon i mengde filetspalting. Under transport og kjølelagring bør hyse ises i kasser, lave containere eller kar. Dette for å unngå for stort press på muskelen, og i tillegg holdes fisken i ro under transport til land. Lagring av hyse i containere med is-kjølt sjøvann eller i bulk i RSW, er også mulig dersom transporttiden fra fangstfelt til mottaksanlegg er kort. Ulempen med å føre fisk i bulk er faren for bølgebevegelser og mulige skader på muskelen under transporten. I tillegg tar fiskemuskelene opp vann under RSW-lagring, noe som bidrar til bløtere muskeltekstur. For dødsstiv hyse som er lagret i bulk, vil lossing av RSW-tankene ved hjelp av pumper også kunne bidra til stor belastning og skader på muskelen. Pumpingen river fiskemuskelene ut av dødsstivheten, noe som kan gi mye filetspalting og bløt tekstur. Filetspalting og bløt muskeltekstur forverrer seg ytterligere jo lengere hysen lagres før filetering. Allerede få dager etter fangst kan mye av hysefileten kun anvendes til lavpris bulkprodukt (blokk, farse).

For å maksimere kvaliteten på hysa bør fisken holdes i livet fram til slakting. Fisken utsettes for stor fysisk belastning under fangst, og melkesyre hopper opp i muskelen. Fisken presser derfor blod ut i muskelen for å fjerne melkesyren. Når fisken holdes levende om bord under gunstige betingelser, begynner fisken å komme til hektene igjen. I FHF prosjektet "Ilandføring av levendelevert hyse" (FHF prosjekt nr. 901279) ble det gjennomført flere forsøk med å fange hyse og føre den levende til land for kontrollert utslakting og pre-rigor prosessering. Under fiske om bord på snurrevadfartøyet M/S Ballstadøy etter hyse for levendetransport til Båtsfjordbruket AS, ble det oppnådd opp mot 90 prosent overlevelse i spesialtilpassede transporttanker for hold av levende fisk, ved levering cirka 12–14 timer etter fangst. Overlevelsen i de konvensjonelle tankene om bord på Ballstadøy fra de samme snurrevadhalene (2–10 tonn) var noe lavere (40–80 prosent). Det er flere årsaker til variasjon i overlevelse. Når fisken tas om bord etter fangst, er den utmattet og har punktert svømmeblære. Disse fiskene velger

derfor å ligge i ro nede på bunnen, med et stort behov for tilgang på oksygenrikt vann for å kunne overleve og restituere. Vannfordelingen/gjennomstrømning (oppstrømsprinsipp) og formen (stor grunnflate) på selve levendetankene har derfor stor betydning for overlevelsessevnen til fisken.

Underveis til land ble det gjort forsøk med å slakte ut levende hyse fra noen av de konvensjonelle tankene om bord på Ballstad. Etter slakting ble hysen lagret på tradisjonelt vis om bord. For sammenligning ble resterende av hysefangsten holdt levende fram til kontrollert utslakting og pre-rigor filetering ved mottaksanlegget på land. Resultatene fra disse forsøkene viser at hyse som fangstes skånsomt og holdes i livet frem til kontrollert utslakting om bord, eller på land, etterfulgt av tidlig filetering gir fileterprodukter av toppkvalitet. Utfordringene med rød (blodfylt) filet, filetspalting og bløt konsistens ble vesentlig redusert sammenlignet med tradisjonell levering av hyse som er ført i bulk.

Tilbakemeldinger fra industrien viser at kvaliteten på bearbeidede produkter fra Norge ikke alltid er god nok for alle segmenter i markedet. Blant annet er bløt muskel, spalting og blodfeil typiske kvalitetsutfordringer (Akse *et al.*, 2007; 2012; CRISP, 2012; Joensen *et al.*, 2002; Joensen & Olsen, 2003). Slike kvalitetsfeil på råstoffet gir lavere utbytte, høyere produksjonskostnader, lavere produktfleksibilitet, lavere priser på sluttproduktene, flere reklamasjoner og til slutt dårlig omdømme for hele næringen. Hyse er trolig den enkeltart hvor det er mest å hente verdimeisig ved å forbedre dagens fangst- og produksjonsregime.

Filetbedrifter opplevde akkurat slike utfordringer knyttet opp mot leveranser av hyse, noe som medførte store reklamasjoner og tap. På bakgrunn av dette ble det gjennomført et arbeidsmøte i Tromsø med fokus på utfordringer og potensialet som ligger i å heve kvaliteten på hyse, slik at fisken egner seg til videre prosessering og økt verdiskaping (Olsen *et al.*, 2016). Arbeidsmøtet ble gjennomført i februar 2016 og samlet næringsaktører fra flåte og industri, i tillegg til aktører fra Råfisklaget, forvaltning, forskning og andre organisasjoner.

Oppsummering av foredrag, gruppearbeid og diskusjon i arbeidsmøtet viste at det var et stort ønske hos mange industriaktører om at FHF tok initiativ til en langsiktig FoU-satsing på hyse gjennom hele verdikjeden.

Det ble dannet en gruppe med deltakere fra industrien og forskningsinstitutter som utarbeidet prosjektet "Ilandføring av levende og tradisjonell hyse – optimal behandling, slakting, kjøling og prosessering med hensyn til kvalitet". De første forsøkene ble gjennomført i Båtsfjord i de første ukene av mai 2017 og resultatene derfra er sammenfattet i Nofimarapport 15/2018 "Ilandføring av levendelevert hyse-optimal behandling, slakting, kjøling og prosessering med hensyn til kvalitet".

Forsøkene med levendelevert hyse i 2017 til Båtsfjordbruket var de første og innledende tester for et slikt konsept. Det ble gjennomført 4 fangster og leveringer, med mange påfølgende forsøk. Resultatene gav ny kunnskap og giv til næringen og forskningen for det videre arbeidet i prosjektet.

Når en sammenligner levendelevert hyse mot tradisjonelt levert på slakte/leveringsdagen, er det store forskjeller med hensyn til kvalitet. Den levendeleverte hysa som blir pre-rigor prosessert har veldig lite spalting, god konsistens og lite blod i filetene, dette i motsetning til den tradisjonelt leverte hysa fra en annen båt. For å oppnå best mulig kvalitet er det viktig at hysa prosesseres raskest mulig, og ikke blir kjølelageret for lenge før filetering. Samtidig vet vi at pre-rigor filetering av både torsk, hyse og sei medfører at filetene krymper, blir hardere i konsistens og mister en del vekt.

Noen av de viktigste funnene så langt (gjennom 2017) i prosjektet er:

- Det er mulig å levere levende hyse rett til landanlegg for kontrollert slakting og pre-rigor prosessering.
- De største utfordringene med spalting, konsistens og blod kan minimeres med levendelevering og pre-rigor filetering.
- Produksjonsutbytte øker og samtidig vil andelen som kan benyttes til høykvalitetsprodukter øke kraftig sammenlignet med tradisjonell fiske/produksjon.
- Kvalitetsforbedringen som oppnås ved levendelevering, ser ut til å opprettholdes under kjølelagring som filet.

Det var mange positive resultater i forsøkene som ble gjennomført i 2017, men det var en del nye utfordringer og problemstillinger som dukket opp. Dette ble tatt videre i arbeidet som ble gjennomført i 2018.

Resultatene fra 2018 presenteres i denne rapporten, mens resultatene fra 2017 finnes i Nofimarapport 15/2018 "Ilandføring av levende levert hyse - optimal behandling, slakting, kjøling og prosessering med hensyn til kvalitet".

Prosjektet har hatt følgende styringsgruppe og prosjektgruppe:

Styringsgruppen:

- Frank Kristiansen, Båtsfjordbruket AS
- Ørjan Nergård, Lerøy Norway Seafood ASA
- Arne Karlsen, Gunnar Klo AS
- Jon Ingi Björnsson, Nergård AS

Prosjektgruppen:

- Nofima: Torbjørn Tobiassen, Gustav Martinsen, Silje Kristoffersen, Anette Hustad, Karsten Heia, Stein H Olsen og Sjurður Joensen.
- SINTEF: Tom Ståle Nordtvedt
- Havforskningsinstituttet: Olafur Ingolfsson

Ansvarlig i FHF er Frank Jakobsen, fagsjef industri/foredling, hvitfisk fersk/filet.

3 Målsetting

Målsettingen med prosjektet er:

- Opparbeide kunnskap slik at en kan levere hyse av optimal kvalitet til hvilket som helst marked. Dette skal oppnås gjennom levendelevering av hyse og optimalisering av tradisjonell fangst av hyse.

Delmål og arbeidsplan i prosjektet er blitt tilpasset, i samråd med styringsgruppen, ut fra ny kunnskap som er kommet frem underveis i prosjektet og er nærmere beskrevet under forsøksoppsettet for de ulike forsøkene.

4 Gjennomføring



Bilde 1 M/S Ballstadøy som bidro i aktivitetene i prosjektet

4.1 Fangst 2018

I uke 21 og 22 i 2018, ble fangst og føring av levende hyse gjennomført etter levendefiskprinsippet, ombord på snurrevadfartøyet M/S Ballstadøy. Fire fangster av hyse ble tatt med kommersiell snurrevad, på fiskefeltet "Klakken" som ligger nord for Båtsfjord, hvor fangstdybden var 95 meter, temperaturen i havet varierte mellom 6–8 grader og med vind på mellom 2–7 m/s. Fisken ble pumpet om bord fra snurrevadsekken (vakuum/trykkpumpe fra Cflow), og en del (fra 1,8 til 10 tonn) av fangsten gikk usortert ned i levendefisktankene (vannutskifting på 450 kubikk i timen) etter avsilingskassen. Her ble de forsøkt holdt i livet fram til levering ved Båtsfjordbruket, 12–15 timer etter fangst.

Fra de samme fangstene ble det også tatt ut ulike grupper av fisk om bord på fartøyet, dette forklares under de ulike forsøkene. Ved ankomst Båtsfjordbruket ble fisken pumpet (vakuum/trykkpumpe fra Cflow) ut fra tankene ombord på Ballstadøy og inn i en mottakstank på kaien. Mottakstanken hadde kontinuerlig utskifting av sjøvann, med vanninntak inn gjennom bunnen i forkant av tanken og avløpet i øvre del av tanken. Fisken ble ført ut av mottakstanken og videre i produksjonen via et transportbånd. Fisken ble bedøvet med strøm før manuell bløgging, utblødning i 30 minutter og sløyning. Dødeligheten på hysen fra fangst til levering ble registret på transportbåndet, før fisken ble bedøvet.



Bilde 2 Alle forsøk i prosjektet er gjennomført ved Båtsfjordbruket.

Det ble også hentet fisk fra en annen kommersielt levert hysefangst som var tatt i samme område og samme tid. Detaljert beskrivelse av forsøkene gis under.

4.2 Levende levert hyse

Hovedaktiviteten for 2018 var å levere levende hyse til Båtsfjordbruket og kartlegge hvilke faktorer som var viktig for overlevelsen av hysa.

4.2.1 Målsetting

Målsetting med denne aktiviteten er å fangste hyse og se på hvilke faktorer som påvirker overlevelse og kvalitet. Resultatene fra prosjektet skal bidra til erfaring med hvordan fangst av hyse for levendeleveranser bør gjennomføres.

Resultatene fra forsøkene i 2017 viste at det var klare indikasjoner på at følgende faktorer var viktig for overlevelse og kvalitet:

- Sekkeutløser (med og uten)
- Mengde i hal
- Mengde i tank

Vi ønsket derfor å gjennomføre fangst hvor sekkeutløser benyttes i kombinasjon med relativt stort hal og stor mengde i levendefisktanken, og tilsvarende uten sekkeutløser. Dette for å finne ut hva som er de viktigste faktorene i forhold til overlevelse og kvalitet.

Det ble svært vanskelig å gjennomføre dette da hysa bare var tilgjengelig på fiskefelt som var stengt. Det ble lagt ned mye innsats i å lete etter hyse uten at det gav resultater. Det ble deretter jobbet med å få tillatelse til prøvefiske (kontakt med Fiskeridirektoratet) i det stengte feltet. Etter prøvefiske med

registrering av størrelse, ble fiskefeltet åpnet og det ble tatt 4 fangster i dette området. Dersom dette feltet ikke hadde blitt åpnet, ville ikke det vært mulig å gjennomføre noen av de planlagte aktivitetene i prosjektet, av mangel på hyse på andre felt.

På de fire fangstene ble det registrert/målt:

- Overlevelse ved levering
- pH blod og muskel, laktat og glukose
- Ytre og indre skader
- Filetkvalitet, med filetindeks (konsistens, spalting og utbløding (farge))
- Blodskader på fileten, registrering av skader fra redskap og prosess som har innvirkning på utbytte og bearbeidingsgrad
- Maskinell måling av blodinnhold i fileten
- Utbyttetall fra bedriften

Det var bare mulig å sammenligne tradisjonelt levert hyse mot levendelevert hyse en gang ved denne gjennomføringen.

Oversikt over de 4 fangstene:

- Fangst 1: 7 000 kg i halet
- Fangst 2: 10 000 kg i halet
- Fangst 3: 5 000 kg i halet
- Fangst 4: 9 000 kg i halet

Data vedrørende fangst og værforhold:

- Fangst 1: Dyp 90–100 meter, 8 grader, vind 7 m/s, bølger 0,5–1 meter
- Fangst 2: Dyp 90–100 meter, 6 grader, vind 2 m/s, bølger 0,5–1 meter
- Fangst 3: Dyp 90–100 meter, 7 grader, vind 3 m/s, bølger 0,5–1 meter
- Fangst 4: Dyp 90–100 meter, 6 grader, vind 2 m/s, bølger 0,5–1 meter

Fisken som ble produsert i dette fisket ble benyttet videre i de ulike forsøkene beskrevet under.

4.3 Røkting av føringsrom

Hyse ser ut til å ha en annen adferd en torsk under lagring i levendefisktank. Under føring av torsk til levendelagring så velger torsken å ligge på bunnen, mens en stor del av hysen velger å svømme pelagisk i føringsrommet, under transporten til land for levendelevering. Dette gir kanskje en mulighet til å sortere ut død hyse ved hjelp av pumpe­slag da denne ligger på bunnen av tanken. Hysa som pumpes ut av tankene kan prosesseres fortløpende og gi muligheter for å ivareta kvaliteten på den hysa som er død, i tillegg kan en unngå at vannsirkuleringen påvirkes av dødfisk som ligger på bunnen.

Det ble gjennomført forsøk for å se om det var mulig å sortere ut dødfisk fra føringstankene om bord på Ballstadøy, ved hjelp av noen pumpe­slag. Kvaliteten på dødfisk som ble pumpet ut, prosessert og kjølt, ble sammenlignet med fisk som lå død i tankene inntil levering.

Fisk (død) ble pumpet ut av tanken:

- 1 gruppe ble sløyd og lagret videre kjølt
- 1 gruppe ble lagret usløyd i sjøvann som holdt havtemperatur (simulerte dødfisk som lå i tanken)

- 1 gruppe (levende hyse) ble tatt ut og slaktet ved levering av den levende fisken

Registreringer og målinger som ble gjennomført:

- Blødninger innvendig
- Filetkvalitet, med filetindeks, hovedfokus på konsistens, spalting og utbløding (farge)
- Blodskader på filet, registrering av skader fra redskap og prosess som har innvirkning på utbytte og bearbeidingsgrad
- Maskinell måling av blodinnhold i filet

Nofimas spesialtilpassede levendefisktanker (800 l) ble benyttet om bord for å undersøke hvordan hysa restituerte og overlevde i disse tankene, sammenlignet med overlevelse og restitusjon i førings-tankene om bord på M/S Ballstadøy.

4.4 Pumping av hyse i ulik rigor status

En av de store utfordringene med hyse er at den tåler håndtering dårligere enn torsk, og filetene blir raskere bløt og spaltet. Resultatene fra 2017 viste at tidlig prosessering før rigor inntre gir en mer robust kvalitet. Dette stemmer godt med resultatene vi tidligere har sett på torsk og laks. Nofima har tidligere vist at det å håndtere (pumpe, sløye og filetere) laks mens den er i rigor kan få store konsekvenser for konsistens og spalting. Hyse er en fisk som svært raskt blir bløt og spaltet etter slakting/fangst og tåler ikke mye håndtering, vi ønsket derfor å se konsekvensene av å pumpe hyse fra fartøy og inn til mottaksanlegg mens den var i rigor.

4.4.1 Målsetting

Kartlegge konsekvensen av å pumpe hyse i rigor for kvaliteten på hyse (spalting og konsistens).

Grupper av fisk fra samme fangst:

- Hyse ble pumpet fra fartøy og inn til anlegget.
- Hyse ble hentet ut fra tank og løftet inn til anlegget.

Registrering av rigor status (når fisken blir dødsstiv) ble gjort om bord i fartøy og etter at fisken kommer inn til anlegget. Fisken ble filetert i bedriftens produksjonslinje.

Kvalitetsmessig ble det sjekket for:

- Filetkvalitet, med filetindeks, hovedfokus er konsistens og spalting.

4.5 Pre-rigor produksjon av levendelevert hyse (Superkjøling)

Resultatene fra 2017 indikerte at mange av kvalitetsutfordringene på hyse kunne begrenses ved hjelp av levendeleveranse av hyse, kontrollert slakting og påfølgende pre-rigor prosessering. Pre-rigor filetering gav fileter med god konsistens, lite spalting og som virket lagringsstabile. Lagringsforsøket var lite og ble gjennomført på nytt i 2018 for å få bekreftet observasjonen/resultatene. I tillegg vet vi fra torsk at pre-rigor filetering medfører krymping, vekttap og litt endrede sensoriske egenskaper, derfor ble dette kontrollert i hyseforsøkene slik at en vet hva som skjer under lagring og når fisken når markedet.

Fra tidligere prosjekter vet vi at prosessering ved superkjølt temperaturer har en gunstig effekt på utbytte ved post-rigor prosessering. For å undersøke om man har tilsvarende effekter ved pre-rigor prosessering ble grupper som ble superkjølt før prosessering også inkludert.

Målsetting

Kartlegge hva som skjer når hysa ble superkjølt, prosessert pre-rigor og kjølelagret som filet, med hensyn på spalting, konsistens, krymping, farge og vektendring.

Hysa ble hentet fra levendeleveranser av hyse hvor en gruppe ble vanlig kjølt og en annen ble superkjølt før prosessering i linjen på Båtsfjordbruket. Fisken ble så tatt ut rett etter pakking. Følgende parameter ble kartlagt under kjølelagring:

- Rigor status før filetering
- Krymping på filet
- Vektendring
- Filetkvalitet, med filetindeks, hovedfokus er konsistens, spalting
- Tekstur og fargemålinger
- Utbytte tall ble hentet fra bedriften

Lagringstiden for fisken ble bestemt etter avtale med bedrift i forhold til relevant markedstid.

Superkjølingen ble gjennomført etter prosedyre forklart i kapittel 6.7.

4.6 Slakting av levende hyse om bord og på land

I dette forsøket ble flere grupper av hyse laget fra levende hyse, en gruppe ble holdt levende om bord og så kontrollert slaktet ut, en gruppe ble fraktet levende til Båtsfjordbruket og slaktet kontrollert der. Disse to gruppene av fisk er nesten identisk handtert, men tiden for restitusjon og tidspunkt for slakting er litt forskjellig ved at gruppen som er slaktet på land er avlivet senere. Videre ble begge gruppene prosessert i linjen på Båtsfjordbruket og filetert pre-rigor. For disse gruppene ble følgende målt og registrert:

- Spalting
- Konsistens
- Restblod i fileten
- Utbytte gjennom filetlinjen og loinsutbytte

I tillegg ble flere grupper av fisk fra samme fangst maskinfiletert etter levering, før konsistens og spalting ble vurdert. Disse resultatene presenteres først da disse beskriver tilstanden på råstoffet som dannet grunnlaget for videre forsøk.

4.7 Sammenligning av tradisjonell og levendelevert hyse

Her ble det gjennomført fullskala produksjonsforsøk der man sammenlignet levendelevert hyse fra M/S Ballstadøy, mot tradisjonell leveranse av hyse fra et annet fartøy. Gruppene ble da:

- Tradisjonelt levert: Fra et annet fartøy
- Levendelevert: Fra M/S Ballstadøy

Hele lasten fra begge fartøyene ble etter 1 døgns lagring kjørt gjennom produksjonslinjen til Båtsfjordbruket, før produksjons- og loinsutbytte ble regnet ut. Følgende parametere ble målt og registrert:

- Spalting og konsistens målt ved 5 uttak for hver gruppe av fisk.
- Restblod i fileten ble visuelt vurdert.
- Produksjons- og loinsutbytte ble regnet ut.

4.8 Bløgging og direktesløying av levende levert hyse

Ved den siste leveransen av levendelevert hyse ble et bløggeforsøk gjennomført. Tre grupper av fisk ble laget fra samme fangst:

- Hyse som ble direktesløyd om bord; hvor fisken ble holdt levende om bord før den ble el-bedøvet og direktesløyd i maskin.
- Direktesløyd på land; etter innpumping ble hysa el-bedøvet og direktesløyd med sløyemaskin.
- Bløgget på land; levende hyse ble tatt ut fra buffertanken slått i hodet og kværken ble kuttet.

Etter dette ble hysa sløyd og pakket på is. Hysa ble filetert før blodmengden i muskelen ble målt med en objektiv, instrumentell metode. Blodmengden ble målt på B-filet med skinn, med fokus på mengde restblod (mg hemoglobin/g muskel) i loins, tail og buk. Resultatet presenteres som gjennomsnittsverdier for gruppen.

5 Metoder

Her beskrives metoder og analyser som ble benyttet i forsøkene som er nevnt ovenfor.

5.1 Fysiologi (laktat, glukose, pH i blod og pH i muskel)

Det ble tatt muskel- og blod-pH, blod-glukose og laktatmålinger på fisken. Før målingene ble fisken avlivet med slag mot hodet og blod ble tappet fra arterien i forkant av bulbus. Melkesyre/laktat, glukose og pH i blodet ble deretter registrert. Blodglukosen ble målt med en FreeStyle Lite® måler (Abbott Laboratories, USA). Melkesyre i blodet ble målt med en Lactate Scout+ måler (EKF-diagnostic, UK). Blodets og muskelens pH ble målt med en WTW330/set-1 pH-metre (Wissenschaftliche-Technische Werkstätten, Germany) påmontert en Hamilton double pore glass elektrode (Hamilton Bonaduz AG, Bonaduz, Switzerland). pH-måleren ble regelmessig kalibrert opp mot buffer pH 4,01 og pH 7,00.

5.2 Endringer i rigor mortis (dødsstivhet)

Tiden etter avliving til hysa nådde max rigor ble registrert. Metoden som ble benyttet var "Tail-drop" eller "Dangle-angle" for å angi rigor-status på fisken. Tail-drop måles ved at halve fiskens lengde holdes ut over en bordkant eller lignende og avbøyningen måles (bilde). Når fisken er helt slapp får den verdien 0, når den er i full rigor får den verdien 100. Normalt kan man prosessere fisk inntil en verdi på 60, men metoden er noe unøyaktig (Midling *et al.*, 2008).



Bilde 2 Her vises måling av "Tail-drop" eller "Dangle-angle" (her vist på oppdrettslaks) for å angi rigor-status under kjølelagring (Midling *et al.*, 2008).

5.3 Sensorisk vurdering (Filetindeks, blod, spalting og konsistens)

Filetkvalitet ble evaluert sensorisk etter filetering, utført av 2 dommere etter en standard poengskala (Filetindeks) utviklet av Fiskeriforskning (Nofima) for vurdering av rå filetprøver (Akse *et al.*, 2007). Parameterne i Filetindeksen er: spalting, lukt, farge og konsistens. Kriteriene lukt, farge og konsistens er gradert i en firedelt skala; fra 0 (best) til 3 (dårligst). Skalaen for farge er tredelt, fra 0 (best) til 2 (dårligst).

5.4 Instrumentell måling av rødfarge (blod) i hysefilet

Fileter ble iset i kasser og transportert til Nofima i Tromsø for instrumentell måling av rødfargen på muskelen. Målingen ble utført ved hjelp av diffus reflektansspektroskopi. Dette er en objektiv måte å måle farge på fiskemuskel. Instrumentet avleser filet med en hastighet på 50 cm per sekund. Instrumentet har kapasitet til å ta bilder over 216 fargekanaler som dekker både synlig og nær-infrarødt lys. Reflektans er et faglig uttrykk for hvor mye lys en flate absorberer og eventuelt sender tilbake til måleinstrumentet (Heia *et al.*, 2012; Skjelvareid *et al.*, 2017).

5.5 Blødninger og slagskader

Ved levendelevering av torsk har Nofima registrert og målt blødninger på fileten hos fisk, som kommer av slag som fisken utsettes for i prosessen og blødninger som kommer fra sprenging av svømmeblæren. Disse metodene er omtalt i Nofimareport 16/2016 og ble benyttet på hyseråstoffet i noen av forsøkene.

5.6 Kjølelagring og fileteringstidspunkt for levendelevert hyse

Hysa i forsøkene ble lagret på bedriftens kjølelager. Filetering av hysa ble gjort på en standard Baader 184 fileteringsmaskin, ved Båtsfjordbruket.

Etter filetering ble filet tatt ut for sensorisk vurdering av kvaliteten og instrumentell måling av rødfarge (restblod). I tillegg ble filetutbytte fra levendelevert råstoff, sammenlignet opp mot en kommersiell leveranse av hyse, levert i bulk (RSW) til Båtsfjordbruket fra et annet snurrevadfartøy.

5.7 Andre metoder

Utbyttetall fra bedriftens egne systemer

Når det skulle kjøres produksjonsforsøk gjennom linjen til Båtsfjordbruket ble linjene tømt slik at en skulle kunne skille de ulike gruppene av fisk. Etter endt produksjon ble linjen tømt på nytt og produksjonstallene hentet ut, dermed kunne en registrere produksjonsutbytte og produktandelen for de ulike gruppene av fisk.

Krymping og vektendring på filet

Filetene ble lengdemålt og vektregistrert umiddelbart etter filetering og skinning, målingene ble gjentatt etter 6 døgns lagring på is.

Superkjøling av hel fisk

Levende hyse ble levert til Båtsfjordbruket og ble slaktet kontrollert. Deretter ble 20 hyser hentet ut hvorav 10 ble lagret på is og 10 ble superkjølt. Hysa ble superkjølt i en blanding av sjøvann/is/salt ved -2 °C i 30 minutter. Denne blandingen ble laget ved at 5 kg salt ble blandet med cirka 250 liter sjøvann i et 400 liters iTub. Dette ble godt blandet slik at temperaturen var stabil frem til fisken ble filetert.

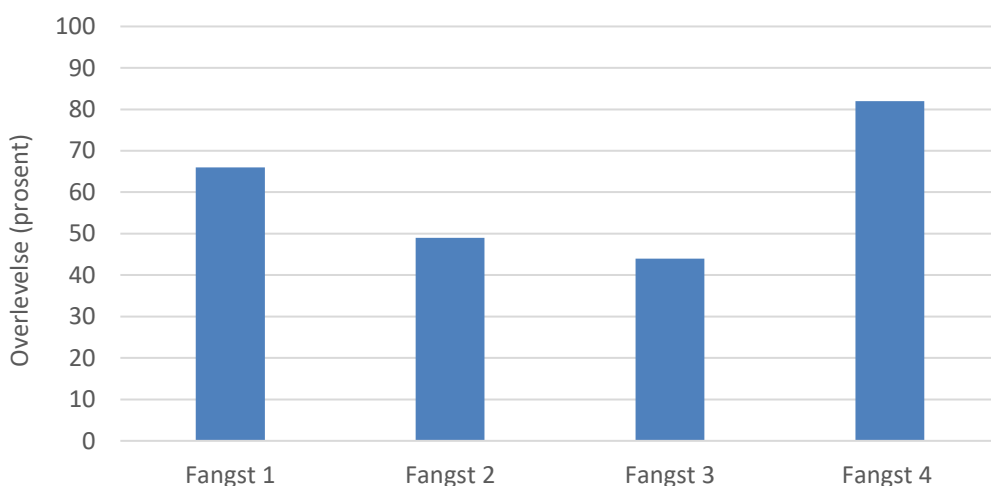
6 Resultater og diskusjon

6.1 Forsøk 2018

Aktivitene i prosjektet for 2018 var avhengig av tilgangen på hyse og det viste seg vanskelig å få tak i hyse da viktige fangstfelt var stengt. Som tidligere nevnt ble det etter prøvefiske åpnet opp et fangstfelt, og fiske kunne gjennomføres.

Hysa ble fanget med snurrevad og oppbevart i fartøyets levendefisktanker. I tillegg ble to forsøktanker fra Nofima installert for oppbevaring av levende hyse. Fisken ble pumpet inn i slaktelinjen til Båtsfjordbruket, hvor den ble avlivet og utblødd kontrollert. I mai 2018 ble det levert 4 fangster med levende hyse. Disse ble benyttet videre i ulike forsøk i prosjektet.

6.2 Levende levert hyse



Figur 1 Overlevelsesprosent for 4 fangster med levendelevert hyse i 2018

Oversikt over de 4 fangstene:

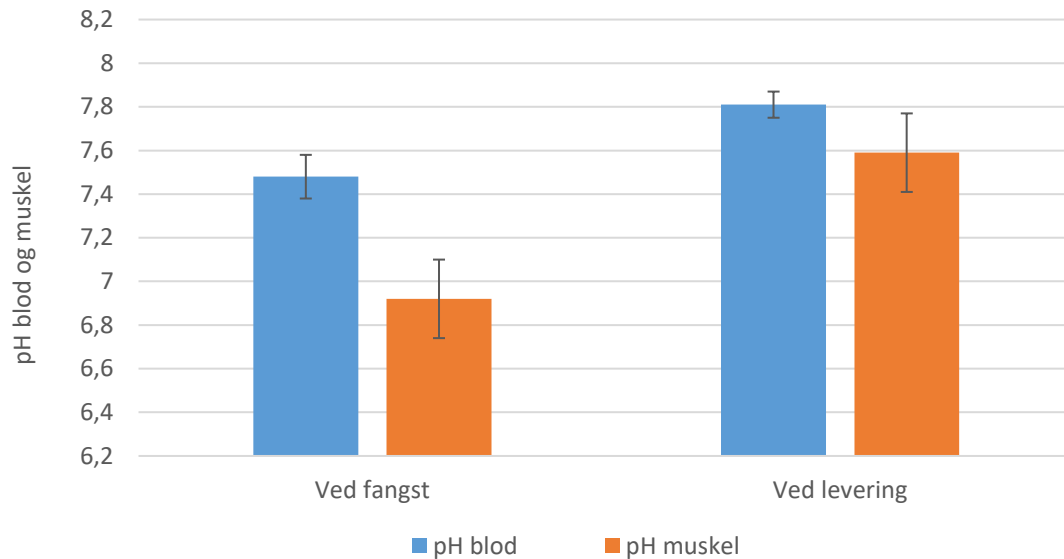
- Fangst 1: 7 000 kg i halet, 7 000 kg lagret levende. Overlevelse på 66 prosent.
- Fangst 2: 10 000 kg i halet, 10 000 kg lagret levende. Overlevelse på 49 prosent.
- Fangst 3: 5 000 kg i halet, 5 000 kg lagret levende. Overlevelse på 44 prosent.
- Fangst 4: 9 000 kg i halet, 1 800 kg lagret levende. Overlevelse på 82 prosent.

Tid i tanker 12–15 timer/Fangstdyp: 90–100 meter/Vind på feltet: 2–7 m/s, sjøtemperatur 6–8 °C, bølgehøyde 0,5–1 meter.

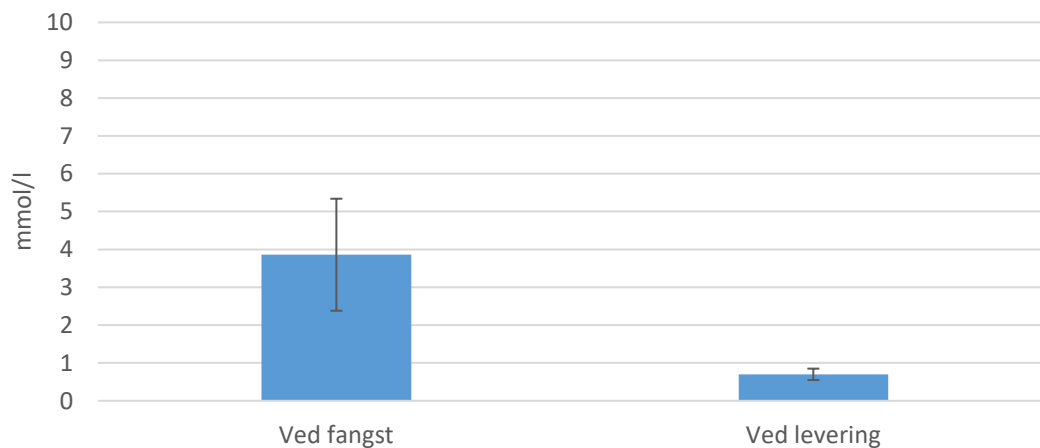
Figur 1 viser at overlevelsen for hysa varierte mellom cirka 40 til 80 prosent, noe som er tilsvarende overlevelse som ble oppnådd i 2017. Hysa ble også i dette forsøket ikke sortert før oppbevaring i tankene. Dette medførte nok at enkelte døde, eller at svake individer også ble med i forsøket. Størrelsen på halene varierte fra i overkant av 5 til 10 tonn. Mengden hyse i levendetankene varierte fra 1,8 til 10 tonn. Under lasting ble det observert at fartøyet måtte redusere på vanngjennomstrømningen i føringstankene, og dette førte til fall i O_2 -nivået i tanken fram til hele lasting av

tanken var over. Vi vet at fisk som er stresset tåler dårlig lave verdier av O_2 i sjøvannet, noe som kan resultere i økt dødelighet.

Utvikling av fysiologisk tilstand hos hysa etter fangst

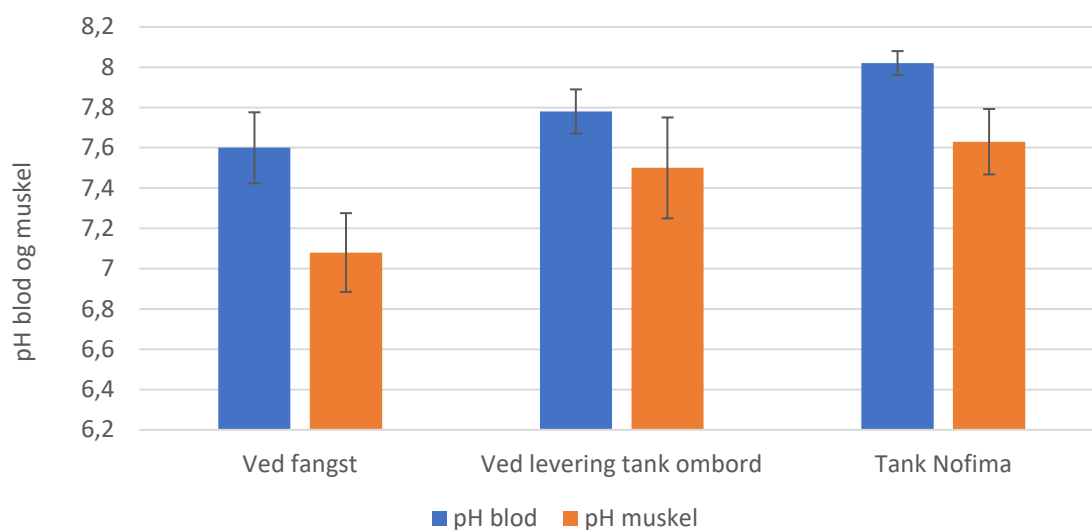


Figur 2 Verdier for pH i blod og i muskel for fangst nummer 1 rett etter at fisken er kommet om bord. Etter lagring levende om bord i fartøyets tanker ble en ny måling gjennomført ved levering til Båtsfjordbruket.

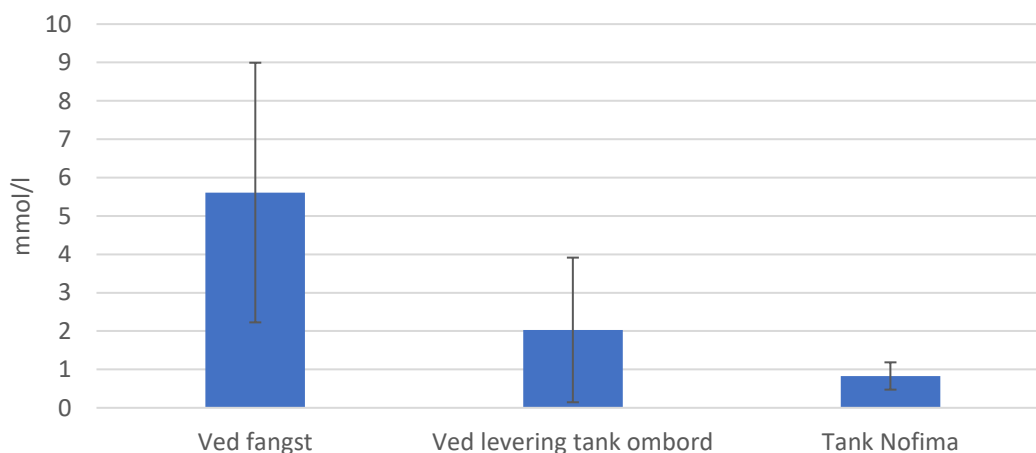


Figur 3 Blodlaktatverdier (Fangst nummer 1) rett etter at fisken er tatt om bord. Etter lagring levende ombord i fartøyets tanker, ble en ny måling gjennomført ved levering til Båtsfjordbruket.

Figur 2 og Figur 3 viser at i fangst nummer 1 ble første måling gjennomført etter at fisken var tatt om bord. Neste målepunkt var ved levering etter at hysa var holdt levende om bord. Fisken ble pumpet inn i buffertanken på land og plukket ut og avlivet med slag i hodet før målingene ble gjennomført. Verdiene som er målt rett etter at fisken er kommet om bord sier noe om hvor mye hysa var påvirket av selve fangstoperasjonen. Verdiene viser at hysa var noe påvirket, indikert ved at pH i muskel var relativt lav (rundt 6,9) samtidig som pH i blodet lå rundt 7,48, mens laktatverdien ble målt til 3,86. Ved levering hadde verdiene for pH i muskel og i blodet økt til 7,59 og 7,81 samtidig som laktatverdien hadde sunket til 0,7. Samlet indikerte disse verdiene at hysa (som levde) hadde restituert godt.



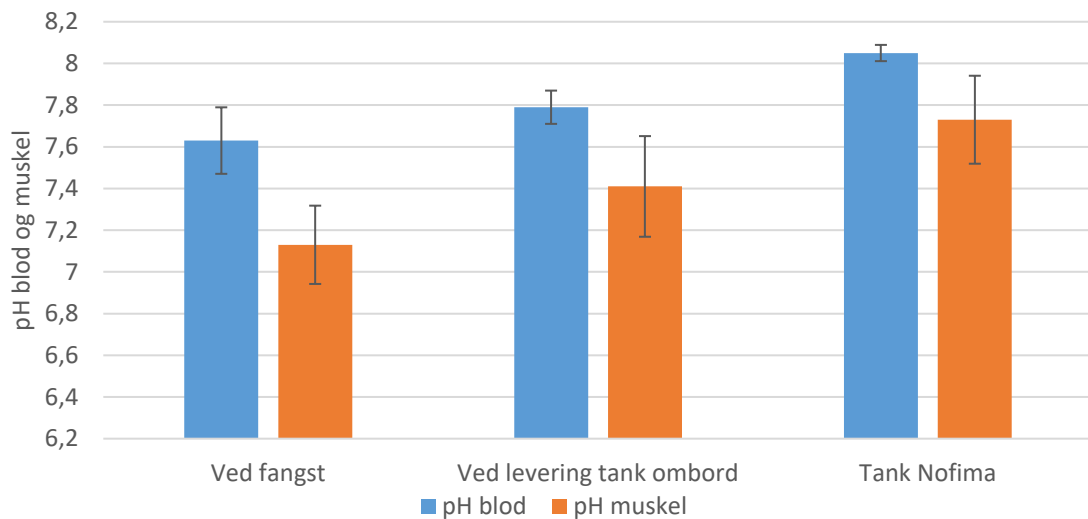
Figur 4 Verdier for pH i blod og i muskel for fangst 2 rett etter at fisken er tatt om bord (ved fangst). Etter lagring levende om bord i fartøyets tanker (ved levering, tank om bord) og etter lagring i 800 liters forsøkstanker (Tank Nofima), ble en ny måling gjennomført ved levering til Båtsfjordbruket.



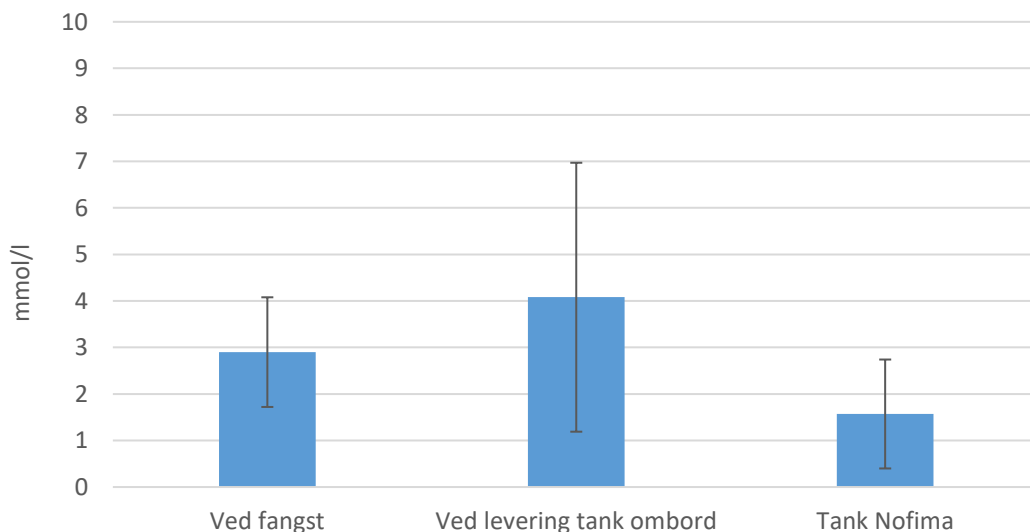
Figur 5 Blod laktatverdier (for fangst 2) rett etter at fisken er kommet om bord (ved fangst). Etter lagring levende om bord i fartøyets tanker (ved levering, tank om bord) og etter lagring i 800 liters forsøkstanker (Tank Nofima), ble en ny måling gjennomført ved levering til Båtsfjordbruket.

Figur 4 og Figur 5 viser at for fangst nummer 2 ble første måling gjennomført etter at fisken var tatt om bord, neste målepunkt var ved levering etter at hysa ble holdt levende om bord i fartøyets tanker og i Nofimas forsøkstanker. Fisken ble pumpet inn i buffertanken på land og plukket ut og avlivet med slag i hodet før målingene ble gjennomført. Verdiene som er målt rett etter at fisken er tatt om bord sier noe om hvor mye hysa var påvirket av selve fangstoperasjonen. Hysa var noe påvirket av fangstprosessen, noe som indikeres ved at verdiene for pH i muskel og i blodet lå på henholdsvis 7,1 og 7,6, samtidig som laktatverdien ble målt til 5,61 mmol/l. I tillegg er den store variasjonen i laktatverdier rett etter fisken er tatt om bord, en indikasjon på at noen av hysene var stresset. Ved levering hadde verdiene for pH i blod og i muskel hos hysa lagret i fartøyets tanker, økt til henholdsvis 7,78 og 7,59 samtidig som laktatverdien hadde sunket til cirka 2 mmol/l. Verdiene for hysa som var lagret i

forsøktankene til Nofima viste at fisken hadde restituert enda bedre, med pH i blod og i muskel på henholdsvis 8,02 og 7,63, mens laktatverdien var 0,83 mmol/l.



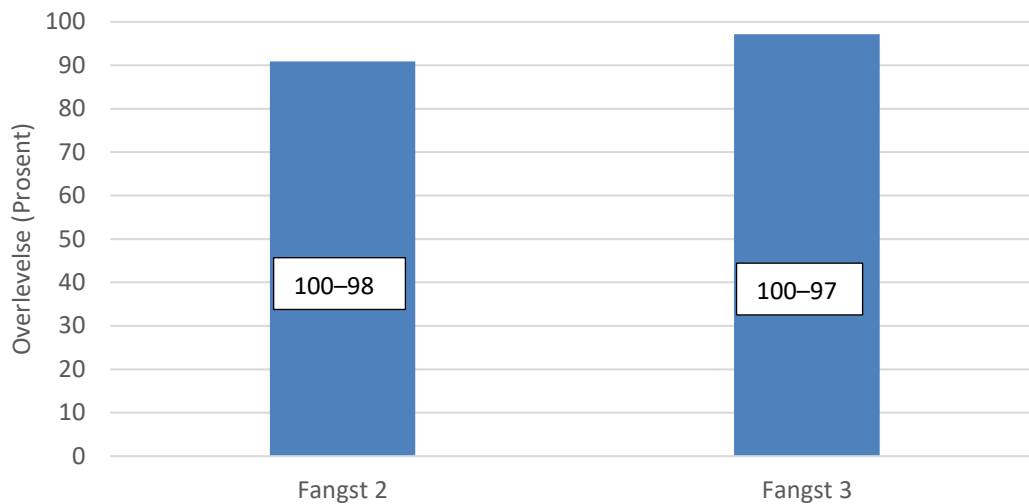
Figur 6 Verdier for pH i blod og i muskel for fangst 3 rett etter at fisken er tatt om bord (ved fangst). Etter lagring levende om bord i fartøyets tanker (ved levering, tank om bord) og etter lagring i 800 liters forsøktanker (Tank Nofima), ble en ny måling gjennomført ved levering til Båtsfjordbruket.



Figur 7 Blodlaktatverdier (fangst 3) rett etter fisken er tatt om bord (ved fangst). Etter lagring levende om bord i fartøyets tanker (ved levering, tank om bord) og etter lagring i 800 liters forsøktanker (Tank Nofima), ble en ny måling gjennomført ved levering til Båtsfjordbruket.

Figur 6 og Figur 7 viser at for fangst nummer 3 ble første måling gjennomført etter at fisken var tatt om bord, neste målepunkt var ved levering etter at hysa var holdt levende i fartøyets tanker og i Nofimas forsøktanker om bord. Fisken ble pumpet inn i buffertanken på land, plukket ut og avlivet med slag i hodet før målingene ble gjennomført. pH i muskel og blod ble målt til henholdsvis 7,13 og 7,63, samtidig som laktatverdien ble målt til 2,9. Ved levering hadde verdiene for pH i blod og i muskel hos hysa som ble lagret i fartøyets tanker steget til henholdsvis 7,78 og 7,59. Samtidig hadde laktatverdien økt til cirka 4 mmol/l. Denne økningen i laktatverdi er ikke lett å forklare, men vi ser at

overlevelsen for denne gruppen av hysa var dårligst av alle leveransene. Verdiene for hysa som var lagret i forsøktankene til Nofima viste at denne fisken hadde restituert enda bedre, med pH i blod og muskel på henholdsvis 8,05 og 7,73, laktatverdien lå på 1,57 mmol/l.



Figur 8 Overlevelsesprosent for hysa som ble lagret i Nofimas egne forsøktanker med informasjon om O₂-nivået i tankene. Dette er fisk fra fangst nummer 2 og 3.

Figur 8 viser overlevelsen for hysa fra fangst 2 og 3 som ble lagret levende i forsøktankene. I disse to gruppen av hysa ble det oppnådd en overlevelse mellom 91–97 prosent. Fisk fra tilsvarende fangst holdt i fartøyets tanker oppnådde en overlevelse mellom 44 og 49 prosent. Hysa gikk også usortert ned i forsøktankene og kan sådan sammenlignes direkte med fisken i fartøyets egne tanker. Nivået av O₂ ble målt i forsøktankene og varierte mellom 98–100prosent, noe som er gode nivåer i forhold til fiskens O₂-behov.

Oppsummering overlevelse

Resultatene for overlevelse viser at det er stor variasjon i overlevelse og at det i forsøktanker oppnås mye høyere overlevelse enn i fartøyets egne tanker. De målte forskjellene kan se ut til å påvirkes av O₂-nivå under lastning på grunn av redusert vannstrøm. Vannstrømmen under lastning blir redusert fordi at fisken skal kunne komme seg ned i tanken og ikke bli vasket ut. Vannstrømmen ble økt etter at lastingen var avsluttet, men dette kan være nok til at fisk som allerede er påkjent etter fangst, dør. Vi observerte forskjell i atferd mellom hysa i de to tankene, hysa i fartøyets tanker svømte mere rundt i føringstankene til M/S Ballstadøy, mens hysa i 800 liters forsøktanken (Nofima tankene) lå mer i ro nede på bunnen.

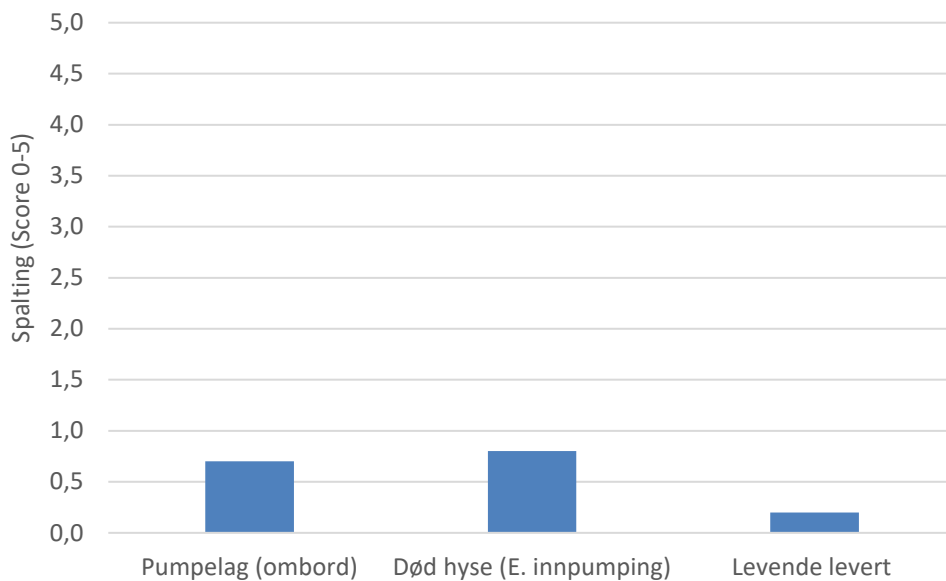
6.3 Røkting av føringsrom ved hjelp av pumping

Det ble tatt pumpeslag fra tankene til fartøyet for å se om en kunne ta ut fisk som var død eller døende. Dette for å unngå at dødfisk ligger på bunnen og påvirker vanngjennomstrømningen i tanken. I tillegg ble kvaliteten undersøkt på denne fisken mot fisk som fortsatt ble liggende i vann. Fisken ble pumpet opp på et bånd hvor dødfisk ble sortert ut, mens levende fisk ble ført tilbake til levendefisk tanken.

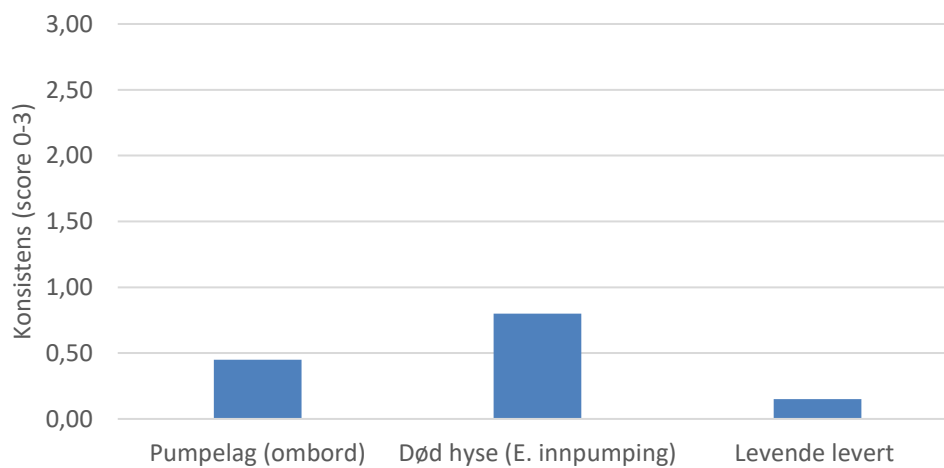
Tre grupper av fisk ble undersøkt:

- Død hysa ble pumpet ut av tanken på fartøyet. Sløyd og lagret videre på is.

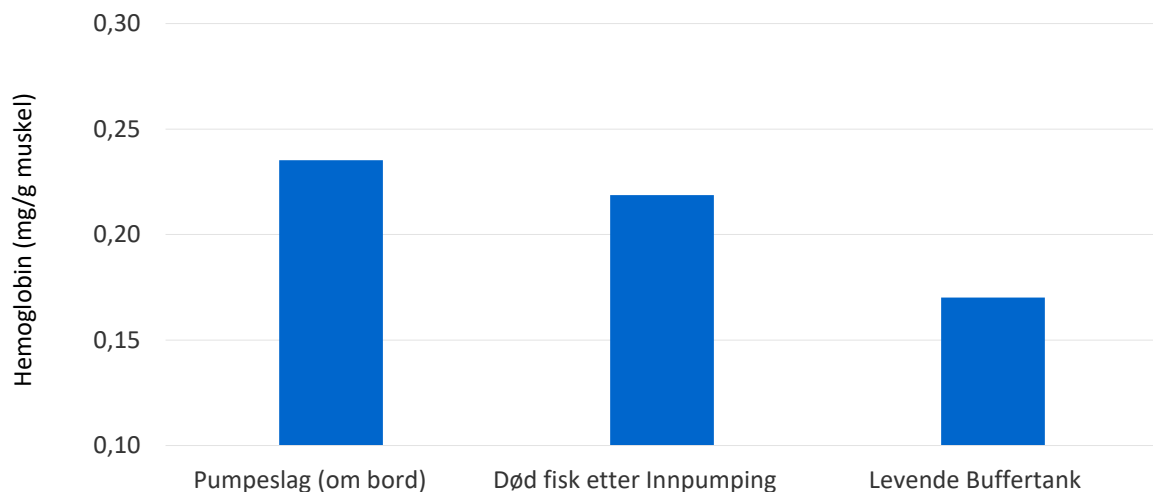
- Død hyse ble liggende i fartøyets tanker til levering og plukket ut etter innpumping.
- Levende hyse ble pumpet inn til Båtsfjordbruket og slaktet kontrollert.



Figur 9 Forskjell i filetspalting mellom ulike grupper av fisk, hvor en gruppe med dødfisk ble pumpet ut av tanken om bord, en gruppe med død hyse ble plukket ut etter at fisken ble pumpet inn i mottaket til Båtsfjordbruket, den siste gruppen er levendelevert hyse.



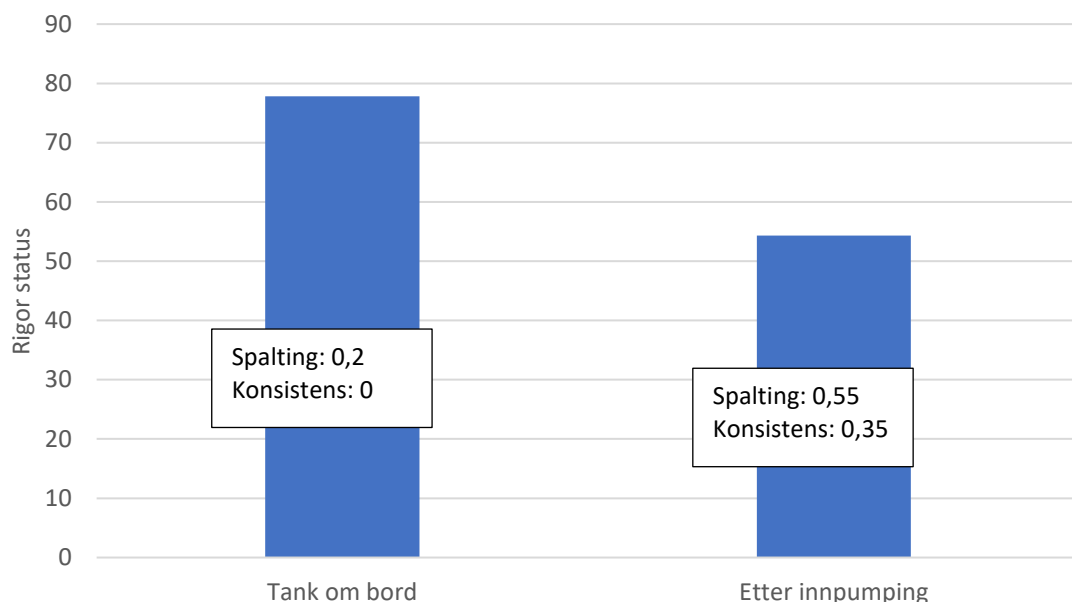
Figur 10 Forskjell i konsistens på filet mellom ulike grupper av fisk. En gruppe med dødfisk ble pumpet ut av tanken om bord, en gruppe av dødhyse ble plukket ut etter at fisken ble pumpet inn i mottaket til Båtsfjordbruket og den siste gruppen er levendelevert hyse.



Figur 11 Forskjell i instrumentelt målt blodmengde i muskel for de ulike gruppene av fisk. En gruppe med dødfisk ble tatt ut av tanken om bord, en gruppe av død hyse ble plukket ut etter inn pumping til Båtsfjordbruket og den siste gruppen er levendelevert hyse.

Resultatene i Figur 9, Figur 10 og Figur 11 viser at den døde fisken som er plukket ut om bord ved hjelp av pumpeslag og den som har blitt plukket ut etter innpumping på land, er dårligere enn den som ble levende levert. Det er størst forskjell i blodmengden i muskelen. For filetspalting og konsistens, er ikke forskjellene så store. Dette bekrefter de gode resultatene som har vært oppnådd i de tidligere testene kjørt med levendelevert hyse uten at død hyse har vært sortert ut. Tidligere fikk vi gode resultater med hensyn på spalting og konsistens, mens vi har sett litt innslag av blod i filetene.

6.4 Pumping av hyse i rigor



Figur 12 Resultatet for rigor status, filetspalting og konsistens for pumping og manuell løfting av hyse i rigor fra M/S Ballstadøy og inn til Båtsfjordbruket. En gruppe av fisk ble tatt ut av tanken om bord i fartøyet og løftet inn manuelt, mens en gruppe (etter innpumping) ble pumpet inn gjennom M/S Ballstadøys pumpe og rør.

Gruppen av fisk som ble kjørt gjennom pumpen og inn til Båtsfjordbruket fikk en lavere verdi på rigormålingene, noe som indikerer at pumping påvirker muskelen til fisken. Det vil si at fisken er "slått" ut av rigor, resultatene viser også at spaltingen og konsistensen ble negativt påvirket av denne prosessen. Selv om forskjellene ikke er så store, viser det at pumping av hyse mens den er dødsstiv (i rigor) ikke er noen fordel, det kan tenkes at en hyse av dårligere kvalitet ville blitt enda mer påvirket av en slik prosess.

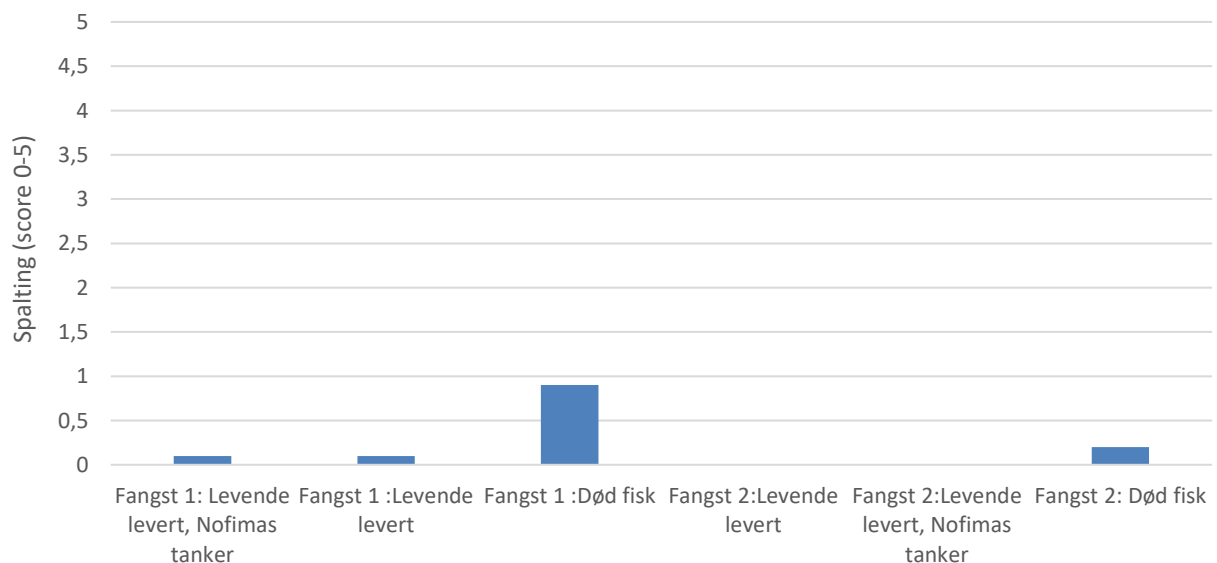
6.5 Pre-rigor produksjon av superkjølt levendelevert hyse

Resultatene fra 2017 indikerte at en kunne løse mange av kvalitetsutfordringene rundt hyse ved hjelp av levendeleveranse av hyse, kontrollert slakting og påfølgende pre-rigor prosessering. Pre-rigor filetering medførte at filetene hadde god konsistens, lite spalting og virket lagringsstabile. Fra tidligere forsøk på torsk vet en at pre-rigor filetering medfører krymping, vekttap og litt endrede sensoriske egenskaper. Derfor skulle dette kontrolleres for hyse slik at en vet hva som skjer under lagring frem til fisken når markedet. Fra tidligere prosjekter har prosessering ved superkjølte temperaturer hatt en gunstig effekt på utbytte ved post-rigor prosessering. For å undersøke om man har tilsvarende effekter ved pre-rigor prosessering hadde vi en gruppe som ble superkjølt før prosessering.

I dette forsøket ble flere grupper av hyse fra levendefangst 1 og 2 levert til Båtsfjordbruket:

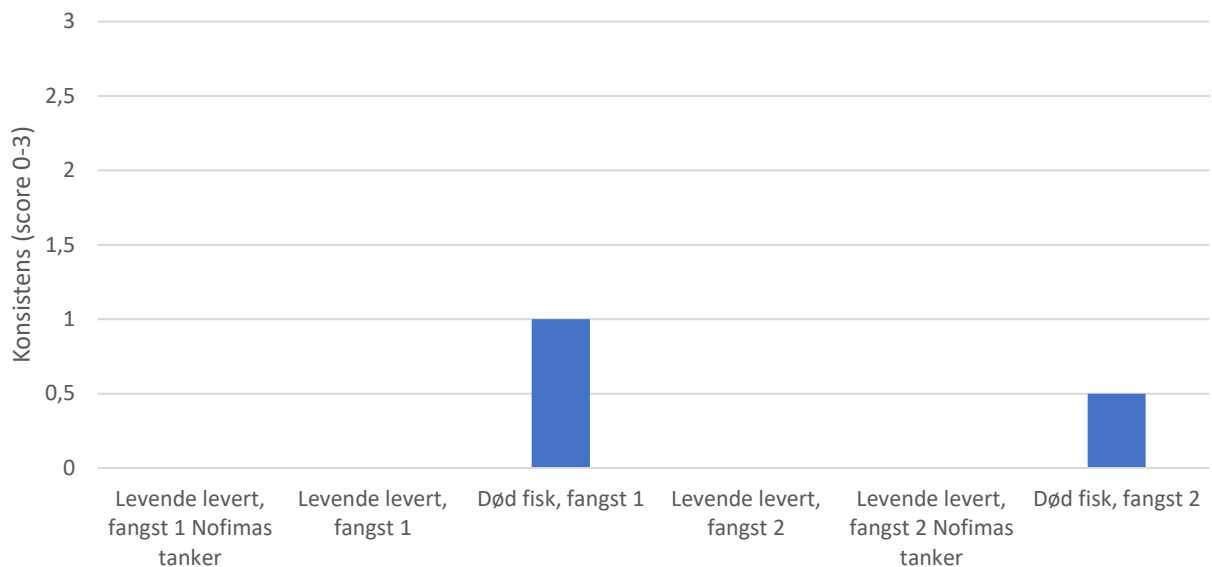
- Flere grupper av fisk ble enten maskinfiletert 1 dag etter levering eller håndfiletert 3 dager etter levering. I begge gruppene ble konsistens og spalting vurdert. Dette råstoffet ble benyttet videre i superkjølingsforsøket.
- To grupper av levende levert hyse ble superkjølt. Dessverre var det ikke tradisjonell hyse tilgjengelig for sammenligning på dette tidspunktet.
 - Superkjølt hyse 10 stykker, av dem var 8 pre-rigor og 2 i begynnende rigor.
 - Vanlig kjølt hyse 10 stykker, 10 av dem var pre-rigor.

Kvalitet på hyse maskinfiletert 1 dag etter levering (Spalting, konsistens og blod)



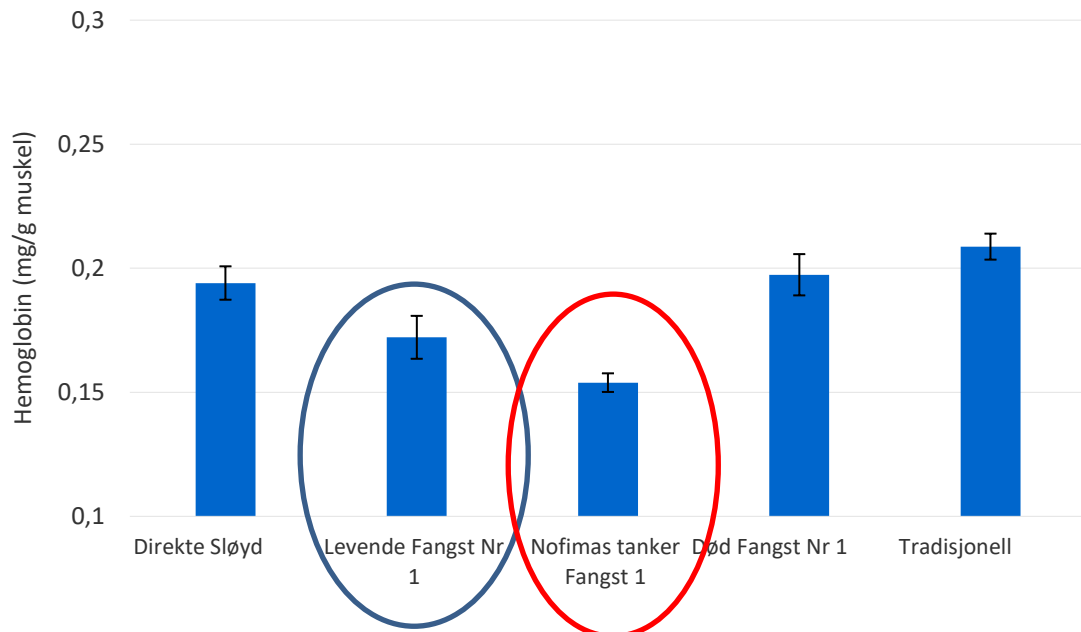
Figur 13 Grad av filetspalting for de ulike gruppene av fisk etter maskinell filetering 1 dag etter levering/slakting

Spalting er en av hovedutfordringene på hyse. I forsøkene fra 2017 ble det dokumentert at levendelevering og pre-rigor filetering av hyse gav svært gode resultater med hensyn til spalting. Figur 10 viser resultatet for spalting for ulike grupper av hyse fra levende fangst nummer 1 og 2. Samlet sett viser disse gruppene variasjon i råstoffet som ble levert fra Ballstadløy denne dagen. Hysa ble levert sent på dagen og måtte dermed lagres 1 dag før maskinfiletering. Verdiene for spalting var svært lave noe som indikerer lite spalting. Dødfisk fra fangst 1 skiller seg negativt ut med mer spalting med en score på 1. Dette er allikevel en lav verdi når en sammenligner med grad av spalting på tradisjonelt levert hyse med snurrevad.



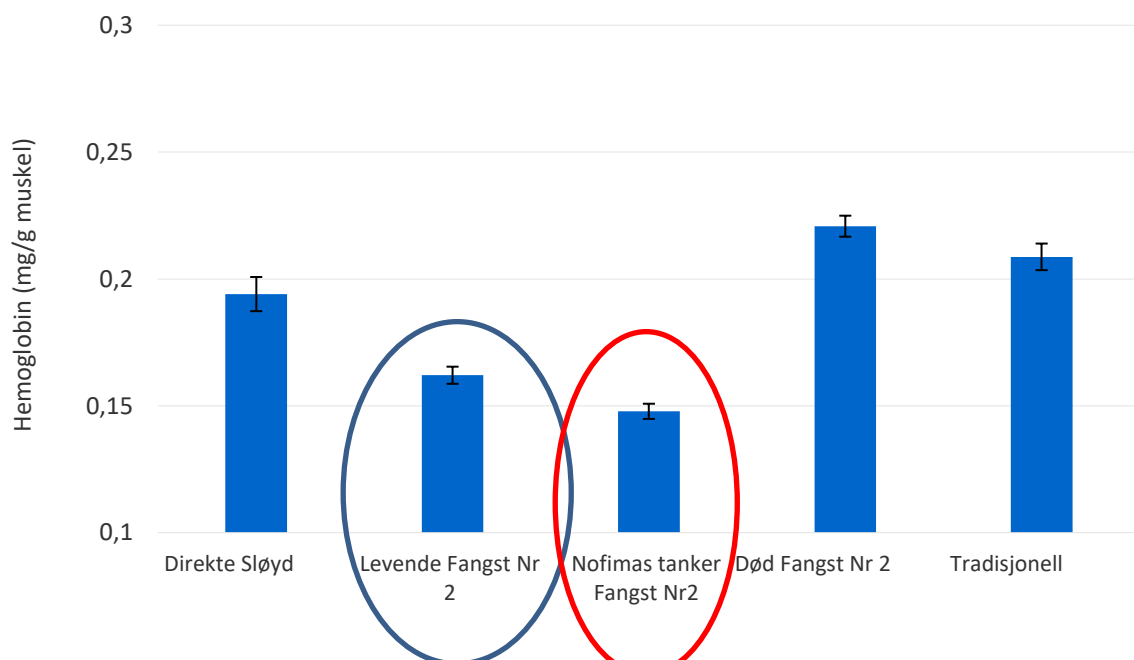
Figur 14 Målinger av konsistens på ulike grupper av fileter etter maskinell filetering 1 dag etter slakting/levering

Dette er samme gruppe fisk som det ble målt spalting på (Figur 13). Konsistens vurderes på en skala fra 0 til 3, hvor 0 indikerer veldig god konsistens og 3 en bløt konsistens. Gruppene "Død fisk" har en forhøyet verdi og har dermed dårligere konsistens enn de andre gruppene. Levendelevert hyse både fra tankene til M/S Ballstadløy og Nofimas forsøktanker har 0 i score og dermed veldig god konsistens. Resultatene viser at dødfisken fra fangst 1 og 2 kommer dårligst ut med hensyn på spalting og konsistens.



Figur 15 Forskjell i instrumentelt målt blodmengde i muskel for de ulike gruppene av fisk etter maskinell filetering 1 dag etter slakting/levering

Mengde restblod i muskel ble målt med instrumentell metode, og flere grupper fisk ble vurdert. En gruppe ble direktesløyd på land (Direkte sløyd) og en ble direktesløyd om bord (Tradisjonell). På grunn av antall grupper presenteres resultatene i to figurer.



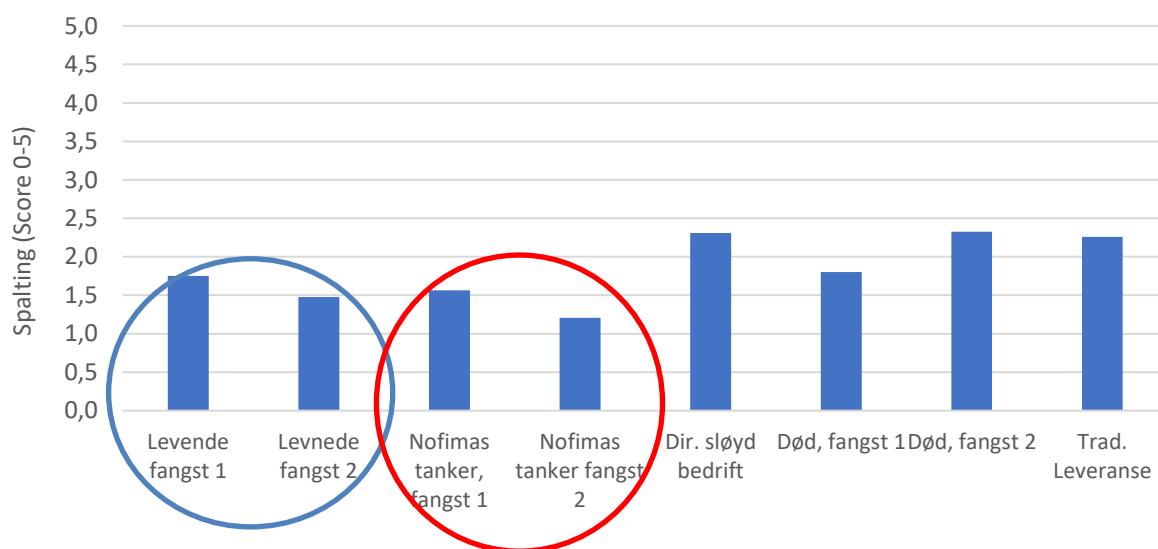
Figur 16 Forskjell i instrumentelt målt blodmengde i muskel for de ulike gruppene av fisk etter maskinell filetering 1 dag etter slakting/levering. Gruppene direktesløyd og tradisjonell er samme gruppen i figur 15 og 16.

Resultatene i Figur 15 og Figur 16 viser at levendelevert hyse fra fartøyets tanker (Blå ring) og Nofimas tanker (Rød ring) for fangst 1 og 2 hadde fileter med lavest innhold av blod, mens gruppene som ble direktesløyd på land (Direkte sløyd) og om bord (Tradisjonell) hadde noe mer blod i fisken. Gruppen med dødfisk hadde stort sett tilsvarende nivå av blod som disse to gruppene. Som resultatene viste

tidligere, hadde gruppene som ble oppbevart i levendefisk tankene til Nofima restituert bedre enn fisken om bord i fartøyets tanker. Dette indikerer et lavere blodnivå i denne fisken.

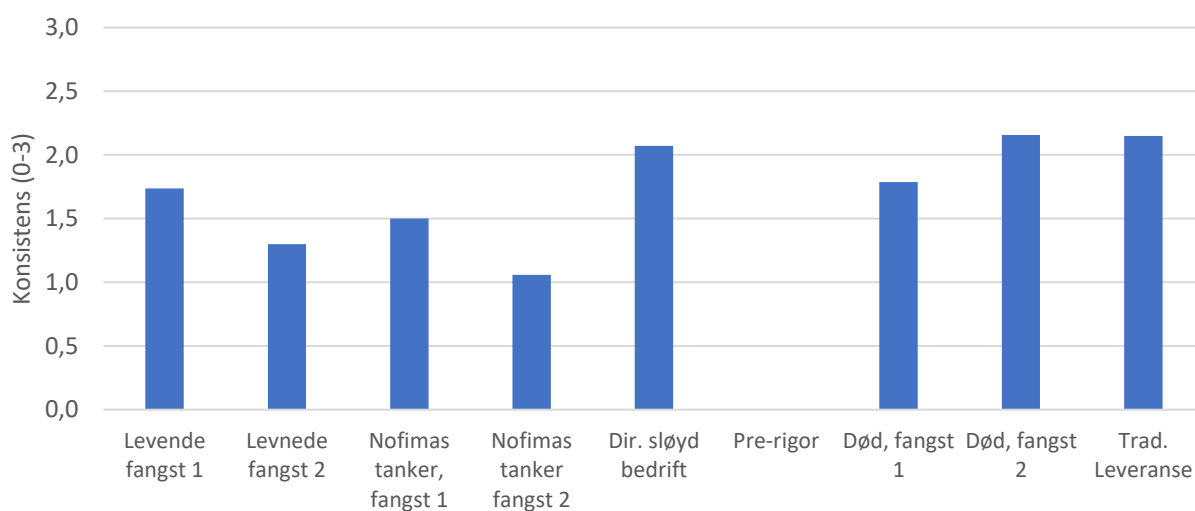
Resultatene viser at når hysa leveres levende og slaktes kontrollert, oppnås fileter med veldig lite spalting, god konsistens og lite blod. Når hysa dør under fangst, forringes kvaliteten, derfor er det viktig at det jobbes med å optimalisere forholdene for hysa slik at andelen som dør minimeres.

Kvalitet på hysa håndfiletert 3 dag etter levering (Spalting og konsistens)



Figur 17 Grad av filetspalting for de ulike gruppene av fisk som ble håndfiletert 3 dag etter levering/slakting

Noe fisk ble lagret på is i 3 dager før handfiletering og registrering av spalting. Det må nevnes at handfiletering og manuell skinning er mer skånsomt enn maskinell prosessering. Dette kan nok forklare de relativt lave verdiene for spalting som registreres her etter 3 dagers lagring som sløyd hysa i is. Levendelevert hysa fra båtens tanker (Blå ring) og Nofimas tanker (Rød ring) har lavere verdier enn de andre gruppene, men forskjellene er ikke så store.



Figur 18 Måling av filetkonsistens for de ulike gruppene av fisk som ble håndfiletert 3 dag etter levering/slakting

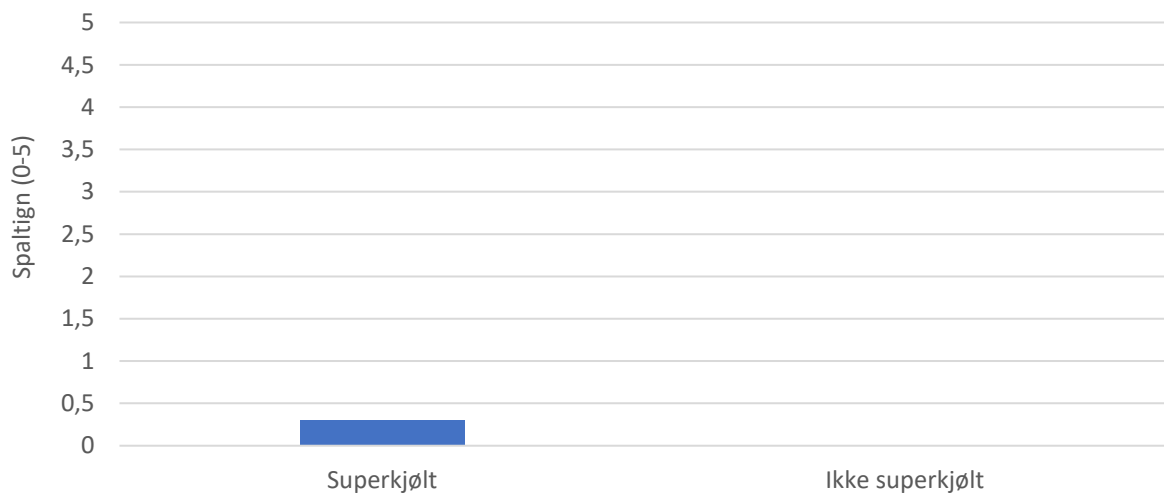
Dette er samme grupper av fisk som det ble målt spalting på (Figur 17). Måling av konsistens viser at det ikke er stor forskjell mellom gruppene av fisk, selv om det er en tendens til at levendelevert hyse kommer bedre ut enn de andre gruppene. Resultatene viser at spalting i alle gruppene har økt relativt mye fra målingen etter 1 døgn.

6.5.1 Superkjøling av levende levert hyse

Her skulle en kartlegge hva som skjer når hysa ble superkjølt (-2 °C), prosessert pre-rigor og kjølelagret som filet, med hensyn på spalting, konsistens, krymping, farge og vektendring. Det var ønskelig å sammenligne med en tradisjonell leveranse av hyse som er kjølt i RSW, men dessverre var ikke dette tilgjengelig.

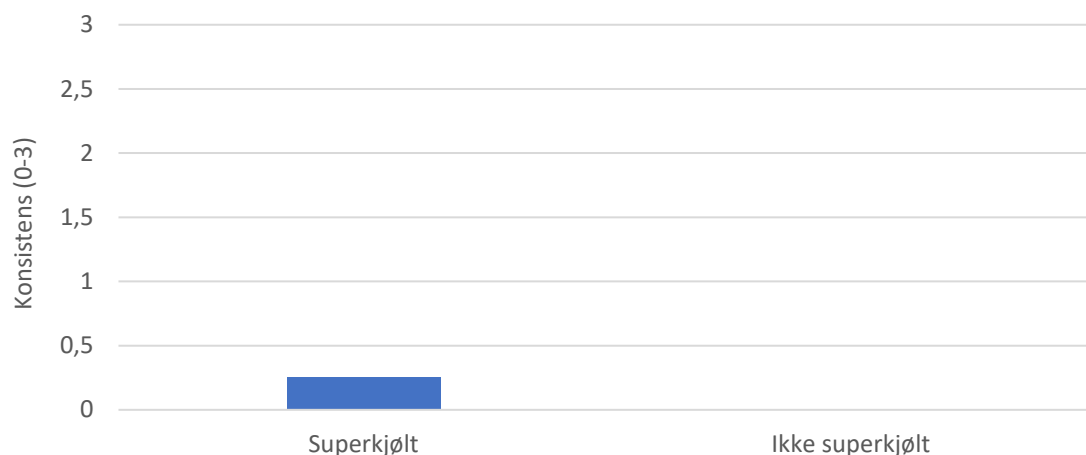
Hysa i dette eksperimentet var levendelevert og produsert gjennom prosesslinjen på Båtsfjordbruket. En gruppe ble superkjølt (-2 °C) og en annen ble kjølt i is før filetering. Denne produksjonen ble kjørt på slakte/leveringsdagen og dermed prosessert pre-rigor.

Spalting og konsistens på leveringsdagen på superkjølt og vanlig kjølt hyse



Figur 19 Grad av spalting på fileter fra levendelevert hyse etter maskin filetering på leveringsdagen. En gruppe ble superkjølt (-2 °C) og en ble kjølt i is før filetering.

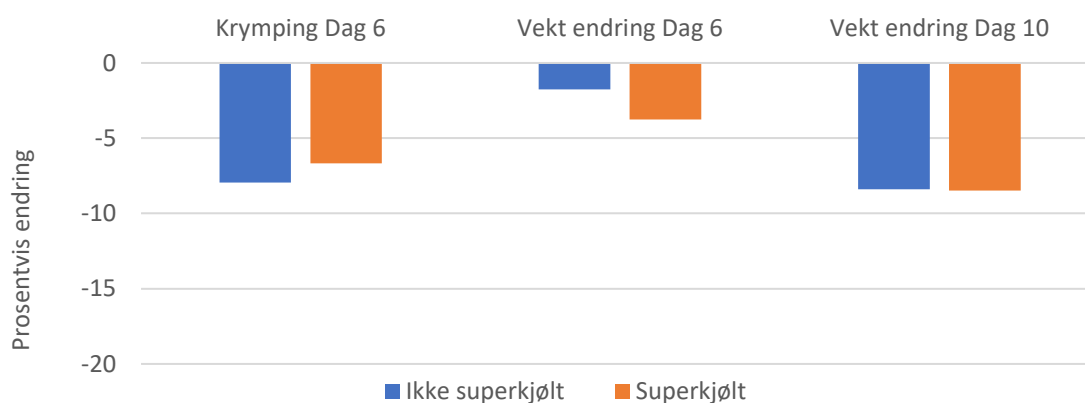
Ved måling rett etter filetering var verdiene for spalting for begge gruppene svært lave noe som indikerer svært lite spalting. Det er heller ingen forskjell mellom den gruppen som ble superkjølt og den som ble vanlig kjølt.



Figur 20 Måling av konsistens i hysefileter etter maskinell filetering på leveringsdagen. En gruppe ble superkjølt (-2 °C) og en ble kjølt i is før filetering.

Ved måling av konsistens rett etter filetering var verdiene for begge gruppene også svært lave, noe som indikerer god konsistens. Det er heller ingen stor forskjell mellom den gruppen som ble superkjølt og den som ble vanlig kjølt.

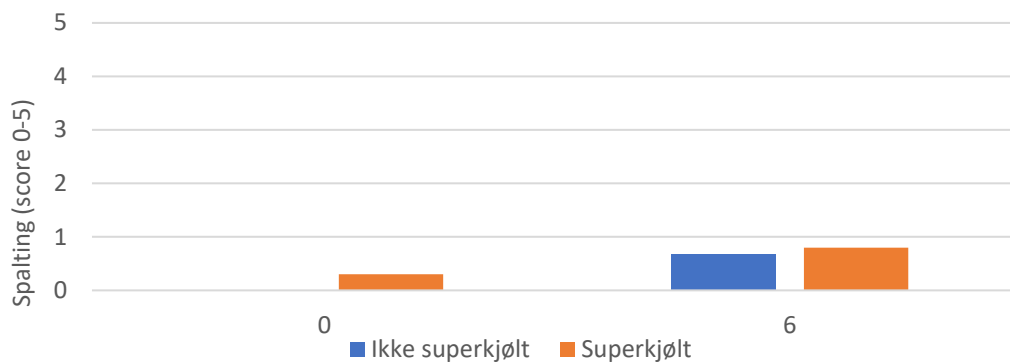
Krymping og vektendring under lagring av superkjølt og vanlig kjølt hysefilet



Figur 21 Krymping (dag 6) og vektendring (dag 6 og 10) for fileter som ble henholdsvis Superkjølt (-2 °C) og kjølt i is før filetering på slakte/leveringsdagen.

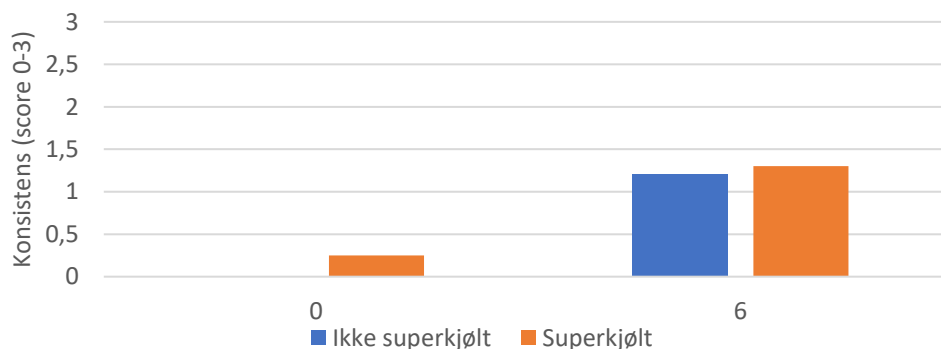
Fileter fra gruppen superkjølt og vanlig kjølt (kjølt i is) ble lagret på is i polystyrenkasser i inntil 10 dager. Lengde og vekt ble registret på filetene rett etter filetering. Krymping av filetene ble målt etter 6 dager med kjølelagring. Endring i vekt ble målt etter 6 og 10 dager med kjølelagring. Filetene som ble superkjølte, krympet 6,7 prosent i løpet av de først seks dagene. Filetene som ble kjølt i is, krympet nesten 8 prosent. Vekten for disse to gruppene endret seg etter 6 døgns kjølelagring. Vanlig is-kjølte og superkjølte fileter endret seg med henholdsvis -1,8 og -3,8 prosent, de første 6 dagene. Denne forskjellen er imidlertid borte etter 10 dagers kjølelagring hvor begge gruppene har tapt cirka 8,4 prosent. Dette viser at superkjøling av hyse før den blir pre-rigor filetert, har liten innvirkning på krymping og vekttap.

Spalting og konsistens under lagring av superkjølt og vanlig kjølt hysefilet



Figur 22 Grad av spalting på slakte/leveringsdagen og etter 6 dagers lagring for fileter som ble superkjølt og vanlig kjølt før filetering på slakte/leveringsdagen.

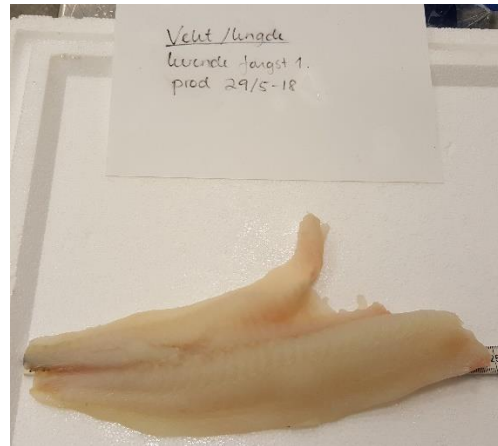
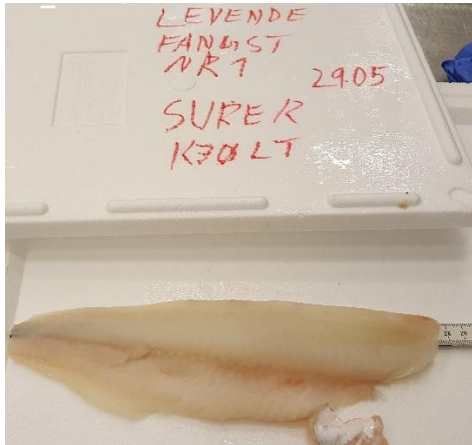
Ved måling rett etter filetering (dag 0) var verdiene for spalting for begge gruppene svært lave, noe som indikerer svært lite spalting. Etter lagring i 6 dager er det heller ingen forskjell mellom den gruppen som ble superkjølt og den som ble vanlig kjølt. Verdiene er veldig lave i forhold til hva som er vanlig for hysefileter som blir lagret fersk.



Figur 23 Målinger av konsistens på slakte/leveringsdagen og etter 6 dagers lagring for fileter som ble superkjølt og vanlig kjølt før filetering på slakte/leveringsdagen

Ved måling av konsistens rett etter filetering, var verdiene for begge gruppene svært lave, noe som indikerer god konsistens. Det er heller ingen stor forskjell mellom gruppene som ble superkjølt og den som ble vanlig kjølt (kjølt i is). Etter 6 dagers kjølelagring av filetene, er verdien for konsistensen for begge gruppene økt, som indikerer at konsistensen er blitt bløtere. Verdiene er likevel så lave at det regnes som svært god konsistens for hysefileter, og det er heller ikke noen forskjell mellom gruppene på dette lagringstidspunktet.

Resultatene viser at superkjøling av et slik ferskt råstoff ikke påvirker krymping, vekttap, spalting eller konsistens i nevneverdig grad. Grunnen er nok at levendelevet hyse som er kontrollert slaktet og prosessert, har kvalitet som er nokså nært optimal i utgangspunktet og man oppnår ikke noe fordel av superkjøling. Når det gjelder tradisjonelt levert hyse så viser tidligere resultater at superkjøling før filetering og kjølelagring kan gi bedre kvalitet.



Bilde 3 Eksempel på superkjølt filet (vestre) og en filet som ble vanlig kjølt før filetering. Begge filetene ble pre-rigor filetert.

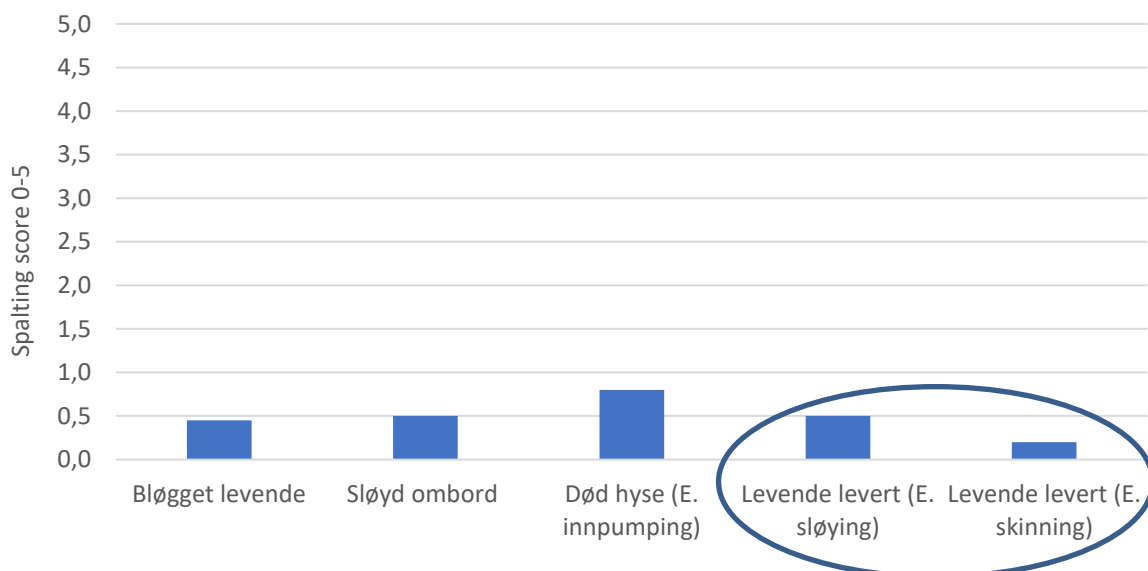
6.6 Produksjon av levende hyse slaktet om bord i fartøy og på land

I dette forsøket ble flere grupper av levendelevert hyse testet ut. En gruppe ble holdt levende om bord og så kontrollert slaktet ut (omtales som "Slaktet om bord"), mens en gruppe ble fraktet levende til Båtsfjordbruket og slaktet kontrollert der (omtales som "Levende levert"). Disse to gruppene av fisk er nesten identisk handtert, men tiden for restitusjon og tidspunkt for slakting er forskjellig. Gruppen som er slaktet på land er, ble avlivet senere. Videre ble begge gruppene produsert på linjen på Båtsfjordbruket og filetert pre-rigor. For disse gruppene ble følgende målt og registrert:

- Spalting
- Konsistens
- Restblod i fileten
- Utbytte gjennom filetlinjen og loinsutbytte

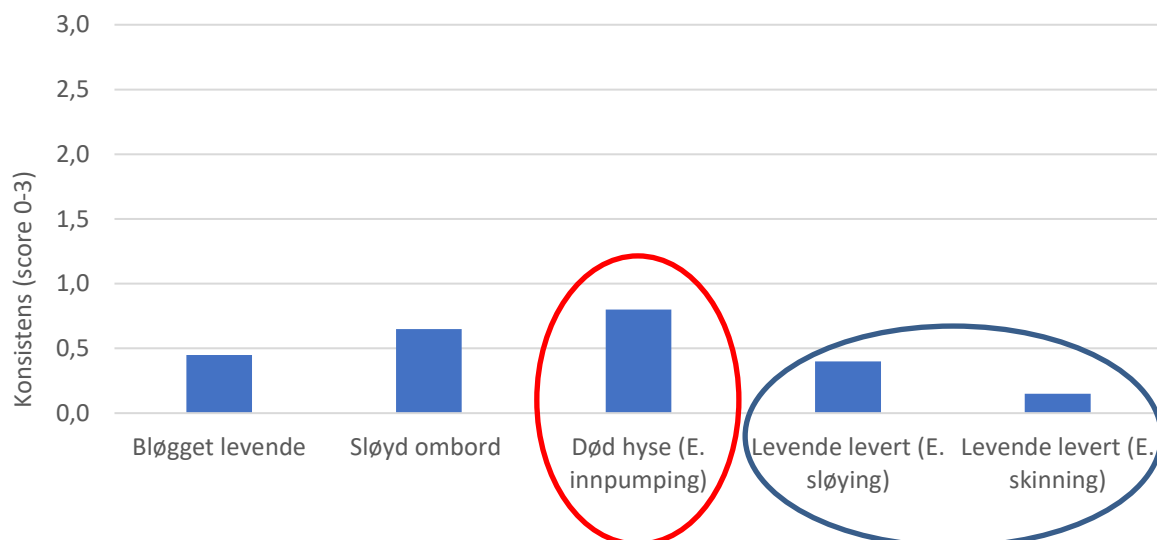
I tillegg ble flere grupper av fisk fra samme fangst maskinfiletert etter levering, og konsistens og spalting ble vurdert.

Filetspalting og konsistens på slakte/leveringsdagen



Figur 24 Grad av spalting for de ulike gruppene av hyse som ble maskinelt filetert etter slakting/levering. Bløgget levende (filet av hyse hentet ut av buffertank, slått i hodet og bløgget), Sløyd om bord (filet av hyse som ble direktesløyd om bord og kjølelageret i RSW fram til levering). Død hyse etter innpumping (filet av hyse som er død ved levering og sløyd maskinelt før filetering), Levendelevert hyse er to uttak fra samme gruppe av fisk (filet fra levende hyse som er el-bedøvet og sløyd maskinelt før filetering (blå ring).

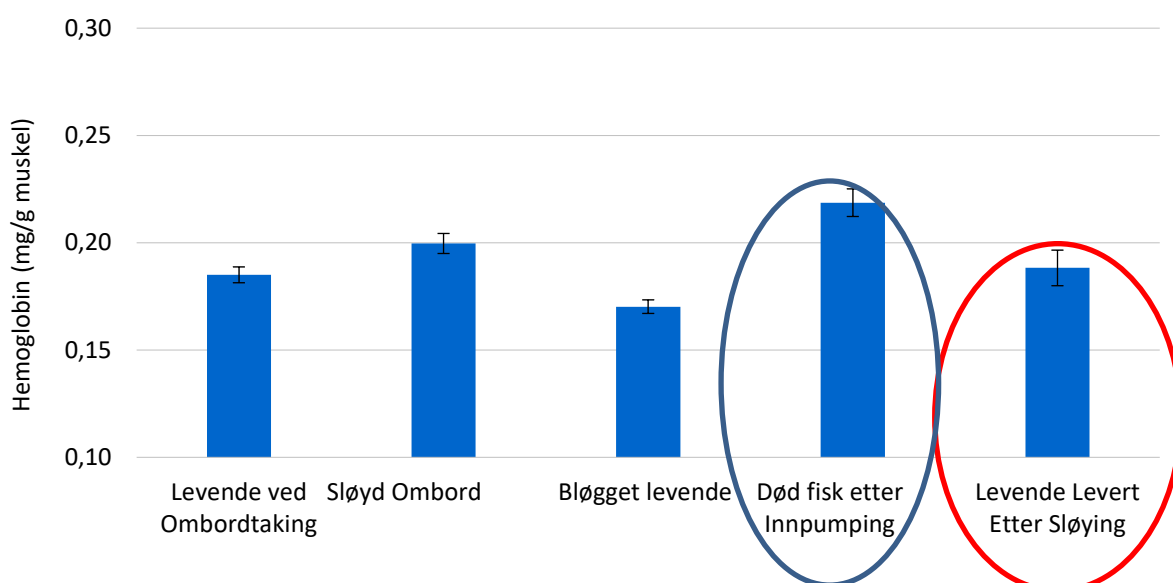
Figur 24 viser resultatet for spalting for ulike grupper av hyse. Samlet viser disse gruppene variasjon i råstoffet som ble levert fra Ballstadløy denne dagen. Hysa ble prosessert samme dag som den ble levert. Verdien for spalting var lave, noe som indikerer lite spalting. Selv hyse som var død om bord (Død hyse etter innpumping), hadde lite spalting selv om verdien for denne gruppen er høyest. Det er viktig å bemerke at eventuell død hyse ikke ble sortert ut fra den levendeleverte hysa da den gikk inn i produksjonen. Dette kan forklare den lille variasjonen i resultat mellom levendegruppene (som er merket med en blå ring).



Figur 25 Målinger av filetkonsistens fra ulike grupper av hyse som er maskinelt filetert etter slakting/levering. Bløgget levende (filet av hyse hentet ut av buffertank, slått i hodet og bløgget), Sløyd om bord (filet av hyse som ble direktesløyd om bord og kjølelageret i RSW fram til levering), Død hyse etter innpumping (filet av hyse som er død ved levering og sløyd maskinelt før filetering), Levendelevert hyse er to uttak fra samme gruppe av fisk (filet fra levende hyse som er el-bedøvet og sløyd maskinelt før filetering (blå ring).

Dette er samme gruppe av fisk som det ble målt spalting på (Figur 24). Konsistens vurderes på en skala fra 0 til 3, hvor 0 indikerer veldig god konsistens og 3 en bløt konsistens. Gruppene "Død hyse" og fisk som er "Sløyd om bord", har høyest verdi og dermed dårligst konsistens, gruppene som er levendelevert (blå ring rundt) har lavest verdi og dermed best konsistens. Det må presiseres at verdiene er lave for alle gruppene, noe som indikerer god konsistens, selv for hysa som er død om bord (rød ring).

Blodmengde i husefileter



Figur 26 Forskjell i instrumentelt målt blodmengde i filet fra de de ulike gruppene av hyse etter maskinell filetering etter slakting/levering.

Hysa som er plukket ut levende av buffertanken ("Bløgget levende") ved Båtsfjordbruket, har lavest innhold av blod i muskelen. Disse fiskene vet vi helt sikkert var levende før de ble slaktet. Gruppen som er plukket ut etter sløyning (rød ring) kan inneholde innslag av død hyse, noe som kan forklare at mengden blod i muskelen er høyere for den gruppen. Resultatene her viser at gruppen av hyse som er død (Blå ring), altså plukket ut etter innpumping, har høyest verdi og er mest rød i muskelen.

6.7 Produksjon av levende hyse som ble slaktet om bord og på land

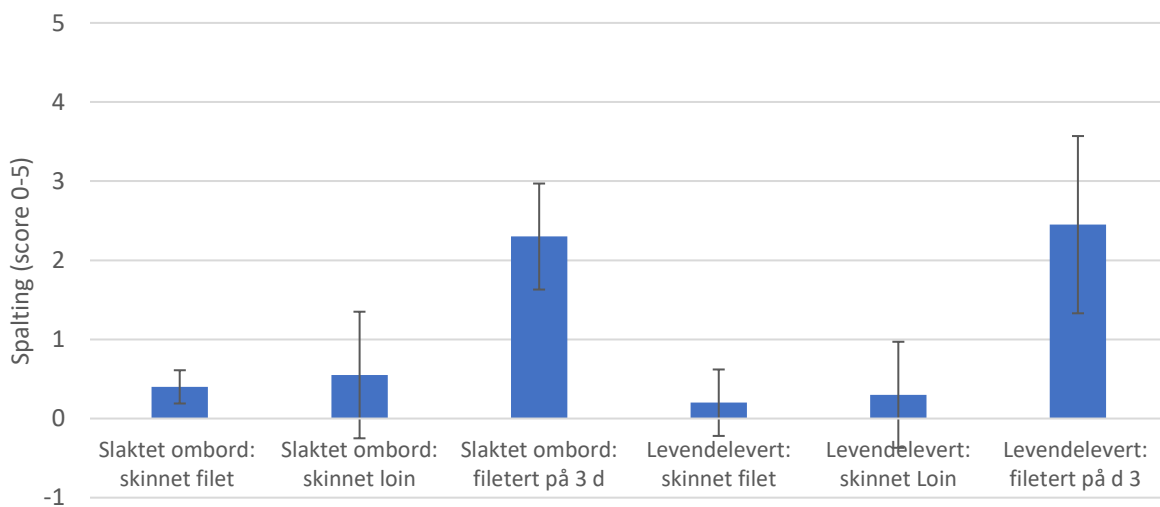
Levende hyse ble enten slaktet om bord på fartøyet og eller på land ved Båtsfjordbruket. Disse to gruppene av hyse ble kjørt direkte inn i produksjonen til Båtsfjordbruket og ble maskinelt filetert. Fra begge gruppene av hyse, ble følgende produktgrupper laget:

- Skinnet filet og loin
- Hel sløyd fisk fra begge gruppene ble i tillegg lagret i 3 dager før de ble filetert

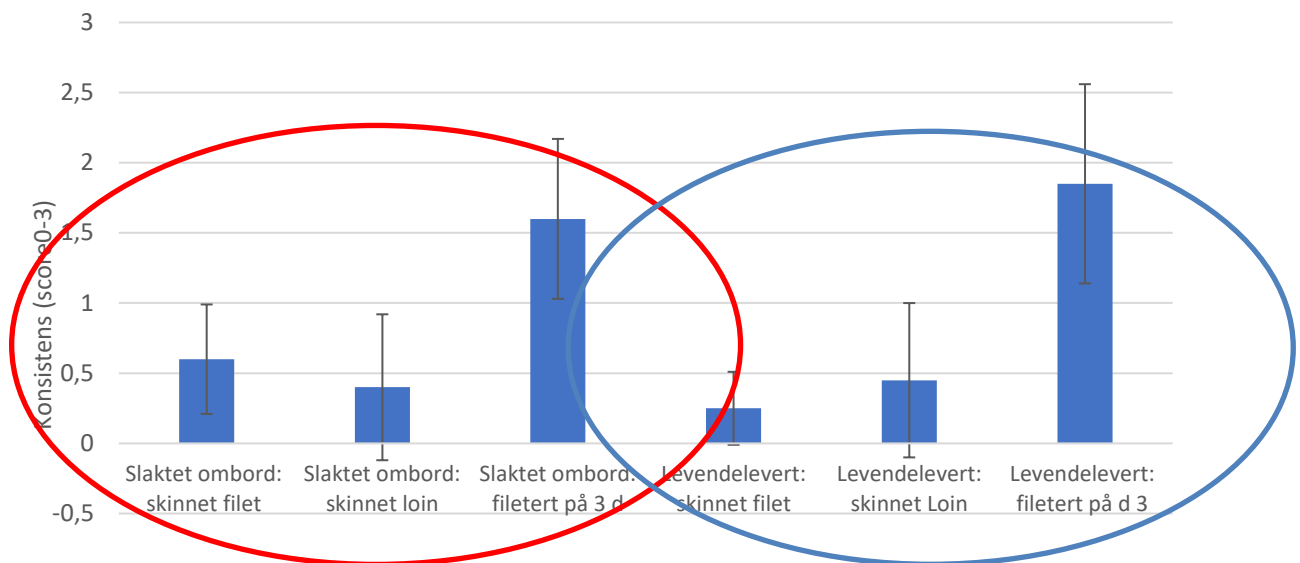
Spalting og konsistens ble målt og vurdert på produktene og i tillegg ble produksjonsutbytte og loinsutbytte registrert.

Spalting og konsistens målt 3 dager etter slakte/leveringsdagen

To grupper ble lagret som hel fisk og handfiletert på dag 3.



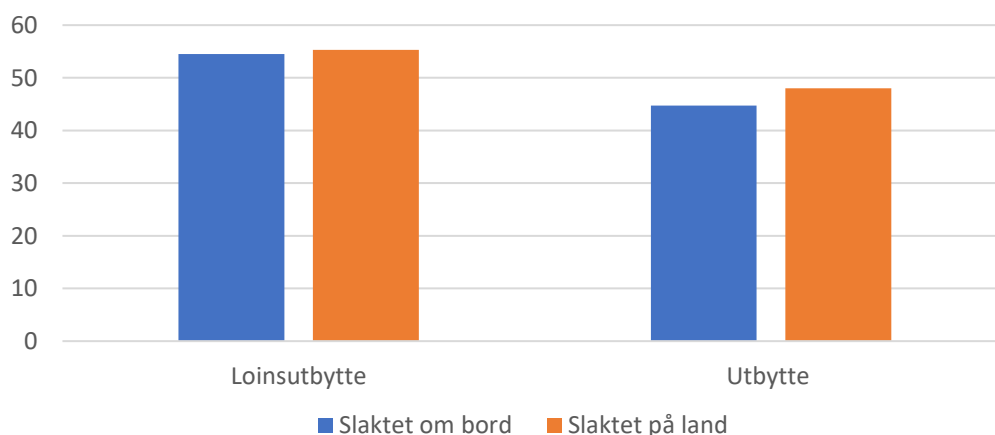
Figur 27 Grad av spalting for ulike produkter vurdert 3 dager etter slakting/levering og filetering. Alle gruppene ble filetert (pre-rigor/tidlig) på leveringsdagen, foruten en gruppe med levende hyse som ble slaktet om bord og en gruppe levendelevert hyse som ble slaktet etter levering. Etter sløyning ble disse to gruppene lagret i is i 3 dager, før de ble filetert for hånd.



Figur 28 Målinger av konsistens på ulike grupper av fileter/produkter 3 dager etter slaktning og filetering. Alle gruppene ble filetert (pre-rigor/tidlig) på leveringsdagen, foruten en gruppe med levende hyse som ble slaktet om bord og en gruppe levendelevert hyse som ble slaktet etter levering. Etter sløyting ble disse to gruppene lagret i is i 3 dager, før de ble filetert for hånd.

Resultatene for spalting og konsistens (Figur 27 og Figur 28) kommenteres under ett. Gruppene av hyse som ble holdt levende om bord og slaktet kontrollert ut om bord, vises med en rød ring. De som ble fraktet levende til land og slaktet kontrollert ut ved Båtsfjordbruket, vises med en blå ring. For begge gruppene viser resultatene at det er lite spalting og god konsistens uavhengig av om det er produsert filet eller loin. Dersom hysa holdes levende frem til kontrollert utslakting uavhengig av om det er om bord i fartøy eller på land, og den i tillegg prosesseres direkte/tidlig, blir resultatet godt. Eneste forskjellen er som nevnt tidligere at hysa om bord er slaktet litt tidligere. Gruppene lagret sløyd på is i 3 dager før filetering, fikk mye mer spalting og dårligere konsistens uavhengig av om fisken er slaktet om bord og eller på land. Fra tidligere forsøk med både sei og hyse som har hatt stor tilgang på næring, så har resultatene vist at fileteringstidspunktet etter slaktning har stor betydning for utvikling av filetspalting og bløt tekstur (Joensen *et al.*, 2002; Aas *et al.*, 2007)

Filetutbytte hos hyse som er levende ved slaktning om bord eller ved levering til mottak på land



Figur 29 Loinsutbytte og produksjonsutbytte for hyse som ble slaktet om bord og en gruppe som ble slaktet på land

Et parti med levende hyse ble slaktet direkte fra føringstankene om bord på M/S Ballstadøy og disse ble kjølt underveis til land for levering ved Båtsfjordbruket. Resterende fangst ble holdt levende i føringstankene fram til levering og slaktning ved Båtsfjordbruket. Begge gruppene (slaktet om bord og slaktet på land) med hyse ble kjørt direkte inn i filetproduksjonen til Båtsfjordbruket på leveringsdagen, hvor produksjons- og loinsutbytte ble registrert. Loinsutbyttet for begge gruppene lå på cirka 55 prosent som er veldig høyt. Resultatene viser at hysa som ble levert levende til Båtsfjordbruket og kontrollert slaktet oppnådde cirka 3 prosent høyere produksjonsutbytte enn den som ble slaktet om bord. Resultatene for kvalitet samstemmer godt med det høye loinsutbyttet og at det ikke er forskjell mellom gruppene, dersom fisken fanges skånsomt og holdes levende fram til kontrollert utslakting om bord, eller ved levendelevering til land.



Bilde 4 Loins fra levendelevert hyse som ble kontrollert slaktet på Båtsfjordbruket (vestre) og loins fra hyse kontrollert slaktet om bord på M/S Ballstadøy (høyre)

6.8 Tradisjonell leveranse av hyse i bulk sammenlignet med levendelevert hyse

Her ble det gjennomført produksjonsforsøk der man sammenlignet levendelevert hyse fra M/S Ballstadøy, mot tradisjonell leveranse av hyse fra et annet snurrevad fartøy, som er slaktet på fangstfeltet (maskinelt direktesløyet) og ført i bulk til mottaksanlegget på land. Hysa ble fisket på samme felt, samme dag og levert til Båtsfjordbruket cirka 12–14 timer etter fangst.

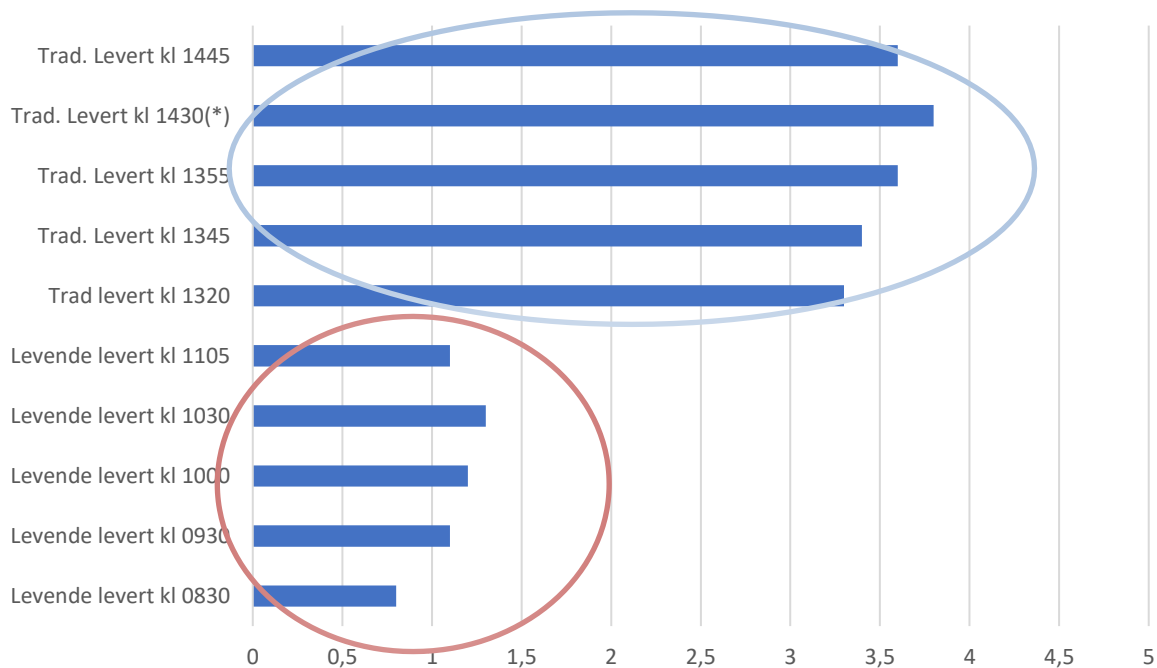
Gruppene ble da:

- Trad. Levert i bulk: Fra et annet fartøy
- Levendelevert: Fra M/S Ballstadøy

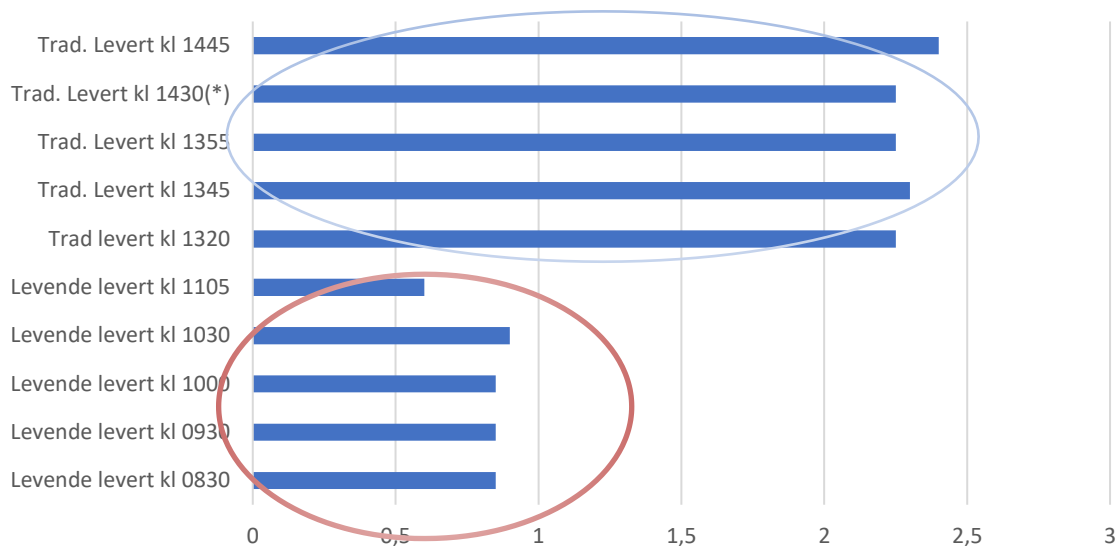
Hele lasten fra begge fartøyene ble etter 1 døgns kjølelagring etter levering, kjørt gjennom produksjonslinjen til Båtsfjordbruket. For hver av de to gruppene ble produksjons- og loinsutbytte beregnet. I tillegg ble filetspalting, filetkonsistens og restblod registrert.

- Spalting og konsistens på et tilfeldig utvalg av fileten ble målt på 10 produkter ved 5 uttak for hver av gruppene
- Restblod i fileten ble visuelt vurdert

Spalting og konsistens 1 dag etter levering



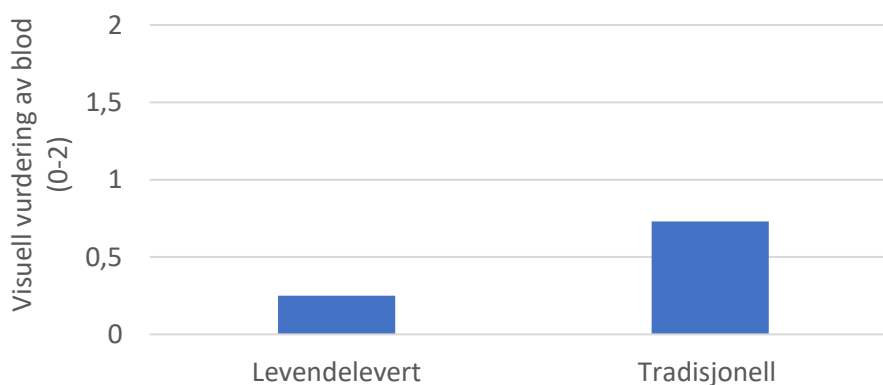
Figur 30 Spaltingsgrad for tradisjonelt- (fra annet fartøy) og levendelevert (M/S Ballstadøy) hyse som ble kjørt gjennom produksjonen hos Båtsfjordbruket etter 1 døgns lagring. Det ble gjennomført 5 uttak fra hver av produksjonene. * indikerer at det ble benyttet en annen filetmaskin ved dette uttaket.



Figur 31 Vurdering av konsistens for tradisjonelt - (fra annet fartøy) og levende levert (M/S Ballstadøy) hyse som ble kjørt gjennom produksjonen hos Båtsfjordbruket etter 1 døgn lagring. Det ble gjennomført 5 uttak fra hver av produksjonene. * indikerer at det ble benyttet en annen filetmaskin ved dette uttaket.

Resultatene for spalting og konsistens (Figur 30 og Figur 31) omtales under ett. Her vises resultatet for to grupper av hyse (Tradisjonelt og levende levert) som ble fangstet på samme fangstfelt til samme tid og levert samme dag til Båtsfjordbruket. Den ene gruppen ble fangstet på tradisjonelt vis (blå ring) og en gruppe ble levendelevert (rød ring). Begge gruppene ble lagret 1 døgn før produksjon. Under produksjonen ble 5 uttak gjennomført for hver gruppe og forskjellen mellom gruppene er stort sett identiske ved hvert uttak: Levendelevert hyse har mye mindre spalting og bedre konsistens. Dette indikerer at hyse holdt levende frem til den blir kontrollert slaktet tåler lagring bedre enn den tradisjonelt fangstede hysa.

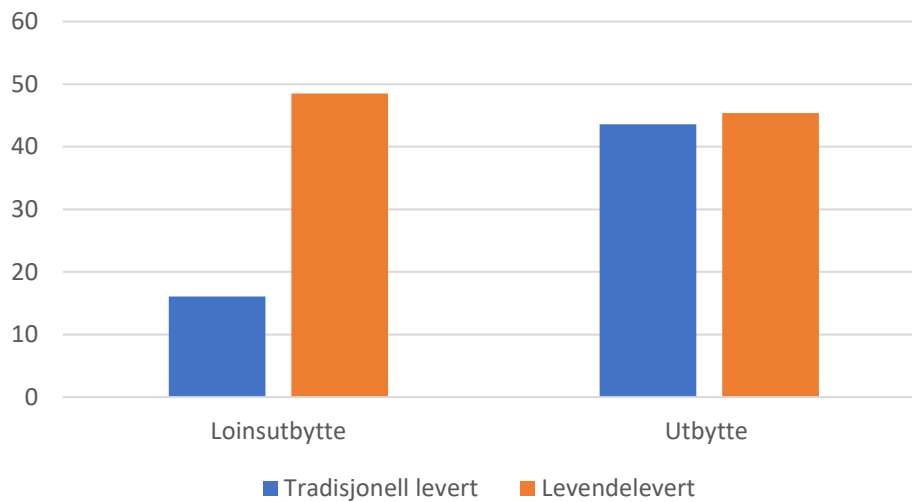
Rødfarge (restblod) i hysefileter



Figur 32 Visuell vurdering av mengde restblod i hysefileter. Lavere score indikerer mindre rødfarge (restblod) i filetene.

Figur 32 viser en visuell vurdering av mengde restblod for de to gruppene av fisk. Hyse som er levendelevert og kontrollert slaktet ut, er vurdert til å være mindre rød og har dermed mindre mengde restblod i fileten, enn filetene fra tradisjonelt levert hyse.

Produksjons- og loinsutbytte 1 døgn etter levering



Figur 33 Loins- og produksjonsutbytte for en leveranse av hyse som ble slaktet på fangstfeltet og levert på tradisjonelt vis i bulk og en leveranse som er levert levende til mottak på land for kontrollert utslakting

Figur 33 viser resultatet for loinsutbyttet og produksjonsutbyttet for disse to gruppene av fisk. Den ulike kvaliteten som man har tidligere har registrert for disse to gruppene, gjenspeiles også her. Levendelevert hyse som er filetert 1 døgn etter levering og slakting, har en loinsandel på 48,5 prosent, mens den tradisjonelle leveransen av hyse i bulk oppnådde en loinsandel på kun 16,3 prosent. Når det gjelder selve produksjonsutbyttet så er det ikke signifikant forskjell i utbytte mellom gruppene, selv om filetutbytte fra levendelevert hyse var cirka 2 prosent høyere. Med tanke på den store forskjellen i loinsutbytte mellom gruppene, og hvilke økonomiske konsekvenser disse forskjellene innebærer for en filetbedrift, har vi laget et regnestykke som illustrerer økonomisk konsekvens. Her tar vi utgangspunkt i Båtsfjordbrukets produksjon av hysefilet, som ligger på cirka 7,5 tonn i døgnet. Dette for å synliggjøre hvilket potensiale næringen kan oppnå ved å heve kvaliteten på landet hyse.

Regnestykket:

- 1000 kilo filet
- Tradisjonell leveranse av hyse i bulk
 - 16,3 prosent loins (163 kilo loins)
- Levendelevert hyse
 - 48,5 prosent loins (485 kilo loins), utbytte på dag 0 (pre-rigor filetert) var 55,5 prosent
 - Minst 30 kroner i prisdifferanse mellom blokk og loin
- Differansen utgjør minst 9 600 kroner per tonn filet som skjæres!

Estimert dagsproduksjon på 7,5 tonn filet, differanse på minst 72 000 kroner (eller 87 000 kroner som pre-rigor filetert).

Vi har gått ut fra prisdifferanse på cirka 30 kroner, som er prisdifferansen mellom lavpris bulkprodukt (blokk) og høyverdiprodukt (loins). Bedriftene i prosjektet sier at dette er et lavt estimat. Basert på loinsutbyttet for de to gruppene, så viser regnestykket ovenfor at det er et betydelig økonomisk potensial i å pre-rigor-filetere hyse.

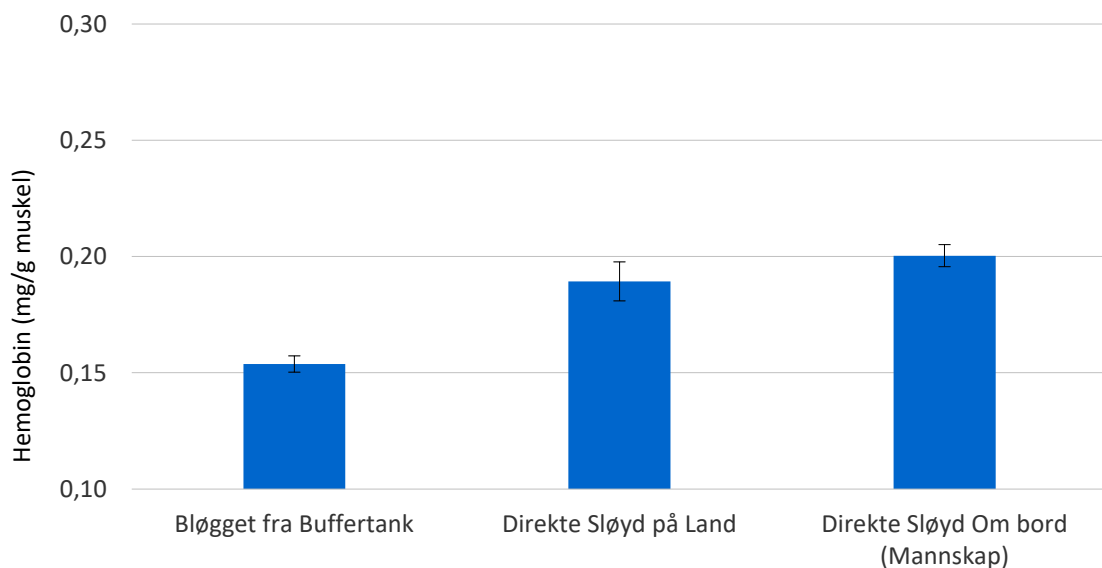
Bare differansen i loinsutbytte mellom disse to gruppene er estimert til å utgjør minst 72 000 kroner per dag, i favør av levendelevert, pre-rigor filetert hyse! Et godt råstoff inn i produksjonen vil også øke kapasiteten gjennom filetlinjen, og dermed gi høyere døgnproduksjon. I tillegg kan pre-rigor prosessering av levendelevert hyse eller torsk sikre mer lokal sysselsetting og verdiskapning og gi fiskerne større verdi på hysekvoten.

6.9 Bløgging og direktesløyning av levende levert hyse

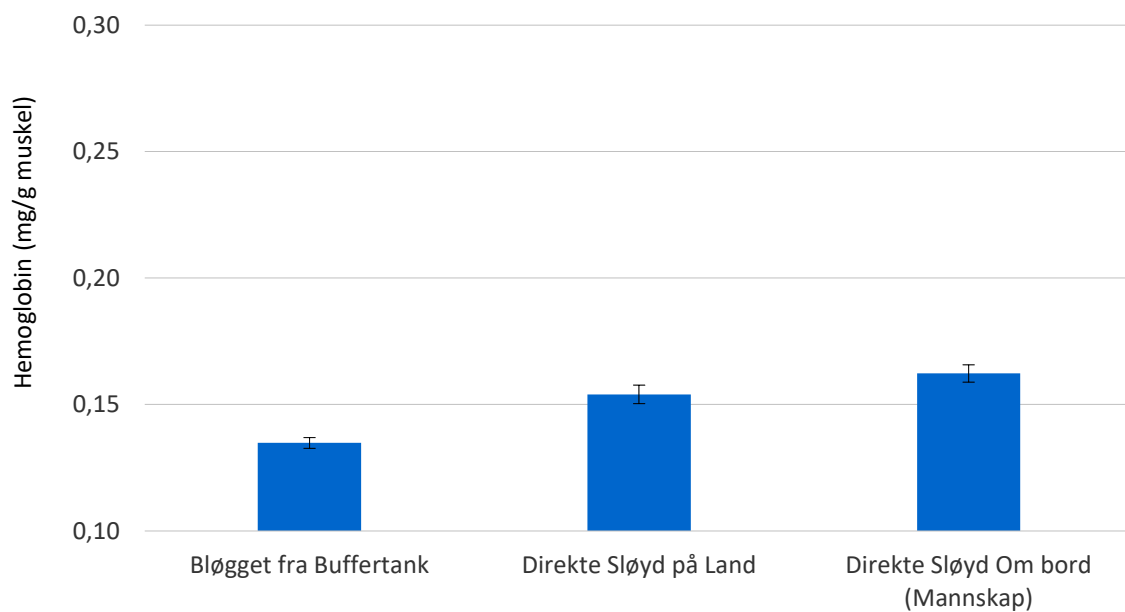
Ved den siste leveransen av levendelevert hyse, ble et bløggeforsøk gjennomført. Tre grupper av fisk ble laget fra samme fangst:

- Direktesløyd om bord: hyse ble holdt levende om bord før den ble el-bedøvet og direktesløyd i maskin.
- Direktesløyd på land: ved levendelevering ble hyse el-bedøvet og direktesløyd med sløyemaskin.
- Bløgget på land: under levendelevering ble levende hyse tatt ut fra buffertanken, slått i hodet, før bløgging (strupekutt).

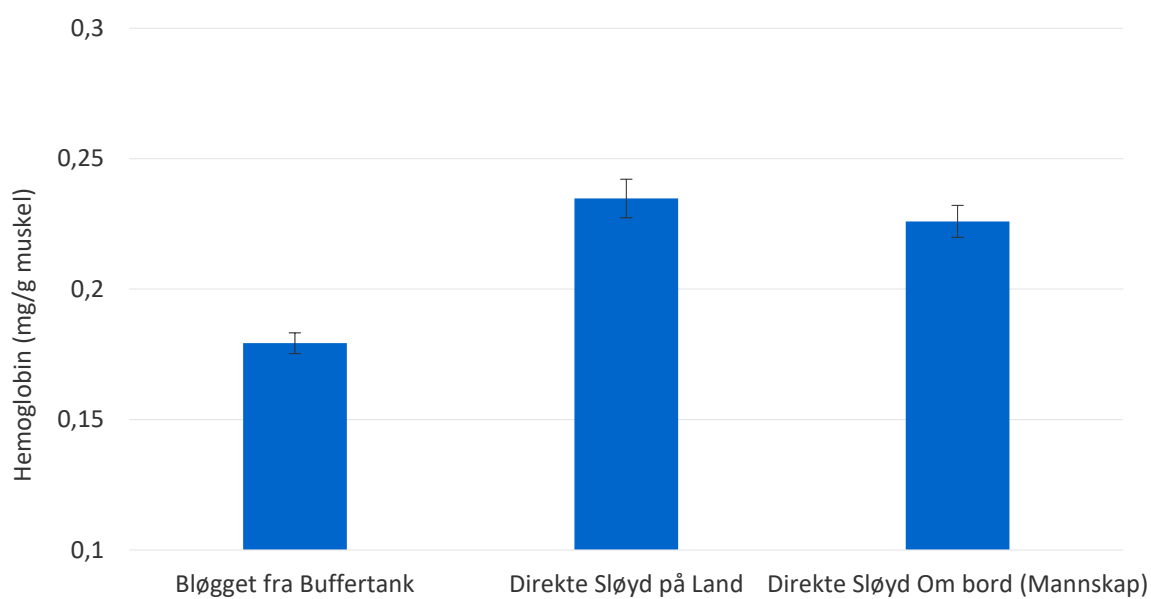
Etter utblødning og sløyning ble hysa pakket på is. Hysa ble filetert før blodmengden (mengde hemoglobin) i muskelen ble målt med en objektiv instrumentell metode. Resultatet presenteres som gjennomsnittsverdier for gruppen (20 fisk i gruppen).



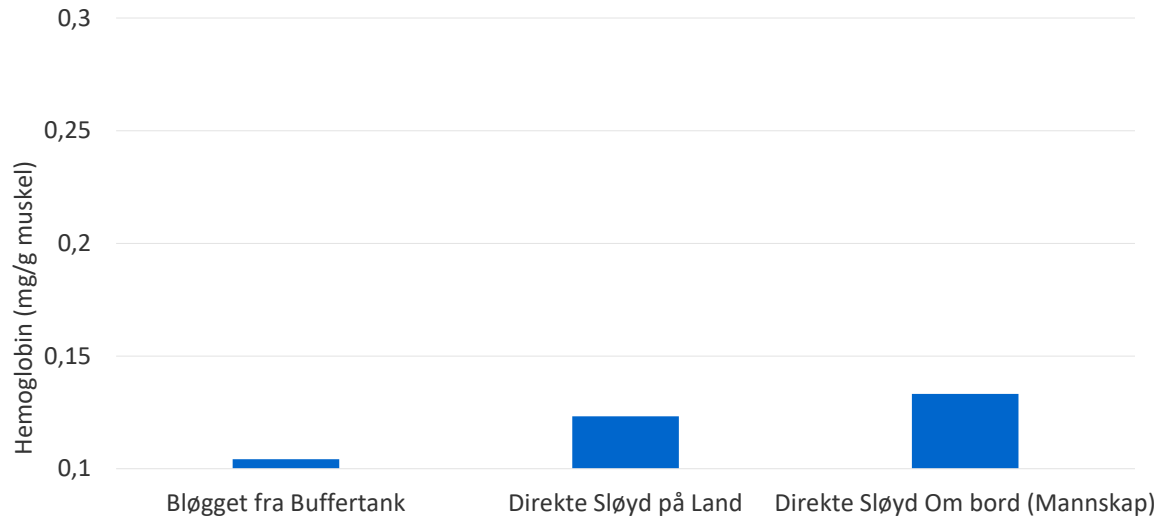
Figur 34 Forskjell i instrumentelt målt blodmengde (hemoglobin) i hel filet for tre grupper av hyse hvor en gruppe ble bløgget på land, en ble direktesløyd på land og en gruppe ble direktesløyd om bord.



Figur 35 Forskjell i instrumentelt målt blodmengden i spord/"tail" for tre grupper av hyse hvor en ble bløgget på land, en ble direktesløyd på land og en ble direktesløyd om bord.



Figur 36 Forskjell i instrumentelt målt blodmengden i "buk" for tre grupper av hyse hvor en ble bløgget på land, en ble direktesløyd på land og en ble direktesløyd om bord.



Figur 37 Forskjell i instrumentelt målt blodmengden i "loin" for tre grupper av hyse hvor en ble bløgget på land, en ble direktesløyd på land og en ble direktesløyd om bord.

Figur 34 til 37 viser gjennomsnittsverdier for instrumentelt målt blodmengde (hemoglobin) i ulike deler av muskelen til hyse. Hysa ble enten bløgget på land ved mottaksanlegg, direktesløyd om bord eller på land. Hel filet av hyse som ble bløgget har minst innhold av blod i muskelen, mens de to gruppene som ble direktesløyd er ganske like. For blodmengden i tail, buk og loin er bildet det samme. Forskjellen mellom gruppene er størst når en ser på blodmengden i bukene. Det vil si at direktesløying av fisk medfører mer blod i bukene, enn når fisken blir bløgget i forkant av sløying. Resultatene viser også at direktesløying medfører totalt sett mere blod i fisken. Resultatene fra blodmålingene i loins viser at det generelt sett er lite blod i disse delene av filetene uavhengig av hvordan fisken har blødd ut. Dette sammenfaller godt med de observasjonene som ble gjort på disse gruppene av hyse. Diskusjonen blir da om det gjør noe om det blir mere restblod i buken på fisken? Dette er nok litt avhengig av hvilke produkt man lager og hva markedet ønsker. Under filetering ble det også observert at en del av restblodet i buken ble borte, da maskinen fjernet noe av muskelen i bukveggen, sammen med bukhinne og -bein. Dersom fisken selges hel, kan blodmengde i buk som følge av direktesløying trolig bli en utfordring. Spesielt når grad av utblødning ofte vurderes ut fra visuell vurdering av mengde restblod og blodfylte årer i buken.



Bilde 3 Bilder av de tre gruppene av fisk: direktesløyd på land til venstre, bløgget i midten og direktesløyd om bord til høyre.

6.10 Oppsummering

Forsøkene med levendelevert hyse i 2017 til Båtsfjordbruket var første og innledende tester. Det ble gjennomført 4 fangster og leveringer, hvorpå mange forsøk ble gjennomført. Resultatene har gitt ny kunnskap til næringen og for det videre arbeidet i prosjektet.

Når en sammenligner den levendeleverte hysa med tradisjonelt levert hyse på slakte/leveringsdagen, er det store forskjeller med hensyn på kvalitet. Den levendeleverte hysa som er pre-rigor prosessert, har veldig lite spalting, god konsistens og lite blod i filetene. Dette i klar motsetning til den tradisjonelt leverte hysa fra annet tilsvarende fartøy. Når fisken lagres videre i 1 døgn, blir disse forskjellene litt mindre. Levendelevert hyse kommer uansett klart best ut også her, noe som viser at den tåler lagring bedre. For å oppnå best mulig kvalitet er det viktig at levendelevert hyse prosesseres raskest mulig. Samtidig vet vi fra arbeid med torsk at pre-rigor filetering medfører at filetene krymper, blir hardere i konsistens og mister en del vekt. Dette ble nærmere undersøkt for hyse i 2018.

Noen av de viktigste funnene i 2017 var:

- Det er mulig å levere levende hyse rett til landanlegg for kontrollert slakting og videre pre-rigor prosessering.

- De største utfordringene med spalting, konsistens og blod kan minimeres med levendelevering og pre-rigor filetering.
- Produksjonsutbyttet øker og samtidig vil andelen som kan benyttes til høykvalitetsprodukter øke kraftig sammenlignet med tradisjonell produksjon.
- Kvalitetsforbedringen ser ut til å opprettholdes under lagring som filet.

Resultater i 2018

Mange forsøk ble gjennomført. I uke 21 og 22 i 2018, ble fangst og føring av levende hyse gjennomført ombord på M/S Ballstadøy. Fire fangster av hyse ble tatt med kommersiell snurrevad, på fiskefeltet "Klakken" som ligger nord for Båtsfjord, hvor fangstdybde var 95 meter, temperaturene i havet varierte mellom 6–8 grader og med vind på mellom 2–7 m/s. Fisken ble pumpet om bord fra snurrevadsekken (vakuumpumpe fra Cflow), og en del (fra 1,8 til 10 tonn) av fangsten gikk usortert ned i levendefisktankene etter avsilingskassen. Her ble den forsøkt holdt i livet fram til levering ved Båtsfjordbruket, 12–15 timer etter fangst. Fra de samme fangstene ble det også tatt ut ulike grupper av fisk om bord på fartøyet. Ved ankomst Båtsfjordbruket ble fisken pumpet ut fra tankene ombord på M/S Ballstadøy og inn i en mottakstank på kaien. Mottakstanken hadde kontinuerlig utskifting av sjøvann, med vanninntak inn gjennom bunnen i forkant av tanken og avløpet i øvre del av tanken. Fisken ble ført ut av mottakstanken og videre i produksjon via et transportbånd. Fisken ble bedøvet med strøm før manuell bløgging, utblødning i 30 minutter, sløying. Enkelte forsøk medførte at fisken ble direktesløyd ved Båtsfjordbruket.

Overlevelsen for hysa varierte i 2018 mellom cirka 40 til 80 prosent, det er tilsvarende overlevelse som ble oppnådd i 2017. Under lasting av hysa ble det observert at fartøyet måtte redusere vanngjennomstrømningen i tanken hvor hysa ble lastet, dette medførte at O₂-nivået falt i tanken. Vi vet at fisk som er påkjent tåler dårlig lave verdier av O₂, noe som kan resultere i død.

Samtidig som hyse ble lagret levende i fartøyets tanker, ble hyse fra samme fangst lagret levende i Nofimas forsøkstanker. Det ble da registrert overlevelse mellom 91–97 prosent, mens fisk fra tilsvarende fangst som ble holdt i fartøyets tanker oppnådde overlevelse mellom 44 og 49 prosent. Hysa gikk også usortert ned i forsøkstankene og kan sådan sammenlignes direkte med fisken i fartøyets egne tanker. Nivået av O₂ ble målt i forsøkstankene og varierte mellom 98–100 prosent, noe som er gode nivåer i forhold til fiskens O₂-behov.

Resultatene for overlevelse viser at det stor variasjon i overlevelse og at det i forsøkstanker oppnås mye høyere overlevelse enn i fartøyets egne tanker. De målte forskjellene kan se ut til å påvirkes av O₂-nivå under lasting, på grunn av redusert vannstrøm. Vannstrømmen under lasting blir redusert fordi at fisken skal kunne komme ned i tanken og ikke bli vasket ut. Vannstrømmen ble økt etter at lasting var avsluttet, men dette kan være nok til at fisk som allerede er påkjent etter fangst, dør. Vi observerte forskjell i atferd mellom hysa i de to tankene, hysa i fartøyets tanker svømte rundt mer pelagiske, mens hysa i forsøkstanken lå mer i ro på bunnen.

Røkting av levendefisktanker til fartøyet ved hjelp av pumpe­slag ble testet ut. Det gikk bra å sortere ut dødfisk underveis ved hjelp av pumpe­slag hvor fisk ble pumpet opp på et band på produksjons­dekket og dødfisken ble plukket ut. Fisken som ble pukk­et ut, og sløyd og iset om bord, hadde bedre kvalitet enn hysa som ble liggende igjen i tanken til den ble levert til Båtsfjordbruket. Den døde hysa hadde en dårligere kvalitet enn den som ble levendelevert med hensyn på blodnivå, men forskjellene i filetspalting og konsistens var ikke så store. Dette bekrefter de gode resultatene som har vært

opnådd i de tidligere testene som vi har kjørt med levendelevert hyse uten at død hyse har vært sortert ut. Her ble det gode resultater med hensyn på spalting og konsistens, mens det ble noe innslag av blod i filetene. Det er viktig å ta ut hyse som dør underveis i tankene for å bevare kvaliteten og for å sikre at vannfordelingen ikke påvirkes av dødfisk som ligger på bunnen.

Pumping av hyse i rigor. Vi ser fra resultatene i 2017 at hvis hysa prosesseres før rigor inntreer, tåler den mer og produksjonsresultatet blir mye bedre. Hyse er en fisk som raskt blir bløt og spaltet etter slakting/fangst og tåler ikke mye håndtering. Konsekvensene av å pumpe hyse fra fartøy og inn til mottaksanlegg mens hysa var i rigor, ble derfor undersøkt. Hyse som var i rigor ble kjørt gjennom pumpen til M/S Ballstadøy og inn til Båtsfjordbruket. Denne fikk en lavere verdi på rigormålingene, noe som indikerer at pumping påvirker muskelen til fisken. Fisken bli "slått" ut av rigor, og resultatene viser også at spaltingen og konsistensen ble negativt påvirket av denne prosessen. Dette står i motsetning til fisken som ble løftet inn på anlegget. Selv om forskjellene ikke er store, viser det at pumping av hyse i rigor ikke er noen fordel. Det kan tenkes at hyse av dårligere kvalitet ville bli enda mer påvirket av en slik prosess.

Test av bløgging og direkte sløyning av hyse viste at hysa som ble bløgget hadde minst innhold av blod i muskelen, de to gruppene som ble direktesløyd (om bord eller på land) er ganske like. Direktesløyning medfører at det totalt sett blir mer blod i fisken. Når en ser på blodmengden i tail, buk og loin så er bildet det samme. Bløgging av hysa før sløyning gir minst restblod i de ulike delene av fisken. Forskjellen mellom gruppene er størst når en ser på blodmengden i bukene, det vil si direktesløyning av fisk medfører mer blod i buken, enn når fisken blir bløgget. Verdierne for blodmengde i loin viser at det generelt sett er lite blod i denne delen av fileten, uavhengig av utblødningsmetode.

Lagring og superkjøling av hyse: Resultatene fra 2017 indikerte at en kunne løse mange av kvalitetsutfordringene rundt hyse ved hjelp av levendeleveranse av hyse, kontrollert slakting og påfølgende pre-rigor prosessering. Resultatene for 2018 viste at fileter som var pre-rigor filetert og lagret på is krympet noe og mistet noe vekt. Filetene hadde lite spalting og god konsistens noe som vedvarte gjennom lagring. Selv om filetene krympet noe og mistet noe vekt er kvalitetsgevinsten med pre-rigor hysfilet så store at dette ikke er et tema, er uttalelsen fra industrien. Lagringsforsøk av pre-rigor-fileter hvor noen var produsert av superkjølt hyse og noen fra vanlig kjølt hyse, viser at superkjøling av slik ferskt råstoff, ikke påvirker krymping, vekttap, spalting eller konsistens i nevneverdig grad. Det vil si at superkjøling ikke gir positive fordeler i forhold til vanlig kjøling før produksjon.

Slakting av levende hyse om bord og på land. En test hvor en gruppe hyse ble holdt levende om bord i fartøyet og så kontrollert slaktet underveis mot land. Denne gruppen ble sammenlignet med en gruppe som ble fraktet levende til Båtsfjordbruket for kontrollert utslakting. Prinsippet for slakting av disse to gruppene av fisk er nesten identiske, men tiden som den levende fisken har fått restituert seg om bord i føringstankene, og tidspunkt for slakting er litt forskjellig. Videre ble begge gruppene kjørt inn i prosessen på Båtsfjordbruket og filetert pre-rigor. Det konkluderes med at det var liten forskjell mellom de to gruppene av hyse og det oppnås produkter med lite spalting og god konsistens. Det vil si at hvis hysa holdes levende frem til kontrollert utslakting, uavhengig av om det er om bord i fartøy eller på land, og den i tillegg prosesseres pre-rigor, eller så tidlig som mulig etter levering så blir resultatet godt. Under produksjon ble produksjons- og loinsutbytte registrert. Loinsutbyttet for begge gruppene lå på cirka 55 prosent som er veldig høyt sammenlignet med resultatet for produksjon av tradisjonelt levert hyse. Resultatene viser at hysa som ble levert levende til Båtsfjordbruket og

kontrollert slaktet før pre-rigor filetering, oppnådde cirka 3 prosent høyere produksjonsutbytte, enn den som ble slaktet om bord.

Sammenligning av tradisjonelt og levendelevert hyse. Et produksjonsforsøk ble kjørt hvor en sammenlignet levendelevert hyse fra M/S Ballstadøy, mot en tradisjonell leveranse av hyse fra et annet fartøy. Som fangsten fra M/S Ballstadøy til levendelevering ved Båtsfjordbruket, ble den tradisjonelt leverte fangsten med hyse tatt på samme felt, samme dag og levert til Båtsfjordbruket samme dag. Råstoffet fra begge fangstene ble kjølelagret i 1 døgn før produksjon. Den levendeleverte hysa gav et mye høyere loinsutbytte, 48 prosent mot 16 prosent, for den tradisjonelt leverte hysa. I tillegg var fileten fra levendelevert hyse mye mindre spaltet og hadde bedre filetkonsistens. Et forenklet estimat med utgangspunkt i utbyttetallene, viser at i en bedrift av Båtsfjordbrukets størrelse med døgnproduksjon på cirka 7,5 tonn filet, kan øke dagsfortjenesten med minst 72 000 kroner per dag, dersom fileten kan produseres av hyse som er levendelevert. I tillegg må det nevnes at det ikke er tatt høyde for at bedriften kan øke produksjonen sin per dag grunnet at et slik råstoff krever mye mindre bearbeiding.

6.11 Konklusjon

Resultatene fra dette prosjektet viser at det er mulig å heve kvaliteten betydelig på landet hyse, samt at bedre kvalitet på landet fersk hyse kan gi store mulighet for økt fortjeneste, både for fiskere og landindustrien. I tillegg kan pre-rigor prosessering av levendelevert hyse og torsk sikre mer lokal sysselsetting og verdiskapning.

Selv om det gjenstår noe arbeid/forskning før næringen kan hente ut det fulle potensialet i denne måten å fiske og prosessere hyse, er tilbakemeldingen fra industrien at dette konseptet vil være grunnlaget for hvordan fremtidens fiskeri utføres.

7 Leveranser

31.08.2016 Referat fra møte i styringsgruppen

31.03.2017 Referat fra møte i styringsgruppen

01.12.2017 Statusnotat: Presentasjon av oppnådde resultater

31.12.2017 Nyhetssak

31.12.2017 Oppdatert plan for prosjektet

31.12.2017 Faktaark

30.05.2018 Styringsgruppemøte

30.06.2018 Leveranse av rapport

24.08.2018 Presentasjon av oppnådde resultater/statusnotat

31.12.2018 Utarbeidelse av video

31.12.2018 Styringsgruppemøte

31.12.2018 Faktark

28.02.2019 Faktark

28.02.2019 Administrativsluttrapport i tråd med FHF's retningslinjer

28.02.2019 Faglig sluttrapport i tråd med FHF's retningslinjer

8 Referanser

- Aas, K., M. Heide & T. Tobiassen (2007). Levendefangst og vedlikeholdsføring av sei som grunnlag for produktutvikling og markedsutvikling. Rapport, 11/2007, Nofima, Tromsø.
- Akse, L., T. Tobiassen, S., Joensen, K. Midling & K. Aas (2005). Fangstskader på råstoffet og kvalitet på fersk filet. Rapport 4/2005, Fiskeriforskning (Nofima), Tromsø.
- Akse, L., T. Tobiassen, K.Ø. Midling, K. Aas, R. Dahl & G. Eilertsen (2007). Pre-rigor filetering av levendefanget torsk - I: Filetkvalitet - vill torsk restituert i merd etter fangst, uten føring. Rapport 3/2007, Fiskeriforskning (Nofima), Tromsø.
- Heia, K., A.H. Sivertsen, J.P. Wold, S. Ottestad, U. Böcker, M. Carlehög, T. Altintzoglou, I. Sone & B. Gundersen (2012). Automatisk kvalitetsdifferensiering av laksefilet. Rapport 7/2012, Nofima, Tromsø.
- Joensen, S., I. Bjørkevoll, R Dahl, G. Eilertsen, T. Skjerdal & J.V. Olsen (2002). Bløt hyse. Innledende studier. Rapport, 26/2002, Fiskeriforskning (Nofima), Tromsø.
- Midling, K.Ø., C. Mejdell, S.H. Olsen, T. Tobiassen, Ø. Aas-Hansen, K. Aas, S.H. Olsen, K. Oppedal & Å. Femsteinevik (2008). Slakting av oppdrettslaks på båt, direkte fra oppdrettsmerd. Rapport 6/2008, Nofima, Tromsø.
- Olsen, S.H., T.S. Nordtvedt, T. Tobiassen, S. Joensen & H. Nilsen (2016). Status hyseutfordringer og muligheter i fiskeri og foredling med fokus på kvalitet: Forprosjekt. Rapport 22/2016, Nofima, Tromsø.
- Skjelvareid, M.H., K. Heia, S.H. Olsen & S.K. Stormo (2017). Detection of blood in fish muscle by constrained spectral unmixing of hyperspectral images. *Journal of Food Engineering*, **212**, pp. 252–261.
- Tobiassen, T., T.H. Evensen, S.H. Olsen, K. Heia, S. Joensen, O. Ingolfsson, O.-B. Humborstad, T.S. Nordtvedt & G.M. Tveit (2018). Ilandføring av levendelevert hyse- Optimal behandling, slakting, kjøling og prosessering med hensyn til kvalitet. Rapport 15/2018, Nofima, Tromsø.

