

2017:00369 - Unrestricted

Rapport

Toktrappert: Evaluering av ny slaktelinje om bord på Molnes april 2017

Forfatter(e)

Hanne Digre, Guro Møen Tveit
Marte Schei, Elling Ruud Øye



SINTEF Ocean AS

Postadresse:
Postboks 4762 Torgard
7465 Trondheim

Sentralbord: 464 15 000

ocean@sintef.no
www.sintef.no/ocean
Foretaksregister:
NO 937 357 370 MVA

Rapport

Toktrapport: Evaluering av ny slaktelinje om bord på Molnes april 2017

RAPPORTNR 2017:00369	VERSJON 2	DATO 2017-09-21
--------------------------------	---------------------	---------------------------

EMNEORD:Slakting
Torsk
Hyse
Tråler
Levendelagring
Kvalitet**FORFATTER(E)**Hanne Digre, Guro Møen Tveit
Marte Schei, Elling Ruud Øye**OPPDRAGSGIVER(E)**

Norges Forskningsråd/ Nordic Wildfish

OPPDRAGSGIVERS REF.

Tore Roaldsnes

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**32 + vedlegg****GRADERING**

Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE

Unrestricted

ISBN

978-82-14-06723-1

SAMMENDRAG

Nye Molnes representerer vilje og mulighet i forhold til automatisering og kvalitetsheving for norsk fiskerinæring. Denne rapporten beskriver resultater fra forsøk gjennomført ombord på tråleren M/Tr Molnes i april 2017. Arbeidet utgjør en del av prosjektet "QualiFish – Market adapted production concepts for fresh and frozen/thawed cod", som er finansiert av Norges forskningsråd (NRC Prosjekt no. 233709).

Målsettingen med studien var å evaluere slaktelinjen om bord på M/Tr Molnes ved å studere overlevelse, stressnivå og filetkvalitet på torsk og hyse. Sei skulle også inkluderes i forsøket, men pga. dårlig seifiske utgikk denne arten. Resultatene viser at kortidslevendelagring før bedøving og avlivering kan føre til forsinket dødelighet og i liten grad restitusjon fra stresspåkjenning. Fargerresultatene viser at fisk som var levendelagret hadde noe mindre misfarging, var mindre rød og lysere enn tradisjonelt prosessert trålfisk selv om forskjellene var små.

**UTARBEIDET AV**

Hanne Digre, Guro Møen Tveit

KONTROLLERT AV

Ulf Erikson

GODKJENT AV

Marit Aursand



Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2017-08-30	Utkast til oppdragsgiver
2	2017-09-21	Endelig rapport sendt til oppdragsgiver

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Målsetting	5
2	Material og metode	6
2.1	Fartøy og redskap	6
2.2	Gjennomføring av fiske	6
2.3	Forsøksplan og gjennomføring av forsøk.....	8
2.4	Beskrivelse av slaktelinje.....	9
2.4.1	Innfrysning av fisk.....	12
2.4.2	Beskrivelse av tiningsprosedyre	12
2.5	Analysen og kvalitetsvurdering.....	14
2.5.1	Biologiske data.....	14
2.5.2	Overlevelse og stressnivå	14
2.5.3	Subjektiv evaluering av blod i filet.....	15
2.5.4	Filetfarge.....	16
2.5.5	Tekstur	17
2.6	Statistiske metoder	17
3	Resultater	18
3.1	Biologiske data	18
3.2	Kortidslevendelagring og overlevelse	18
3.3	Stressnivå	19
3.4	Sensorisk vurdering av fersk filet	23
3.5	Objektiv vurdering av farge på fersk filet	24
3.6	Tint fisk.....	27
3.6.1	Sensorisk vurdering av fileter	27
3.6.2	Objektiv vurdering av filetfarge.....	28
3.6.3	Hardhet.....	29
4	Oppsummering og konklusjon	31

BILAG/VEDLEGG

-
- A Vedlegg - Bilder av hyse om bord benyttet for objektiv fargevurdering av bukside
 - B Vedlegg - Bilder av hyse om bord benyttet for objektiv fargevurdering av skinnside
 - C Vedlegg - Bilder av torsk om bord benyttet for objektiv fargevurdering av bukside
 - D Vedlegg - Bilder av torsk om bord benyttet for objektiv fargevurdering av skinnside
-

1 Innledning

Det har vært lite teknologiutvikling i fangst- og slakteprosessen av hvitfisk om bord på fiskefartøy de siste 30 årene. Økt etterspørsel etter kvalitet på sjømat er en global trend og det forventes derfor sterkere fokus på teknologi for forbedret fangstbehandling i fremtiden. Det er kjent at fiskekvaliteten blir dårligere jo mer fisken blir utsatt for stress/utmattelse og fysisk belastning/skade i forbindelse med fangst- og slakteprosessen. Det er også kjent at god utblødning oppnås ved å bløgge fisken levende eller innen omlag en halv time etter død, det vil si før blodet i fisken får anledning til å koagulere. Nye Molnes representerer vilje og mulighet i forhold til automatisering og kvalitetsheving for norsk fiskerinæring, noe som er veldig bra.

Denne rapporten beskriver resultater fra forsøk gjennomført ombord på tråleren M/Tr Molnes i april 2017. Arbeidet utgjør en del av prosjektet "QualiFish – Market adapted production concepts for fresh and frozen/thawed cod", som er finansiert av Norges forskningsråd (NRC Prosjekt no. 233709). Hovedmålet i prosjektet er å utvikle nødvendig kunnskap og teknologi for å øke bærekraften og lønnsomheten til produksjonen av torsk i Norge, og sette aktørene i stand til å møte markedets krav til trygge sjømatprodukter av høy kvalitet året rundt. Forsøket beskrevet i denne rapporten er en del av arbeidspakke 1 hvor målet er å utvikle skånsomme og automatiske fangsthåndteringssystemer som ivaretar kvaliteten på råstoffet.

Det er jobbet i flere forskningsprosjekter med å utvikle mer skånsomme og automatiske slaktelinjer for villfanget fisk. Noen av de viktigste prosjektene som har hatt fokus på dette er:

- "Automatisk fangstbehandling av hvitfisk på snurrevadfartøy" (FHF-prosjekt 900526), Digre et al. 2015¹.
- "DANTEQ – Development and assessment of technology improving operation and on board processing with respect to environmental impact and fish quality" (Project no. 199447/I10, Norges Forskningsråd), Aursand et al., 2015².
- Implementering av teknologi for optimal kvalitet ifremtidens prosesslinje på trålere "OPTIPRO" – Fase 1 (FHF-prosjekt 900930) Olsen et al., 2014³.

I disse forskningsprosjektene er det spesielt jobbet med kortidslevendelagring av fisk før slakting, elektrobedøving og automatisk bløgging og sortering. Kort oppsummert har dette gitt følgende resultater:

- Kortidslevendelagring av fisk før avliving:
 - Ved korte tauetider og forholdsvis små fangster oppnår man en overlevelse på 50-80 % for torsk (tetthet i tanken varierte fra 120 til 550 kg/m³)
 - Fiskedybde har innvirkning på overlevelseshetsgrad.
 - Stressnivået i fisken ser ut til å være lavere rett etter fangst enn etter lagring levende i tanken.
 - Noe mindre blod i filetene fra levendelagret fisk og fisk som blir bløgget rett etter fangst sammenlignet med kommersielt prosessert fisk.
- Elektrobedøving av fisk ga følgende resultater:
 - Spenning på 40 V DC er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende immobilisering og lettere håndtering i forbindelse med videre prosessering (bløgging/ sløying/ hodekapping) for hyse, torsk og sei.
 - Tre elektroderekker på bedøveren (strømbelastning i 4 - 6 sek) er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende immobilisering.
 - Elektrobedøving av sei førte til ryggknekk og bloduttredelser på mellom 10 og 40 % av fisken.
- Det er utviklet to prototyper av en automatisk bløggeenhet.

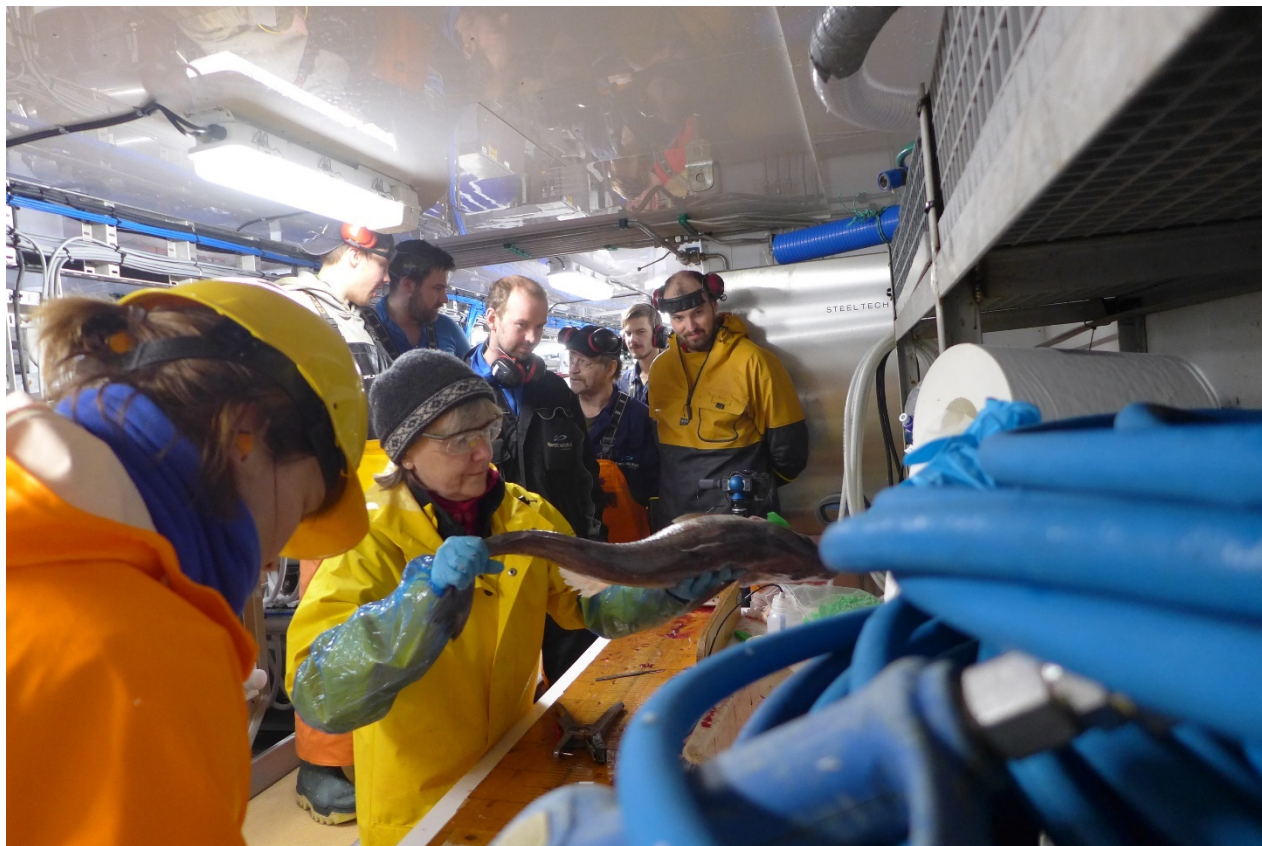
¹ Digre, H, Erikson, U, Toldnes, B, Westavik, H, Mathiassen, JR, Grimsmo, L, Gjørund, SH, 2015. Sluttrapport: Automatisk fangstbehandling av hvitfisk om bord på snurrevadfartøy. SINTEF Rapport A26613.

² Aursand, IG, Digre, H, Ladstein, J, Kyllingstad, LT, Erikson, U, Tveit, GM, Backi, C, Reite KJ, 2015. Development and assessment of novel technologies improving the fishing operation and on board processing with respect to environmental impact and fish quality (DANTEQ), SINTEF Rapport A27309

³ Olsen, SH, Digre H, Grimsmo, L, Toldnes, B, Eilertsen A, Evensen, TH, Midling KØ, 2014. Implementering av teknologi for optimal kvalitet I fremtidens prosesslinje på trålere "OPTIPRO" – Fase 1. Nofima Rapport 39/2014

- Grunnteknologien for vektestimering og artssortering basert på maskinsynssystem er utviklet.

Tråleren Molnes ble bygd om i 2016 hvor mye av den kunnskap og teknologi utviklet i tidligere prosjekter ble tatt i bruk. Det ble installert bl.a. ny slaktelinje om bord på Molnes som inkluderer kortidslevendelagring og elektrobedøving av fisken før avliving. Denne rapporten beskriver resultater av evalueringen av denne slaktelinjen. Prosjektet vil takke mannskapet om bord på M/Tr Molnes for god hjelp under forsøkene.



Figur 1. Analyser av fisk ombord på Molnes. Mannskapet følger interessert med. Foto: Guro Møen Tveit, SINTEF.

1.1 Målsetting

Målsettingen med studien var å evaluere slaktelinjen om bord på M/Tr Molnes ved å studere overlevelse, stressnivå og filetkvalitet på torsk og hyse. Sei skulle også inkluderes i forsøket, men på grunn av dårlig seifiske utgikk denne arten.

2 Material og metode

2.1 Fartøy og redskap

Forsøkene ble gjennomført ombord på tråleren Molnes (66,28m LOA) bygd i 1998 ved Brattvaag Skipsverft AS (Figur 2).

Det ble benyttet en dobbeltrål under fiske. Trålen var laget av PE twine, hadde en 37.7 m headline og en 31 m fiskeline. Cod-end Trålposen bestod av 130 mm "hotmelt" lin med 8 mm tråddykkelse med 84 masker omkrets og 84 masker lengde. Den vertikale trållåpningen under fiske var $6,0 \text{ m} \pm 0,3 \text{ m}$.



Figur 2. Tråleren Molnes. Foto: Frode Adolfsen.

2.2 Gjennomføring av fiske

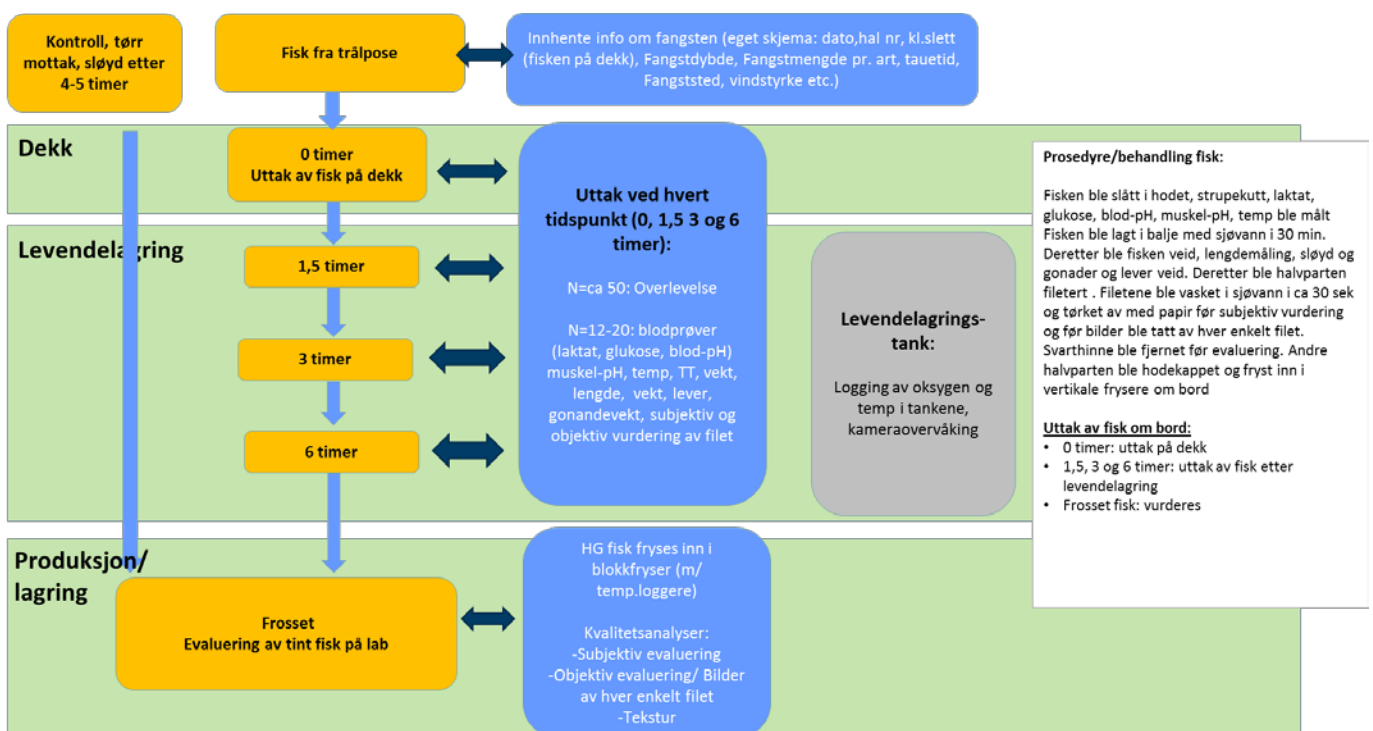
Toktet ble gjennomført på Tromsøflaket i perioden 02.04.17 – 12.04.17. Fartøyet gikk ut fra Tromsø på ettermiddagen den 2.april 2017. Fra SINTEF Ocean deltok Guro Møen Tveit, Marte Schei og Hanne Digre. En oversikt over de ulike halene, inklusive dato, posisjon, værforhold og fangstmengde etc. er gitt i Tabell 1. Det ble fullført 30 hal i prøveperioden, hvorav det ble tatt ut prøver av 4 av halene (merket gult i tabellen nedenfor). Tauetiden for prøvetakingshalene var mellom 3 og 5 timer, fangstdybde var fra 340-390 m, bortsett fra ett av halene som var på grunnere vann, 140-180 m og sjøtemperaturen var rundt 6°C .

Tabell 1: Diverse data fra de ulike halene. Kolonner merket med gult var prøvetakingshalene.

Dato	Hal	Skyte	Hyve	Tot.fangst (kg)	Fangst Hyse (kg)	Fangst Torsk (kg)	Tråletid (t, min)	Tråledybde (m)	Luft (°C)	Sjø (°C)	vind (m/sek)	N	Ø	N	Ø
03.04.2017	1	12:02	16:22	8205	4053	3308	4 t 24 min	380-355	5,6	6	10	70°52	17°16	71°09	17°05
03.04.2017	2	17:31	21:50	6569	3991	2200	4 t 20 min	375-390	6	6,1	15	71°13	16°57	71°28	16°38
03.04.2017	3	23:05	05:15	15882	10940	3723	6 t 20 min	420-395	5	5,8	10	71°34	16°30	71°54	16°09
04.04.2017	4	03:38	09:55	7059	5474	1173	3 t 38 min	390	3	5	6	71°54	16°13	71°41	16°22
04.04.2017	5	11:11	15:50	18631	12370	4830	4 t 39 min	380	3	5,8	12	71°43	16°20	71°59	16°16
04.04.2017	6	18:10	21:50	18313	14104	4209	3 t 40 min	385-375	3	6	15	72°00	16°19	71°49	16°14
05.04.2017	7	02:27	06:21	14171	5394	7306	3 t 54 min	385	0	5,9	12	71°51	16°11	71°52	16°13
05.04.2017	8	07:30	12:25	12303	8425	3446	4 t 55 min	385-375	2	6,1	15	71°51	16°13	71°49	16°18
05.04.2017	9	14:02	16:49	3139	1028	1239	2 t 43 min	380-405	6	5,8	14	71°48	16°14	71°58	16°05
05.04.2017	10	18:10	22:54	6960	3990	2410	4 t 45 min	395-410	0	4,6	13	71°58	16°09	71°42	16°18
06.04.2017	11	00:20	03:10	25254	21881	2622	2 t 50 min	400-410	2	6,4	10	71°46	16°12	71°57	16°04
06.04.2017	12	04:17		17549	13129	3372		410-380	-1	5,1	9	71°58	16°04	71°52	16°12
06.04.2017	13	10:47	17:12	13122	8179	2823	6 t 24 min	395	-2	5,9	10	71°54	16°08	71°54	16°09
06.04.2017	14	18:50	22:50	14574	12102	2274	4 t 0 min	400-395	1	5,6	10	71°52	16°08	71°52	16°08
07.04.2017	15	00:30	05:38	13973	9909	2823	5 t 6 min	400-395	-2	6	10	71°52	16°08	71°54	16°04
07.04.2017	16	06:40	09:50	1349	515	690	3 t 10 min	395-384	-1	5,9	11	71°51	16°10	71°57	16°12
07.04.2017	17	11:35	16:57	9500	5474	2550	5 t 22 min	375-395	-2	5,8	14	71°48	16°15	71°31	16°36
07.04.2017	18	18:27	22:30	5875	5214	276	4 t 3 min	395-380	-1	5,4	8	71°22	16°47	71°09	17°00
07.04.2017	19	23:55	06:10	8810	5209	2823	6 t 15 min	420-440			15	71°03	17°04	70°42	17°13
08.04.2017	20	04:45	12:55	21842	256	20240	4 t 10 min	180-140	3	6,9	8	70°26	17°29	70°28	18°20
08.04.2017	21	14:23	18:29	9646	0	9646	4 t 5 min	135	4	5,5	11	70°29	18°02		
08.04.2017	22	19:18	00:26	5693	0	4824	5 t 8 min	150-153	5	5,4	8	70°29	18°21	70°30	18°36
09.04.2017	23	01:18	06:05	5756	0	5756	4 t 48 min	165	4		5	70°30	18°35	70°27	17°39
09.04.2017	24	07:15	11:47	6765	0	5584	3 t 54 min	155-150	1	6,8	10	70°28	17°47	70°30	18°22
09.04.2017	25	14:50	20:44	10209	3863	5638	5 t 54 min	415-380	7	6	13	70°47	17°13	71°08	17°00
09.04.2017	26	22:00	04:52	5118	3151	1035	6 t 52 min	475-440	0	5,9	9	71°08	16°58	20°47	17°13
10.04.2017	27	06:14	11:27	9697	837	6543	5 t 13 min	342-360	2	6,1	12	70°51	17°16	71°10	17°02
10.04.2017	28	15:01	19:12	9005	1739	5990	6 t 11 min	360-320	5	6,1	12	71°12	17°02	70°51	17°17
10.04.2017	29	20:48	00:56	4177	1674	1308	4 t 8 min	450-500	0	5,9	14	70°51	17°14	71°07	16°58
11.04.2014	30	06:06	11:30	n.a	0	5624	5 t 24 min	190-140	2	6,5	15	70°24	17°20	70°28	18°22

2.3 Forsøksplan og gjennomføring av forsøk

Fisk fra trålen på babord side ble sluppet ned i levendelagringstanken (babord), og det ble gjort et tilfeldig uttak av fisk etter levendelagring i 1,5, 3 og 6 timer (se forsøksplan i Tabell 2). I tillegg ble det tatt ut fisk fra dekk og analysert med engang (gruppe 0 timer). Fisken ble drept med et slag mot hodet etter uttak, deretter ble fisken bløgget ved at gjellene på den ene siden ble kuttet hvorpå blod ble samlet opp i en kopp der blod-pH, laktat og glukose i blodet ble målt. Fisken ble så lagt i et utblødningskar fylt med sjøvann i 30 min. Deretter ble muskelkontraksjon ('twitch tester'), initial pH i hvit muskel og kroppstemperatur målt (4,3-8,2°C). Etter måling av rundvekt og total lengde (snute t.o.m ende av halefinne) ble fisken sløyd og venstre side ble filetert. Svarthinnen ble fjernet fra filetene. Kjønn, samt vekt av lever og gonader ble så bestemt. Filetene ble skylt i sjøvann i ca. 30 sek og tørket av før subjektiv evaluering av antall blodflekker, farge på loins og buk, og antall blodfylte årer. Deretter ble filetene fotografert for senere bestemmelse av farge i henhold til CIE L*a*b* systemet.



Figur 3. Flytskjema over forsøksoppsettet.

Tilfeldig utvalgte fisk (torsk og hyse) ble tatt fra dekk og lagt i bøtter i 4-5 timer før prosessering. Denne gruppen ble inkludert for å simulere vanlig trålfisk, som gjerne blir liggende i tørr mottaksbinge en god stund før fisken blir prosessert om bord (gruppe "Død"). Fisken ble avlivet med slag i hodet og deretter behandlet som fisk fra levendelagringstanken beskrevet ovenfor. I tillegg tok mannskapet om bord ut prøver av torsk fra hal 30 som de delte i to grupper: direktesløyd 15 min og direktesløyd død 2 timer (n=10 per gruppe). Fisk fra disse fulgte ikke utblødningspraksisen over og ble sløyd og hodekappet like etter avlivning (direktesløyd). Den første gruppen ble avlivet og direktesløyd 15 minutter etter at fangsten ble tatt om bord og representerer derav det første av fisken i halet som blir prosessert om bord. Den neste gruppen ble liggende i kasser i 2 timer og representerer lagring i tørrbinge.

Fisk fra alle andre grupper ble fryst inn i halvblokker, transportert til Trondheim, tint og analysert på SINTEF Sealab i Trondheim 2 måneder etter fangst som beskrevet i Tabell 2. For tint fisk ble fileter subjektivt vurdert, og avbildet for vurdering av filetfarge i CIE L*a*b*. Det ble også målt hardhet av høyre filet ved tre lokasjoner/på tre ulike punkter.

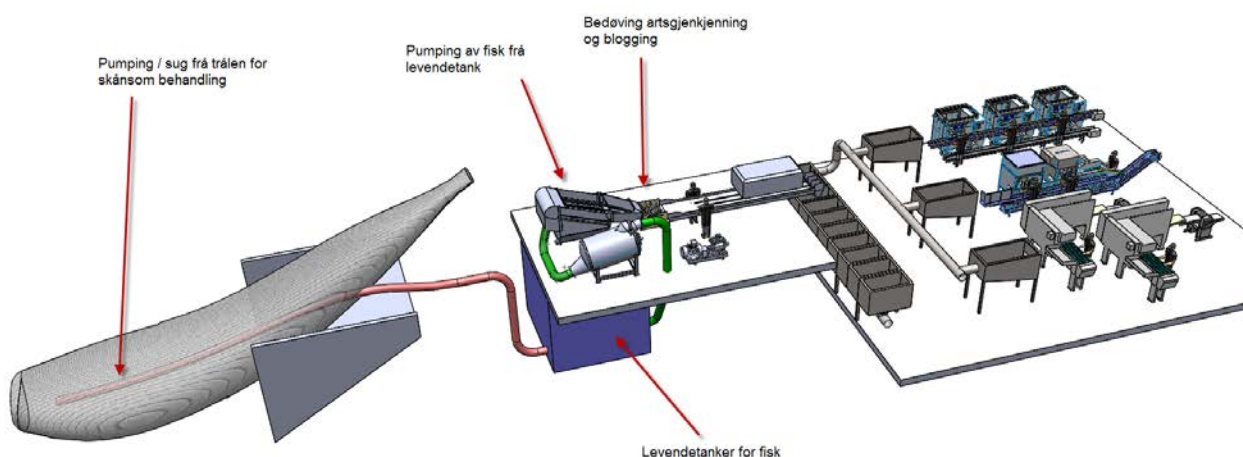
Tabell 2. Oversikt over hvilke forsøk som ble gjennomført, inklusive art, fangstdybde, ulike behandlinger (0, 1, 5, 3 og 6 representerer antall timer fisken var levendelagret før slakting), og antall fisk. Behandling "Død" er tilfeldig utvalgte torsk og hyse som ble tatt fra dekk og lagt i bøtter i 4-5 timer før prosessering. Denne gruppen skulle representere vanlig trålfisk som blir oppbevart i tørr mottaksbunge før prosessering.

Hal nr	Tilstand	Art	Dybde (m)	Tråletid	Behandling	Totalt n/Antall
4	Fersk	Hyse	390	3 t 38 min	Død+0+1,5+3+6	68
8 ¹	Fryst/Tint	Hyse	375-385	4t 55 min	1,5+3+6	30
8	Fersk	Torsk	375-385	4t 55 min	Død+0+1,5+3+6	67
8 ²	Fryst/Tint	Torsk	375-385	4t 55 min	1,5+3	20
16	Fersk	Hyse	384-395	3t 10 min	Død+0+1,5+3+6	50
16	Fryst/Tint	Hyse	384-395	3t 10 min	0+1,5+3+6	40
16 ³	Fryst/Tint	Torsk	384-395	3t 10 min	0+1,5+6	30
20	Fersk	Torsk	140-180	4t 10 min	Død+0+1,5+3+6	57
20	Fryst/Tint	Torsk	140-180	4t 10 min	0+1,5+3+6	40
27	Fersk	Torsk	342-360	5t 13 min	Død+0+1,5+3+6	50
30*	Fryst/Tint	Torsk	140-190	5t 24 min	Direktesløyd, 15min og 2t	20

¹ - blokk med prøve for behandling 0 ble tatt ut ombord, men forsvant under transport til SINTEF Sealab. ² - blokk med prøve for behandling 0 og 6 ble tatt ut ombord, men forsvant under transport til SINTEF Sealab. ³ - blokk med prøve for behandling 3 ble tatt ut ombord, men forsvant under transport til SINTEF Sealab. *Direktesløyd fisk tatt ut av mannskap 15 min etter at fisken ble tatt ombord og etter lagring i kasser i 2 timer (representerer lagring i tørrbunge).

2.4 Beskrivelse av slaktelinje

Slaktelinje ombord: Fangstoperasjon (dobbeltrål) – ombordtaking (ombordtaking av fangst fra hvitfisktrål skjedde ved at sekken ble dratt opp på hekken) – kortidslevendelagring før avlaving (fisk fra sekken ble tømt i ned i to mottaksbinger med vann) – Elektrobedøving (STANSAS #1) – Manuell bløgging – RSW utblødningskar – sløyning og hodekapping – Sortering på vekt og kvalitet, restråstoff – Pakking i fryseblokker (illustrert i Figur 4).



Figur 4. Illustrasjon av slaktelinje om bord på Molnes. Illustrasjon: Stein Magne Kjerstad, Steeltech.

En beskrivelse av levendefisktankene og elektrobedøveren er gitt nedenfor:

Levendefisktankene hadde et volum på 25 m³. Fisketettheten varierte fra 54 kg/m³ til 492 kg/m³ (se Tabell 5) avhengig av fangstmengde og om en eller begge mottakstankene var i bruk. Vanntilførsel kom via dyser som gikk på langs av tanken (illustrert på Figur 5). Det var montert et kamera i hver av tankene, men det var vanskelig å se fiskens atferd på skjermen på grunn av begrenset med lys. Fisk med for mye luft i bukhulen flø(y)t på toppen i tanken. Disse ble prosessert først.

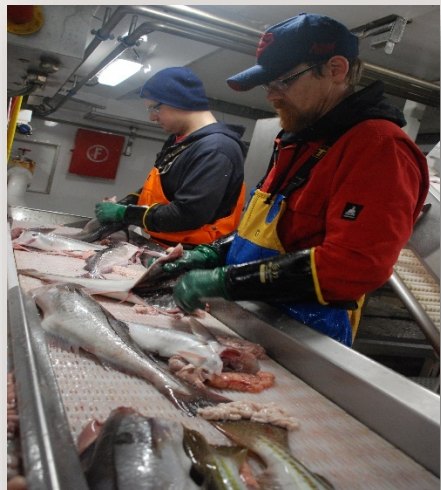
En tommelfingerregel sier at man trenger en halv liter vann per kg fisk per minutt. Siden vannet føres langs veggene kan det være fare for at friskt vann ikke når ned til den fisken som ligger helt på bunnen, og det oppstår lommer med oksygenfattig vann. Vi logget oksygenivået i tanken på samme side som vanntilførsel, da det ikke var mulig å få festet loggerne andre steder i tanken. Dette vil trolig gi et noe feil bilde av oksygenivået i hele tanken, da vi logger oksygenivået hvor det til enhver tid er mest oksygenrikt vann. Like etter at torsk er sluppet ned i levendefisktanken, vil den raskt søke ned mot bunnen, og stopper ikke før den ligger på bunnplaten. Påfølgende fisk vil gjøre det samme, og når rommet anses som oppfylt, er det ofte et 40–50 cm tykt og tett lag med fisk (Olsen et al., 2014)⁴.

Elektrobedøveren om bord var av type STANSAS #1 fra SeaSide AS (Stranda) (se Figur 5). Elektrobedøveren var koplet med (+) og (-) elektroder på annenhver rekke, hadde 3 rekker à 10 elektroder (lameller). Transportbåndet var laget av plast. Fiskens gjennomløpstid på transportbåndet gjennom el.bedøveren var på ca. 7 sek. Spenningen som ble benyttet var ca. 40 V pDC (12-15 ampere, regulerbar) . Strømpulsen som benyttes for STANSAS #1 består av en DC og en AC komponent.



Figur 5. Venstre: Levendefisktanker ombord Molnes. Temperatur- og oksygenloggere ble festet langs det svarte røret som vises på bildet. Det svarte røret sørget for vanntilførsel. Foto: Guro Møen Tveit, SINTEF. Høyre: Elektrobedøver (STANSAS #1). Foto: Hanne Digre, SINTEF.

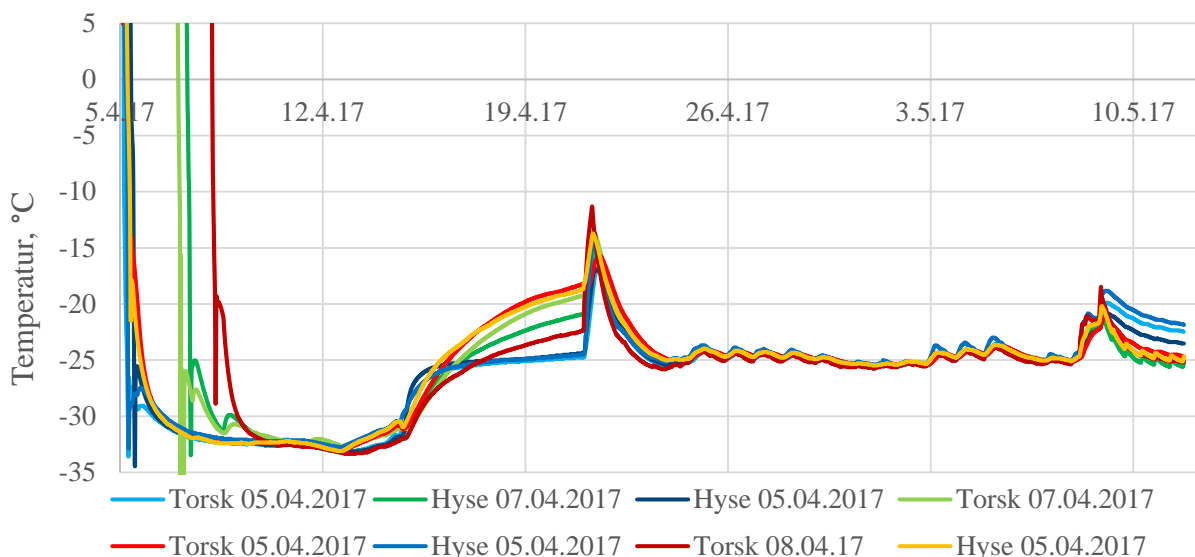
⁴ Olsen, SH, Digre H, Grimsmo, L, Toldnes, B, Eilertsen A, Evensen, TH, Midling KØ, 2014. Implementering av teknologi for optimal kvalitet i fremtidens prosesslinje på trålere "OPTIPRO" – Fase 1. Nofima Rapport 39/2014



Figur 6. Bilder fra prosesslinjen om bord på Molnes. Øverst til venstre: Fisk fra trålen blir tømt i levendelagringstankene; Øverst til høyre: fisk fra levendelagringstankene før elektrobedøvelse; nederst til venstre: elektrobedøvd fisk blir bløget; nederst til høyre: etterrensing av fisk. Foto: Guro Møen Tveit, SINTEF.

2.4.1 Innfrysning av fisk

Tjueto halvblokker med torsk og hyse ble fryst inn i platefryserer ombord på Molnes, og lagret om bord frem til lossing rundt den 21.april ved Ålesund og frysetransportert (> -18°C) til SINTEF Sealab for deretter å bli lagret på frys fra 08.05.2017 (ca. -25°C) i en måned før tining og påfølgende analyse (Figur 7). Det ble benyttet tiningsmetode etter beskrivelse fra Otto Giskeødegård som gjennomfører kvalitetsanalyser for Nordic Wildfish, som beskrevet av Widell et al. (2017)⁵.



Figur 7. Temperatur av halvblokker med torsk og hyse etter innfrysning i platefryserer om bord, til plassering på fryserom ved SINTEF Sealab. De fem første blokkene med loggere ble fryst inn 05.04.17, to på 07.04.17 og en på 08.04.17.

2.4.2 Beskrivelse av tiningsprosedyre

Tiningen av fisken ble utført i kar med ferskvann, som tidligere beskrevet av Widell et al. (2017). Vannet ble langsomt skiftet ut (ca. 1 liter/min), ved at nytt vann ble ført inn via slanger på bunnen av karene der overflødig vann rant over kanten (Figur 8). I hvert kar ble det tint to halvblokker etter oppsett i Tabell 3. Størrelsen på karene var på 0,18m³ (0,6 x 0,6 m og 0,5 m høye).

Tabell 3. oversikt over hvilke blokker med torsk og hyse som ble tint i hvert kar.

Start tining	Slutt tining	Kar 1	Kar 2	Kar 3	Kar 4
06.06.2017	07.06.2017	Hyse 3t (05.04) Torsk (08.04)	Hyse 0t (07.04) Hyse 1,5t (07.04)	Hyse 6t (07.04) Torsk 1,5t (07.04)	Torsk 3t (08.04) Torsk 6t (07.04)
07.06.2017	08.06.2017	Hyse 6t (05.04) Hyse 1,5t (05.04)	Hyse 3t (07.04) Torsk 3t (05.04)	Torsk 6t (08.04) Torsk 0 (07.04)	Torsk 6t (05.04) Torsk 1,5t (08.04)
08.06.2017	09.06.2017	-	-	-	Direktesløyd 15 min, Direktesløyd død 2t

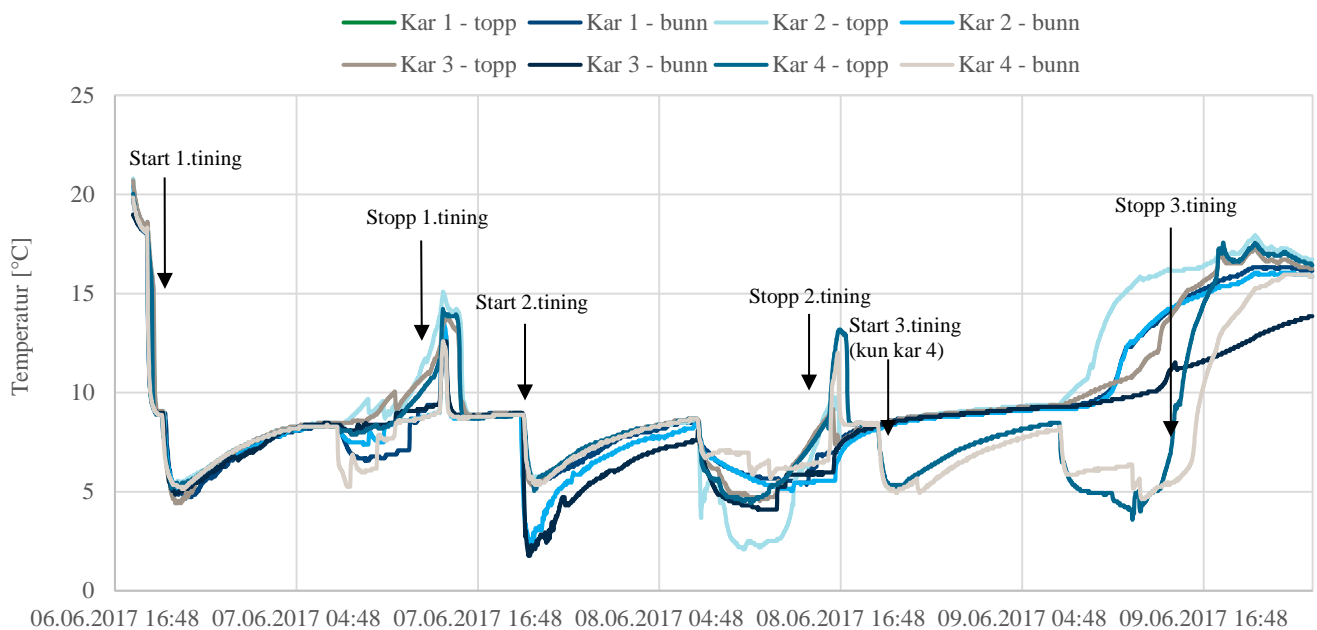
Fisk ble lagt ned i kar fulle med vann klokka 20:00 hver kveld. Vanntilførselen ble avsluttet mellom klokka 07.00 og 09.00 hver dag (avhengig av om fisken var tint eller ikke).

⁵ Widell, KN, Tveit, GM, Ladam, Y, 2017. Sluttrapport: Kvalitet på ombordfryst sei. Kuldeanlegg med ulike kuldemedium – CO2 og ammoniakk. SINTEF rapport OC2017 A-130.



Figur 8. Tining av fiskeblokker i kar med ferskvann hvor overflødig vann rant over kanten. Foto: Guro Møen Tveit, SINTEF.

Etter 11 timer med gjennomstrømming av rent vann i karene ble vannet slått av. Fisken ble liggende i karet med vann frem til analyse, og for å holde temperaturen jevnt lav ble det ved behov fylt på med is i vannet. Blokkene ble liggende i vannet mellom 13-16 timer (Figur 9). Ved filetering av fisk hadde hysa en kjernetemperatur på mellom 2,8°C og 7,5°C og torsk på mellom 2,3°C og 7,5°C. Den noe høye verdien på 7,5°C skyldes at ferskvannet som strømmet gjennom karene hadde en gjennomsnittstemperatur på rundt 8°C.



Figur 9. Vanntemperatur i tiningkar (ferskvann). Temperaturloggere var plasserte i toppen og bunnen av karet.

2.5 Analyser og kvalitetsvurdering

2.5.1 Biologiske data

Biologiske data ble målt for torsk og hyse fra de fire forsøkshalene. Følgende data ble registrert: Kroppstemperatur, lengde, rundvekt, kjønn, gonadevekt og levervekt. Kondisjonsfaktor (K-faktor), leverindeks og gonadeindeks ble beregnet ut fra henholdsvis Likning 5-1, Likning 5-2 og Likning 5-3.

$$K - faktor = \frac{Sløydvekt (g)}{Lengde^3 (cm)} \times 100 \quad (5-1)$$

$$Leverindeks = \frac{Levervekt (g)}{Sløydvekt (g)} \times 100 \quad (5-2)$$

$$Gonadeindeks = \frac{Gonadevekt (g)}{Sløydvekt (g)} \times 100 \quad (5-3)$$

2.5.2 Overlevelse og stressnivå

Fiskens tilstand (*overlevelsesrate*) etter levendelagring ble vurdert visuelt ved å observere synlig bevegelse av gjeller og andre bevegelser samt ved eventuell berøring av sidelinja. Overlevelse av fisken ble vurdert av en av forskerne som observerte fisken som ble transportert på båndet mellom tanken og elektrobæderen.

Laktat i blod: Laktat (melkesyre) i blod har vist seg å være en god stressindikator (pga. relativt rask responstid). En 'målestrimle' fuktes med noen få dråper helblod fra en blodprøve. Strimlen settes inn i et meter (Lactate Scout+, SensLab GmbH, Leipzig, Tyskland) og laktatverdien avleses direkte i mmol L⁻¹ etter få sekunder.

Glukose i blodet: En 'målestrimle' fuktes med noen få dråper helblod fra en blodprøve. Strimlen settes inn i et Ascencia Contour meter (Bayer HealthCare LLC, Mishawaka, Indiana, USA) og glukoseverdien avleses direkte i mmol L⁻¹ etter få sekunder.

Blod-pH: pH i blodet ble målt umiddelbart etter kutting av gjellene der blodet ble samlet i en kopp hvor man ved bruk av et pH-meter tilsvarende det som ble brukt for måling av pH i muskel (se nedenfor) målte blod pH.

Initiell pH i muskel: Økt muskelaktivitet (f.eks. ved fluktrespons eller 'sprelling') fører til at pH i muskelen synker fra et hvilenivå på pH 7,5 ± 0,1. For å unngå effekt av videre pH-reduksjon post mortem må pH måles like etter død (initiell pH). Initiell pH måles ved at elektroden stikkes direkte inn i ryggmuskelen umiddelbart etter avlaving (et snitt gjennom huden må skjæres først med skalpell). En skjermet WTW SenTix 41 glasselektrode (WTW, Weilheim, Tyskland) koplet til et portabelt pH meter (model WTW 315i) ble benyttet.

Muskelkontraksjon: Evnen muskelen har til å kontrahere like etter avlaving ble målt med et 'Twitch Tester'-instrument (AQUI-S Ltd., Lower Hutt, New Zealand). To elektroder plasseres på fisken, og 9 V DC påtrykkes i 1-2 sek. Score 3 - Dersom fisken er lite stresset slår den med halen ved stimulering (elektrodene plassert på sidelinjen bak hode og ved halen). Score 2 - Elektrodene plassert på samme måte, men utslaget med halen er (meget) svakt. Fisken er stresset. Score 1 - Kontraksjoner over mindre områder når elektrodene plasseres med noen få cm avstand rundt omkring på fiskens overflate. Dette forekommer en tid etter avlaving. Score 0 - ingen reaksjon overhodet (energiinnholdet i muskelen er tappet etter død, dvs fisken har vært død i flere timer).

Rigor mortis: Dersom fisken blir utsatt for håndteringsstress som for eksempel i forbindelse med fangsting, er det velkjent at inntreden i rigor mortis skjer raskere enn når fisken behandles skånsomt. Metoden som ble anvendt var Rigor status-metoden som er en subjektiv, sensorisk metode basert på følgende skala: 0 = pre- eller postrigor; 1 = rigor starter (første tegn på stivhet, for eksempel i nakke eller haleregionen); 2 = rigor (ett større område er i stivt); 3 = hele fisken er i rigor; 4 = sterkere rigor; 5 = veldig sterk rigor (Erikson, 2001⁶).

2.5.3 Subjektiv evaluering av blod i filet

Filetkvaliteten ble vurdert sensorisk av to erfarne forskere (se Figur 10) på fersk og tint filet i forhold til følgende parametere:

Blodflekker filet (skala 0-2):

- 0: ingen synlige blodflekker
- 1: en eller to små blodflekker i buk eller hale
- 2: flere små blodflekker på filetene eller blå/=blod?flekker på loins

Blodfylte årer i buk (0-2):

- 0: ikke synlig blod i årer
- 1: delvis fylte blodårer (<5 årer)
- 2: delvis eller helt fylte blodårer (>5 årer)

Misfarging buk (0-2):

- 0: homogen hvit
- 1: rosa
- 2: rød

Misfarging loins (0-2):

- 0: homogen hvit
- 1: rosa
- 2: rød

Gaping (skala 0-5)*:

- 0: ingen gaping
- 1: få små spalter (<5)
- 2: noen små spalter (<10)
- 3: mange spalter (<10 el. Få store)
- 4: utpreget gaping
- 5: ekstrem gaping (fileten faller fra hverandre)

Blodflekker under skinn (0-1)*:

- 0: ingen synlige blodflekker
- 1: synlige blodflekker



Figur 10. Kvalitetsevaluering av filet.
Foto: Hanne Digre, SINTEF.

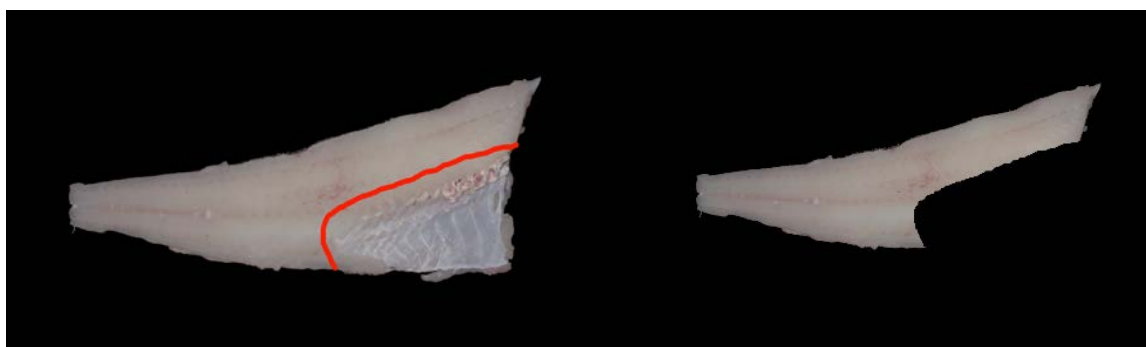
⁶ Erikson, U. 2001. Rigor measurements. In *Farmed Fish Quality*. Edited by S. Kestin and P. Wariss. Blackwell Science, Oxford. pp. 283-297.

* Gaping ble kun vurdert for tint fisk, og blod under skinn ble kun vurdert for fersk fisk vurdert om bord.

2.5.4 Filetfarge

Filetene ble fotografert samme dag som de subjektive vurderingene ble gjennomført, på både fersk og tint filet. Fargerommet CIE $L^*a^*b^*$, hvor L^* , a^* og b^* representerer henholdsvis lyshet, rødhet og gulhet av filetene, ble brukt for objektiv vurdering av filetfarge i det utvalgte interesseområdet. For avbildning av fileter ble det brukt et Nikon speilreflekskamera i kombinasjon med polarisert blits og linse. Kameraet ble plassert vinkelrett over fisken. Fileten ble plassert på et mørkt, matt underlag for å begrense reflekser fra blits, og tre hvite markører ble plassert i hvert sitt hjørne for å kunne kompensere for variasjoner i styrke på blits. I tillegg ble det før hver økt tatt bilde av en X-Rite ColorChecker fargekort som utgangspunkt for fargekalibrering.

Før analyse ble bildene av filet preprosessert for å sikre at fargedataene fra hvert bilde var sammenlignbare med hverandre, og det ble kompensert for eventuelle variasjoner i blitslys og fargevariasjoner i belysning. Råbildene fra kameraet har 14-bit oppløsning per fargekanal. Dette er en unødvendig høy oppløsning for selve fargeanalysen, men nødvendig for å sikre at man ikke mister informasjon når man justerer for blitsintensitet. Snittverdien for hver hvit markør brukes for å finne en oppjusteringsfaktor som sørger for at intensiteten for alle bildene blir lik. Som nevnt ble hver økt med avbildning startet med å ta bilde av en fargereferanse (X-Rite ColorChecker), som intensitets justeres på samme måte som over. Hvert referansebilde analyseres for å finne forholdet mellom fargedata i bildet og sRGB referanseverdier gitt av X-Rite. Dette forholdet brukes så til å kalibrere alle bildene i tilhørende økt til korrekt fargeverdier. Etter fargekalibreringen ble bakgrunnen i bildet (nummertag, hvit markør og matte) fjernet slik at bare fileten er synlig på bildet (Figur 11). For framsiden av fileten ble i tillegg bukhinnen fjernet manuelt.



Figur 11. Eksempel på området de objektive fargeverdier gjengir. CIE $L^*a^*b^*$ farge av ferske og fryste/tinte torsk- og hysefileter rapporteres som gjennomsnittsverdier for det utvalgte interesseområdet (ROI). Ved beregning av dette blir det røde området over (til venstre) fjernet slik at man kun sitter med det utvalgte interesseområdet (ROI, til høyre).

For alle segmenterte fileter ble så snittverdier for følgende fargeverdier beregnet:

- L^* (CIELAB)
- a^* (CIELAB)
- b^* (CIELAB)
- Chroma ($C_{ab}^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$) (5-4)
- Whiteness ($W^* = L^* - 3b^*$) (5-5)
- Hue ($H_{ab}^* = \arctan(\frac{b^*}{a^*})$) (5-6)
- Saturation (HSL fargerom) (5-7)

2.5.5 Tekstur

Det ble gjennomført teksturanalyse på høyrefiletten av fisk fra hver halvblokk (n=5) like etter tining og håndfiletering ved nedtrykk ved tre ulike lokasjoner (se Figur 12). Det ble målt hardhet av prøvene ved hjelp av en teksturmåler, TA.XT2 Texture Analyser (Stable Micro Systems, Surrey, UK), og en modifisert metode for analyse beskrevet av Einen og Thomassen (1998)⁷ og modifisert av Digre, Erikson et al. (2010)⁸. Programvaren Exponent ble benyttet for dataprosessering og dataanalyser. Analysen ble gjort med en veiecelle på 5 kg og en sylindrisk probe med flat bunn med diameter 12 mm, en P0.5 probe (1/2, delrin for gelatine). Hardhet ved nedtrykk til 60 % av prøvetykkelsen ble registrert ved at proben ble trykket ned i kjøttet normalt på muskelfibrenes lengderetning med en hastighet på 0,5 mm/s og trigger force på 0,049 N.



Figur 12. Nedtrykk ved lokasjon 1-3 (hull i loinsdelen) ved teksturmåling av høyre filet. Foto: Guro Møen Tveit, SINTEF.

2.6 Statistiske metoder

Statistikkprogrammet IBM® SPSS® Statistics (versjon 21) og Microsoft Excel ble nyttet for dataprosessering og statistiske analyser av data. For å teste om det var signifikante forskjeller mellom fisken fra de to kuldeanleggene ble det kjørt enveis ANOVA med bruk av post hoc Tukey's test. For diskrete variabler (f.eks. visuell vurdering av ytre skader og fileter) ble Mann Whitney og Kruskal-Wallis test benyttet. De statistiske resultatene ble ansett som statistisk signifikante ved $p < 0.05$. Usikkerhetene i teksten er fremstilt som standardfeil (SEM) dersom ikke annet er spesifisert.

⁷ Einen, O., Waagan, B., & Thomassen, M. S. (1998). Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*): I. Effects on weight loss, body shape, slaughter-and fillet-yield, proximate and fatty acid composition. *Aquaculture*, 166(1), 85-104.

⁸ Digre, H., Erikson, U., Misimi, E., Lambooi, B., & Van De Vis, H. (2010). Electrical stunning of farmed Atlantic cod *Gadus morhua* L.: a comparison of an industrial and experimental method. *Aquaculture research*, 41(8), 1190-1202.

3 Resultater

3.1 Biologiske data

Oversikt over biologiske data av fisken fra forsøkshalene 4, 8, 16, 20 og 27 er gitt i Tabell 4. Fiskestørrelsen for artene benyttet til forsøkene er vist sammen med fiskens K-faktor, gonade- og leverindeks, samt fordelingen i henhold til kjønn.

Tabell 4. Oversikt over lengde, vekt, K-faktor, gonadeindeks, leverindeks og kjønnsfordeling for hyse og torsk vurdert om bord. Middelerverdier \pm SD.

Art	N	Lengde (cm)	Vekt (kg)	K-faktor	Gonadeindeks (%)	Leverindeks (%)	Hunn/Hann (%)
Hyse	118	57,1 \pm 5,2	2,1 \pm 0,6	1,08 \pm 0,22	8,9 \pm 5,7	3,8 \pm 0,9	Hunn 28,0% Hann 72,0%
Torsk	174	66,7 \pm 7,6	2,7 \pm 1,0	0,88 \pm 0,17	8,4 \pm 7,4	4,9 \pm 2,0	Hunn 67,8% Hann 32,2%

3.2 Kortidslevendelagring og overlevelse

Fisketetthet i tankene, oksygennivå, vanntemperatur, samt overlevelse i levendelagringstankene er vist i hhv. Tabell 5 og Figur 13. Fisketettheten varierte fra 54 til 492 kg/m³. Tidligere studier har vist at torsk kan holdes ved 540 kg/m³ i 24 timer uten økt dødelighet⁹. Oksygenmetningen i tankene varierte fra 80 til > 200%. Under ekstreme forhold, i et lukket system med 250 % oksygenmetning i 5 timer ved 15 °C, ble laks gradvis treg, gulpet og fikk hosteproblemer med munnen over vannoverflaten. Imidlertid fant ingen kraftig svømmeaktivitet sted og en postmortem-evaluering av filetkvalitet viste at oksygenovermetningen førte til mykt kjøtt og overdreven slimdannelse¹⁰. Det ble observert fisk som gulpet og holdt munnen over vann om bord på Molnes. Det er anbefalt å prøve å holde et oksygennivå rundt 100 % i tanken. Basert på erfaringer fra laks, bør oksygennivået bør ikke være lavere enn 60-70 % og ikke høyere enn 110 %¹¹. Temperaturen var tilnærmet lik sjøtemperaturen og varierte fra 4,5 til 7,4 °C.

Tabell 5. Oversikt over forsøkene inkludert art, fisketetthet i tank på 25m³, oksygennivå (min-maks) og vanntemperatur (min-maks).

Hal nr	Art	Fisketetthet (kg/m ³)	DO (% metning)*	Temperatur (°C)
4	Hyse og Torsk	282	200,7 – 118,9	7,4 – 6,5
8	Hyse og Torsk	492	200,7 – 91,4	6,8 – 6,3
16	Hyse og Torsk	54	135,7 – 80,4	7,0 – 6,2
20	Torsk	437 ²	200,7 – 91,4	5,5 – 4,7
27	Hyse og Torsk	388	102,9 – 85,0	6,8 – 6,2
30 ¹	Torsk	n.a	91,3 – 89,9	5,9 – 4,5

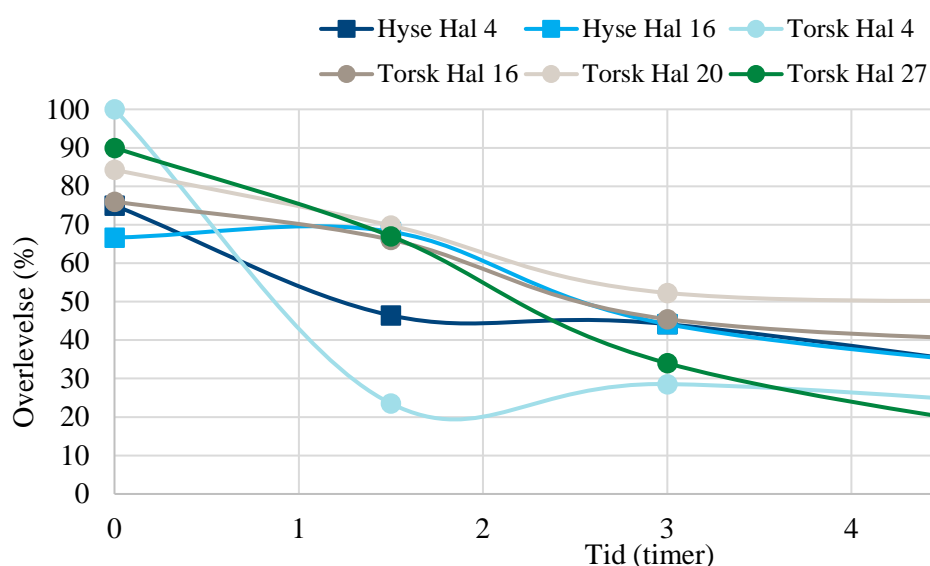
* Oksygenmetningen (DO) gikk i metning på 201% (tilsvarende 19,6 mg/l), dette grunnet at det var vanskelig å justere oksygentilstrømmingen med flowmeteret. DOangir oksygenmetningen i våtbingen i tidsrommet fra halet kom på dekk (start) til 7 timer etter landing (slutt). ¹ Ble kun analysert tinte prøver ved SINTEF Sealab fra dette halet. ² Dette halet var så stort at fisk ble fordelt i begge tankene, og oppgitt fisketetthet er beregnet fordelt på begge tankene da vi ikke har oversikt over hvor mye fisk som var i hver tank.

⁹ Staurnes, M., Sigholt, T., Pedersen, H.P., Rustad, T. 1994. Physiological effects of simulated high-density transport of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, 119, 381-391.

¹⁰ Erikson, U 2001. Potential effects of preslaughter fasting, handling and transport. S. Kestin, P. Wariss (Eds.), *Farmed. Fish Quality*, Blackwell Science, Oxford (2001), pp. 202-219

¹¹ Thorarensen H., Farrell, A.P. 2011. The biological requirements for post-smolt Atlantic salmon in closed-contained systems. *Aquaculture* 312: 1-14.

Overlevelsesraten rett etter ombordtaking varierte fra 67-75 % og 76-100 % for hhv. hyse og torsk. Overlevelsen ble gradvis redusert med økende levendelagringstid og etter 6 timer var ca. 25 % av hysa fremdeles levende, mens mellom 8 og 50 % av torskene levde. Faktorer som er rapportert har innvirkning på overlevelsesgraden til villfanget fisk er fangstmengde, fangstdybde, værforhold og tråletid¹²¹³. I denne studien hadde torskene fra hal 20 høyest overlevelse etter 6 timer. Denne fisken var fangstet på grunnere vann enn de andre fiskene (140-180 m vs 342-395 m). Dette halet hadde derimot like lang tråletid, størst fangstmengde (ca. 21 tonn), lite vind (8 m/sek) og fisketettheten var størst i tankene (436 kg/m³). Det kan dermed se ut som fangstdybde hadde størst innvirkning på overlevelsesgraden i dette forsøket.



Figur 13. Oversikt over %-vis overlevelse av torsk og hyse fra de ulike halene og hvordan overlevelsen forandret seg med lagringstid i tankene. (n = 5-197).

3.3 Stressnivå

Effekt av levendelagring:

Resultater for blodlaktat, blodglukose og blod-pH målt hos hyse og torsk som effekt av levendelagringstid er vist i Tabell 6. Et gjennomsnitt for torsk og hyse fra alle halene er oppgitt i tabellen. Laktatnivået i blodet økte med tid i levendelagringstanken for både torsk og hyse og var høyest etter 3 timer. Fra 3 til 6 timer var det en svak nedgang i laktatnivået for begge artene, men nedgangen var ikke signifikant. I tillegg var det signifikante forskjeller i blod-pH for torsk, hvor høyest blod-pH (lavest stressnivå) ble målt i fisk rett etter ombordtaking. For hyse ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom gruppene. Ellers var det ingen signifikante forskjeller i blodglukose som effekt av levendelagringstid for begge artene.

¹² Olsen, S.H., Tobiassen, T., Akse, L., Evensen, T.H., Midling, K.Ø., 2013. Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: consequences for the flesh quality. *Fish. Res.* 147, 446–453.

¹³ Digre, H., Rosten, C., Erikson, E., Mathiassen, J.R., Aursand, I.G. 2017. The on-board live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) caught by trawl: Fish behaviour, stress and fillet quality. *Fish. Res.* 189, 42–54

Tabell 6. Laktat, glukose og pH i blod hos torsk og hyse.

Levendelagring (t)	Laktat (mmol/L)	Glukose (mmol/L)	Blod-pH	N
Torsk				
0	3,0 ± 0,0 ^a	3,9 ± 0,3	7,3 ± 0,0 ^c	34
1,5	5,3 ± 0,3 ^b	4,4 ± 0,6	7,1 ± 0,1 ^a	34
3	6,7 ± 0,4 ^{bc}	4,5 ± 0,6	7,2 ± 0,0 ^{ab}	30-33
6	6,4 ± 0,4 ^c	5,8 ± 0,9	7,2 ± 0,1 ^{ab}	26-33
Død	n.a	n.a	n.a	
<i>p-verdi</i>	0,000	0,152	0,022	
Hyse				
0	3,1 ± 0,2 ^a	4,5 ± 0,3	7,2 ± 0,1	21-22
1,5	5,7 ± 0,6 ^b	5,5 ± 0,7	7,2 ± 0,1	22
3	7,7 ± 0,5 ^{bc}	5,2 ± 0,6	7,2 ± 0,1	22
6	6,8 ± 0,7 ^c	6,2 ± 0,9	7,1 ± 0,1	20-22
Død	n.a	n.a	n.a	30
<i>p-verdi</i>	0,000	0,338	0,308	

Gjennomsnittsverdier ± standardfeil. Ulike bokstaver (a, b) angir signifikante forskjeller fra One-way ANOVA med Tukey post hoc test.

Resultater for muskel-pH, muskelkontraksjoner (Twitch Tester) og rigor målt hos hyse og torsk som effekt av levendelagringstid er vist i Tabell 7. Rigor ble målt 45-60 minutter post-mortem og når fisken ble filetert. Hysa ble filetert 2 til 9 timer post mortem og torsk ble filetert 15 til 24 timer postmortem. De fleste torsk hadde en sterk rigor (rigor score rundt 3) etter lagring på is i 15 timer. Hysa gikk i rigor mellom 5 og 6 timer post mortem. Lignende resultater er rapportert for trålfanget torsk og hyse tidligere.¹⁴¹⁵

Resultatene viser at torsken var minst stresset rett etter ombordtaking (høyest verdi av muskel-pH og respons i forhold til nærvær av kontraksjoner, og i tillegg var ingen fisk i rigor på dette tidspunktet). Død torsk hadde signifikant lavere muskel-pH enn torsk målt rett etter ombordtaking, men det var ingen signifikante forskjeller med levendelagret torsk (1, 1,5, 3 og 6 timer). Ingen slike forskjeller i muskel-pH ble målt for hyse. Død torsk og hyse hadde signifikant lavere respons med hensyn til muskelkontraksjoner enn levendelagret fisk. I tillegg hadde disse fiskene en høyere rigor score enn fisk i de andre gruppene.

¹⁴ Digre, H., Rosten, C., Erikson, E., Mathiassen, J.R., Aursand, I.G. 2017. The on-board live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) caught by trawl: Fish behaviour, stress and fillet quality. Fish. Res. 189, 42–54

¹⁵ Digre, H., Hansen, U.J. & Erikson, U. 2010. Effect of trawling with traditional and 'T90' trawl codends on fish size and different quality parameters of cod *Gadus morhua* and haddock *Melanogrammus aeglefinus*. Fisheries Science, 76: 549-559.

Tabell 7. Muskel pH, muskelkontraksjon og rigor status etter 45-60 min post mortem for torsk og hyse.

Levendelagring (t)	Muskel-pH	Muskelkontraksjon (Skala 0-3)	Rigor (Skala 0-5)*	N
Torsk				
0	7,25 ± 0,04 ^b	2,6 ± 0,1 ^d	0,00 ± 0,00 ^a	34
1,5	7,15 ± 0,04 ^{ab}	1,9 ± 0,2 ^c	0,10 ± 0,07 ^a	34
3	7,13 ± 0,03 ^{ab}	1,2 ± 0,2 ^b	0,14 ± 0,11 ^a	33
6	7,16 ± 0,03 ^{ab}	1,1 ± 0,2 ^b	0,38 ± 0,14 ^{ab}	33
Død	7,06 ± 0,03 ^a	0,2 ± 0,0 ^a	0,85 ± 0,20 ^c	20-40
<i>p-verdi</i>	<i>0,005</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	
Hyse				
0	6,93 ± 0,03	2,0 ± 0,1 ^d	0,00 ± 0,00 ^b	10-22
1,5	6,69 ± 0,14	0,8 ± 0,2 ^{bc}	0,00 ± 0,00 ^b	10-22
3	6,79 ± 0,02	0,3 ± 0,1 ^{ab}	0,00 ± 0,00 ^b	10-22
6	6,82 ± 0,04	1,3 ± 0,3 ^c	0,15 ± 0,03 ^b	22
Død	6,79 ± 0,03	0,0 ± 0,0 ^a	0,77 ± 0,24 ^a	30
<i>p-verdi</i>	<i>0,173</i>	<i>0,000</i>	<i>0,004</i>	

* Ble vurdert ved sløyning av fisken. Gjennomsnittsverdier ± standardfeil. Ulike bokstaver (a, b) angir signifikante forskjeller fra One-way ANOVA med Tukey post hoc test.

Effekt av fangst:

Det ble også kjørt statistikk hvor halene ble sammenlignet for de målte stress-parameterne (Tabell 8). For torsk ble det funnet signifikante forskjeller mellom halene for blodlaktat, pH i blod og pH i muskel, hvor torsk fra hal 20 hadde lavere laktatnivå i blodet og høyere blod- og muskel-pH enn torsk fra hal 8 og 27. Dette indikerer at fisk fra dette halet hadde et lavere stressnivå i blodet og muskelen enn torsk fra hal 8 og 27. Fisk fra hal 20 var fangstet på grunnere vann, og hadde noe bedre værforhold under fangsting sammenlignet med hal 8 og 27. Derimot hadde halet like lang tråletid, størst fangstmengde og fisketettheten var størst i tankene.

For hyse ble det funnet signifikante forskjeller mellom halene for muskel-pH, hvor hyse fra hal 27 hadde høyere muskel pH enn hyse fra hal 8. Det var derimot ikke tydelige forskjeller mellom disse halene da både fangstmengder, værforhold tråletid og tråledybde var relativt lik.

For de andre målte parameterne i torsk og hyse ble det ikke funnet noen forskjeller mellom halene.

Tabell 8. Forskjeller mellom overlevelse, laktat, Glukose, blod-pH, muskel-pH, muskelkontraksjon og rigor for torsk og hyse som ble vurdert om bord fra de ulike halene.

	Hal 8	Hal 20	Hal 27	p-verdi
Torsk				
Overlevelse (Skala 0-2)	1,2 ± 0,1 ^b	0,5 ± 0,1 ^a	4,6 ± 0,3 ^a	0,000
Laktat (mmol/L)	6,0 ± 0,4 ^b	4,6 ± 0,3 ^a	5,5 ± 0,4 ^{ab}	0,014
Glukose (mmol/L)	5,1 ± 0,4	4,2 ± 0,4	4,4 ± 0,7	0,388
Blod-pH	7,2 ± 0,0 ^a	7,3 ± 0,0 ^b	7,2 ± 0,0 ^{ab}	0,003
Muskel-pH	7,1 ± 0,0 ^a	7,2 ± 0,0 ^b	7,1 ± 0,0 ^{ab}	0,007
Muskelkontraksjon (Skala 0-3)	1,2 ± 0,2	1,5 ± 0,2	1,4 ± 0,2	0,412
Rigor (Skala 0-5)*	0,5 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,111
N	47-67	42-57	35-50	
Hyse				
Overlevelse (Skala 0-2)	1,6 ± 0,1 ^b	n.a	0,6 ± 0,1 ^a	0,000
Laktat (mmol/L)	5,9 ± 0,5	n.a	5,7 ± 0,4	0,757
Glukose (mmol/L)	5,8 ± 0,5	n.a	4,8 ± 0,4	0,129
Blod-pH	7,1 ± 0,1	n.a	7,2 ± 0,0	0,115
Muskel-pH	6,7 ± 0,1 ^b	n.a	6,9 ± 0,0 ^b	0,005
Muskelkontraksjon (Skala 0-3)	0,8 ± 0,1	n.a	0,8 ± 0,1	0,974
Rigor (Skala 0-5)*	0,5 ± 0,2	n.a	0,2 ± 0,1	0,065
N	48-68	n.a	39-50	

* Ble vurdert ved sløyning av fisken. Gjennomsnittsverdier ± standardfeil. Ulike bokstaver (a, b) angir signifikante forskjeller fra One-way ANOVA med Tukey post hoc test.

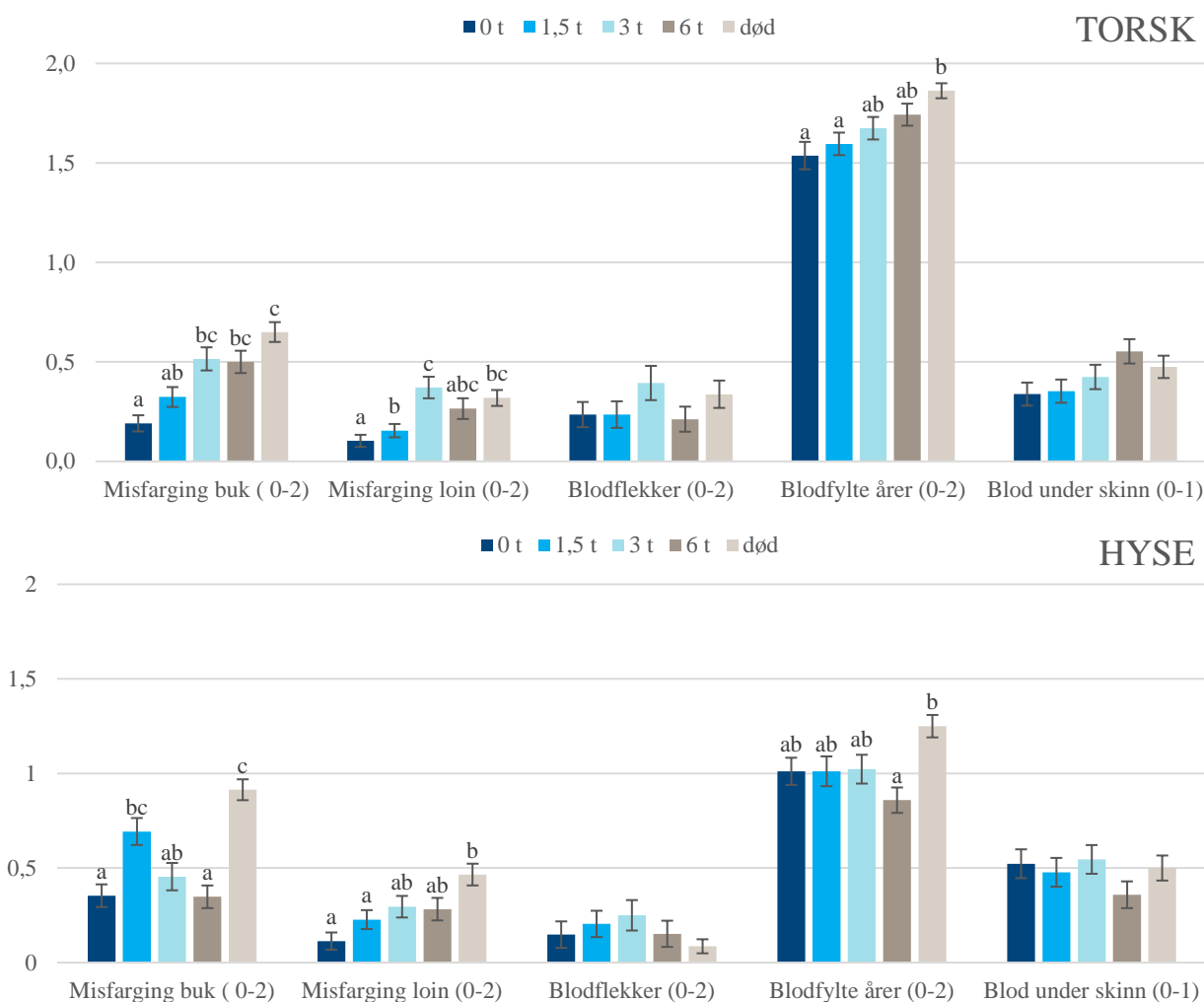
3.4 Sensorisk vurdering av fersk filet

Effekt av levendelagring:

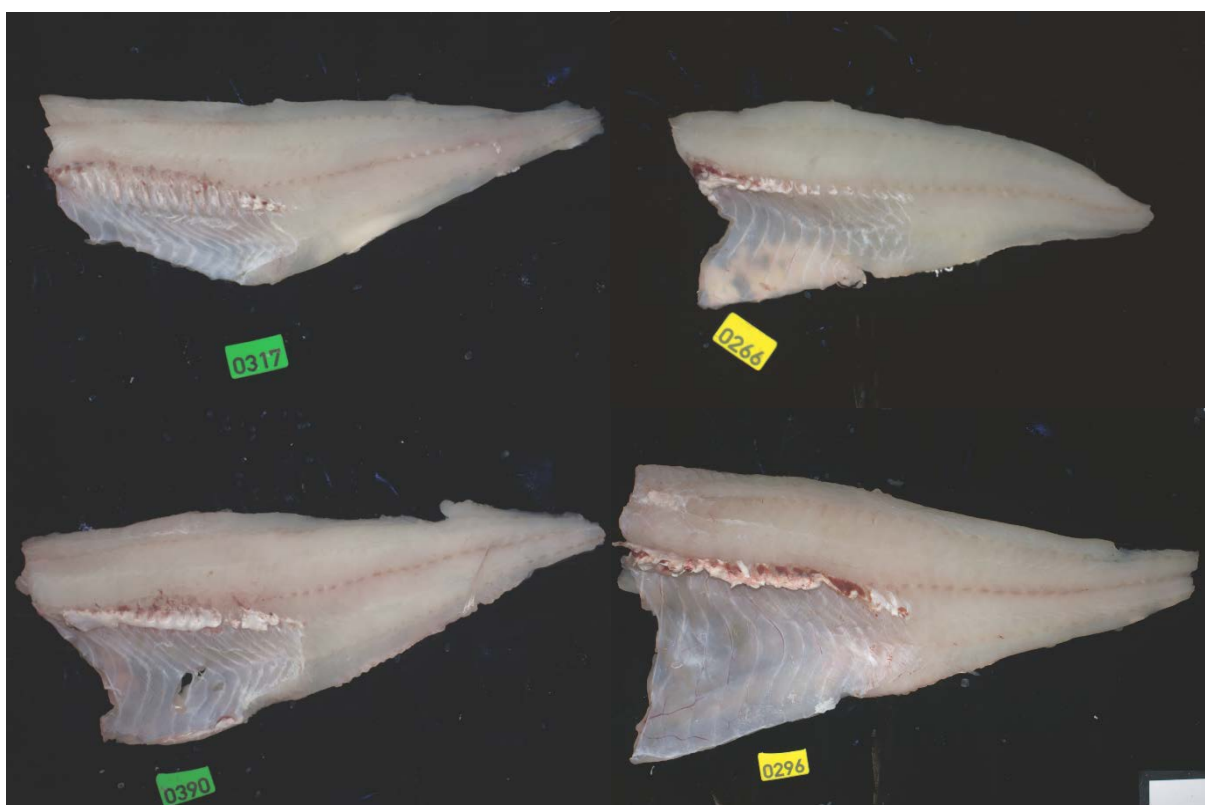
Etter utblødning og filetering ble filetene vurdert sensorisk av to personer. Resultatene er vist i Figur 14. Resultatene for torsk viste at det var mindre misfarging av både buk og loin på fisk som var slaktet rett etter ombordtaking sammenlignet med død fisk og noen av gruppene som var levendelagret (3 og 6 timer levendelagring; misfarging buk, og 1,5 og 3 timer; misfarging loins). Død fisk hadde mest misfarging i buk, loins og flest blodfylte årer. I hovedsak ble det observert samme bilde for hysefiletene. Når det gjelder antall blodflekker og bloduttredelser under skinn var det ingen forskjeller mellom gruppene verken for hyse eller torsk. Generelt hadde filetene lite misfarging, og de fleste filetene var hvite og normal utseende (se Figur 15).

Effekt av fangst:

For kvalitetsparameterne misfarging buk, misfarging loin og blodflekker (både buk og skinnside) ble det ikke funnet signifikante forskjeller for verken torsk eller hyse. For parameteren blodfylte årer ble det derimot funnet forskjeller for begge artene ($p < 0,05$). For torsk ble fileter fra hal 20 funnet å ha mer blodfylte årer i buk sammenlignet med fileter fra hal 8 med gjennomsnittsverdier på henholdsvis $1,8 \pm 0,0$ og $1,6 \pm 0,0$. For hyse ble fileten fra hal 16 funnet å ha mer blod i årer sammenlignet med hal 4 (hhv. $1,2 \pm 0,1$ mot $0,9 \pm 0,0$, ($p < 0,05$)).



Figur 14. Misfarging og restblod for ferske fileter vurdert om bord (hyse $n=236$, torsk $n=348$, gjennomsnittsverdier \pm SEM). Ulike bokstaver a, b eller c angir signifikante forskjeller mellom de ulike behandlingene.



Figur 15. Bilder av hyse- (venstre, øverst) og torskefileter (høyre, øverst) som hadde vært levendelagret i 1,5 timer, og bilder av hyse- (venstre, nederst) og torskefileter (høyre, nederst) som hadde vært død i 4-5 timer før prosessering (noe som ofte er normalt for trålfanget fisk).

3.5 Objektiv vurdering av farge på fersk filet

Effekt av levendelagring:

Filetfarge av torsk og hyse inklusiv buk- og skinnside analysert ved maskinsyn er vist i henholdsvis Tabell 9 og Tabell 10. Det var små forskjeller mellom filetene på de fleste målte parameterne både på buk og skinnside, men noen signifikante forskjeller ble funnet.

Torsk som ble slaktet rett etter ombordtaking hadde en lysere og mindre rød bukside enn torsk som hadde vært levendelagret i 3 timer, mens for skinnsiden var torsk som var levendelagret i 1,5 time lysere og mindre rød enn torsk som var død ved prosessering eller hadde vært levendelagret i 3 timer.

Noe av de samme resultatene ble funnet for hyse. Hyse som ble slaktet rett etter ombordtaking eller levendelagret i 1,5 time var lysere enn hyse som var levendelagret i 6 timer (bukside) eller var død ved prosessering. Hyse som var død ved prosessering var også rødest både på buk- og skinnsiden sammenlignet med de andre levendelagringsgruppene.

Med hensyn til fargetone (H_{ab}°) hadde både torsk og hyse som ble slaktet rett etter ombordtaking høyere nyanser/fargetoner ($p < 0,01$) som tilsvarer mindre rødlige (mer gul) loins i forhold til de andre behandlingene.

Tabell 9. CIE L*a*b*, fargemetning (chroma), hvithet og fargetone (hue) for buksiden og skinnsiden (under skinn) for ferske torskefileter vurdert om bord etter levendelagring i mottakstank for 0, 1,5, 3, eller 6 timer og på død fisk.

Levendelagring (t)	L* (lyshet)	a* (rødhet)	b* (gulhet)	C _{ab} * (fargemetning)	W (hvithet)	H _{ab} ^o (fargetone, °)
Bukside - Torsk						
0	81,1 ± 0,2 ^b	0,2 ± 0,1 ^a	3,0 ± 0,1	3,2 ± 0,1	72,1 ± 0,3	84,8 ± 1,5 ^b
1,5	80,6 ± 0,2 ^{ab}	0,3 ± 0,1 ^a	2,8 ± 0,1	3,0 ± 0,1	72,2 ± 0,4	81,0 ± 1,6 ^b
3	79,9 ± 0,3 ^a	0,8 ± 0,1 ^b	2,7 ± 0,1	3,1 ± 0,1	71,8 ± 0,3	72,2 ± 2,5 ^a
6	80,3 ± 0,3 ^{ab}	0,4 ± 0,1 ^a	2,7 ± 0,1	3,0 ± 0,1	72,1 ± 0,3	79,3 ± 2,2 ^{ab}
Død	80,5 ± 0,2 ^{ab}	0,5 ± 0,1 ^{ab}	2,9 ± 0,1	3,1 ± 0,1	71,9 ± 0,3	78,0 ± 1,3 ^{ab}
<i>p-verdi</i>	<i>0,014</i>	<i>0,000</i>	<i>0,145</i>	<i>0,356</i>	<i>0,873</i>	<i>0,000</i>
Skinnside - Torsk						
0	79,8 ± 0,2 ^{ab}	0,6 ± 0,1 ^a	2,9 ± 0,1	3,4 ± 0,1	71,2 ± 0,3	68,8 ± 1,4 ^b
1,5	80,2 ± 0,2 ^b	0,6 ± 0,1 ^a	2,6 ± 0,1	3,1 ± 0,1	72,3 ± 0,4	63,5 ± 2,1 ^{ab}
3	79,1 ± 0,2 ^a	1,1 ± 0,1 ^b	2,6 ± 0,1	3,2 ± 0,1	71,4 ± 0,3	56,3 ± 2,6 ^a
6	79,6 ± 0,2 ^{ab}	0,8 ± 0,1 ^{ab}	2,8 ± 0,1	3,3 ± 0,1	71,3 ± 0,4	62,7 ± 2,1 ^{ab}
Død	79,3 ± 0,2 ^a	1,1 ± 0,1 ^b	2,7 ± 0,1	3,4 ± 0,1	71,1 ± 0,3	57,7 ± 1,8 ^a
<i>p-verdi</i>	<i>0,006</i>	<i>0,000</i>	<i>0,159</i>	<i>0,081</i>	<i>0,127</i>	<i>0,000</i>

Gjennomsnittsverdier ± standardfeil. Ulike bokstaver (a, b) angir signifikante forskjeller mellom de ulike levendelagringsgruppene og p-verdien oppgir One-Way ANOVA.

Tabell 10. CIE L*a*b*, fargemetning (chroma), hvithet og fargetone (hue) for buksiden og skinnsiden (under skinn) for ferske hysefileter vurdert om bord etter levendelagring i mottakstank for 0, 1,5, 3, eller 6 timer og på død fisk.

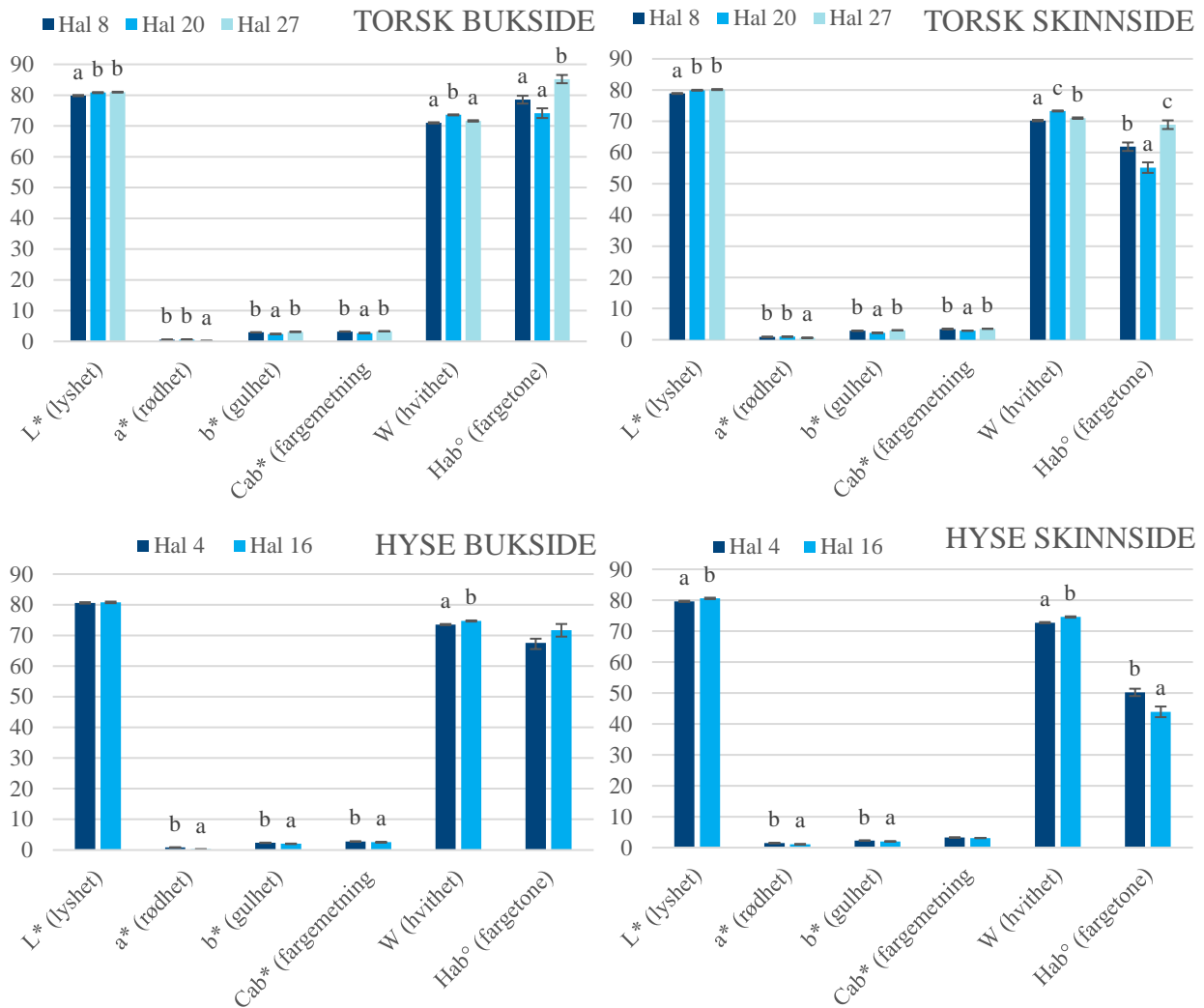
Levendelagring (t)	L* (lyshet)	a* (rødhet)	b* (gulhet)	C _{ab} * (fargemetning)	W (hvithet)	H _{ab} ^o (fargetone, °)
Bukside - Hyse						
0	81,4 ± 0,3 ^b	0,2 ± 0,1 ^a	2,3 ± 0,1	2,6 ± 0,1	74,6 ± 0,2	77,1 ± 2,3 ^b
1,5	81,3 ± 0,3 ^b	0,6 ± 0,1 ^{ab}	2,3 ± 0,1	2,7 ± 0,1	74,5 ± 0,3	69,7 ± 2,2 ^{ab}
3	80,6 ± 0,4 ^{ab}	0,6 ± 0,2 ^a	2,3 ± 0,1	2,7 ± 0,1	73,8 ± 0,3	70,5 ± 2,8 ^{ab}
6	79,5 ± 0,4 ^a	0,2 ± 0,1 ^a	2,0 ± 0,1	2,5 ± 0,1	73,5 ± 0,4	70,7 ± 2,8 ^{ab}
Død	80,7 ± 0,2 ^{ab}	1,1 ± 0,1 ^b	2,2 ± 0,0	2,7 ± 0,0	74,0 ± 0,1	69,4 ± 1,2 ^a
<i>p-verdi</i>	<i>0,004</i>	<i>0,000</i>	<i>0,257</i>	<i>0,134</i>	<i>0,082</i>	<i>0,000</i>
Skinnside - Hyse						
0	81,0 ± 0,3 ^c	1,0 ± 0,2 ^a	2,2 ± 0,1	3,1 ± 0,1 ^{ab}	74,3 ± 0,3 ^b	52,0 ± 2,5 ^b
1,5	80,5 ± 0,3 ^{bc}	1,2 ± 0,1 ^a	2,2 ± 0,1	3,1 ± 0,1 ^a	73,9 ± 0,2 ^{ab}	47,9 ± 1,6 ^{ab}
3	80,4 ± 0,3 ^{bc}	1,3 ± 0,1 ^a	2,3 ± 0,1	3,2 ± 0,1 ^{ab}	73,5 ± 0,4 ^{ab}	50,6 ± 2,0 ^b
6	79,5 ± 0,4 ^{ab}	0,8 ± 0,1 ^a	2,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1 ^a	73,4 ± 0,5 ^{ab}	49,2 ± 2,4 ^b
Død	79,0 ± 0,2 ^a	2,0 ± 0,1 ^b	2,1 ± 0,1	3,4 ± 0,1 ^b	72,7 ± 0,3 ^a	40,3 ± 2,1 ^b
<i>p-verdi</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,160</i>	<i>0,001</i>	<i>0,021</i>	<i>0,001</i>

Gjennomsnittsverdier ± standardfeil. Ulike bokstaver (a, b) angir signifikante forskjeller mellom de ulike levendelagringsgruppene og p-verdien oppgir One-Way ANOVA.

Effekt av fangst:

For torsk ble det funnet signifikante forskjeller mellom halene for alle fargeparameterne både på buksiden og skinnsiden av filetene ($p < 0,001$). De målte fargeverdiene var forholdsvis like på begge sidene av filetene. Den samme tendensen med signifikante forskjeller mellom halene ble funnet for hyse, med unntak av lyshet og fargetone på buksiden og fargemetning på skinnsiden av filetene (Figur 16).

Både for hyse og torsk kan det se ut til at halet med den laveste fangstdybden gav de fineste filetene (hal 20 for torsk og 16 for hyse). Hyse fra hal 16 var mindre røde og hvitere enn filetene fra hal 4, og torsk fra hal 20 gav de hviteste filetene.



Figur 16. CIE L*a*b*, fargemetning (chroma), hvithet og fargetone (hue) (Gjennomsnittsverdier ± standardfeil) for buksiden og skinnsiden for ferske torske- og hysefileter vurdert om bord for de forskjellige halene. Ulike bokstaver (a, b) angir signifikante forskjeller mellom halene.

Generelt var alle filetene som ble vurdert fra Molnes, både ferske og tinte, lyse og fine med lite rødhet (se Figur 15).

For sammenligning har man ved tidligere forsøk der samme standardoppsett for objektiv måling av filetfarge ble benyttet, funnet at buksiden av fileter fra fersk garnfanget torsk (vurdert ca. 8 timer etter ombordtaking

av døgnstått garn, *upubliserte data*)¹⁶ var rødere (mellom 1,2 og 1,5) sammenlignet med filetene som ble vurdert om bord på Molnes (mellom 0,2 og 0,8). Fra vurderinga av levendelagret fisk om bord på Helmer Hansen (små hal) ble trålfanget torsk levendelagret i 0 timer, 3 timer eller 6 timer funnet å være av god kvalitet med rødhetsverdier på mellom 3,1 til 3,7. Tilsvarende ble fisk fra kommersiell prosessering om bord funnet å ha en noe lavere verdi (gjennomsnittsverdi på 2,5) og ubløgget død fisk gav rødhetsverdi på 6,0.

3.6 Tint fisk

3.6.1 Sensorisk vurdering av fileter

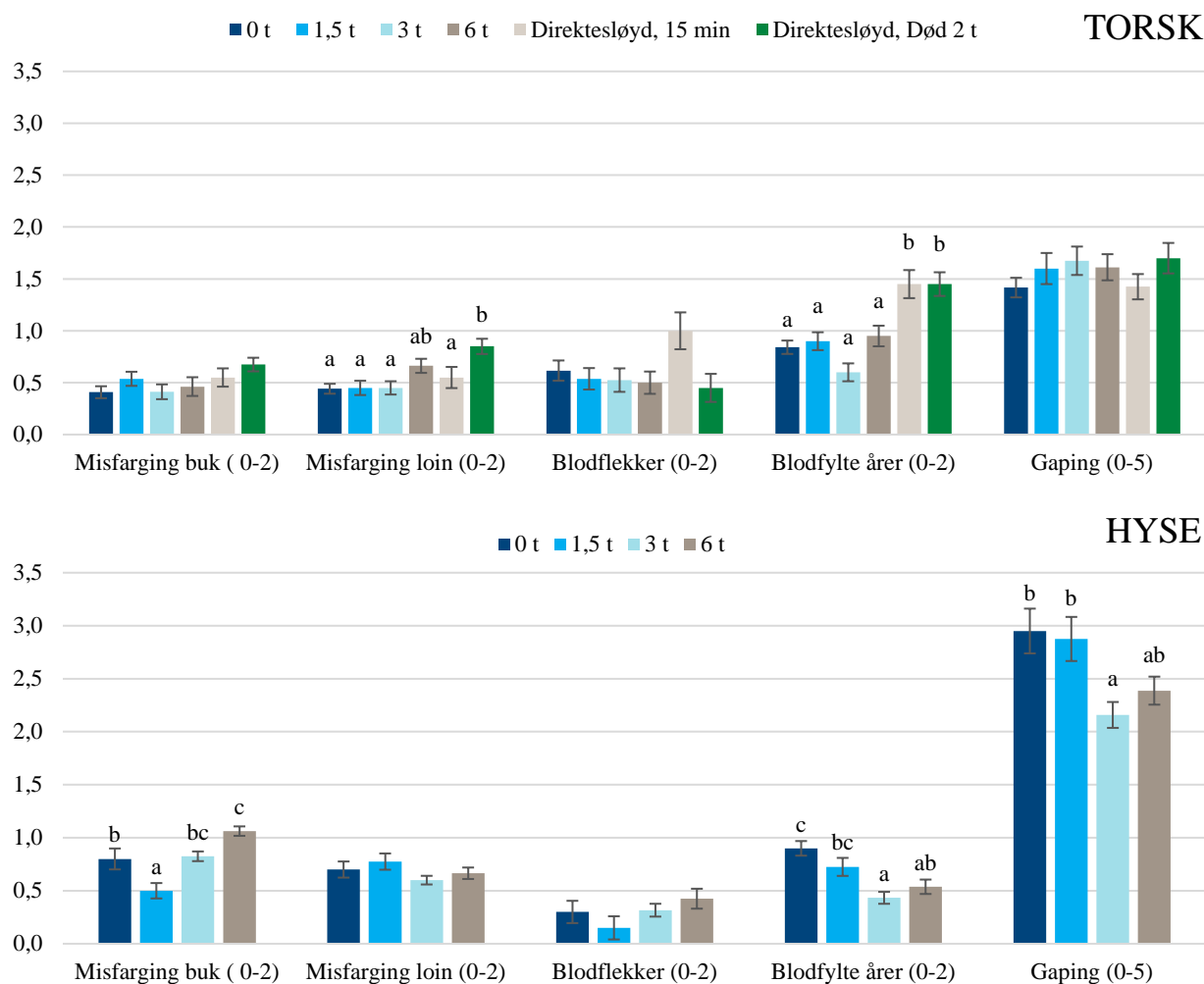
Effekt av levendelagring:

Resultatene for sensorisk vurdering av tinte torsk- og hysefileter er vist i Figur 17. Resultatene for tint torsk viste at det var mindre misfarging av loin på fisk som var slaktet rett etter ombordtaking eller som var levendelagret sammenlignet med direktesløyd fisk som hadde ligget i kurv i 2 timer (som representerer levendelagring i tørrbinge) og direktesløyd 15 minutter etter at fangsten ble tatt om bord (representerer det første av fisken i halet som blir prosessert om bord). For hyse var det kun de 4 levendelagringsgruppene som ble sammenlignet. Tint hyse som hadde vært levendelagret i 6 timer var mer rosa enn hyse som var slaktet rett etter ombordtaking og hyse som hadde vært levendelagret i 1,5 time, mens det var mest blod i årene på fisken som hadde vært slaktet rett etter ombordtaking. Tint hyse fra behandlingen "levendelagret i 3 timer" hadde minst gaping sammenlignet med hyse som var slaktet rett etter ombordtaking og levendelagret i 1,5 time. Når det gjelder antall blodflekker var det ingen forskjeller mellom gruppene verken for hyse eller torsk.

Effekt av fangst:

Det var ingen signifikante forskjeller mellom halene for torsk for de målte parameterne, men for hyse fra de ulike halene var parameteren blodfylte årer og gaping forskjellig. Hyse fra hal 16 ble funnet å ha flere blodfylte årer i buk (hhv. $0,8 \pm 0,0$ og $0,3 \pm 0,1$) og spalting av muskelsegmenter i filetene/gaping (hhv. $2,6 \pm 0,1$ og $2,2 \pm 0,1$) enn filetene fra hal 8.

¹⁶ Guro M. Tveit, Hanne Digre, Elling Ruud Øye, Jørgen Vollstad, Marte Schei. Effect of hauling procedure and gillnet material on different quality parameters of coastal cod (*Gadus morhua*).



Figur 17. Misfarging, restblod og gaping for tinte fileter vurdert ved SINTEF Sealab i juni 2017 (hyse $n=70$, torsk $n=110$, gjennomsnittsverdier \pm SEM). Ulike bokstaver a, b eller c angir signifikante forskjeller mellom de ulike behandlingene.

3.6.2 Objektiv vurdering av filetfarge

Effekt av levendelagring:

Filetfarge av tinte torsk- og hyseloins analysert ved maskinsyn er vist i Tabell 11. Det var noen signifikante forskjeller mellom filetene på de fleste målte parametrene, mens for hyse ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom gruppene. For tint torsk ble det funnet noen forskjeller i lyshet og fargetone. Tint filet som hadde vært levendelagret om bord eller slaktet rett etter ombordtaking var lysere og hvitere enn fisk som var direktesløyd etter både 15 min og 2 timer etter uttak. Med hensyn til fargetone (H_{ab}°) hadde tint torsk som var direktesløyd og som hadde vært død i 2 timer lavere fargetone ($p < 0,01$) noe som tilsvarer mer rødlige loins i forhold til de andre behandlingene.

Effekt av fangst:

For torsk ble ikke funnet noen forskjeller mellom fisk fra de ulike halene for noen av fargeparametrene, med unntak av lyshet mellom filetene ($p < 0,05$). Som ved vurdering av ferske fileter om bord ble fileter fra hal 20 funnet å være de lyseste. Til sammenligning ble fisk fra hal 30 (med gruppene med direktesløyd fisk) funnet å ha de mørkeste filetene. For hyse ble det funnet forskjeller mellom halene for de tre parametrene lyshet,

fargemetning og gulhet ($p < 0,05$). Hysefiletene fra hal 16 var lysere mindre gule og hadde lavere verdier for fargemetning enn filetene fra hal 8.

Tabell 11. CIE $L^*a^*b^*$, fargemetning (chroma), hvithet og fargetone (hue) for buksiden av fileter fra tint hyse og torsk vurdert på SINTEF Sealab i juni 2017. Fisken hadde vært levendelagret i 0, 1,5, 3 og 6 timer eller direktesløyd etter 15 minutter eller 2 timer.

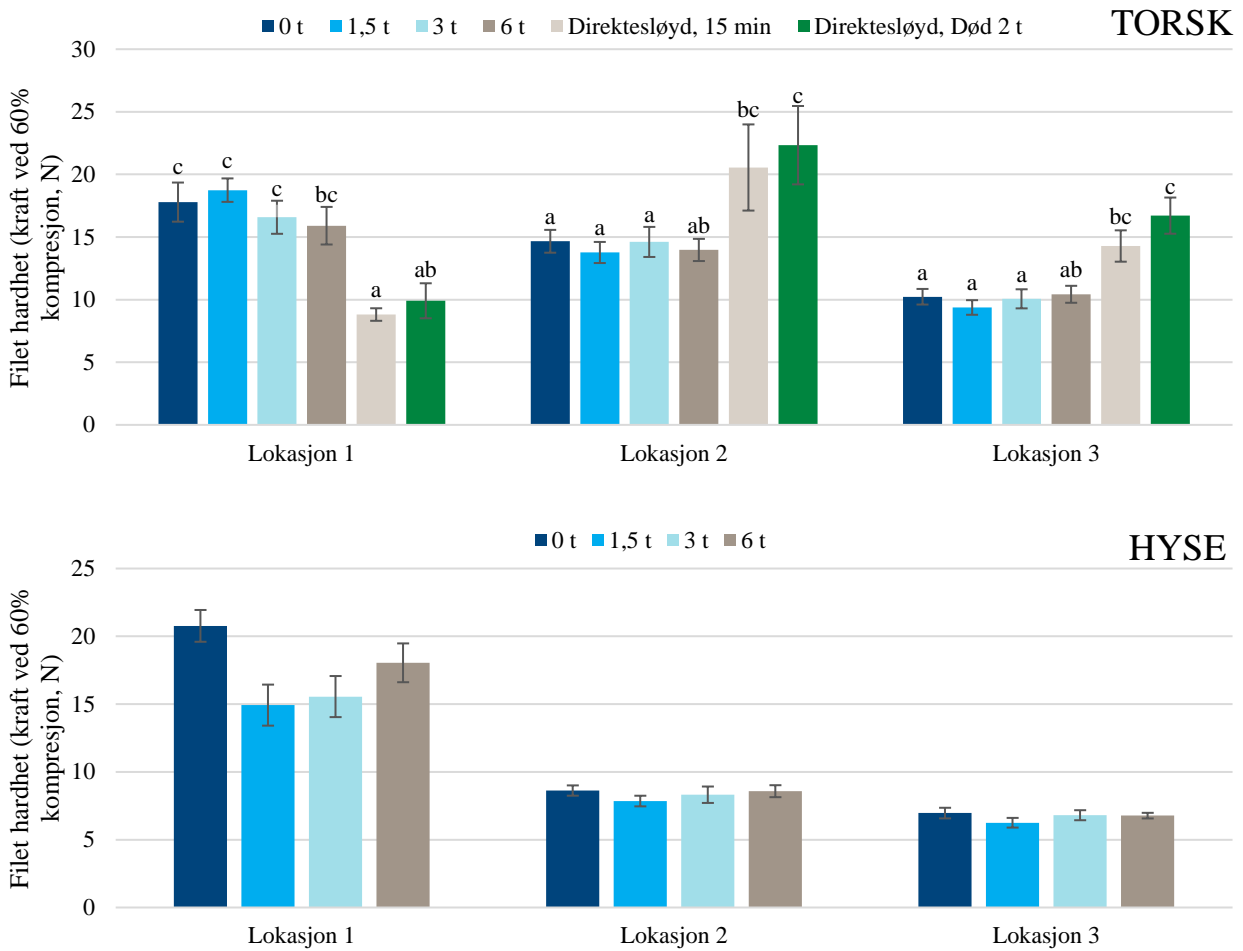
Levendelagring (timer)	L^* (lyshet)	a^* (rødhet)	b^* (gulhet)	C_{ab}^* (fargemetning)	W (hvithet)	H_{ab}° (fargetone, °)
Torsk						
0	$84,5 \pm 0,2^b$	$1,2 \pm 0,1$	$4,2 \pm 0,1$	$4,5 \pm 0,1$	$72,0 \pm 0,5$	$75,6 \pm 1,2^b$
1,5	$84,4 \pm 0,2^b$	$1,2 \pm 0,1$	$4,2 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$	$72,0 \pm 0,4$	$73,2 \pm 1,0^b$
3	$84,5 \pm 0,3^b$	$1,3 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$	$72,3 \pm 0,5$	$71,0 \pm 1,7^{ab}$
6	$84,0 \pm 0,2^b$	$1,6 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,2$	$71,3 \pm 0,6$	$69,8 \pm 1,9^{ab}$
Direktesløyd, 15 min	$83,7 \pm 0,2^{ab}$	$1,1 \pm 1,8$	$4,1 \pm 0,1$	$4,2 \pm 0,1$	$71,7 \pm 0,4$	$73,0 \pm 1,0^b$
Direktesløyd, Død 2t	$83,1 \pm 0,4^a$	$1,8 \pm 0,2$	$4,3 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$	$70,2 \pm 0,8$	$65,5 \pm 1,7^a$
<i>p-verdi</i>	<i>0,016</i>	<i>0,098</i>	<i>0,695</i>	<i>0,170</i>	<i>0,175</i>	<i>0,002</i>
Hyse						
0	$84,1 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,0$	$4,3 \pm 0,2$	$4,3 \pm 0,2$	$71,3 \pm 0,4$	$77,0 \pm 0,8$
1,5	$84,1 \pm 0,3$	$1,0 \pm 0,1$	$4,2 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$	$71,4 \pm 0,4$	$76,4 \pm 0,8$
3	$84,3 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	$4,1 \pm 0,1$	$4,3 \pm 0,1$	$72,4 \pm 0,4$	$76,0 \pm 1,3$
6	$83,9 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,0$	$4,5 \pm 0,1$	$71,6 \pm 0,3$	$73,5 \pm 1,1$
<i>p-verdi</i>	<i>0,508</i>	<i>0,814</i>	<i>0,129</i>	<i>0,560</i>	<i>0,276</i>	<i>0,112</i>

Gjennomsnittsverdier \pm standardfeil. Ulike bokstaver (a, b) angir signifikante forskjeller mellom de ulike gruppene (One-Way ANOVA etterfulgt av post hoc Tukey-test).

3.6.3 Hardhet

Tekstur av tinte fileter ble målt som hardhet av høyre filet ved nedtrykk til 60 % av prøvetykkelse ved tre lokasjoner og resultatene er vist i Figur 18. Det var ingen signifikante forskjeller mellom levendelagringsgruppene for hyse, men det var signifikante forskjeller mellom lokasjon, hvor nakkepartiet (lokasjon 1) var hardest.

Resultatene for tint torsk viser at det var forskjeller mellom behandlingene ved de ulike lokasjonene, hvor gruppene som var direktesløyd skilte seg ut fra de andre gruppene, hvor fisken fra disse gruppene var mykest i nakkepartiet, men hardest ved lokasjon 2 og 3 (se Figur 12) sammenlignet med levendelagringsgruppene og torsk som var slaktet rett etter ombordtaking. Det ble heller ikke funnet noen forskjeller mellom fisk fra de forskjellige halene.



Figur 18. Tekstur av tinte fileter målt som hardhet av høyre filet ved nedtrykk til 60% av prøvetykkelse ved tre lokasjoner (se Figur 12). Gjennomsnitt ± standardfeil, n=55. Ulik bokstav over hver søyle betyr at gruppene er signifikant forskjellige ($p < 0,05$).

4 Oppsummering og konklusjon

Studien viste følgende:

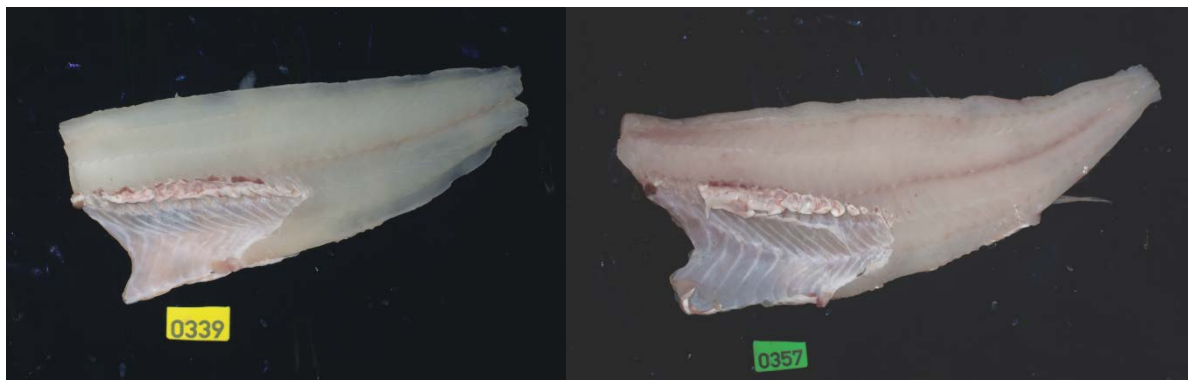
- For trålfanget torsk og hyse var henholdsvis 76-100 % og 67-75 % av fisken i live like etter om bordtakning under de gitte fangstbetingelsene.
- Jo lengre fisken ble levendelagret om bord jo høyere dødelighet, og etter 6 timer var overlevelsen på 8-50 % for torsk og rundt 26 % for hyse. Torsk som var fanget på grunnere vann (140-180 m) oppnådde en høyere overlevelse etter 6 timer (50 %) sammenlignet med torsk fanget på dypere vann (ca. 380 m, overlevelse 8-38 %). Førstnevnte hadde også lavere laktatnivå i blodet og høyere blod- og muskel-pH (lavere stressnivå i blod og muskel).
- Oksygenmetningen i tankene varierte fra 80 til > 200 %. Det ble observert fisk som gulpet og gispet etter luft. Det er anbefalt å holde et oksygenivå rundt 100 % i tanken, og bedre overvåking av oksygenivå og overvåking av atferd til fisken.
- Stressnivået i fisken var lavere rett etter fangst enn etter lagring levende i tankene.
- Laktatnivået i blodet økte signifikant med tid i levendelagringstanken for både torsk og hyse og var høyest etter 3 timer. Fra 3 til 6 timer var det en svak nedgang i laktatnivået for begge artene, men nedgangen var ikke signifikant.
- Det var mindre misfarging av torskefiletene både i buk og loin på fisk som var slaktet rett etter ombordtaking sammenlignet med død fisk og for noen av gruppene som var levendelagret (3 og 6 timer levendelagring). Død fisk hadde mest misfarging i buk og loins samt flere blodfylte årer i buken. I hovedsak ble det samme observert for hysefiletene. Generelt hadde filetene lite misfarging, og de fleste filetene var hvite og ble betraktet som fileter av normalt god kvalitet.
- Farge på både ferske og tinte torske- og hysefileter inklusive både buk- og skinnside, analysert ved maskinsyn, viste at det var små forskjeller mellom filetene på de fleste målte fargeparametrene. Generelt hadde fileter fra fisk som var slaktet rett etter ombordtaking mindre misfarging, mindre rødhet og de var dessuten lysere.
- Teksturmålinger av tinte fileter viste at hysefiletene var hardest i nakkepartiet. Teksturen for tinte torskefileter fra gruppene som var direktesløyd skilte seg ut fra de andre gruppene ved at denne fisken var mykest i nakkepartiet og hardest på midtre del av loins sammenlignet med levendelagret fisk og torsk som var slaktet rett etter ombordtaking.

Oppsummert viser resultatene:

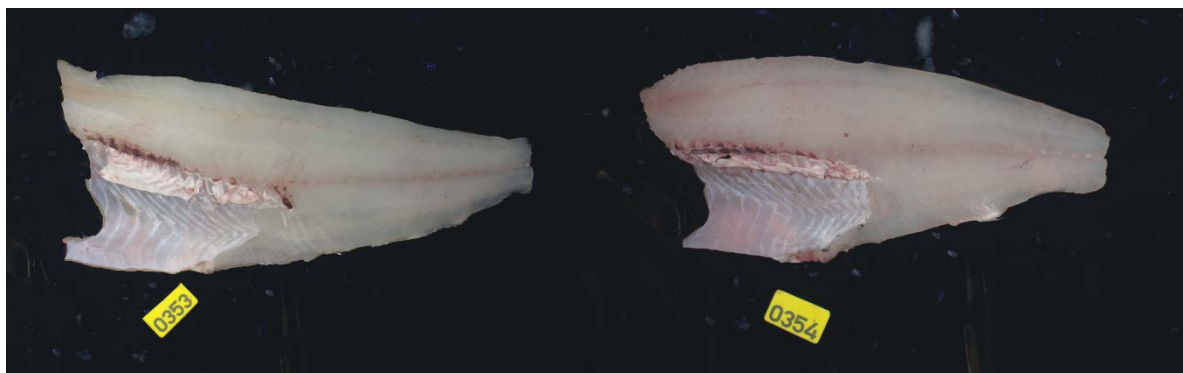
- Kortidslevendelagring før bedøving og avlaving er sannsynligvis en mer skånsom oppbevaringsmetode enn en tradisjonell tørrbinge.
- Under de gjeldene betingelsene for fangst og levendelagring ble ikke fisken restituert etter stressbelastningen den ble utsatt for ved fangsting.
- Fisk som var levendelagret hadde til dels noe mindre misfarging, var mindre rød og lysere enn tradisjonelt prosessert trålfisk selv om forskjellene var små.

A VEDLEGG - FERSK HYSE

Bilder av fersk hyse om bord benyttet for objektiv fargevurdering av buk. Se avsnitt 2.5.4 Filetfarge for det utvalgte området som blir brukt for beregning av gjennomsnittlige fargeverdier i L*a*b* fargerommet.



Figur 19. Til venstre: Fineste hyse-filet mht. rødhet (lavest a-verdi) for levendelagret hyse 0, 1,5, 3 eller 6 timer i for det utvalgte området. Til høyre: Rødeste filet (høyest a*-verdi) for levendelagret hyse 0, 1,5, 3 eller 6 timer.*

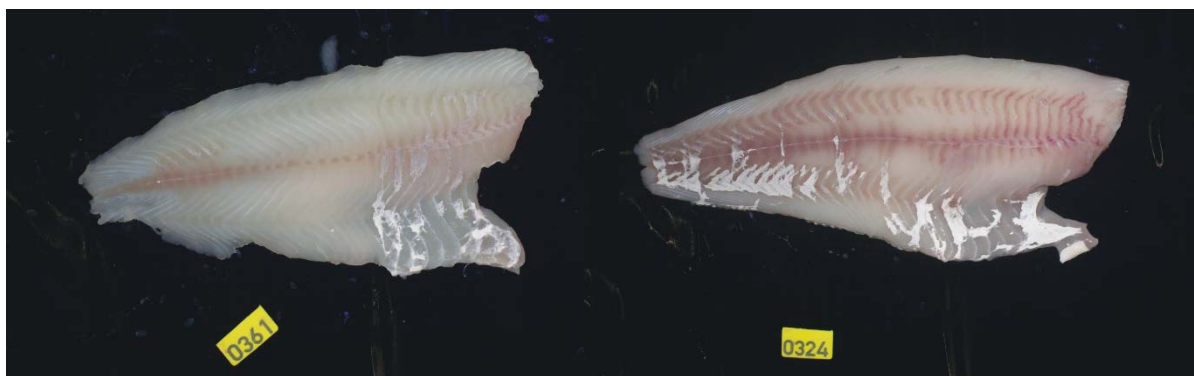


Figur 20. Til vestre: Fineste hyse-filet mht. rødhet (laveste a-verdi) for hyse som ble tatt ut like etter ombordtaking og oppbevart i kurver i 4-5 timer før analyser og filetering. Til høyre: Rødeste filet (høyeste a*-verdi) for hyse som ble tatt ut like etter ombordtaking og oppbevart i kurver i 4-5 timer før analyser og filetering.*

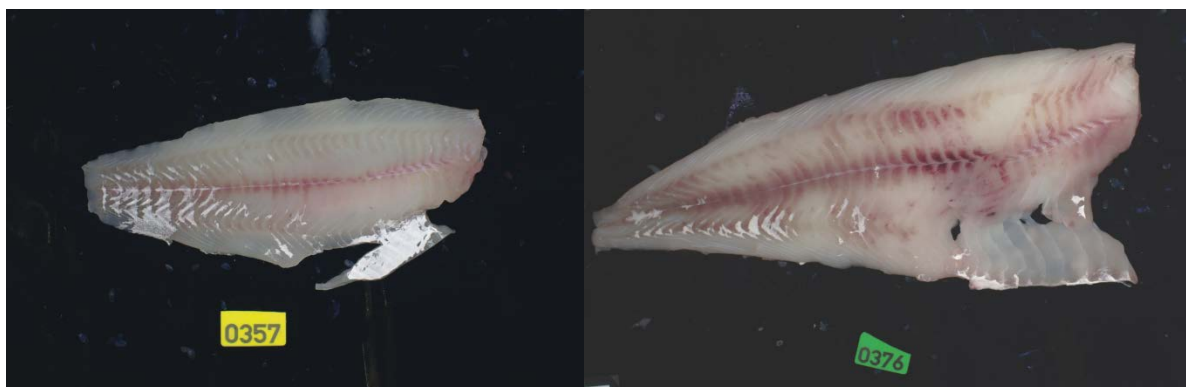
ID	L* mean	a*mean	b* mean	Chroma mean	Whiteness mean	Hue mean
0357	84.36844	2.081926	3.308521	3.558965	77.22062	98.49439
0339	75.09746	-1.27932	0.641096	1.587951	69.58221	43.53702
0354	84.42714	1.798968	3.079055	3.662573	76.79503	91.57334
0353	77.20786	-0.32708	1.438844	2.002374	70.71969	44.85058

B VEDLEGG - FERSK HYSE

Bilder av fersk hyse om bord benyttet for objektiv fargevurdering av skinnside. Se avsnitt 2.5.4 Filetfarge for det utvalgte området som blir brukt for beregning av gjennomsnittlige fargeverdier i $L^*a^*b^*$ fargerommet.



Figur 21. Til venstre: Fineste hyse-filet mht. rødhet (lavest a^ -verdi) for levendelagret hyse 0, 1,5, 3 eller 6 timer. Til høyre: Rødeste filet (høyest a^* -verdi) for levendelagret hyse 0, 1,5, 3 eller 6 timer.*



Figur 22. Til venstre: Fineste hyse-filet mht. rødhet (lavest a^ -verdi) for hyse som ble tatt ut like etter ombordtaking og oppbevart i kurver i 4-5 timer før analyser og filetering. Til høyre: Rødeste filet (høyest a^* -verdi) for hyse som ble tatt ut like etter ombordtaking og oppbevart i kurver i 4-5 timer før analyser og filetering.*

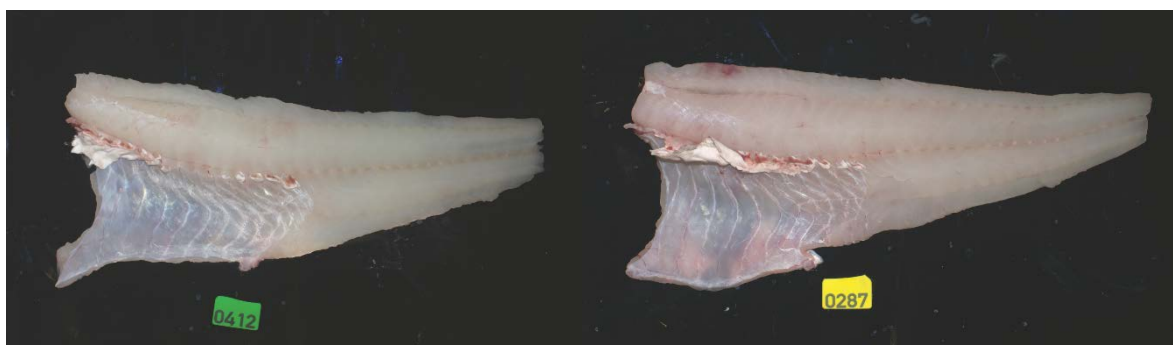
ID	L^* mean	a^* mean	b^* mean	Chroma mean	Whiteness mean	Hue mean
0324	84.48316	2.862087	3.235109	4.128119	78.25429	72.91649
0361	75.16204	-0.19843	1.262483	2.35187	70.02396	26.43191
0376	81.22817	3.061808	2.962387	4.459562	76.19113	66.6025
0357	75.94602	0.889415	1.154424	2.710789	69.92467	17.86909

C VEDLEGG - FERSK TORSK

Bilder av fersk torsk om bord benyttet for objektiv fargevurdering av buk. Se avsnitt 2.5.4 Filetfarge for det utvalgte området som blir brukt for beregning av gjennomsnittlige fargeverdier i $L^*a^*b^*$ fargerommet.



Figur 23. Til venstre: Fineste torske-filet mht. rødhet (lavest a^* -verdi) for levendelagret torsk 0, 1,5, 3 eller 6 timer i det utvalgte området. Til høyre: Rødeste fileten (høyest a^* -verdi) for levendelagret torsk 0, 1,5, 3 eller 6 timer.



Figur 24. Til vestre: Fineste torsk-filet mht. rødhet (laveste a^* -verdi) for torsk som ble tatt ut like etter ombordtaking og oppbevart i kurver i 4-5 timer før analyser og filetering. Til høyre: Rødeste fileten (høyeste a^* -verdi) for torsk som ble tatt ut like etter ombordtaking og oppbevart i kurver i 4-5 timer før analyser og filetering.

ID	L^* mean	a^* mean	b^* mean	Chroma mean	Whiteness mean	Hue mean
0452	83.86925	2.203107	4.386861	4.528563	76.5569	102.0315
0476	76.37354	-0.78985	1.307188	1.661495	65.93868	42.1341
0287	83.86925	2.203107	4.386861	4.528563	76.5569	102.0315
0412	76.50791	-0.20158	1.816603	2.295073	69.06417	58.04763

D VEDLEGG - FERSK TORSK

Bilder av fersk torsk om bord benyttet for objektiv fargevurdering av skinnside. Se avsnitt 2.5.4 Filetfarge for det utvalgte området som blir brukt for beregning av gjennomsnittlige fargeverdier i $L^*a^*b^*$ fargerommet.



Figur 25. Til venstre: Fineste torsk-filet mht. rødhet (lavest a^* -verdi) for levendelagret torsk 0, 1,5, 3 eller 6 timer i det utvalgte området. Til høyre: Rødeste filet (høyest a^* -verdi) for levendelagret torsk 0, 1,5, 3 eller 6 timer.



Figur 26. Til vestre: Fineste torsk-filet mht. rødhet (laveste a^* -verdi) for torsk som ble tatt ut like etter ombordtaking og oppbevart i kurver i 4-5 timer før analyser og filetering. Til høyre: Rødeste filet (høyeste a^* -verdi) for torsk som ble tatt ut like etter ombordtaking og oppbevart i kurver i 4-5 timer før analyser og filetering.

ID	L^* mean	a^* mean	b^* mean	Chroma mean	Whiteness mean	Hue mean
0316	83.29514	2.190183	4.116626	4.469427	75.79007	86.77556
0281	75.9131	-0.55561	1.199182	2.148681	65.45281	21.14874
0287	82.3821	2.446796	3.812532	4.143516	75.01845	78.05017
0304	77.24364	0.208326	1.653749	2.649969	67.56381	30.87992