



Uit

NORGES
ARKTISKE
UNIVERSITET

Norges fiskerihøgskole – Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi

Restblod i torskemuskel som følge av vasshaling og forsinket bløgging

Venil Trælvik Eilertsen

Masteroppgave i fiskeri- og havbruksvitenskap

Studieretning: Sjømatvitenskap (60 stp.)

August 2018



Forord

Først vil jeg rette en stor takk til min hovedveileder Margrethe Esaiassen for bidrag med kunnskap, gode råd, støttende ord, og tålmodighet. Jeg må også takke mine to biveiledere Roger B. Larsen og Torbjørn Tobiassen for gode innspill og hjelp med prøveopparbeiding.

Tusen takk til Lars Dalheim, Tonje Kristin Bjørvig, Guro Kristine Edvinsen og Hanne Mæhre for deres bidrag og gode råd til utføring av det praktiske på laben. Her vil jeg rette en spesiell takk til Tonje for at du tok deg ekstra tid til å hjelpe meg.

Takk til Stein Harris Olsen for at du tok deg tid til å svare på spørsmål der jeg ikke kunne finne svar på egenhånd.

Jeg vil også takke Elin, Ingrid, Aina og Oda for alle sammenkomster, middager, søndager, lesepauser og alle minnene. Dere er det beste fra hele studietiden.

Den største takken går til min kjære familie. Takk for at dere alltid støtter meg. Takk for utallige middager, henting, hjelp til flytting, forståelse og omtanke. Dere gjorde studietilværelsen mye lettere. Veldig glad i dere.

Tromsø, august 2018

Venil Trælvik Eilertsen

Sammenheng

Torsk har blitt fanget gjennom flere århundrer, og er sett på som en av de viktigste artene i de nord-atlantiske fiskeriene. I dagens torskefiske er det mer lønnsomt å satse på kvantitet framfor kvalitet, og i de senere årene har det utviklet seg en praksis kalt vasshaling som sørger for å holde kontinuerlig produksjon om bord fabrikktrålere.

Vasshaling benyttes i perioder med god tilgang på torsk. Dette fører gjerne til at enkelte trålere starter et nytt tråltrekk umiddelbart etter at forgående tråltrekk er tatt om bord. I det nye pågående tråltrekket kan fangstmengden i sekken fylles relativt hurtig opp slik at selve tråloperasjonen må avsluttes. Det kan imidlertid ta flere timer før produksjonslinja i fabrikk er ferdig med å prosessere fisken fra forgående hal, så for å unngå at trålen sprenges løftes den av havbunnen. Deretter slepes trålen i de frie vannmassene ved lav fart, i påvente av at fabrikk skal bli klar for å ta imot ny fisk. Dette kalles for vasshaling, og ulempen med denne praksisen er at fisken får økt sjanse for å få dårligere kvalitet som følge av stress, redskapsmerker, filetpalting, blåmerker, rødere filet, barotraume og dårligere utblødning.

Formålet med oppgaven var å undersøke om torsk som ble vasshalt hadde større mengde restblod i loin, enn torsk fra ordinært tråltrekk, der trålen ble halt direkte om bord etter at fangsoperasjonen var avsluttet. I tillegg ble det gjennomført et forsøk om bord for å se om forsinket bløtting påvirket utblødningen av fisken. For å undersøke mengden restblod i loin ble det brukt to ulike analysemetoder. En instrumentell fargemåling, og en kjemisk analyse for å se på mengden hemoglobin. Metodene ble sammenlignet for å vurdere hvilken som egnet seg best til å analysere mengden restblod i loin.

Resultatene i oppgaven viste at torsk får mer rødfarge (høyere a-verdi) i loin ved vasshaling enn ved et ordinært tråltrekk (kontrollhal). I tillegg ble det funnet at bakre del av loin hadde mer rødfarge hos vasshalt fisk enn hos kontrollfisk. Dette kan tyde på at sprengning av svømmeblæren under vasshaling fører til bloduttredelser i bakre del av loin. Det ble også gjort funn som kan tyde på at fremste del av loin får mest kvalitetsfeil ved tråling, og at bakerste del av loin får mer kvalitetsfeil som følge av vasshaling.

Fra forsøket med forsinket bløtting ble det dokumentert at gulfarge (høyere b-verdi) var signifikant forskjellig mellom kontroll og vasshalt fisk som ble bløtget så raskt som mulig etter ombordtaking. Dermed ble gulfargen i loin påvirket av vasshaling, men ikke av forsinket bløtting. Resultatene viste også at bakre del av loin hadde mer rødfarge hos vasshalt fisk enn kontrollfisk som ble bløtget så raskt de ble tatt om bord. Derimot var det større mengde hemoglobin i bakre del av loin hos kontrollfisk enn vasshalt fisk ved 60 minutter forsinket bløtting. Fra målingene av rødfarge og hvithet i bløtgeforsøket kan det sees en tendens til at det blir mer restblod med økt tid før bløttingen. Dette kan tyde på at bløttingen bør gjennomføres så raskt som mulig.

Sammenligningen av de to analysemetodene viste at instrumentell fargemåling var mest effektiv og pålitelig ved måling av mengde restblod i loin.

Det var imidlertid brukt et noe lite datasett i undersøkelsene, som gjør at resultatene trolig ikke gir et presist bilde av de potensielle forskjellene i mengde restblod i loin mellom fisk fra vasshaling og ordinært tråltrekk. Det innsamlede datamaterialet er dermed ikke stort nok til å kunne trekke sikre konklusjoner i denne oppgaven.

Summary

Cod fishing has been performed through centuries and it considered to be one of the most important species in the northern atlantic fisheries. Today, it is more profitable to consider quantity than quality when it comes cod fishing. Lately, a new fishing tactic has been developed called buffer towing which is used to ensure a continuous supply of fish that is being processed onboard factory trawlers. Buffer towing is common in periods when the access to cod is significant. Immediately after the previous the catch has been taken on board, the trawl is again deployed. When the desired amount of fish is caught the trawling will stop. However, as the production line in the factory can use several hours to finish the processing of the fish from the previous haul. To avoid the codend from tearing the trawl is lifted of the seabed and towed at a given depth at a low speed of 1-2 knop, until the production line is ready to receive new catch. The disadvantages of this method are the increased likelihood that the quality of the fish is reduced due to stress, gear marks, fillet gaping, ecchymosis, fillet redness, barotrauma-related injuries, skin abrasion and poorer exsanguination.

This thesis aims to find out if buffer towed fish has a larger amount of residual blood in loins, compared to fish caught by traditional trawling where catch is taken onboard straight away after the trawling operation has ended. Earlier researches on exsanguination of fish has been performed on unstressed fish. Therefore, this thesis also aims to find out is delayed time before exsanguination of cod effects the amount of residual blood in the muscle.

Two different methods were used to analyse analysing the amount of residual blood in loins: A instrumental colour measurement of loin and method for determination of total haem protein in loin. The two methods were compared to find out which of them gave the best result for analysing the amount of residual blood in loins.

This thesis results shows that cod has more redness (increased a-value) in loins when subjected to buffer towing, compared to cod caught with traditional trawling (control haul). This thesis also find that the back end of the loin has more redness in buffer towed cod than the control cod. This can indicate that a bursting of the swim bladder which happens during buffer towing leads to more residual blood in the back part of the loin. In addition, the front part of loin seems to be more reduced in quality due to trawling, and that the back end of loin is more reduced in quality due to buffer towing. It is also documented that yellowness (increased b-value) was significantly different between control and buffer towed fish that was exsanguinated straight away after taken on board. The yellowness in loin is therefore affected by buffer towing and not by delayed exsanguination. The results show that buffer towed fish had more redness in the back end of the loin compared to the control fish. It was however a larger amount of haemoglobin in back end of loin in the control fish compared to the buffer towed fish when the exsanguination was delayed by 60 minutes. A tendency showing increased amount of residual blood in the muscle is observed in measurements on redness and whiteness when the exsanguination is delayed. This can indicate that the exsanguination should be performed as quickly as possible. Comparison of the two methods for analysing amount of residual blood in the loins, shows that the instrumental colour measurements was most efficient and reliable. However, since the dataset used in this thesis is not large enough, the potential differences between of residual blood in buffer towed fish and fish caught in ordinary trawls, can be inaccurate. The gathered data material is therefore not large enough to draw certain conclusions.

Innholdsfortegnelse

Forord	II
Sammendrag	IV
Summary	VI
1 Innledning.....	1
1.1 Hensikten med oppgaven.....	5
2 Teori	6
2.1 Kvalitet	6
2.2 Kvalitetsendringer som følge av restblod	6
2.2.2 Hvordan og hvorfor restblod oppstår	8
2.3 Blodsystemet til fisk	10
2.3.1 Blodmengde	12
2.3.2 Hemoglobin.....	12
2.3.3 Blod i muskulatur.....	13
2.4 Bløgging og utblødning	14
2.4.1 Bløggemetoder	14
2.4.2 Betingelser for god utblødning	16
3 Materiale og metode.....	17
3.1 Område, tidspunkt og tråloppsett.....	17
3.2 Forsøksoppsett	20
3.2.1 Restblod i vasshalt torsk vs. kontroll	20
3.2.2 Bløggforsøk om bord	21

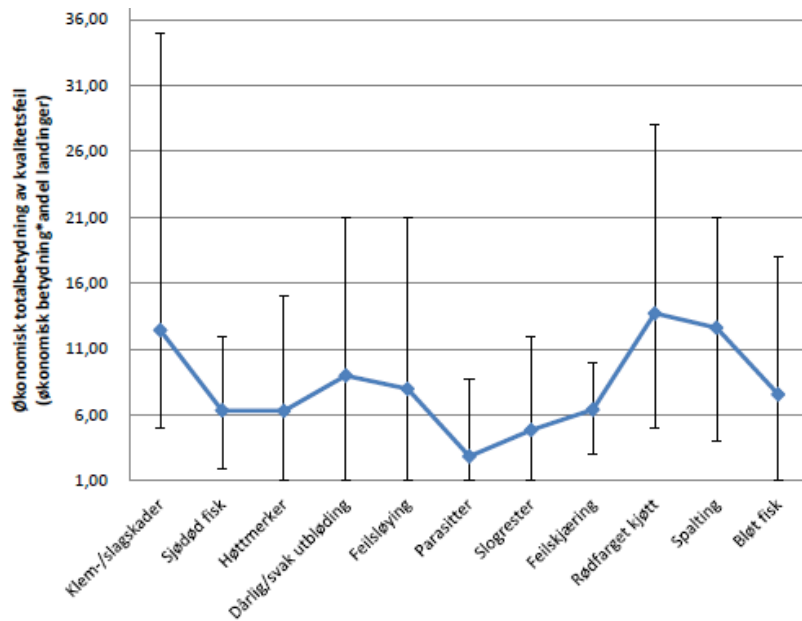
3.3 Tining og prøveopparbeiding	22
3.4 Analyser av fiskemuskel.....	24
3.4.1 Instrumentell fargemålinger	24
3.4.2 Kjemisk analyse	25
3.5 Statistisk metode.....	27
4 Resultater.....	28
4.1 Restblod i loin fra vasshalt vs. kontroll fisk	28
4.1.1 Instrumentell fargemåling	28
4.1.2 Måling av hemoglobin	31
4.2 Fordeling av restblod innad i loin fra vasshalt vs. kontroll fisk	32
4.2.1 Instrumentell fargemåling	32
4.2.2 Måling av hemoglobin	35
4.3 Bløggeforsøket.....	36
4.3.1 Restblod i loin fra V1 og V2 slått sammen.....	36
5 Diskusjon.....	52
5.1 Datainnsamling	52
5.2 Endringer i metodene.....	53
5.3 Restblod i hele og deler av loin fra vasshalt vs. kontrollfisk.....	54
Målinger fra hele loin.....	54
Målinger innad i loin.....	54
5.4 Bløggeforsøket.....	57
Målinger fra V1 og V2.....	57

Målinger av V1 vs. V2.....	59
5.5 Utfordringer med etablering av ny metode på lab	61
5.6 Sammenligning av metode	62
5.7 Videre arbeid	64
6 Konklusjon	65
7 Referanser.....	66
Vedlegg 1 - Fargemålinger og måling av hemoglobin.....	72

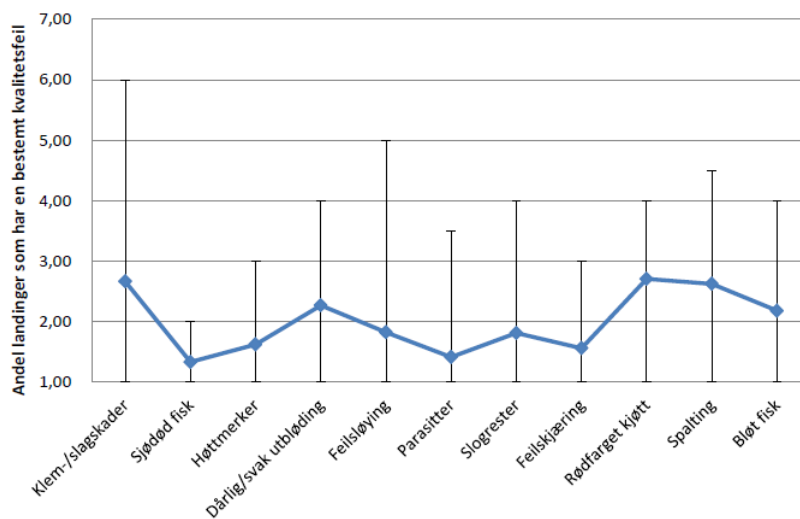
1 Innledning

Torsk (*Gadus morhua*) har blitt fanget gjennom flere århundrer og er sett på som en av de viktigste artene i de nord-atlantiske fiskeriene (Duun & Rustad, 2007). Til tross for denne lange fangsttradisjonen har torskefiske store utfordringer med blodrelaterte kvalitetsfeil (Heia, Tobiassen & Olsen, 2017). Forekomst av restblod i fiskemuskel kan føre til betydelige kvalitetstap på fiskeprodukter som fersk filet, saltfisk og tørrfisk (Akse, Tobiassen & Joensen, 2011). Det er flere årsaker til at det oppstår restblod i fiskemuskel. Som oftest er årsaken utilstrekkelig utblødning, varierende fangstforhold, behandlingen av fisken om bord, og transport fra fartøy til land (Wilson, Raby, Burnett, Hinch & Cooke, 2014). I all hovedsak er restblod et estetisk problem, men bidrar også til å degradere kvaliteten på andre områder. For eksempel gjennom redusering av holdbarhet, uønsket lukt, lipid oksidasjon, endring av tekstur og tap av næringsstoffer (Olsen, 2011) og økt mikrobiologisk vekst (Maqsood & Benjakul, 2011).

Kvaliteten på fisk vil i stor grad avgjøre verdien på fiskeproduktene (Randhawa & Bjarnason, 1995). Den økonomiske betydningen varierer etter type kvalitetsfeil, som også avgjør hvilke fiskeprodukter som kan produseres, samt utbytte. Nofima gjorde i 2012 en undersøkelse på hva noen utvalgte bedrifter mente var de kvalitetsfeilene som hadde størst betydning for verdien av råstoffet. I snitt hadde alle kvalitetsfeilene stor betydning for verdien, men «klem-/slagskader», «dårlig/ svak utblødning» og «rødfarget kjøtt» var noen av de kvalitetsfeilene som hadde størst økonomisk betydning (Figur 1), og som i tillegg oppsto hyppigst (Figur 2). Utfordringen med disse kvalitetsfeilene er at de kan føre til at bedriftene ikke kan benytte fisken til det produktet som gir høyest profitt, samt at fleksibiliteten til produksjonen minker (Karlsen m.fl., 2012).



Figur 1. Ulike kvalitetsfeil sin totale økonomiske betydningen for bedriftene basert på gjennomsnitt. Lav verdi har liten økonomisk betydning, mens høy verdi har høy økonomisk betydning((Karlsen m.fl., 2012)



Figur 2. Bedrifters vurdering av hvilke kvalitetsfeil som oppstår hyppigst. Figuren viser gjennomsnitts-, minimum- og maksimumsverdier og har en skala fra 1-7, der 1 er minst forekomst og 7 størst forekomst. (Karlsen, Svorken, Hermansen & Akse, 2012)

I dagens torskefiske er det slik at kvantitet lønner seg mer enn kvalitet (Hermansen & Dreyer, 2010). Teknologisk vekst har ført til et mer effektivt fiske med større fangster (Standal & Sønvisen, 2015), og i takt med dette blir det stadig færre fiskere pr. fartøy. En slik utviklingen går blant annet utover kvaliteten på fisken (Digre, Rosten, Erikson, Mathiassen & Aursand, 2017).

I de senere årene har det utviklet seg en praksis kalt vasshaling som særlig benyttes når det er god tilgang på torsk i perioden oktober – desember i Barentshavet. For å sørge for kontinuerlig produksjon i fabrikken om bord velger mannskapene å gjøre et nytt tråltrekk umiddelbart etter at det forgående tråltrekket er tatt om bord. I det nye pågående tråltrekket kan fangstmengden i sekken fylles relativt hurtig opp (i denne perioden av året) slik at selve tråloperasjonen må avsluttes. Det kan imidlertid ta flere timer før produksjonslinja i fabrikken er ferdig med å prosessere fisken fra forgående hal, så for å unngå at trålen sprenses (dvs. revner med påfølgende tap av fisk) løftes trålen av havbunnen. Deretter slepes den i de frie vannmassene ved lav fart 1—2 knop, i påvente av at fabrikken skal få kapasitet til å ta imot ny fisk. Med denne praksis sørger mannskapene for at det til enhver tid er en «buffer» av fisk slik at de unngår unødige og lange stopp i produksjonen. En slik kontinuerlig produksjon er økonomisk gunstig, og i de beste periodene blir det fanget og produsert mer enn 100 tonn fisk pr. døgn med de største (norske) trålerne (R. B. Larsen, 2018, pers. medd.).

Utfordringen med vasshaling er at praksisen antas å gi dårligere kvalitet på fisk ved at det hyppigere oppstår redskapsmerker, død fisk, filetspalting, slitasje i skinnet, blåmerker, rødere filet og dårligere utblødning (Brinkhof, Larsen, Herrmann & Olsen, 2018). I tillegg blir fisken utsatt for stress under trålingen gjennom lang tauetid og ved sammenpressing i trålen ved store fangstmengder (Akse, Tobiassen & Joensen, 2011).

En utfordring med vasshaling av torsk er den har lukket svømmeblære. Svømmeblæren vil kunne utvide seg og sprenges ved en viss dybde når trålen løftes fra havbunnen. Dette skjer når vanntrykket stiger over ~ 70 % av den originale dybden (Humborstad & Mangor-Jensen, 2013; Midling, Koren, Humborstad & Sæther, 2012). En slik sprengning av svømmeblæren kan potensielt gi et så stort trykk at det fører til barotraume i form av bloduttredelser til områdene rundt svømmeblæren, f.eks. i fileten (Figur 3). (Dermed kan dybden der trålen slepes under vasshaling ha betydning på kvaliteten (Brinkhof m.fl., 2018)).



Figur 3. Dissekert torsk med avmerket område for svømmeblære i det nederste røde feltet, og loin i fileten i det øverste røde feltet. Foto av undertegnende.

Vasshaling blir stadig mer utstrakt og det finnes ingen direkte forbud mot praksisen (Fiskeridirektoratet, 2013).

Fisk fra lange trålhal har ofte dårligere utblødning enn fisk fra kortere og mindre hal (Erikson m.fl., 2004). En grunn til dette er at ved store hal er det vanskelig å holde liv i all fisken. Dermed vil mye av fisken være død før den skal bløgges, noe som kan påvirke hvor god utblødningen blir (Digre m.fl., 2017). I tillegg vil fisk som er stresset før avlivning ha en mindre effektiv utblødning enn ustresset fisk. Dette skjer som følge av at stressresponsen forbereder fisken på en eventuell flukt ved å sørge for økt tilføring av blod til muskulaturen, som igjen fører til at det blir vanskeligere å få fisken tilstrekkelig utblødd (Digre & Hansen, 2005).

Det viktigste aspektet med ublødning er at fisken får bedre kvalitet og at den dør raskere (Olsen, 2011; Tretsven & Patten, 1981). Torsk som er dårlig utblødd vil kunne få mørk og rødfarget filet som kan føre til redusert produktkvalitet og lavere kommersiell verdi (Valdimarsson, Matthiasson & Stefansson, 1984).

1.1 Hensikten med oppgaven

Hensikten med oppgaven var å undersøke om torsk som ble vasshalt hadde større mengde restblod i muskelen, enn torsk fra ordinært tråltrekk der trålen ble halt direkte om bord etter at fangsoperasjonen var avsluttet. Det ble fokusert på forskjeller i mengde restblod i loin siden det er det mest verdifulle fiskestykket. I tillegg ble det undersøkt om ulike deler av loin hadde mere bloduttredelser som følge av sprengning av svømmeblæren under vasshaling.

De fleste forsøk på bløgging fra tidligere har blitt gjort på ustresset fisk. Derfor ble det også gjort et bløggeforsøk for å undersøke om vasshalt torsk fikk større mengde restblod i loin ved forsinket bløggetid, enn torsk fra ordinært tråltrekk.

Det ble brukt to ulike analysemetoder for å undersøke mengden restblod i loin. Disse metodene ble sammenlignet for å vurdere hvilken metode som egnet seg best til analyser av restblod.

2 Teori

2.1 Kvalitet

Ordet kvalitet kommet fra det latinske ordet «qualitas» og betyr egenskap. Den mest brukte definisjon på kvalitet er som følger: “*Kvaliteten til et produkt blir bestemt av produktets evne til å tilfredsstille brukeren/kundens behov, ønsker, krav og forventninger hver gang kunden kjøper produktet*” (Balevik, Haugen & Slinde, 2005). Kvalitet er et sammensatt begrep og vil ofte være subjektiv for den enkelte forbruker. Ved kjøp av fiskeprodukter vurderer forbrukeren kvaliteten først og fremst gjennom lukt, tekstur, smak, helse og bekvemmelighet (Nilsen m.fl., 2014). I dag er betalingsviljen for god kvalitet økende, noe som også gjør at det stilles større krav fra forbrukerne til kvaliteten på råstoffet (Balevik m.fl., 2005; Olsen, Nordtvedt, Tobiassen, Joensen & Nilsen, 2016).

Verdien på fiskeproduktene i markedet bestemmes i stor grad av kvaliteten på råstoffet (Randhawa & Bjarnason, 1995). Oppstår det kvalitetsfeil vil det påvirke produktutbyttet, og den økonomiske betydningen. Noen eksempler på vanlige kvalitetsfeil som kan forekomme er filetspalting, parasitter, høttmerker, slogrester og bløt tekstur (Karlsen m.fl., 2012). I denne oppgaven vil fokuset være på kvalitetsfeil forbundet med blod.

2.2 Kvalitetsendringer som følge av restblod

Restblod i muskel kan føre til flere uønskede kvalitetsendringer som er negative for produktkvaliteten. Dette gjelder særlig for ferske filetprodukter som for eksempel loin som er det mest verdifulle stykket i torskefileten, men også for produkter som hel fersk fisk, klippfisk og saltfisk (Akse & Joensen, 2004; Akse m.fl., 2012; Joensen, Akse, Bjørkevoll & Mathisen, 2004). Slike produkter krever høy råstoffkvalitet, derfor bør tap av verdi og kvalitet til vanlige defekter som dårlig utblødning unngås (Olsen, Sørensen, Larsen, Elvevoll & Nilsen, 2008). Vanlige kvalitetsendringer som oppstår pga. restblod er som følger:

Misfarging

Det største problemet med misfarging av fiskemuskel er det visuelle. Når fiskefilet evalueres er fargen en av de viktigste kvalitetskriteriene. Hvis fargen avviker fra det en forbruker er vant til vil fiskeproduktet som oftest velges bort (Heia m.fl., 2017). Dermed fører misfarging til at den kommersielle verdien reduseres (Valdimarsson m.fl., 1984). Når det gjelder hvitfisk som torsk, vil som regel forbrukeren velge bort fisk som er mørkere og misfargede til fordel for de mer hvite (Love, 1978; Mancini & Hunt, 2005; Sáenz, Hernández, Alberdi, Alfonso & Diñeiro, 2008). I Nordvest-Europa ønsker forbrukerne at kjøttet fra hvitfisk er så hvitt som mulig (Lynum, 1994). Den hvite fargen er et kvalitetstegn hos hvitfiskfileter, mens mørk farge indikerer innhold av restblod (Heia m.fl., 2017). Restblod er hovedårsaken til fargeforandringer i hvitfisk. Mens mengde blod og den kjemiske tilstanden til hemoglobin påvirker intensiteten på fargen (Love, 1978; Mancini & Hunt, 2005; Sáenz m.fl., 2008).

Oksidering

Restblod som blir igjen i muskelen kan fungere som et prooksidant og dermed føre til raskere harskning av lipider (Esaiassen, Heia, Herland & Sivertsen, 2010). En slik lipidoksidering er en av de vanligste grunnene til at fisk får dårligere kvalitet. Oksideringen kan føre til uønsket farge på fileten, samt endring av tekstur, smak og lukt. Torsk lagrer det meste av fett i leveren. I musklene er fettinnholdet kun ca. 0,3 % (Lynum, 1994). Derfor er oksidering som følge av restblod hovedsakelig et problem for fete fiskeslag.

Det er flere komponenter i restblod som er med på å fremskynde harskningsprosessen. En av disse er det oksygenbærende proteinet hemoglobin. Ved autooksidering av hemoglobin vil et oksygen falle fra slik at det dannes et methemoglobin (MetHb) og superoksidet O_2^- . Dette superoksidet vil raskt omdannes til H_2O_2 , som vil kunne reagere med MetHb som gir dannelsen av et proteinradikal som virker som en initiator for lipidoksidasjon (Kanner & Harel, 1985). Denne omgjøringen av redusert hemoglobin til oksidert form gir en gråbrun farge på muskelen som er assosiert med lipidoksidasjon. Under foredling, prosessering og lagring har graden av lipidoksidasjon vist seg å korrelere med innholdet av heme-proteiner (Chaijan & Undeland, 2015).

I tillegg kan hemoglobin føre til lipidoksidasjon hvis en heme-gruppe eller et jernion frigjøres fra proteinet under behandling post-mortem. Like etter død vil nesten alle jernionene i hemoglobin ha ladningen $2+$. Jernionet som frigjøres virker som en kraftig prooksidant siden det kan skifte mellom valensene Fe^{2+} og Fe^{3+} . I fri form anses jern å være mye mer reaktivt enn når det er bundet til hemoglobin. (Gabig & Babior, 1981).

Restblod inneholder også andre komponenter som kan fremskynde lipidoksideringen, som blodplasma og hvite blodceller. Blodplasma til fisk inneholder 1,2—3 % lipider, der mesteparten er lipoproteiner. Disse kan potensielt være en kilde for oksiderbare lipider (Richards & Hultin, 2002).

Mikrobiologisk vekst

Torsk som har restblod i muskelen vil lettere kunne forringes, noe som potensielt kan påvirke holdbarheten. Grunnen er at det resterende blodet i fileten virker som en næringskilde som gir gode vekstforhold for bakterier (Esaiassen m.fl., 2010). Maqsood & Benjakul (2011) påviste at blodet i ubløgget Asiatisk seabass ga mer mikrobiologisk vekst enn i tilsvarende fisk som var bløgget. En annen undersøkelse av Akse m.fl. (2014) viste at fisk som hadde større forekomst av restblod i muskelen hadde mer mikrobiologisk vekst. (Undersøkelsen kunne ikke konkludere med at dette forkortet holdbarhetstiden.)

2.2.2 Hvordan og hvorfor restblod oppstår

Tråling av torsk kan føre til restblod i muskel på ulike måter. Disse er som følger:

Store hal og utblødning

God bløgging og utblødning er kanskje den viktigste enkeltfaktoren for å unngå fileter som er mørke, rødfarget og som har blodflekker (Akse, Tobiassen & Joensen, 2011). En tidligere undersøkelse gjort på bløgging viste at 44 % av torsk fanget med trål ikke var optimalt blodtappet ved levering (Akse, Joensen, Tobiassen & Olsen, 2013). Varierende størrelse på hal, sammen med færre mannskap om bord, pga. arbeidskraftskostander, kan føre til at bløggingen ikke blir god nok, noe som gjør at det oppstår kvalitetsfeil (Borderías & Sánchez-Alonso, 2011; Botta, Squires & Johnson, 1986; Margeirsson, Jonsson, Arason & Thorkelsson, 2007).

Store hal kan skaper utfordringer når det gjelder bløgging og sløyning. Ofte vil flere av fiskene være død etter å ha ligget lenge i mottaksbunge, og det kan ta mer enn tre timer før alle fiskene har blitt bløgget, eller direktesløyd (Akse m.fl., 2014). Dette kan føre til at utblødningen ikke blir tilstrekkelig og at fisken dermed får misfarg av fiskemuskel (Margeirsson m.fl., 2007; Olsen, Tobiassen, Akse, Evensen & Midling, 2013; Rotabakk, Skipnes, Akse & Birkeland, 2011).

Klem og slag

Ved trålfiske er det ikke uvanlig at det oppstår klemskader og blåflekker. Dette oppstår som oftest når store mengder fisk presses sammen i trålen, eller ved hard behandling av fisken når den skal bløgges (Digre, Hansen & Erikson, 2010; Rotabakk m.fl., 2011). Slike skader kan føre til blødninger som gir mørke flekker og misfarget kjøtt, særlig hvis fisken ikke blir utblødd (Lynum, 1994).

Stress

Ved tråling av fisk er det flere faktorer som kan føre til ulik grad av stress. Under selve trålingen svømmer fiskene i stim foran munningen av trålen, og faller bak til trålposen når de blir utmattet (Maine & Sangster, 1981; Svalheim, Karlsson-Drangsholt, Olsen, Johnsen & Aas-Hansen, 2017; Winger, Eayrs & Glass, 2010). Et slik stress kan føre til at utblødningen ikke blir optimal (Olsen m.fl., 2013). Dette kan ha sammenheng med at ved fysisk stress, økt aktivitet og hypoksi, som er forbundet med slakting, kan fisk redistribuere blodet fra organene til musklene. Økt blodvolum til musklene sørger for at fisken får mer oksygen til en eventuell fluktnespons. (Farrell m.fl., 2001; Olsen m.fl., 2008; Soldatov, 2006). Dette kan føre til at ved bløgging blir kun blodet i områdene rundt gjellene fjernet (Olsen, Sorensen, Stormo & Elvevoll, 2006), mens det blir liggende igjen restblod i store deler av musklene.

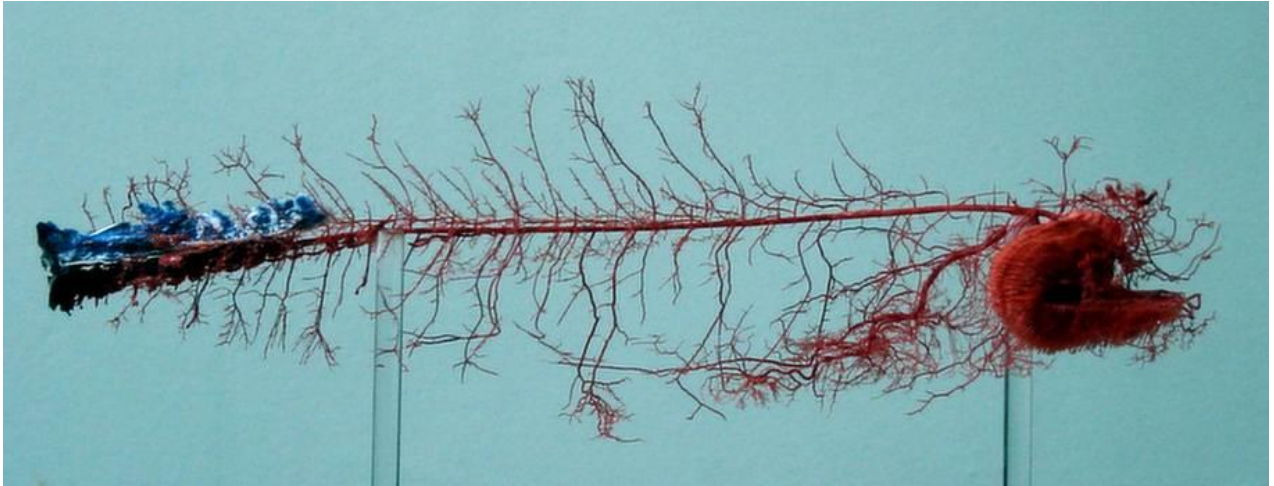
I tillegg vil koagulering av blodet gå raskere for fisk som opplever mye stress rett før død. Dette kan igjen kan føre til at utblødningen blir mindre effektiv (Ruis & Bayne, 1997).

Barotraume

Under tråling kan fisk oppleve barotraume som er skader i kroppen som oppstår når trykket i kroppens hulrom endrer seg fra trykket i omgivelsene (Opdahl & Nordseth, 2017; Svalheim m.fl., 2017). Når trålen løftes fra havbunnen vil det oppstå en plutselig nedgang i trykket som fører til en overekspansjon av svømmeblæren, og i verste fall kan dette føre til død. Typisk for slike tilfeller er at fiskens øyne buler ut, vrent mage, utvendige blødninger, tap av likevekt og fremspring av innvoller ut munnen. Blir trykket veldig stort kan svømmeblæren sprenge og gi hull og rifter, samt skader på arterielle forbindelser i fisken (Rummer & Bennett, 2005).

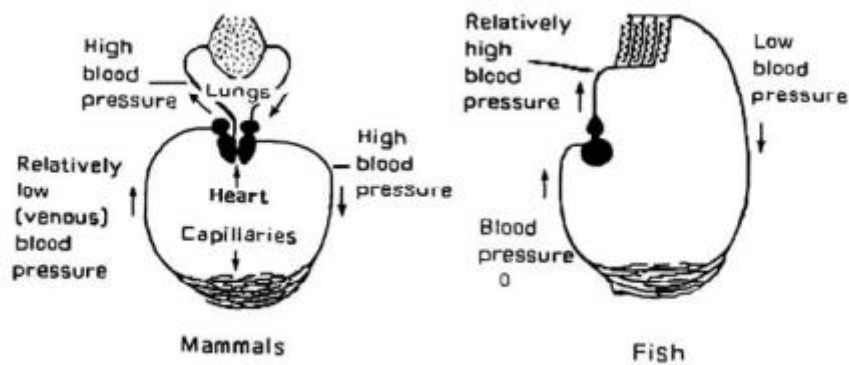
2.3 Blodsystemet til fisk

For fisk som må bløgges er det fordelaktig å ha kjennskap til oppbygningen av blodomløpet (Figur 4). I motsetning til pattedyr som har et dobbelt kretsløp og et hjerte med fire kamre, har fisk et enkelt kretsløp og et hjerte med to kamre; forkammer og hjertekammer (Lynum, 1994). Når blodet pumpes til hjertet går det først gjennom venesekken. Videre går blodet til forkammeret som er koblet til hjertekammeret via bulbus arteriosus som ender i hovedpulsåren (*aorta ventralis*) (Farrell & Jones, 1992). Hovedpulsåren (*aorta ventralis*) strekker seg fra hjertet og gjennom «kverken» til undersiden av gjellene. Herfra går det pulsårer til gjellebladene som videre blir finforgrenet til et nettverk av kapillærer. I gjellene får blodet tilført oksygen før det videre samles i blodårene på oversiden av gjellene. Videre samles blodet i hovedpulsåren (*aorta dorsalis*) som ligger under hodeskallen og strekker seg videre rett over blodranda. Herfra går blodet ut i kroppen til muskler og innvoller. Før blodet i innvollene returnerer til hjertet må det først gjennom leveren og nyrene. Når blodet returnerer tilbake til hjertet har det et blodtrykk nærmere null (Lynum, 1994; Olsen, 2011).



Figur 4. Fordeling av blodårer i fisk. (Illustrasjon av Robb, D.)

Trykket fra hjerteslaget er betydelig redusert av strømningsmotstanden i gjellene. Hos torsk har den ventrale aorta et blodtrykk på 45 mm Hg, og den dorsale aorta et blodtrykk på 30 mm Hg (Figur 5). Hovedsakelig er det venepumper som drives av fiskens muskelbevegelser som sørger for å transportere blodet ut i kroppen. Dermed må det aktivitet til for å sette blodet under trykk (Lynum, 1994).



Figur 5. Blodmløpet til pattedyr (venstre) og fisk (høyre). Viser det varierende blodtrykket gjennom kroppen (Huss, 1995).

2.3.1 Blodmengde

I ulike fiskearter vil blodmengden variere etter kroppsvekten. Blodvolumet ligger mellom 1,5—3,0 % (Huss, 1995), og 5—7 % (Itazawa, Takeda, Yamamoto & Azuma, 1983). Det meste av blodet er fordelt i de indre organene, mens muskelvevet kun inneholder 20 % av den totale blodmengden. Blodmengden i innvollene ligger på 30—40 % av minuttvolumet når fisken ikke har spist og er uthvilt (Lynum, 1994; Olsen, 2011)

2.3.2 Hemoglobin

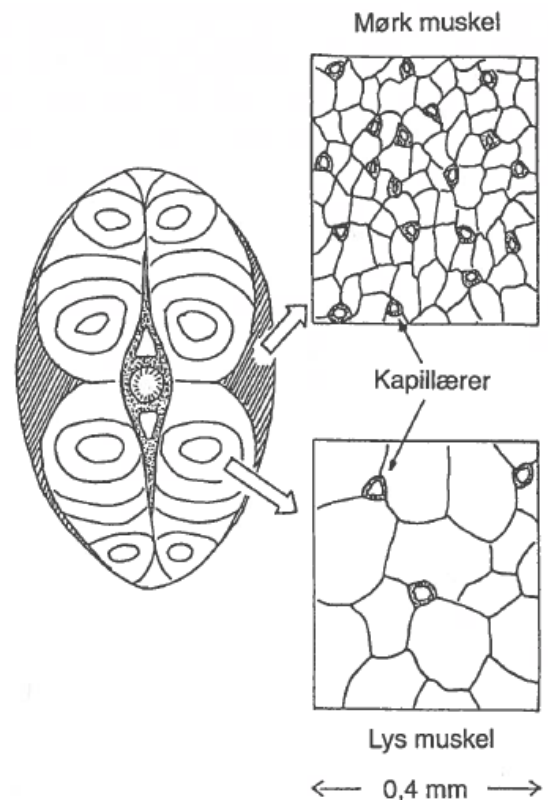
Hemoglobin er et protein som finnes i de røde blodcellene som sørger for å transportere oksygen fra gassutvekslendeorganer og videre ut i kroppen. Proteinet består av en globulær del, samt fire polypeptidkjeder med en heme-gruppe som inneholder et jern-ion. Dette jernionet kan enten ha ladningen 2+ eller 3+, og hemoglobin kalles henholdsvis oxyhemoglobin og methemoglobin når proteinet har disse ladningene. Den førstnevnte formen, oxyhemoglobin, kan binde oksygen. (Hankeln m.fl., 2005; Kanner & Harel, 1985; Manning, Dumoulin, Li & Manning, 1998). I tillegg til oxyhemoglobin og methemoglobin finnes det andre kjemiske tilstander av hemoglobin som er vanlige å finne i blod. Eksempler på disse er deoxyhemoglobin og carboxyhemoglobin. Ved bruk av spektrofotometer er det mulig å identifisere disse med en bølgelengde mellom 450—700 nm (Olsen m.fl., 2008).

2.3.3 Blod i muskulatur

Muskulaturen i fisk utgjør ca. 50 % av kroppsvekten, og kan deles inn i to grupper: lys og mørk muskulatur (Lynum, 1994). Den største andelen av musklene er lys muskulatur. Den lyse fargen kommer av at den inneholder ca. 90 % anaerob hvite fibre (I. Johnston, 1980, 1981; I. A. Johnston, 1983). Den mørke muskulaturen utgjør ca. 10 % av muskelmassen og ligger ytterst mot huden (Lynum, 1994).

I mørk muskulatur er det heme-pigment som gir den mørke fargen. Heme-pigmentene kommer fra hemoglobin og myoglobin, som også er hovedkilden (Soldatov, 2006). I motsetning til den hvite muskulaturen har de mørke muskulaturfibrene mindre diameter og er i tillegg godt utrustet med blodkar. Hovedsakelig går den lille andelen av blod som strømmer i musklene til den mørke muskulaturen (Lynum, 1994). Innhold av heme-pigment i hvit muskulatur kommer i hovedsak fra hemoglobin i blodet (Haard, 1992). Den lyse muskulaturen har lav blodgjennomstrømning (Lynum, 1994). Den hvite muskulaturen har mindre kapillær vaskularisering enn den mørke (Figur 6).

Henholdsvis 0,2—9,0 % og 18—25 % (Soldatov, 2006).



Figur 6. Fordeling av kapillærer i mørk og lys muskel. Lys muskelbunt har tverrsnitt på 0,1 mm. (Lynum, 1994).

2.4 Bløgging og utblødning

I 1933 ble det i Norge lovfestet at all fisk skal bløgges, foruten om noen få unntak av småfisk som for eksempel sild, makrell og uer (Anderssen, 1934; Lynum, 1994). Bløgging sørger for at døden inntreffer raskere, samt at det fjerner meste parten av blodet i fisken (Tretsven & Patten, 1981).

2.4.1 Bløggemetoder

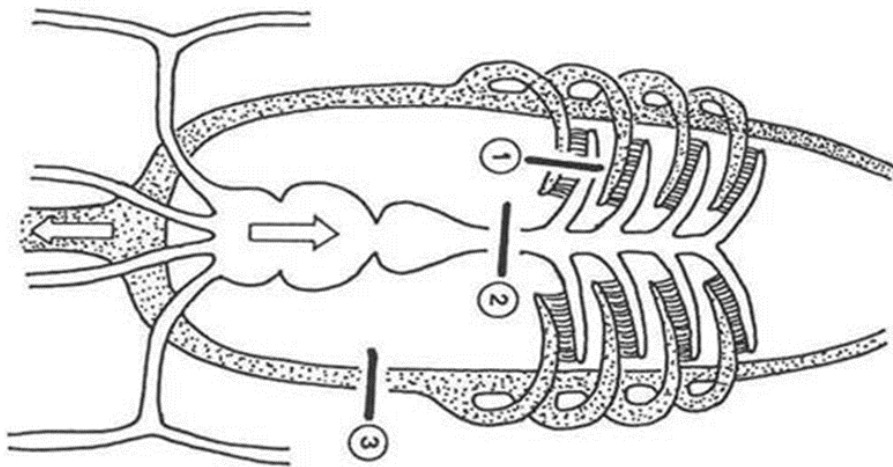
Det er uenigheter om hvilken metode som er den best egnede (Botta m.fl., 1986; Roth, Torrissen & Slinde, 2005; Valdimarsson m.fl., 1984), men når det oppstår restblodet i fiskemuskel er det i liten grad bløggemetoden som er den avgjørende faktoren (Olsen, 2011; Roth m.fl., 2005).

Tradisjonelle bløggemetoder utført manuelt med kniv er som følger:

- Én-snittsmetoden: Metoden blir sett på som enkel og egner seg godt til stortorsk og er den mest brukte metoden ved kommersiell fiske. Her kan man bruke ulike handgrep, og i tillegg kan man kutte med kniveggen opp ved å stikke kniven inn under gjellelokket og skjære oppover over åren ved strupen. Kverken skæres over i ett snitt på skrå inn mot ryggen. Hovedpulsåren (*aorta ventralis*) som går fra hjerte til gjellene kuttet over, men ikke de to årene som går fra gjellene. kniven føres gjennom strupen, og skjærer over hovedpulsåren som går fra hjerte til gjellene
- To-snittsmetoden: Kniven føres på skrå mot nakken. Fra gjellene strekker det seg to årer (*aorta dorsalis*) som skuttet, mens åren fra hjerte til gjeller står inntakt. Det er lett å bomme på årene om man ikke lar snittet gå litt rundt på sidene.
- Gjellekutt: En eller flere gjellebuer på den ene siden kuttet.
- Strupekutt: Kverken kuttet over og knives føres ned på sider. Ved denne metoden blir både åren fra hjerte til gjelle, og årene fra gjellene til kroppen kuttet.
- Stikkmetoden: Knives stikkes på siden av kverken i bakkant av gjellene for kappe hovedpulsåren. Denne metoden har lett for å gjøres feil enten ved å skade fiskekjøttet, eller ved at kniven ikke treffer hovedpulsåren. Dette er den bløggemetoden som har ødelagt mest fisk og anbefales ikke for de med mindre erfaring på bløgging.

- Direktesløying: Dette er en metode som ofte benyttes i storskalafiskeri som på trålflåten. Metoden blir av enkelte sett på som en snarvei enn en god bløggemetode, og er ikke egnet til fisk som skal ha et høyere kvalitetsnivå og lang holdbarhet. Bløgging blir foretatt indirekte under hodekappingen. Når det gjelder å unngå restblod er denne metoden lite gunstig (Akse m.fl., 2012; Fangstbehandling.no, 2009; Råfisklaget, 2018).

Figur 7 illustrerer kutteområdet for de tre metoder som er vanlig å bruke ved bløgging; Én-snittsmetoden, to-snittsmetoden og gjellekutt.



Figur 7. Kutteområder for tre vanlige metoder å bruke under bløgging. 1: Én-snittsmetoden: Kutter kverken og blodåren som går fra hjertet til gjellene. 2: To-snittsmetoden: Kutter over blodårene som går mellom gjellene og kroppen. Gjellekutt: Kutter over gjellebuene (Olsen, 2011).

2.4.2 Betingelser for god utblødning

Som nevnt tidligere er god bløgging og utblødning kanskje den viktigste enkeltfaktoren for å unngå fileter som er mørke, rødfarget og som har blodflekker (Akse, Tobiassen & Joensen, 2011). Dette er spesielt viktig i hvitfiskindustrien hvor god produktkvalitet er forbundet med tilstrekkelig utblødning (Digre m.fl., 2011; Valdimarsson m.fl., 1984).

For å oppnå best resultat er tiden mellom død og bløgging avgjørende, sammen med muskelaktivitet under utblødningen (Botta m.fl., 1986; Olsen m.fl., 2014; Roth, Obach, Hunter, Nortvedt & Oyarzun, 2009; Roth m.fl., 2005). Tiden før bløggingen er mest avgjørende for selve utblødningen, mens muskelaktivitet er avgjørende for grad av misfarging av fileten (Roth m.fl., 2009; Roth m.fl., 2005). Hos pattedyr er hjerteslagene en viktig faktor for blodtømmingen, noe som ikke gjelder hos fisk. Her er sammentrekning av kroppsmuskulaturen av mye større betydning, og sørger for at blodet presses ut under utblødningen (Digre m.fl., 2017).

For å minimere sjansen for blodrelaterte kvalitetsfeil bør man unngå direktesløyning, og heller bløgge fisken innen 30 minutter etter død. For så å la fisken ligge til utblødning i 30 minutter før sløyning (Olsen m.fl., 2014). Akse m.fl. (2012) fant at fisk som ble bløgget 3 timer etter opptak hadde like mye restblod i muskel som fisk som ikke ble bløgget.

Blodet i fisken kan holde seg flytende inntil en halvtime ved lave temperaturer. Blir bløggingen gjort etter halvtimen har bløgging lite for seg, og fører til undøvelig tidsforbruk og arbeid før sløyning. Derfor er det viktig at bløggingen utføres så snart fisken er om bord. Økt stress og høye temperaturer gjør at koaguleringen av blodet skjer raskere. For å få en god utblødning bør bløggingen utføres så raskt som mulig for å forhindre ytterligere stress. I tillegg til at det bør skje under nedkjøling. Derfor bør fisken ligge i kaldt vann for å unngå koagulering og for at utblødningen skal bli mest effektiv (Lynum, 1994). Valdimarsson m.fl. (1984) fant i en studie ut at fisk som ble lagt i vann for utblødning fikk bedre kvalitet enn fisk som lå til utblødning i luft.

3 Materiale og metode

Datainnsamlingen for denne oppgaven ble utført under to tokt om bord på F/F Helmer Hanssen i november 2016 og mars 2017. For mer informasjon om bruksområde og teknisk beskrivelse av F/F Helmer Hanssen, se UiT, Seksjon for fartøy og tekniske tjenester https://uit.no/forskning/art?p_document_id=336568&dim=179012.

3.1 Område, tidspunkt og tråloppsett

Toktet høsten 2016 fant sted i perioden 10.—30. november i den nordøstlige delen av Barentshavet (N 74°59'–N 75°26'; Ø 30°54'–Ø31°17'), øst av Hopen og langs Sentralbanken.

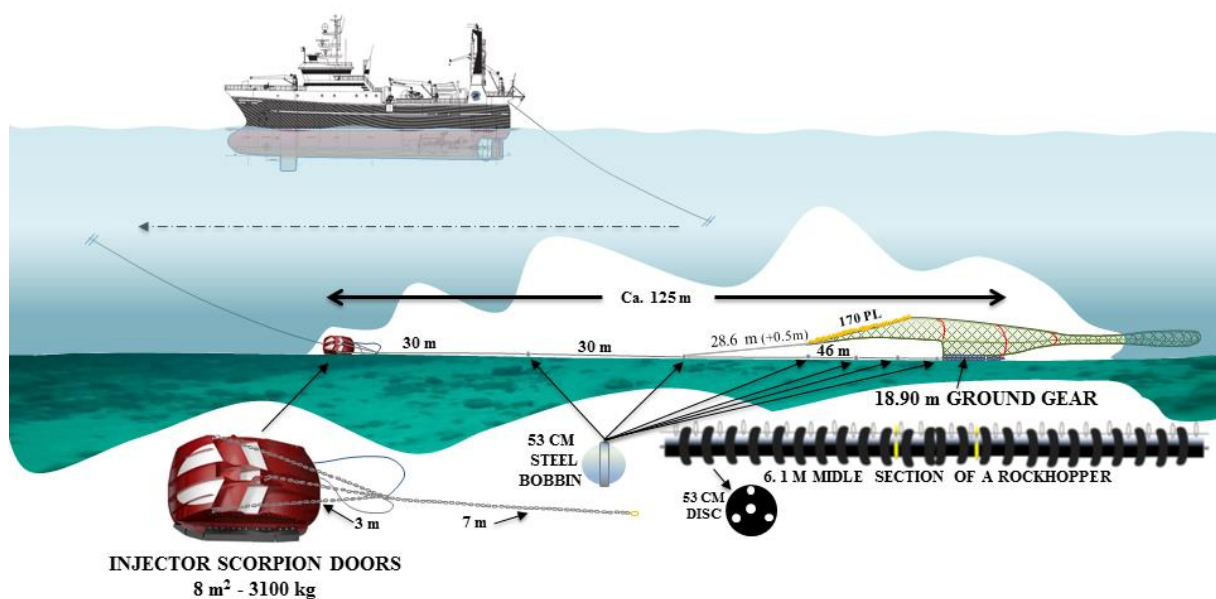
Toktet våren 2017 fant sted i perioden fra 06.—14. mars. Første del av toktet foregikk langs kysten av Øst-Finnmark og Nordbanken (N 70°55'—N 70°50'; Ø 31°03'—31°09') og ble avsluttet på Malangsgrunnen utenfor Troms (N 69°45'—N 69°45'; Ø 17°13'—17°04').

Datainnsamlingen i denne oppgaven ble gjort på torsk (*Gadus morhua*). Tråloppsettet under begge toktene ligner det som anvendes i de kommersielle fiskeriene (Figur 8).

Det ble brukt tråltypen Alfredo nr. 3 som er en to-panels trålkonstruksjon, med maskevidde på 170 mm i vingene, 135 mm i belgen (og vanligvis 130 mm i trålposen), og er laget av polyetylen. Lengst bak liggere trålposen som har fire paneler og en maskevidde på $132,1 \pm 2,6$ mm (gjennomsnitt \pm standardavvik). Mellom trålposen og trål-belgen ble det montert inn sorteringsrist med 55 mm spileavstand (Figur 9a). Sorteringsristen med minimum 55 mm spileavstand er sammen med maskevidde på minimum 130 mm i trålposen den påbudte tekniske regulering av torsketrålfiskeriene for alle fartøyer som opererer i det Nordøstlige Atlanterhavet (dvs. Det nordlige Norskehavet, Barentshavet og Svalbardsonen). Bak sorteringsristen ble det montert en overgangsseksjon fra to til fire paneler. Trålposen var laget som en firepanels sekk av 8 mm PE (Euroline) med 135 mm maskevidde og en lengde på 60 masker (ca. 9,5 m strukket lengde) og en omkrets på 60 masker. Tråldørene var av typen Injector Scorpion 8 m² med en vekt på 3100 kg. Fra tråldørene til trålens vinger var det festet sveipere på 60 m, med stålkuler plassert på midten med en diameter (Ø) på 53 cm. Disse

stålkulene sørger for at sveiperne får unødig slitasje. Nederst mot havbunnen lå bunngiret som hadde en lengde på 46,9 m. Giret som består av 18,9 m langt rock-hopper er satt sammen av gummiskiver med Ø på 53 cm. På begge sider av giret var det festet en kjetting på 14 m som var utstyrt med tre stålkuler med Ø53 cm. En slik kjetting hjelper å holde giret i kontakt med havbunnen (Figur 9b).

For å kontrollere og overvåke trålen var det montert fangst- og høydesensorer på trålen, samt sensor på tråldørene fra Scanmar. Et tråløye (Scanmar) ble brukt til å kontrollere dybden under vasshaling. For å redusere variasjonen på fangststørrelsen mellom de ulike halene ble fangstmengden satt til maks to tonn for hvert hal. Fangstmengden i trålen ble begrenset ved hjelp av en påmontert fiskelås med to fluktåpninger. Når ønskede fangstmengde var fylt opp frem til fiskelåsen, ble overskuddfisken sluppet ut gjennom åpningene (Brinkhof, Herrmann, Larsen, Sistiaga & Eayrs, 2017; Grimaldo, Sistiaga & Larsen, 2014) .



Figur 8. Trålappsett med Alfredo nr. brukt under tråling på F/F «Helmer Hanssen» under begge toktene. Tegning av Roger B. Larsen, 2016



Figur 9. a: Trålen inspiseres ute på dekk. Sorteringsrista ligger under oransje fløytkulene. b: Den mørke kjettingen har stålkuler som hjelper å holde giret i kontakt med havbunnen. De gule fløytkulene er festet til trålens «headline» og hjelper å holde nota åpen. Tråldørene henger bak båten. Foto av undertegnende.

3.2 Forsøksoppsett

Det ble gjennomført parvise tråltrekk under toktene, hvor det ene tråltrekket var vasshaling og det andre var kontrolltrekk tatt ved samme dybde/ lokalitet. Med *kontrollhal* menes her et ordinært tråltrekk der trålen hales direkte om bord etter at fangsoperasjonen er avsluttet. Med *vasshaling* menes det her et trålhal der man etter at fangstoperasjonen er avsluttet løfter trålen opp i vannsøylen og holder den der i et bestemt dyp (ca. 40 % dybdereduksjon) i ca. en time. Flere detaljer fra de ulike halene kan ses i Tabell 1.

Tabell 1. Detaljer fra de ulike halene. Viser V = vårtoktet, mars 2017, H = høsttoktet, november 2016. Samt gjennomsnittslengden på fisken, minimum og maksimum gjennomsnittslengde på fisken, antall torsk, tauetid, type tråling, dybde, gjennomsnitt vasshalingsdybde med standardavvik og dybdereduksjonen ved vasshaling.

Hal	Tokt	Tauetid (min)	Vasshaling	Dybde (m)	Gjennomsnittlig vasshalingsdybde (m)	Dybdereduksjon (%)	Antall torsk	Gjennomsnittslengde på fisken (cm)	Lengde på fisken min—maks (cm)
1	H1	120	Nei	351,1	—	—	365	72,7	38—104
2	H1	199	Ja	354,3	192,0 ± 3,8	45,8	204	71,7	41—110
3	H2	120	Nei	347,9	—	—	336	75,5	38—115
4	H2	195	Ja	341,9	205,1 ± 5,9	40,0	223	74,5	44—110
5	H3	100	Nei	359,3	—	—	391	73,6	43—120
6	H3	175	Ja	358,8	217,7 ± 4,4	39,3	451	74,9	48—116
7	V1	126	Nei	255,4	—	—	—	62,9	53—71
8	V1	194	Ja	245,8	151,7 ± 2,9	38,3	—	64,9	54—76
9	V2	98	Nei	170,5	—	—	—	72,7	56—84
10	V2	113	Ja	219,4	104,7 ± 4,7	52,3	—	68,9	51—81

3.2.1 Restblod i vasshalt torsk vs. kontroll

For å sammenligne restblod i loin fra vasshalt fisk og kontrollfisk ble det brukt fisk som var bløgget så raskt som mulig etter ombordtaking. Fra vårtoktet var det tatt ut 10 torsk fra par V1, der 5 torsk var vasshalt og 5 var hentet fra kontrolltrålingen. Fra høsttoktet var det tatt ut 42 torsk. 21 av disse var vasshalt, og 21 var kontrolltrålt. Fiskene ble plukket ut fra begge endene og midten av trålposen. Fiskene ble avlivet med slag til hode, bløgget med én-snittmetoden og lagt til utblødning i 30 minutter. Deretter ble fiskene sløyd og individmerket før de ble fryst sammen i helblokk ved bruk av en vertikal fryser. Blokkene med fisk ble

senere transportert til Nofima og Norges fiskerihøgskole i Tromsø for videre fryselagring (-40°C).

3.2.2 Bløggforsøk om bord

For å undersøke om vasshaling påvirker utblødningen ved forsinket bløgging ble det på vårtoktet (V1 og V2) gjennomført et forsøk med forsinket bløggetidspunkt. Det ble tatt ut 60 torsk der 30 var vasshalt, og 30 var kontrolltrålt. Fisken ble avlivet med et slag til hode, samlet kurver, og fraktet ned på laboratoriet under dekk (Figur 10). Fiskene ble delt tilfeldig inn i tre grupper med 5 fisk, der hver gruppe hadde ulikt bløggetidspunkt som var 0, 30 og 60 minutt etter fangst.



Figur 10. Hver gruppe ble lagt i oransjekurver før de ble bløgget i laboratoriet. Gruppen på 0 min ligger til utblødning i svart kar bak i bilde, mens gruppe 30 og 60 min står på labbenken i oransjekurver. Foto av undertegnede.

Første gruppe ble bløgget umiddelbart (0 min) ved hjelp av én-snittsmetoden. Kniven ble ført gjennom strupen, og hovedpulsåren som går fra hjerte til gjellene ble kuttet over. Når alle fiskene i gruppen var bløgget ble de lagt til utblødning i et kar på 90 liter med rennende ferskvann i ca. 30 minutter. Etter utblødningen ble fiskene tatt ut og lagt i en egen kurv (Figur 11 a). De to resterende gruppene ble bløgget etter henholdsvis 30 og 60 minutter etter fangst, med samme prosedyre som gruppen på 0 minutter. Fiskene som var ferdig utblødd ble identitetsmerket i sporden ved hjelp av en saueøremerker (Figur 11 b).

For hvert hal ble det skjematisk registrert klokkeslettet for når trålen ble tatt om bord, om det

ble gjennomført kontroll eller vasshal, individmerkene innen gruppene, klokkeslettet når hver gruppe ble bløgget, start- og sluttidspunkt for utblødning - slik at prosedyren ble lik for hver gruppe, samt andre merknader om fisken.



Figur 11. a. Fisk til utblødning i rennede ferskvann i bakerste kar. Ferdig utblødd fisk i baljen foran. Figur b. Ferdig utblødd og identitetsmerket torsk som var vasshalt. Foto av undertegnede.

Etter at alle fiskene var ferdig utblødd ble de sløyd, og fryst sammen i en i helblokk i en vertikalfryser. Blokkene ble lagret i et fryserom om bord, og senere transportert til Nofima og Norges fiskerihøgskole i Tromsø for videre fryselaagring (-40°C).

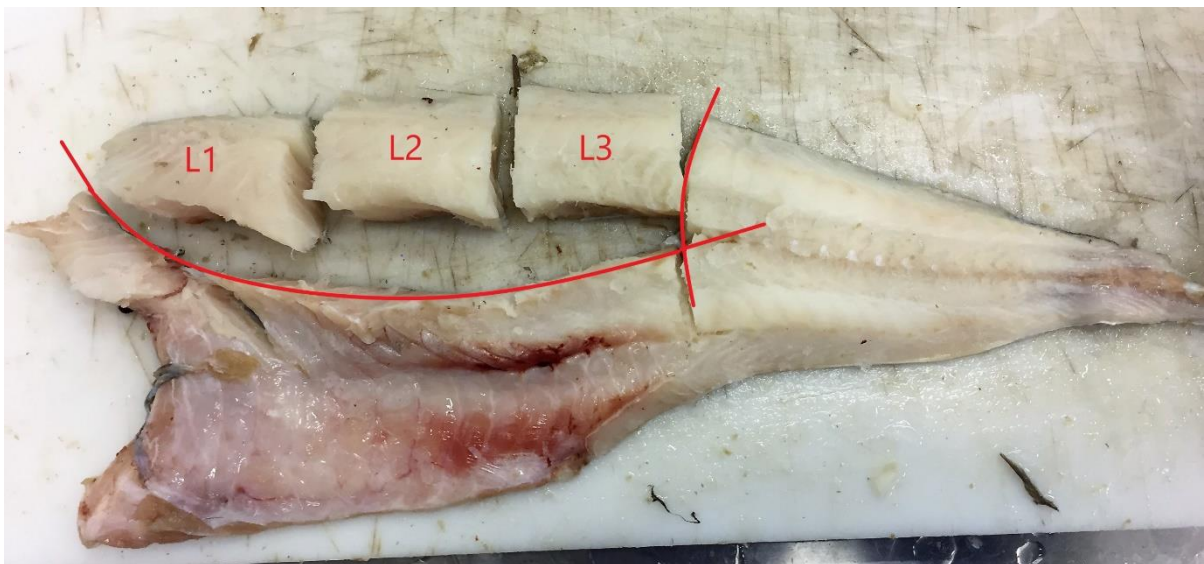
3.3 Tining og prøveopparbeiding

Tineprosessen foregikk over to døgn. Første døgn ble fiskeblokkene lagt i garn-nett, og plassert i tinekar med ca. 1000 L kaldt vann med en temperatur på ca. 1°C (Figur 12). Tinekaret var plassert i et kjølerom som holdt ca. 4°C. Fisk i blokkene fra vårtoktet ble manuelt splittet fra hverandre etter om lag 12 timer, før videre tining. Neste dag ble de halvtinte fiskene lagt over i kasser med is, og plassert på kjølerom (ca. 4°C) i ett døgn.



Figur 12. Blokker med fisk fordelt i garn-nett under tining i kar inne på kjølerom (-4°C). Karet var fylt med 1000l kaldt vann med temperatur på 1°C. Foto av undertegnede.

Ferdig tint fisk ble filetert, og loin fra fileten på høyre side av fisken ble skjært ut ved å la kniven følge ryggbeinet, og kutte av der muskelen blir tynnere. Videre ble loin delt i tre ca. like store stykker med navnet «L1, L2 og L3» som vist i Figur 13.



Figur 13. Loin skjært ut og delt i tre omtrent like store stykker «L1—L3». L= loin, 1—3 = nr. på stykkene. De røde strekene viser hvor i fileten loinen ble skjært ut.. Foto av undertegnede.

3.4 Analyser av fiskemuskel

Det ble brukt to ulike metoder for å se på blodmengden i loin. I den første metoden ble det gjort en fargemåling ved hjelp av måleinstrumentet Minolta Chroma Meter CR-200 (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan). Den andre metoden var en kjemisk analyse for å bestemme totalmengden heme-proteiner i blodet basert på metoden til Chaijan og Undeland (2015). Fargemålingene ble gjennomført i to omganger i forsøkshallen på Nofima i Tromsø. De første målingene ble gjort i uke 25, 2017 på fisken fra høsttoktet. De siste fargemålingene ble gjort i uke 2, 2018 på fisken fra vårtoktet. Den kjemiske analysen ble gjort i perioden januar—mai 2018 på laboratorium på Norges fiskerihøgskole.

3.4.1 Instrumentell fargemålinger

Det ble tatt fargemålinger på alle loinstykkene (L1, L2 og L3) ved hjelp av Minolta fargemåling. Innstillingene var satt til L*a*b* modus.

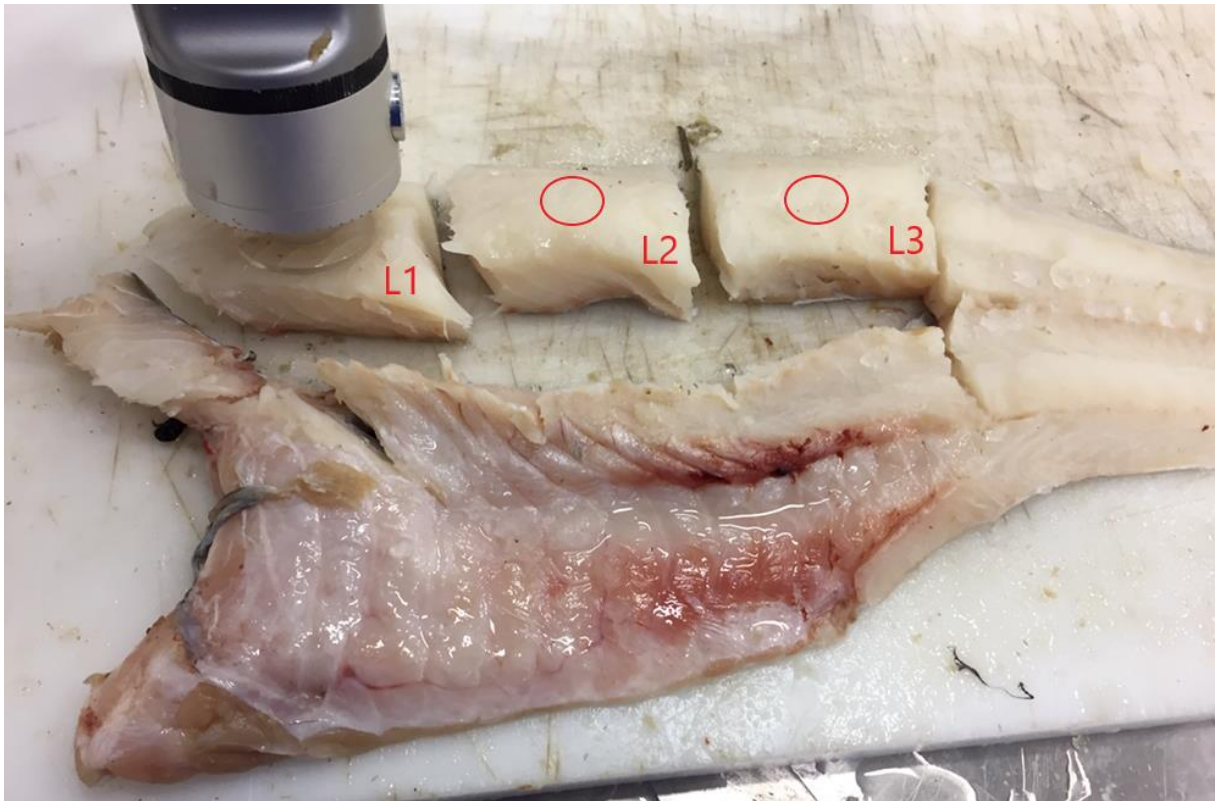
Fra hver måling får man tre verdier. L-verdien angir den relative lysheten til loinstykkene der 0 er mørkest og 100 lysest. a-verdien indikerer i hvor stor grad muskelen er rødfarget. Verdien går fra +60 til -60, der + er rød og – er grønt. b-verdien indikerer hvor mye gul farge muskelen har. Verdien går fra +60 til -60, der + er gul og – er blå.

Disse verdiene ble brukt til å regne ut hvor hvit loinstykkene var med følgende formel:

Formel 1: Beregning av hvithet.

$$\text{Hvithet} = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$$

Før målingene ble Minolta fargemåler kalibrert med en tilhørende hvit plate. Videre ble apparatet plassert i overflaten og omtrent på midten av hvert av stykkene (Figur 14). Målingene ble avsluttet når apparatet lagde lyd, og ferdigmålte loinstykker ble lagt i hver sin zip-pose. Ettersom de kjemiske analysene skulle gjøres ved et senere tidspunkt ble loinstykkene fryst ved -40 °C.



Figur 14. Inndeling av loin i tre deler for fargemålinger. De røde ringene viser omtrentlig måleområde. Foto av undertegnede.

3.4.2 Kjemisk analyse

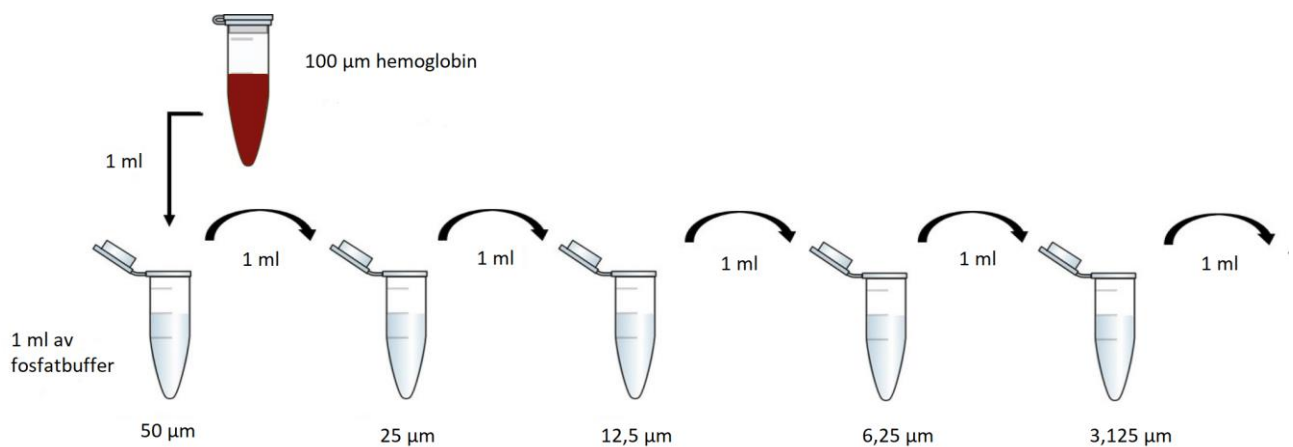
Måling av heme-protein i fiskemuskel er basert på metoden til Manat Chaijan og Ingrid Undeland (2015). Målingene ble gjort på loinstykkene L2 og L3.

Kjemikalier

Det ble under analysene anvendt følgende kjemikalier: Pulverisert hemoglobin fra storfe (nr. H2500), natrium dodecylsulfat (SDS, nr. L3771), dinatriumhydrogenfosfat (Na_2HPO_4 , nr. 30414), saltsyre (HCl, nr. 30721), natriumhydroksid (NaOH, nr. 72064) var fra Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA. Natriumdihydrogenfosfat (NaH_2PO_4 , nr. 71500) var fra Fluka (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO).

Standardkurve

Til standardkurven ble det laget en løsning med fosfatbuffer med 100 μM hemoglobin. 0,65 g hemoglobin fra storfe ble nøyaktig veid ut i veieskip (VWR, weight boat diamond nr. 611-9162) og overført til 100 ml begerglass. 0,1 M fosfatbuffer med 5 % SDS, pH 7 ble tilsatt i begerglasset. Ved en fortynningsserie ble det lagd i 12 ulike konsentrasjoner av løsningen mellom 0–100 μM (Figur 15). 2 ml av løsningen på ble tilsatt i et 2 ml eppendorfrør (Brand, polypropen microsentrifuge tube, India) ved bruk av en 1000 μl pipette. Videre ble 1 ml løsning overført mellom de ulike konsentrasjonene. Totalt ble det gjort tre slike fortynningsserier.



Figur 15. De fem første fortynningene i seriefortynningen av bufferløsningen med hemoglobin. Illustrasjon av undertegnede.

Eppendorfrørene med de ulike konsentrasjonene ble lagt et temperaturregulert vannbad (JulaboSW22, JULABO Labortechnik GmbH, Tyskland) ved 85°C i 1 time. Etter vannbadet ble eppendorfrørene kjølt ned under rennende vann i 10 min. Når prøvene var ferdig nedkjølt ble de satt til sentrifugering (Eppendorf Centrifuge 5415 D, Eppendorf AG, Hamburg, Tyskland) 5000xg i 15 min ved romtemperatur. Supernatanten ble tatt ut for å måle absorbans ved 535 nm med et spektrofotometer (Visible Spectrophotometer Genesys 20, Thermo scientific™, USA). Fosfatbuffer ble brukt som blank.

Preparering av loinstykkene

Før måling av mengde heme-proteiner ble zip-posere med loinstykker lagt til tining i lunnet vann i en halvtime. Ferdigtinte loinstykker ble lagt på is. Et loinstykke om gangen ble malt opp i kjøttkvern i to omganger (Bosch Pro Power 2200 W, Tyskland). Videre ble muskelmassen homogenisert ved hjelp av en håndmikser (Wilfa Stavmikser, Wilfa AS, Norge) ved full effekt i 30 sek.

Måling av mengde heme-proteiner

2 gram muskelmasse ble overført til et 50 ml sentrifugerør (Falcon Blue Mac™, Polypropylene Conial Tube, Becton Dickinson Labware, NJ, USA) tilsatt 3 volum (6 ml) med 1 M fosfatbuffer med 5 % SDS, pH 7, og homogenisert med Ultra Turrax T25 basic (IKA Werke GmbH, Staufen, Tyskland) ved hastighet 3 i 30 sek. Videre ble prøven satt i vannbad ved 85°C i en time. Etter vannbadet ble prøven ristet godt. Tre eppendorfrør ble tilsatt 2 ml hver av prøven. Videre ble eppendorfrørene kjølt ned i romtemperatur i 10 minutter før sentrifugering, 5000xg i 15 min ved 25°C. Supernatanten ble tatt ut og overført i 1,5 ml kyvetter (Brand, polystyren engangskyvetter, semi-micro, Tyskland) Absorbansen ble målt ved 535 nm ved hjelp av et spektrofotometer. Fosfatbuffer ble brukt som blank. For å unngå reversibelendring av hemichrome tilbake til metHb/metMb ble absorbansen målt innen 30 min.

3.5 Statistisk metode

For å avklare eventuelle signifikante forskjeller mellom loinstykkene fra vasshalt fisk og kontrollfisk ble det utført Student t-test for analyse av signifikante forskjeller. Det ble antatt at variansen var ulik mellom fisk fra vasshaling og kontroll, siden trålingene var ulikt gjennomført, i tillegg til noe variasjon i størrelse på fisken, og at fangstområdet var forskjellig.

Signifikante forskjeller fra fargemålingene og kjemisk målingen ble testet for følgende:

- Restblod i vasshalt vs. kontroll fisk
- Fordeling av blod innad i loin på vasshalt vs. kontroll fisk
- Bløggforsøk – fisk med ulik bløggetidspunkt for kontroll vs. vasshalt fisk

4 Resultater

I undersøkelsene av mengden restblod i loin fra torsk fanget ved vasshaling og ordinært tråltrekk (kontrollhal) ble det brukt to ulike analysemetoder. Først en instrumentell fargemåling ved bruk av måleinstrumentet Minolta Chroma Meter Cr.200, og deretter en analyse for å måle mengden hemoglobin basert på metoden til Chaijan og Undeland (2015). Målingene av rødfarge fra instrumentell fargemåling og mengde hemoglobin ble sammenlignet med hverandre for å se om det var samsvar mellom målingene. For å vurdere hvilken av metodene som var best egnet til å måle mengden restblod ble det brukt samme prøvematerialet for begge metodene.

4.1 Restblod i loin fra vasshalt vs. kontroll fisk

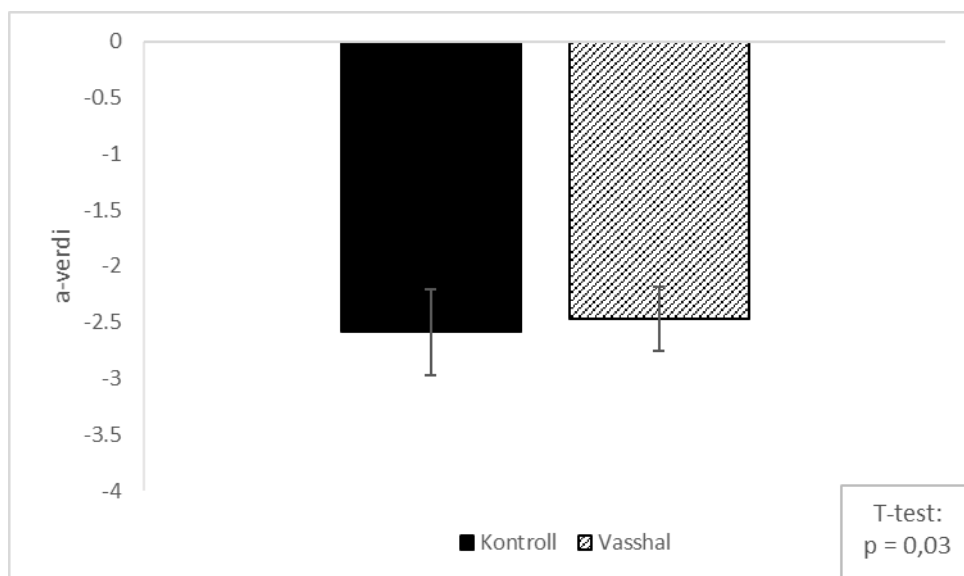
Det er kjent at vasshaling kan føre til redusert kvalitet på torsk blant annet gjennom skader fra barotraume, økt stress og økt dødelighet (Brinkhof m.fl., 2017; Fiskeridirektoratet, 2013). Derfor var det interessant å undersøke om vasshalt fisk skilte seg fra fisk fra kontrolltråling. Dette ble gjort ved å se på mengden restblod i loin fra høyre filet i torsk som var bløgget så snart de ble tatt om bord. I det innledende forsøket ble det undersøkt på om det totalt sett var forskjeller i loin ved å slå sammen målingene fra de ulike loinstykkene fra hvert individ, for torsk fra vasshaling og kontrolltråling. Resultatene fra både instrumentell fargemåling og målingene av hemoglobin ble studert.

4.1.1 Instrumentell fargemåling

I forsøk med instrumentell fargemåling ble loin delt opp i tre stykker (L1, L2 og L3) for å få tre separate målepunkter, slik som beskrevet i punkt 3.4.1 i «Materiale og metode». Målingene ble tatt på overflaten av hvert av loinstykkene ved bruk av måleinstrumentet Minolta (Figur 14). Innstillingene var satt til $L^*a^*b^*$ modus, der a-verdi har en skala som strekker seg fra +60 til -60, der + indikerer forekomst av rødfarge, og – indikerer forekomst av grønnfarge. b-verdi har en skala som strekker seg fra +60 til -60, der + indikerer forekomst av gulffarge, og – indikerer forekomst av blåffarge. Hvithetsindeksen ble kalkulert fra Lab-verdiene, der økende verdi indikerer større grad av hvithet, mens minkende verdi indikerer

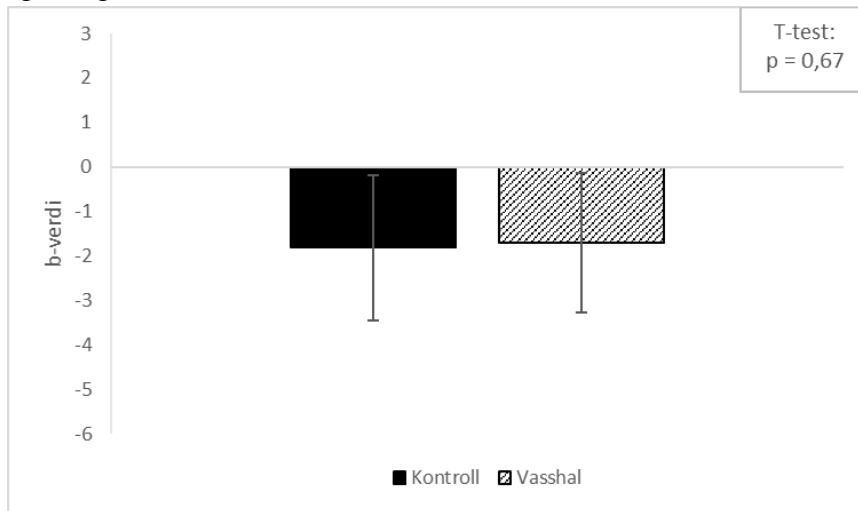
mindre grad av hvithet. Målingene fra alle tre punktene (L1, L2 og L3) i loin ble slått sammen for hvert individ, for først å se om det totalt sett var fargeforskjeller i loin. I forsøket var det brukt torsk (n = 26 fra hver av trålingene) som var bløgget så fort de ble tatt om bord, og som var hentet fra alle parene, utenom V2.

Figur 16 viser grad av rødfarge (a-verdi). Økende verdi indikerer større grad av rødfarge, synkende verdi indikerer større grad av grønnfarge. Av figuren ser man at det er en viss forskjell mellom fisk fra de to gruppene; vasshalt fisk ser ut til å ha noe mer rødfarge (høyere a-verdi) i loin enn kontrollfisk ($-2,59 \pm 0,38$ og $-2,47 \pm 0,29$). Det ble gjennomført en t-test som viste at denne forskjellen i rødfarge mellom kontrollfisk og vasshalt fisk var signifikant ($p < 0,05$). Den høyere a-verdien for loin fra vasshalt fisk kan være et tegn på at vasshaling gir mer rødfarge i loin enn ved et ordinært tråltrekk (kontrolltråling). Konklusjonen fra målingene er at vasshaling fører til at fisk får noe mer rødfarge i loin.



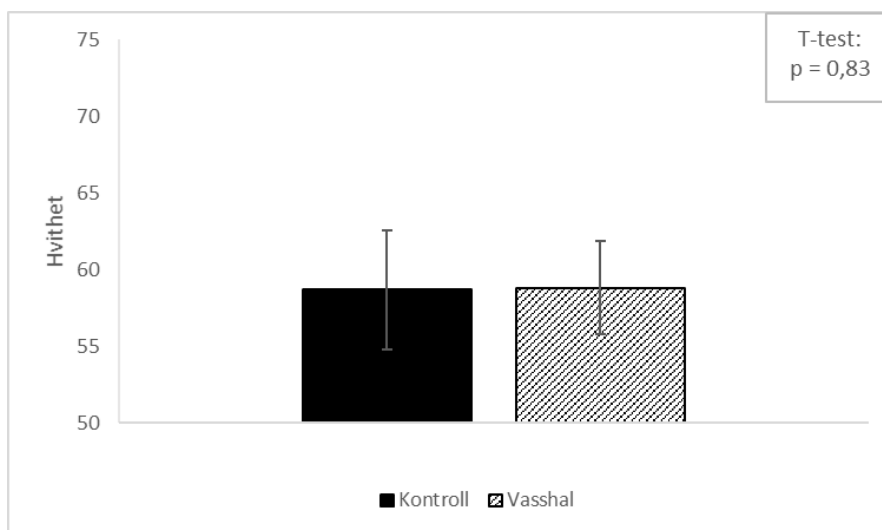
Figur 16. Grad av rødfarge (a-verdi) for alle loinstykkene (L1–L3). n = 26 for hver av trålingene.

Målingene for grad av gulffarge (b-verdi) i loin, som fremstilles i Figur 17, viser en minimal forskjell i b-verdi mellom fisk fra kontrolltråling og vasshaling. Økende verdi indikerer større grad av gulffarge, og synkende verdi indikerer større grad av blåffarge. Resultatene viste at målt b-verdi i loin var litt større for vasshalt fisk ($-1,7 \pm 1,6$), enn for kontrollfisk ($-1,8 \pm 1,6$). I følge t-testen var denne forskjellen i gulffarge mellom vasshalt og kontrollfisk ikke signifikant ($p > 0,05$). Det kan dermed ikke konkluderes med at vasshaling fører til mer gulffarge i loin.



Figur 17. Grad av gulffarge (b-verdi) for alle loinstykkene (L1–L3). $n = 26$ for hver av trålingene.

Ved undersøkelse av grad av hvithet i loin var målingene (Figur 18) tilnærmet det samme for fisk fra vasshaling ($58,8 \pm 3,0$) og kontrolltråling ($58,7 \pm 3,9$). Resultatene fra t-test viste at forskjellen i hvithet i loin ikke var signifikant ($p < 0,05$) mellom fisk fra de to type trålingene. Fra dette kan det ikke konkluderes med at vasshaling fører til at loin blir mer mindre hvit.



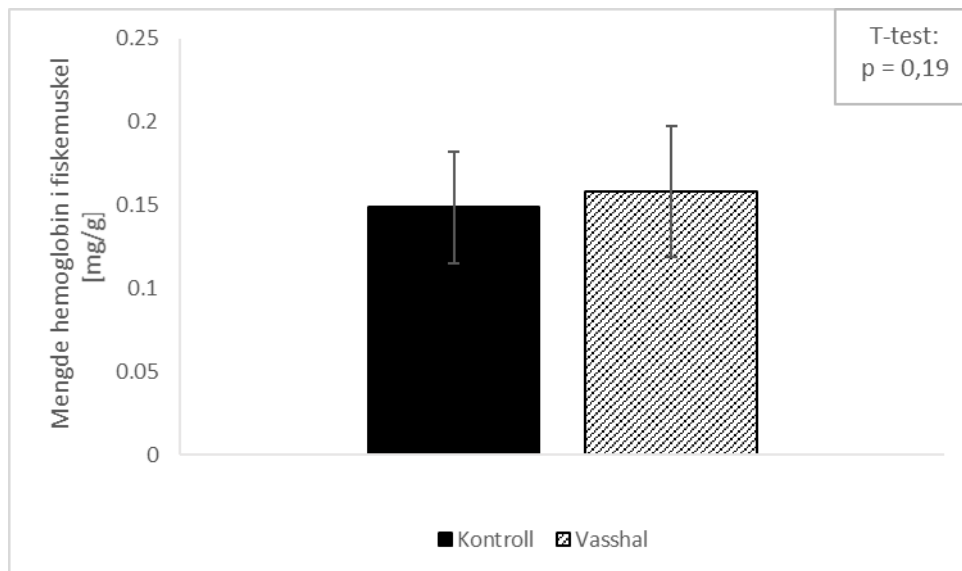
Figur 18. Gjennomsnittlig grad av hvithet for alle loinstykkene (L1–L3). $n = 26$ for hver av trålingene.

4.1.2 Måling av hemoglobin

Ved undersøkelse av mengde restblod i loin hos vasshalt fisk og kontrollfisk ble det også gjennomført måling av hemoglobin basert på metoden til Chaijan og Undeland (2015), slik som beskrevet i punkt 3.4.2 i «Materiale og metode». Målingene av midtre og bakre del av loin (L2 og L3), ble slått sammen for hvert individ for å se om det totalt sett var forskjell i mengde hemoglobin i loin. I forsøket var det brukt torsk (n = 26 fra hver av trålingene) som var bløgget så fort de ble tatt om bord, og som var hentet fra alle parene, utenom V2.

Figur 19 viser mengde hemoglobin målt i loin fra torsk fra de to type trålingene. Av figuren ser man at det er en viss forskjell mellom de to gruppene, vasshalt fisk hadde noe større mengde hemoglobin i loin enn kontrollfisk ($0,158 \pm 0,039$ mg/g og $0,148 \pm 0,033$ mg/g). Resultatet fra t-test viste imidlertid at forskjellen i mengden hemoglobin ikke var signifikant, og det kan derfor ikke konkluderes med at vasshaling fører til større mengde hemoglobin i loin.

Målingene av mengde hemoglobin samsvarer dermed med målingene av rødfarge (a-verdi) med at de begge viser at vasshalt fisk har mer restblod i loin.



Figur 19 Gjennomsnittlig mengde hemoglobin i fiskemuskel for loinstykkene L2 og L3. n = 26 for hver av trålingene.

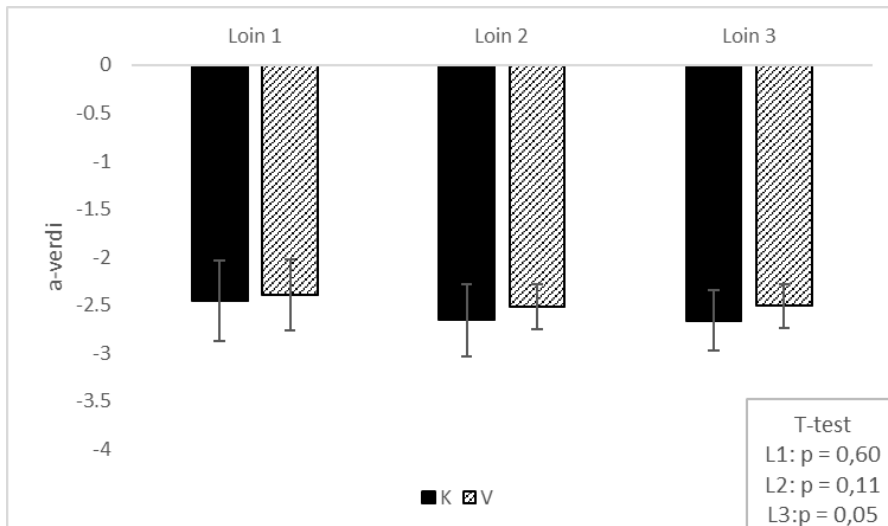
4.2 Fordeling av restblod innad i loin fra vasshalt vs. kontroll fisk

Vasshaling kan medføre sprekning av svømmeblære som kan gi bloduttredelser i områdene rundt som muskulaturen, og dermed potensielt til loin (Brinkhof m.fl., 2017; Rummer & Bennett, 2005). Mulige variasjoner i mengde restblod i ulike deler av loin kan føre til at ikke *hele* loin kan selges som ferskt produkt. I slike tilfeller må den sannsynligvis deles opp og anvendes til et annet produkt som ikke er like lønnsomt som f.eks. blokkfrysede produkter (Johnsen, 2018). I denne analysen ble det sett på om sprekning av svømmeblæren ville føre til mer restblod i ulike deler av loin, fra torsk som har vært vasshalt vs. kontrolltrålt. Målingene ble tatt ved ulike deler av loin, fra høyre filet fra torsk som var bløgget så snart de ble tatt om bord. Resultatene fra både instrumentell fargemåling og måling av hemoglobin ble studert.

4.2.1 Instrumentell fargemåling

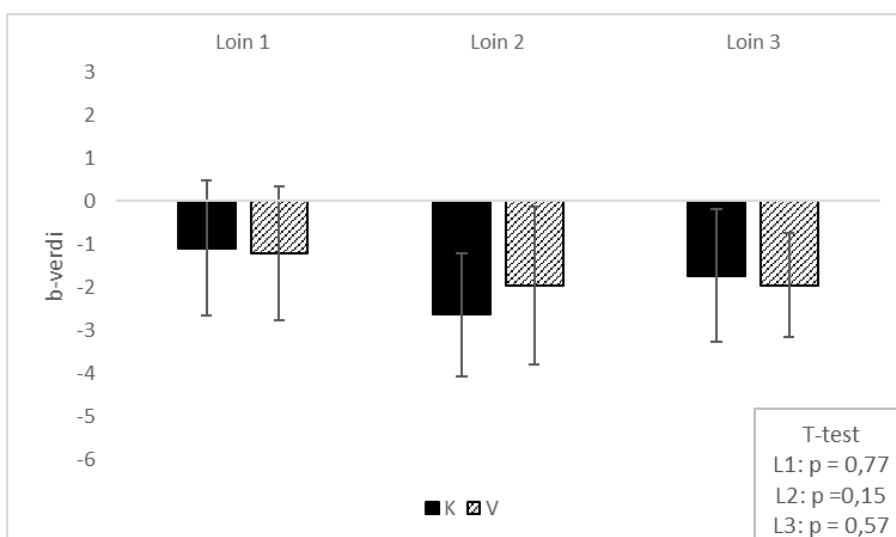
I første omgang ble det tatt instrumentell fargemåling ved fremre, midterste og bakerste del av loin (L1, L2 og L3). I forsøket var det brukt torsk ($n = 26$ fra hver av trålingene) som var bløgget så fort de ble tatt om bord, og som var hentet fra alle parene, utenom V2.

Måling av grad av rødfarge (a-verdi) for de ulike loinstykkene fremstilles i Figur 20. Økende verdi indikerer større grad av rødfarge, og synkende verdi indikerer større grad av grønnfarge. Av figuren kan man generelt sett se at for alle loinstykkene hadde vasshalt fisk mer (grad av) rødfarge. For loinstykke 1 var a-verdien for vasshalt og kontrollfisk henholdsvis $-2,39 \pm 0,37$ og $-2,45 \pm 0,42$. Resultatene fra t-test viste imidlertid at denne forskjellen i rødfarge ikke var signifikant mellom fisk fra de to trålingene. I loinstykke 2 var målt a-verdi for fisk fra kontrolltråling og vasshaling henholdsvis $-2,66 \pm 0,38$ og $-2,51 \pm 0,23$. Vasshalt fisk hadde noe høyere a-verdi, men t-test viste at heller ikke for loinstykke 2 var a-verdien signifikant forskjellig mellom kontrollfisk og vasshalt fisk. I loinstykke 3 hadde vasshalt fisk noe høyere a-verdi enn kontrollfisk ($-2,51 \pm 0,23$ og $-2,66 \pm 0,31$). I motsetning til de andre loinstykkene var forskjellen i rødfarge mellom kontroll og vasshalt fisk signifikant for loinstykke 3. Fra dette kan det dermed konkluderes med at vasshaling fører til mer rødfarge i bakre del av loin (L3).



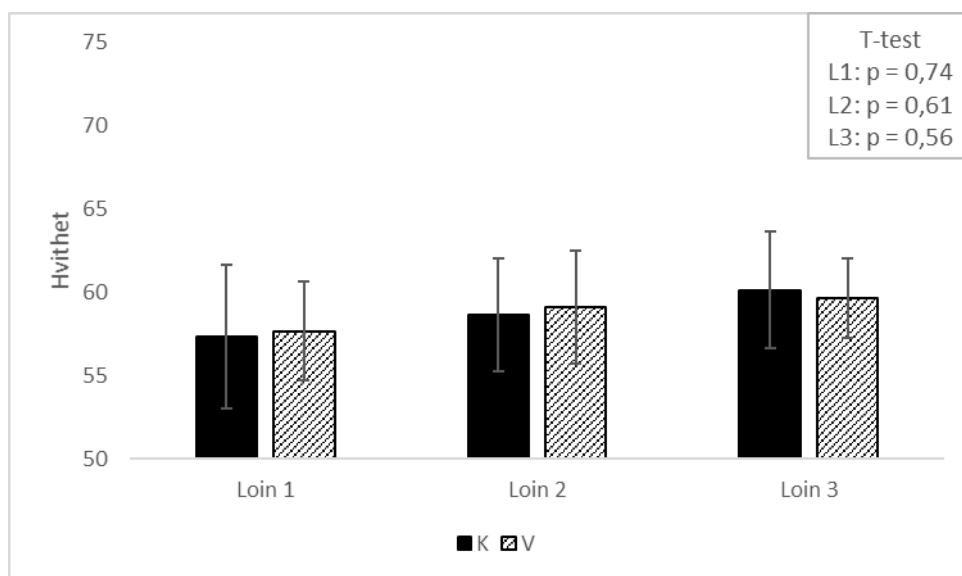
Figur 20 Gjennomsnittlig grad av rødfarge (a-verdi) for de ulike loinstykkene fra kontroll og vasshal. $n = 26$ for hver av trålingene.

Figur 21 viser grad av gulfarge (b-verdi) i de ulike loinstykkene. Økende verdi indikerer større grad av gulfarge, og synkende verdi indikerer større grad av blåfarge. Av figuren ser man at i alle loinstykkene er det en viss forskjell mellom fisk fra de to trålingene kontroll og vasshal. Høyeste registrerte gulfarge var i loinstykke 1 med b-verdi $-1,2 \pm 1,6$ for vasshalt fisk og $-1,1 \pm 1,6$ for kontrollfisk. Kontrollfisk hadde lavest målt b-verdi i loinstykke 2 ($-2,6 \pm 1,4$). I tilsvarende loinstykke (L2) var b-verdien for vasshalt fisk $-2,0 \pm 1,8$. I loinstykke 3 var b-verdien $-1,7 \pm 1,6$ for kontrollfisk og $-2,0 \pm 1,2$ for vasshalt fisk. t-test viste at forskjellen i gulfarge mellom vasshalt fisk og kontrollfisk ikke var signifikant for noen av loinstykkene. Det kan derfor ikke konkluderes med at vasshaling gir ulik grad av gulfarge i forskjellige deler av loin.



Figur 21. Gjennomsnittlig grad av gulfarge (b-verdi) for de ulike loinstykkene fra kontroll og vasshal. $n = 26$ for hver av trålingene.

Figur 22 viser (grad av) hvithet for de ulike loinstykkene. Av figuren kan man se at både for vasshalt og kontrollfisk øker grad av hvithet i retningen fra fremst til bakre del av loin. I loinstykke 1 hadde vasshalt fisk ($57,7 \pm 3,0$) større grad av hvithet enn kontrollfisk ($57,3 \pm 4,3$). Den samme trenden ble målt i loinstykkene 2 der grad av hvithet for vasshalt og kontrollfisk var målt til henholdsvis $59,1 \pm 3,4$ og $58,6 \pm 3,4$. For loinstykke 3 var grad av hvithet målt til $60,1 \pm 3,5$ for kontrollfisk og $59,4 \pm 2,4$ for vasshalt fisk. Det ble gjennomført en t-test som viste at forskjellen mellom fisk fra de to trålingene ikke var signifikant ved noen av loinstykkene. Dermed kan det ikke konkluderes med at vasshaling gir mer mindre hvithet i ulike deler av loin.



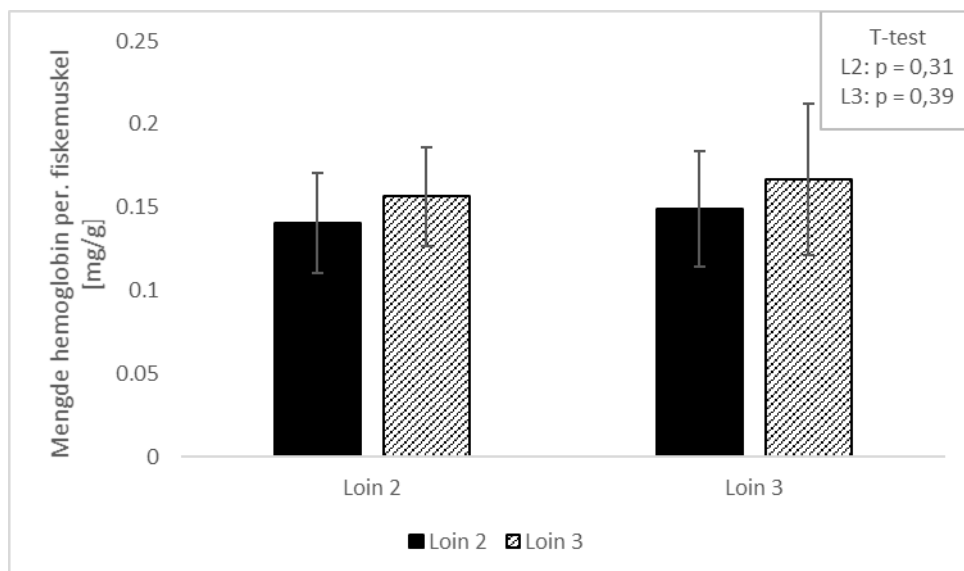
Figur 22 Gjennomsnittlig grad av hvithet for de ulike loinstykkene fra kontroll og vasshal. $n = 26$ for hver av trålingene.

4.2.2 Måling av hemoglobin

I dette forsøket ble mengde hemoglobin undersøkt i midterste og bakre del av loin (L2 og L3) i kontrollfisk og vasshalt fisk. Til analysen ble det brukt torsk (n = 26 fra hver av trålingene) som var bløgget så fort de ble tatt om bord, og som var hentet fra alle parene, utenom V2.

Figur 23 viser målt mengde hemoglobin i loinstykke 2 og 3. Av figuren ser man at i begge loinstykkene er det en viss forskjell mellom de to gruppene, og at vasshalt hadde størst mengde hemoglobin i begge loinstykkene. I loinstykke 2 var mengden hemoglobin i vasshalt og kontrollfisk henholdsvis $0,15 \pm 0,030$ og $0,14 \pm 0,030$ mg/g. I tillegg øker mengde hemoglobin fra midterst til bakerste loinstykke, for fisk fra både kontrolltråling og vasshaling. I loinstykke 3 var målt mengde hemoglobin for kontrollfisk $0,16 \pm 0,035$ mg/g og $0,17 \pm 0,046$ mg/g for vasshalt fisk. Det ble gjennomført en t-test som viste at forskjellen mellom kontroll og vasshalt fisk ikke var signifikant for noen av loinstykkene. Dermed kan det ikke konkluderes med at vasshaling gir økt mengde hemoglobin i ulike deler av loin.

Målingene av hemoglobin samsvarer med målingene av rødfarge som også viser at både for L2 og L3 har vasshalt fisk mer restblod.



Figur 23 Gjennomsnittlig mengde hemoglobin i fiskemuskel for loinstykke L2 og L3 fra kontroll og vasshal. n = 26 for hver av trålingene.

4.3 Bløggeforsøket

Ved tråling av fisk er det flere faktorer som kan føre til ulik grad av stress.

Fysisk stress, økt aktivitet og hypoksi kan føre til at fisken øker blodvolumet i musklene ved å redistribuere blodet fra organene (Farrell m.fl., 2001; Olsen m.fl., 2008; Soldatov, 2006).

Dette kan føre til at ved bløgging vil kun blodet i områdene rundt gjellene tømmes for blod (Olsen m.fl., 2006), og at utblødningen dermed ikke blir optimal (Olsen m.fl., 2013).

Tidligere forsøk har vist at forsinket bløgging gir mer misfarging i fiskemuskel. Siden vasshaling kan føre til mer stress enn ved ordinære tråltrekk, ble det undersøkt om forsinket bløggetid påvirket fisk fra vasshaling og kontrolltråling på forskjellig måte. Under toktet ble torsk delt inn i tre grupper som ble bløgget etter 0, 30 og 60 minutter etter ombordtaking. Målingene ble tatt ved ulike deler av loin fra høyre filet. Fiskene var hentet fra par V1 og V2 fra vårtoktet. Resultatene fra både instrumentell fargemåling og måling av hemoglobin ble studert. For å vurdere hvilken av metodene som var best egnet til å måle blodmengden ble det brukt samme prøvematerialet for begge metodene.

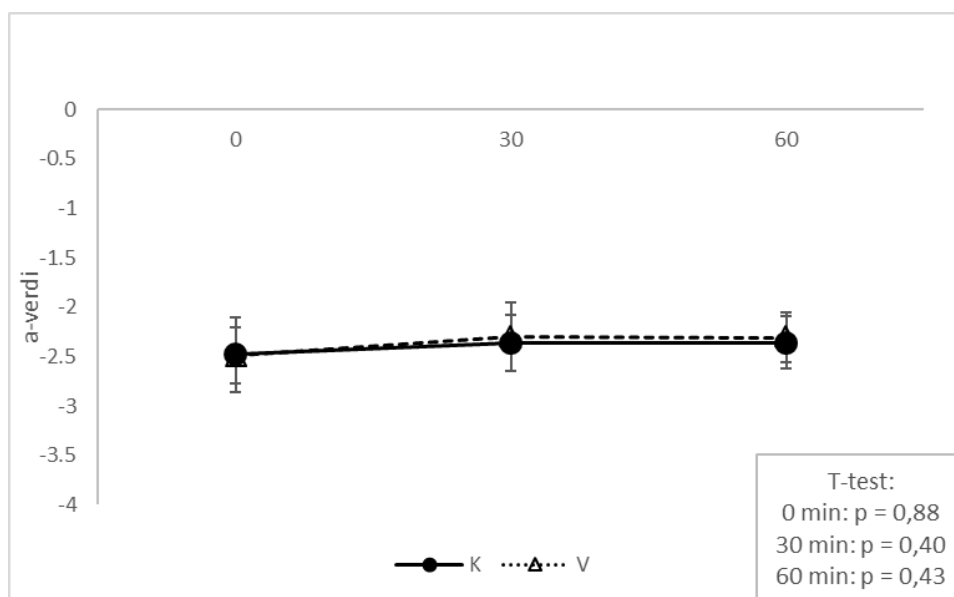
4.3.1 Restblod i loin fra V1 og V2 slått sammen

I det innledende forsøket ble det undersøkt om det totalt sett var forskjell i mengde restblod i loin i torsk med ulike bløggetidspunkt (0, 30 og 60 min). Dette ble gjort ved å slå sammen målingene tatt ved ulike punkter i loin for hvert individ. Til analysene av fargemålingene og mengde hemoglobin ble det brukt torsk ($n = 60$ totalt, 30 for hver av trålingene, 5 for hvert bløggetidspunkt) fra kontrolltråling og vasshaling, som var hentet fra begge parene fra vårtoktet.

Fargemåling

I første omgang ble det tatt instrumentell fargemåling ved fremre, midterste og bakerste del av loin (L1, L2 og L3). Målingene fra alle tre punktene i loin ble slått sammen for hvert individ, for først å se om det totalt sett var fargeforskjeller i loin. Torsk var hentet fra par V1 og V2 fra vårtoktet.

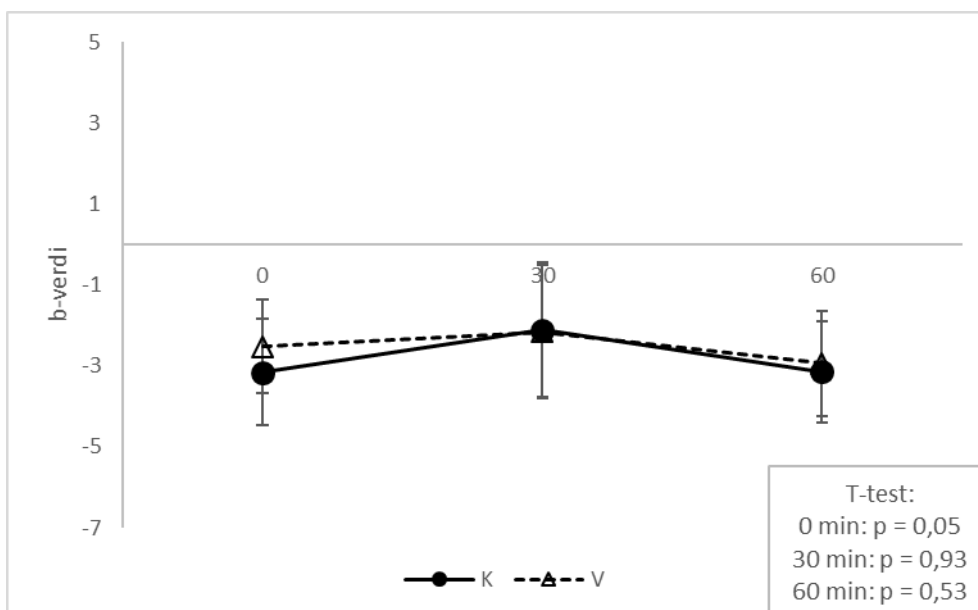
Grad av rødfarge (a-verdi) i loin for de ulike bløggetidspunktene (0, 30 og 60 min) vises i Figur 24. Økende verdi indikerer større grad av rødfarge, og synkende verdi indikerer større grad av grønnfarge. Skalaen for a-verdi ligger mellom -60 og +60. Ut fra figuren ser man en svak økning i rødfarge (a-verdi) med økende tid før bløgging for både vasshalt og kontrollfisk. For prøvene av torsk bløgget ved 0 minutt var målt rødfarge $-2,5 \pm 0,4$ for kontrollfisk og $-2,5 \pm 0,3$ for vasshalt fisk. Fra bløggetidspunkt 0 til 30 minutter etter fangst var det største økning i rødfarge, for både vasshalt og kontrollfisk. Ved bløggetidspunkt 30 min var målt a-verdi for kontroll og vasshalt fisk henholdsvis $-2,4 \pm 0,3$ og $-2,3 \pm 0,4$. Deretter var det tilsynelatende en svak økning i rødfarge for prøvene av fisk bløgget 60 minutter etter fangst, med a-verdien $-2,4 \pm 0,3$ for kontrollfisk og $-2,3 \pm 0,3$ for vasshalt fisk. Det ble gjennomført en t-test som viste at forskjellen mellom fisk fra kontrolltråling og vasshaling ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene. Dermed kan det ikke konkluderes med at vasshaling fører til mer rødfarge i loin ved forsinket bløgging.



Figur 24 Gjennomsnittlig grad av rødfarge (a-verdi) for alle loinstykkene fra hver gruppe med de ulike bløggetidspunktene 0, 30 og 60 minutt. n = 30 for hver av trålingene.

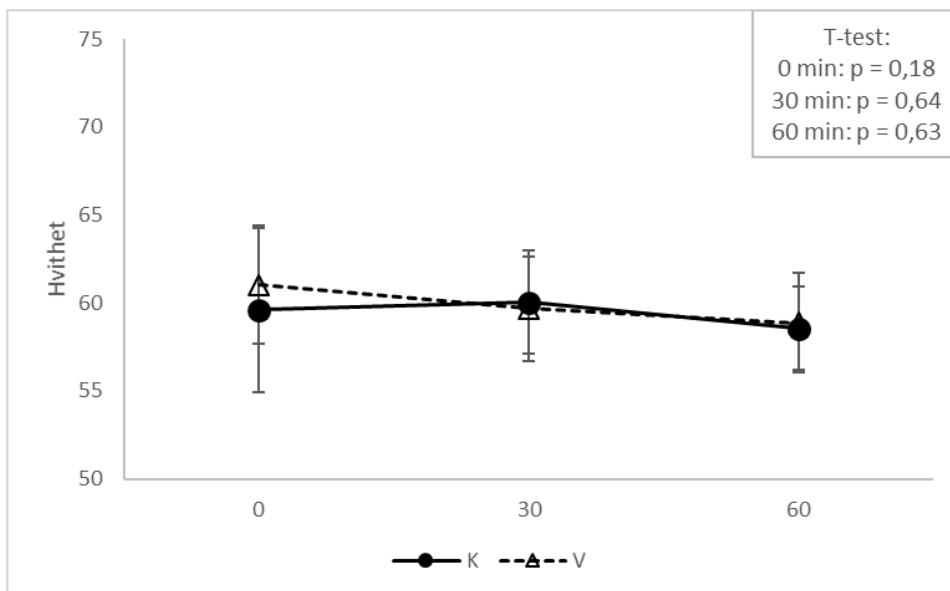
Figur 25 viser grad av gulfarge (b-verdi) i loin for de ulike bløggetidspunktene (0, 30 og 60 min). Økende verdi indikerer større grad av gulfarge, synkende verdi indikerer større grad av blåfarge. Skalaen for a-verdi ligger mellom -60 og +60.

I figuren kan man se at trenden er den samme for fisk fra både kontroll og vasshal. Ved bløggetidspunkt 0 minutt var b-verdien $-3,2 \pm 1,3$ for kontrollfisk og $-2,5 \pm 1,2$ min for vasshalt fisk. Deretter var det en svak økning i gulfarge (b-verdi) for torsk med bløggetidspunkt 30 minutter, som også hadde de høyest målingene av b-verdi for kontroll og vasshaltfisk ($-2,1 \pm 1,7$ og $-2,2 \pm 1,7$). Videre synker grad av gulfarge noe for prøvene av torsk bløgget ved 60 minutter etter fangst. Her var målt b-verdien for kontroll og vasshalt fisk henholdsvis $-3,2 \pm 1,2$ og $-3,0 \pm 1,3$. Signifikansetesten (t-test) viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal var signifikant for bløggetidspunkt 0 min, men ikke for torsk bløgget 30 og 60 minutter etter ombordtaking. Dermed kan det konkluderes med at vasshaling fører til mer gulfarge i loin når torsken ikke er utsatt for forsinket bløgging. Derimot kan det ikke konkluderes med at forsinket bløgging vil gi mer gulfarge i loin hos vasshalt fisk.



Figur 25. Gjennomsnittlig grad av gulfarge (b-verdi) for alle loinstykkene fra hver gruppe med de ulike bløggetidspunktene 0, 30 og 60 minutt. $n = 30$ for hver av trålingene.

Figur 26 viser grad av hvithet i loin for de ulike bløggetidspunktene (0, 30 og 60 min). Det kan sees en tendens til grad av hvithet synker jo senere tidspunktet før bløgging var, både for fisk fra kontroll og vasshaltrålingen. Ved bløggetidspunkt 0 minutt var det størst forskjell mellom vasshal fisk ($61,0 \pm 3,4$) og kontrollfisk ($59,6 \pm 4,7$). For de to neste bløggetidspunktene, 30 og 60 minutter etter fangst var grad av hvithet tilnærmet det samme. Fisk bløgget 30 minutter etter ombordtaking hadde grad av hvithet målt til $60,0 \pm 3,0$ og $59,7 \pm 3,0$ for henholdsvis kontroll og vasshal. Laveste registrert grad av hvithet var for fisk bløgget 60 minutter etter ombordtaking. Her målte grad av hvithet $58,6 \pm 2,4$ for kontrollfisk og $58,9 \pm 2,8$ for vasshalt fisk. t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene. Derfor kan det konkluderes med at vasshaling ikke fører til mindre grad av hvithet i loin ved forsinket bløgging.



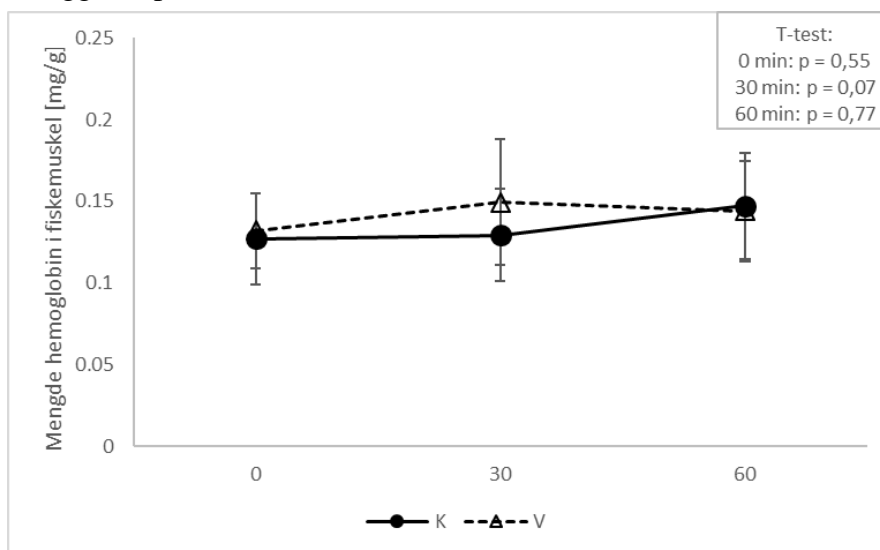
Figur 26 Gjennomsnittlig grad av hvithet for alle loinstykkene fra hver gruppe med de ulike bløggetidspunktene 0, 30 og 60 minutt. $n = 30$ for hver av trålingene.

Hemoglobinmåling

I dette forsøket ble det undersøkt om det er forskjeller i mengde hemoglobin i torsk fra kontrolltråling og vasshaling. For å gjøre dette ble målingene fra punktene (L2 og L3) i loin slått sammen for hvert individ. I analysen ble det brukt torsk (n = 60 totalt, 5 for hvert bløggetidspunkt) fra kontrolltråling og vasshaling, som var hentet fra parene V1 og V2.

Figur 27 viser målt mengde hemoglobin for de ulike bløggetidspunktene (0, 30 og 60 min). Det kan sees en tendens til at mengden hemoglobin i loin øker med økende tid før bløgging for kontrollfisk. For vasshalt fisk er det en økning fra bløggetidspunkt 0 til 30 minutter etter fangst, men mengden hemoglobin synker igjen ved det siste bløggetidspunktet (60 minutter). Forskjellen i målingene mellom kontroll og vasshalt fisk var svært liten ved bløggetidspunktene 0 og 60 minutter etter fangst. Ved bløggetidspunkt 0 minutt var målt mengden hemoglobin for kontrollfisk $0,13 \pm 0,03$ mg/g og $0,13 \pm 0,02$ mg/g for vasshalt fisk. Den største forskjellen mellom kontroll og vasshalt fisk var ved bløgging 30 minutter etter ombordtaking. Her hadde vasshalt fisk ($0,15 \pm 0,04$ mg/g) større mengde hemoglobin i loin enn kontrollfisk ($0,13 \pm 0,03$ mg/g). Ved bløggetidspunkt 60 minutter etter fangst var målt mengde hemoglobin for kontroll og vasshalt fisk henholdsvis $0,15 \pm 0,03$ mg/g og $0,14 \pm 0,03$ mg/g. Det ble gjennomført en t-test som viste at forskjellen mellom fisk fra kontrolltråling og vasshaling ikke var signifikant ved noen av bløggetidspunktene. Dermed kan det ikke konkluderes med at vasshaling fører til mer mengde hemoglobin i loin.

I tillegg er disse målingene av hemoglobin ikke i samsvar med målt rødfarge ved de ulike bløggetidspunktene.



Figur 27 Gjennomsnittlig mengde hemoglobin i fiskemuskel for loinstykkene L2 og L3 fra hver gruppe med de ulike bløggetidspunktene 0, 30 og 60 minutt. n = 30 for hver av trålingene.

4.3.2 Restblod i loin fra V1 og V2 hver for seg

I dette forsøket ble det undersøkt om det var forskjell i mengde restblod i ulike deler av loin fra torsk med ulike bløggetidspunkt (0, 30 og 60 min). Dette ble gjort ved å se på farge- og hemoglobin målingene fra torsk fra par V1 og V2 hver for seg. Til analysene av fargemålingen og mengde hemoglobin ble det brukt torsk (n = 60 totalt, 30 for hver av trålingene, 5 for hvert bløggetidspunkt) fra kontrolltråling og vasshaling.

Verdiene fra fargemålingene og målt mengde hemoglobin finnes i tabeller i Vedlegg 1.

Fargemåling

I dette forsøket ble det undersøkt om det var forskjeller i farge i ulike deler av loin (L1, L2 og L3) i torsk fra kontrolltråling og vasshaling. De ulike loinstykkene ble studert individuelt.

Figur 28 viser grad av rødfarge (a-verdi) for de ulike loinstykkene i torsk fra par V1 og V2 individuelt. Økende verdi indikerer større grad av rødfarge, og synkende verdi indikerer større grad av grønnfarge. Skalaen for a-verdi ligger mellom -60 og +60. Til venstre i figuren (A, C, E) kan man se loinstykkene L1, L2 og L3 fra torsk fanget fra par V1.

Prøvene av L1 (A) tatt fra torsk fra par V1 viste at minst grad av rødfarge (a-verdi) ble funnet for torsk som ble bløgget umiddelbart etter fangst (0 minutt). Mellom bløggetidspunkt 0 minutt og 30 minutter var det størst økning i rødfarge (a-verdi), for både vasshalt og kontrollfisk. Deretter sank a-verdien noe for torsk bløgget 60 minutter etter fangst, for torsk fra begge tråltypene. Det ble gjennomført en t-test for L1 (A) som viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante ved noen av bløggetidspunktene.

Tilsvarende loinstykke, L1 (B) fra torsk fra par V2 varierer rødfargen (a-verdi) i liten grad mellom de ulike bløggetidspunktene for både vasshalt og kontrollfisk. Ved bløggetidspunkt 30 min var a-verdi tilnærmet lik både for kontrollfisk og for vasshalt fisk. Til tross for dette var det her målt høyest a-verdi for vasshalt fisk, men lavest verdi for kontrollfisk. En signifikansetest viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

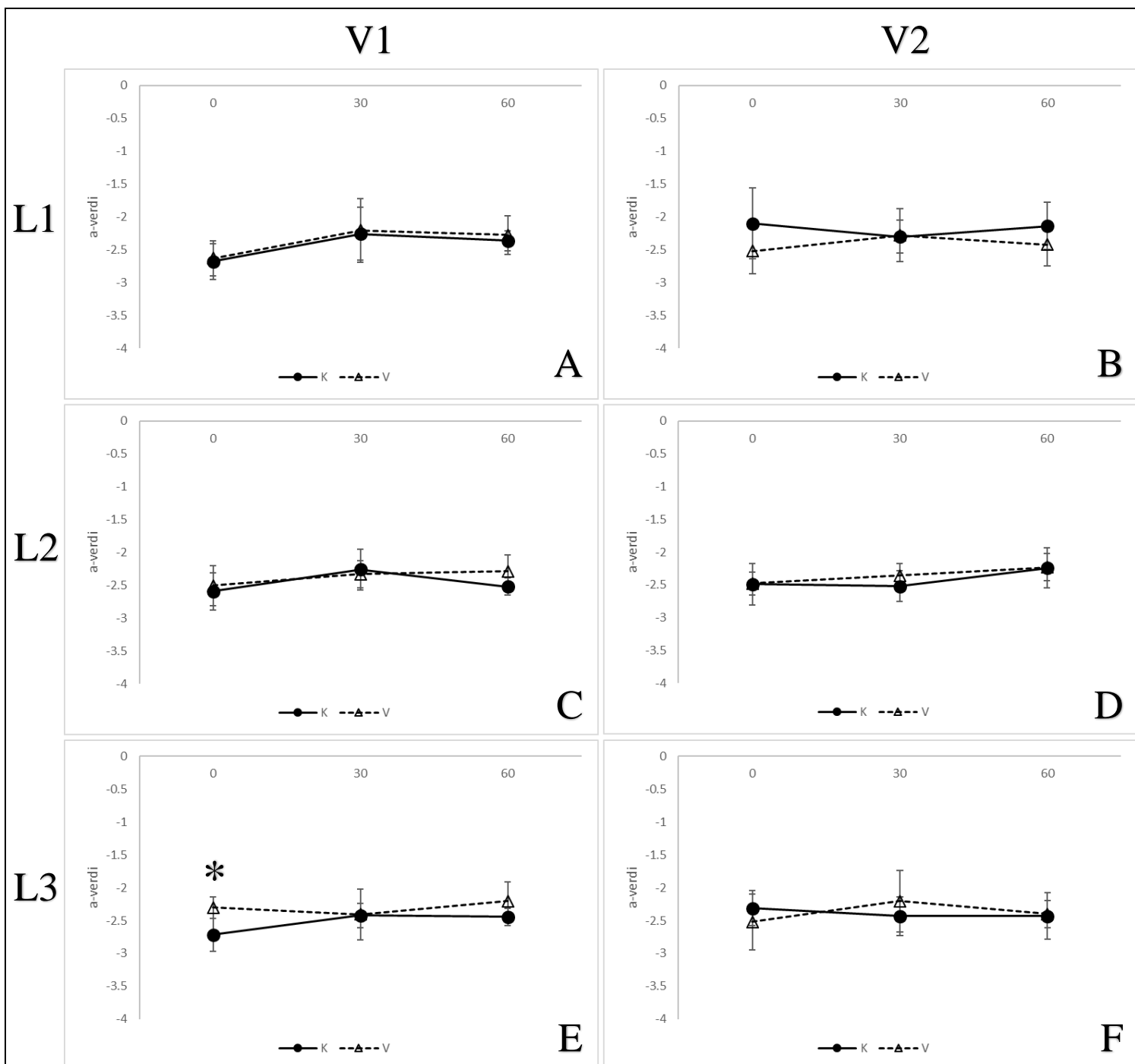
For midtre del av loin, L2 (C) fra torsk fra par V1 ser man i figuren en økning i rødfarge (a-verdi) med økende tid før bløgging for vasshalt fisk. For kontrollfisk har L2 en økning i rødfarge fra bløggetidspunktene 0 minutt til 30 minutter. Deretter synker a-verdien noe for torsk bløgget 60 minutter etter fangst. Resultatet fra t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

De samme typene målingene fra L2 (D) i torsk fra par V2 viste en lignende trend for vasshalt fisk, med økning i rødfarge med økende tid før bløgging. For kontrollfisk var det en viss økning i rødfarge (a-verdi), særlig mellom bløggetidspunktene 30 minutt og 60 minutter for kontrollfisk. t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante ved noen av bløggetidspunktene.

Bakre del av loin, L3 (E) fra torsk fra V1 viste at for kontrollfisk var den største økningen i målt rødfarge fra bløggetidspunkt 0 minutt til 30 minutter. Deretter var målingene tilnærmet stabil ved bløggetidspunkt 60 minutter etter fangst. For vasshalt fisk var det en liten nedgang i a-verdi fra fisk som var bløgget umiddelbart etter fangst, og til torsk bløgget 30 minutter etter fangst. Men ved neste bløggetidspunkt, 60 minutt etter fangst økte rødfargen i L3. Det ble gjennomført en t-test som viste at forskjellen mellom rødfarge i L3 fra kontrollfisk og vasshalt fisk var signifikant for bløggetidspunktet 0 minutt, men ikke for de andre bløggetidspunktene. t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante ved noen av bløggetidspunktene.

Tilsvarende målinger av L3 (F) for torsk fra V2 viste at kontrollfisk hadde en viss nedgang i a-verdi med økende tid før bløgging. For vasshalt fisk var det derimot en økning i a-verdi fra bløggetidspunktene 0 til 30 minutter, men verdien sank igjen ved bløggetidspunkt 60 minutter etter fangst.

Selv om vasshaling påvirket loinstykke 3 hos torsk fra par V1 bløgget ved 0 minutter etter fangst, kan det alt i alt ikke konkluderes med at vasshaling fører til økt mengde hemoglobin i loin ved forsinket bløgging for noen av parene.



Figur 28. Grad av rødfarge (a-verdi) i de ulike loinstykkene (L1–L3) fr torsk med de ulike bløggetidspunktene 0, 30 og 60 minutt.. A–B = L1, forreste del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. C–D = L2, midtre del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. E–F = L3, bakre del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. * = Signifikantforskjell mellom vasshalt fisk og kontrollfisk. n = 30 for hver av trålingene. ---●--- Kontroll ---△--- Vasshalt

Figur 29 viser grad av gulfarge (b-verdi) for de ulike loinstykkene i torsk fra par V1 og V2 individuelt. Økende verdi indikerer større grad av gulfarge, synkende verdi indikerer større grad av blåfarge. Skalaen for a-verdi ligger mellom -60 og +60.

Prøvene av L1 (A) tatt fra torsk fra par V1 viste at trenden i mengde gulfarge mellom de ulike bløggetidspunktene var nokså lik, men at vasshalt generelt var litt gulere i L1. For kontroll og vasshalt fisk var det en liten økning i gulfarge (b-verdi) fra bløggetidspunktene 0 til 30 minutter. Videre synker b-verdien noe ved bløggetidspunkt 60 minutter. Her var det registrert minst grad av gulfarge for fisk fra begge trålingene. Det ble gjennomført t-test som viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

I tilsvarende prøver av L1 (B) fra fisk fra V2 var trenden i målingene mindre lik. Vasshalt fisk viste en jevn nedgang i gulfarge med økende tid før bløgging. Derimot var der for kontrollfisk en økning i b-verdi fra bløggetidspunktene 0 minutt til 30 minutter, men b-verdien sank deretter ved bløggetidspunkt 60 minutter etter fangst. t-test for graf B viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante ved noen av bløggetidspunktene.

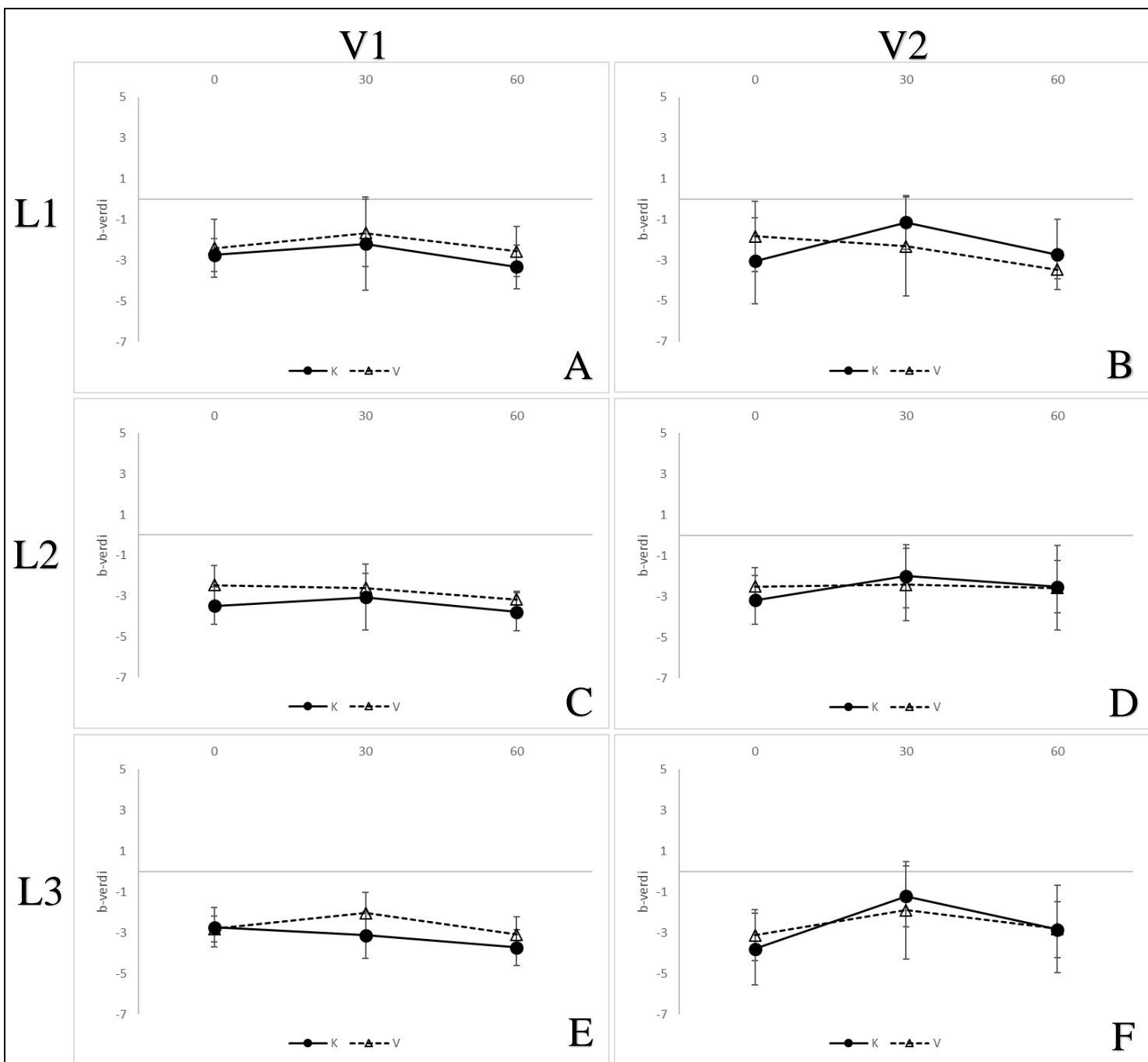
Midtre del av loin L2 (C) fra torsk fra V1 viste en liten forskjell i gulfarge ved de ulike bløggetidspunktene for fisk fra begge trålingene. Men vasshalt fisk viste generelt sett å ha noe mer gulfarge, og hadde tilsynelatende en svak nedgang i gulfarge med økende tid før bløgging. For kontrollfisk var det en svak økning i gulfarge (b-verdi) fra bløggetidspunktene fra 0 minutt til 30 minutt, og ved bløggetidspunkt 60 minutter sank b-verdien noe. Ved gjennomføring av t-test var resultatene at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante ved noen av bløggetidspunktene.

Tilsvarende målinger av L2 (D) fra fisk fra V2 hadde også en liten forskjell i gulfarge ved de ulike bløggetidspunktene for både kontroll og vasshalt fisk. I likhet med fisk fra V1 var det for L2 tilsynelatende en svak nedgang i gulfarge med økende tid før bløgging. For kontrollfisk var det en svak økning i gulfarge (b-verdi) fra bløggetidspunktene fra 0 minutt til 30 minutt, og ved bløggetidspunkt 60 minutter sank b-verdien noe. Forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal var ikke signifikante for noen av bløggetidspunktene.

For bakre del av loin, L3 (E) fra torsk fra V1 som var bløgget umiddelbart etter fangst var det registret nærmest samme b-verdi for kontroll og vasshalt fisk. Ved de to neste bløggetidspunktene, 30 og 60 minutter etter fangst hadde vasshalt mer gulfarge enn kontrollfisk, selv om b-verdien sank noe ved bløggetidspunktet 60 minutter etter fangst. Av figuren ser man i graf E at for kontrollfisk er det en viss nedgang i b-verdi med økende tid før bløgging, for vasshalt fisk er det en økning i b-verdi fra bløggetidspunktetene 0 til 30 minutter, ved bløgging etter 60 minutter synker b-verdi noe. Kontrollfisk hadde en svak nedgang i gulfarge med økende tid før bløgging. t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

Tilsvarende prøver av L3 (F) for fisk fra V2 viste at trenden i målingene mellom de ulike bløggetidspunktene var nokså lik for vasshalt og kontrollfisk. For fisk fra begge trålingene er det en viss økning i gulfargen (b-verdi) fra bløggetidspunktetene 0 til 30 minutter, mens ved bløgging etter 60 minutter synker b-verdi noe. Resultatene fra t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

Ut fra disse forsøkene ser vi at det ikke kan konkluderes med at vasshaling fører til økt grad av gulfarge i ulike deler av loin ved forsinket bløgging.



Figur 29. Grad av gulffarge (b-verdi) i de ulike loinstykkene (L1—L3) for fra torsk med de ulike bløgetidspunktene 0, 30 og 60 minutt.. A—B = L1, forreste del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. C—D = L2, midtre del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. E—F = L3, bakre del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. n = 30 for hver av trålingene. ---●--- Kontroll ---△--- Vasshalt

Figur 30 viser grad av hvithet for de ulike loinstykkene i torsk fra par V1 og V2 individuelt.

For torsk fra par V1 er trenden nokså lik for målt grad av hvithet i L1 (A) for kontroll og vasshalt fisk; den synker ved økt tid før bløgging. Forskjellen mellom kontroll og vasshalt fisk er størst rett etter fangst, deretter ble forskjellene mindre og målt hvithet nokså lik ved bløggetidspunktene 30 og 60 etter fangst. Det ble gjennomført en t-test som viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante ved noen av bløggetidspunktene.

Ved tilsvarende målinger av L1 (B) fra torsk fra V2 viser figuren at vasshalt hadde mer hvithet enn kontrollfisk ved rett etter fangst (0 min), og for torsk bløgget 60 minutter etter fangst. Kontrollfisk har en økning i hvithet fra bløggetidspunktet 0 til 30 minutter, men deretter synker hvithet i L1 for torsk bløgget 60 minutter etter fangst. For vasshalt derimot synker grad av hvithet fra bløggetidspunktet 0 til 30 minutter. Videre er det tilsynelatende en svak økning i grad av hvithet ved bløggetidspunkt 60 minutter etter fangst. Forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal viste seg å ikke være signifikante ved noen av bløggetidspunktene.

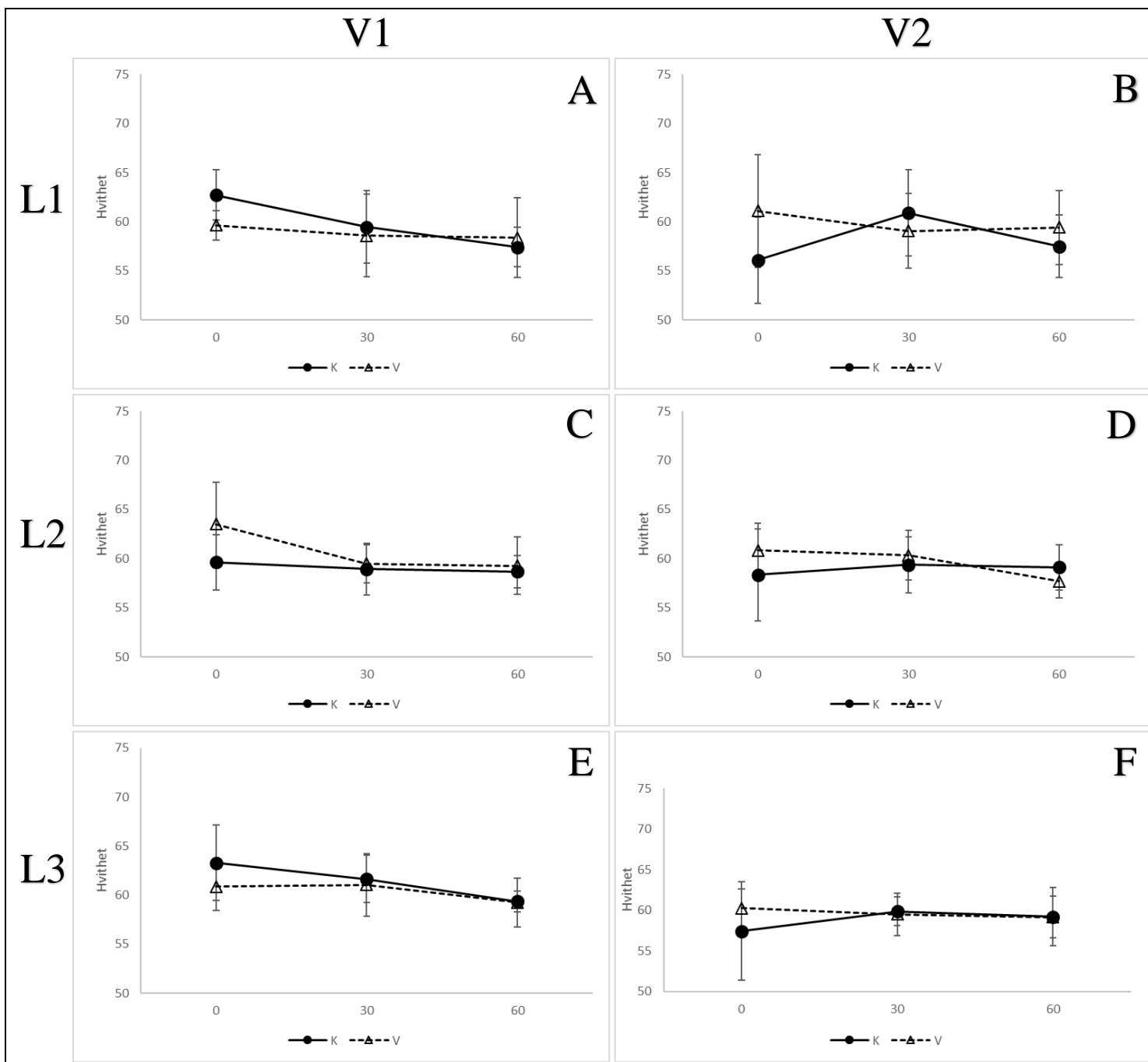
Målingene av L2, midtre del av loin fra torsk fra V1 viste generelt at vasshalt fisk var mer hvit enn kontrollfisk ved alle bløggetidspunktene. Den største forskjellen var rett etter fangst ved bløggetidspunkt 0 minutter etter fangst. Deretter er målingene av hvithet ved de to resterende bløggetidspunktene (30 og 60 minutter) nokså lik for vasshalt fisk. For kontrollfisk var målingene for de ulike bløggetidspunktene tilnærmet lik, det kan tilsynelatende sees en svak nedgang med økende bløggetidspunkt i figuren. t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

For tilsvarende målinger av L2 (D) fra fisk fra V2 er det også her størst forskjell ved bløggetidspunkt 0 minutt etter ombordtaking, med vasshalt fisk som er mest hvit. Ved bløggetidspunkt 30 minutter etter fangst er målt hvithet tilnærmet det samme for vasshalt og kontrollfisk. Ved det siste bløggetidspunktet, 60 minutter etter ombordtaking er kontrollfisk mer hvit i L2 enn for vasshalt fisk. Resultatene fra t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

Ved målinger på bakre del av loin, L3 (E) fra torsk fra V1, viser figuren at kontrollfisk er mest hvit ved alle bløggetidspunktene, men forskjellen er størst rett etter at fangsten har blitt tatt om bord (bløggetidspunkt 0 min). Trenden for fisk for kontrollfisk er at det er en viss nedgang i målt hvithet med økende bløggetidspunkt. For vasshalt fisk er det en svak økning i hvithet fra bløggetidspunktene 0 til 30 minutter, deretter synker målingene ved bløgging 60 minutter etter ombordtaking. Fra figuren kan man se at målingene for hvithet ved siste bløggetidspunkt er tilnærmet lik for fisk fra begge trålingene. Det ble gjennomført en t-test som viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

For målinger av L3 (F), fra torsk fra V2 var det størst forskjell i målt hvithet mellom kontroll og vasshalt fisk. Her med høyest målt hvithet for vasshalt fisk. Deretter er det tilsynelatende nærmet lik grad av hvithet mellom fisk fra de to trålingene ved bløggetidspunktene 30 og 60 minutter etter fangst. I dette intervallet sank målt hvithet noe for fisk fra begge trålingene. t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

Resultatene for de ulike loinstykkene fra hvert av parene V1 og V2 medfører at det ikke kan konkluderes med at vasshaling gir mindre hvithet i ulike deler av loin ved forsinket bløgging enn fisk fra kontrolltråling.



Figur 30. Gjennomsnittlig grad av hvithet for alle loinstykkene (L1—L3) fra torsk med de ulike bløgetidspunktene 0, 30 og 60 minutt. A—B = L1, forreste del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. C—D = L2, midtre del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. E—F = L3, bakre del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. n = 30 for hver av trålingene. —●— Kontroll —▲— Vasshalt

Hemoglobinmåling

Figur 31 viser mengde hemoglobin for de ulike loinstykkene i torsk fra par V1 og V2 individuelt.

Midtre del av loin, L2 (A) fra torsk fra V1 viser at generelt sett er det mest mengde hemoglobin i vasshalt fisk ved alle bløggetidspunktene, og forskjellen øker med økende tid før bløgging. Tendensen for fisk fra begge trålingene er at mengden hemoglobin øker fra bløggetidspunktene 0 til 30 minutter etter fangst. Deretter ved torsk bløgget 60 minutter er målingene omtrent det samme for både kontroll og vasshalt fisk. Resultatene fra t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante ved noen av bløggetidspunktene.

For tilsvarende målinger av L2 (B) fra torsk fra V2 var målingene av mengde hemoglobin for kontroll og vasshalt fisk nesten det samme ved bløggetidspunktene 0 og 60 minutter etter fangst. Ved bløggetidspunkt 30 minutter etter fangst var det størst forskjell, og vasshalt hadde her større mengde hemoglobin målt i L2. t-test viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante for noen av bløggetidspunktene.

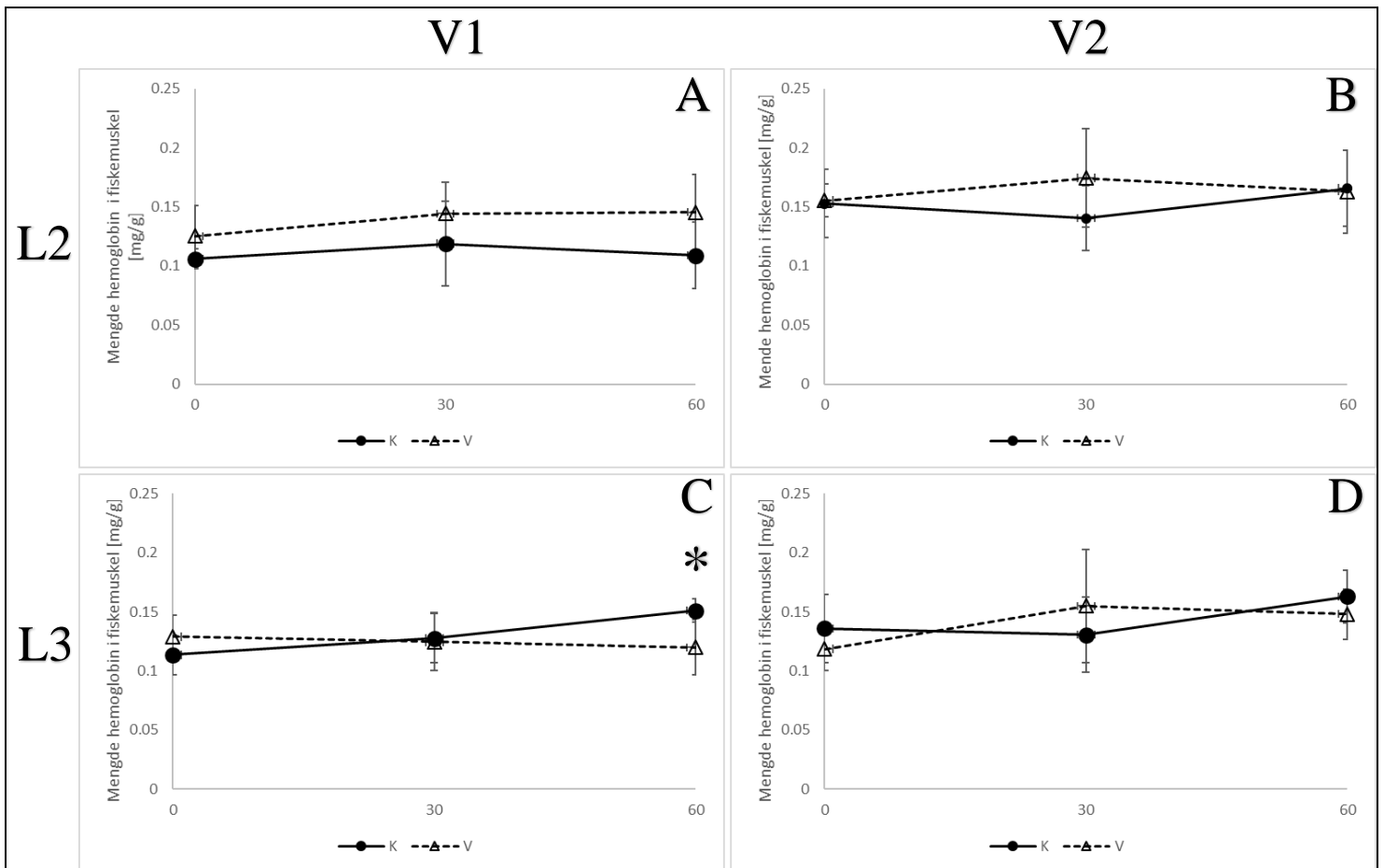
For målinger av bakre del av loin, L3 (C) var forskjellen i mengde hemoglobin mellom torsk fra vasshal og kontrollfisk størst ved bløggetidspunkt 60 minutter etter ombordtaking. Her var hadde kontrollfisk størst mengde hemoglobin, men ved de andre bløggetidspunktene var forskjellen minimal. Trenden i målingene for vasshalt fisk var at mengde hemoglobin sank ved økende tid før bløgging. For kontrollfisk var det derimot en øking i mengde hemoglobin ved økende tid før bløgging. Det ble gjennomført en t-test som viste at forskjellen mellom fisk fra kontroll og vasshal ikke var signifikante ved noen av bløggetidspunktene.

I tilsvarende målinger av L3 (D) fra torsk fra V3 var det størst forskjell i mengde hemoglobin mellom kontroll og vasshalt ved bløgging 30 minutter etter ombordtaking. Her hadde vasshalt mer hemoglobin, men forskjellen var nokså liten. For de resterende bløggetidspunktene 0 og 60 minutter etter ombordtaking hadde kontrollfisk større mengde hemoglobin. Fra figuren kan man se at trenden for kontrollfisk er en økning i mengde hemoglobin fra bløggetidspunkt 0 til 30 minutter etter ombordtaking, deretter synker mengde hemoglobin ved bløggetidspunkt 60 minutter etter ombordtaking. For vasshalt fisk er trenden motsatt. Fra bløggetidspunkt 0 til 30

minutter etter ombordtaking øker mengde hemoglobin i L3, men synker ved siste bløggetidspunkt 60 minutter etter ombordtaking. Resultatene fra t-test viste at det kun var signifikant forskjell i L3 mellom kontroll og vasshalt fisk ved bløggetidspunktet 60 minutt fra V1 paret.

Selv om vasshaling påvirket loinstykke 3 hos torsk fra par V1 bløgget ved 60 minutter etter fangst, kan det alt i alt ikke konkluderes med at vasshaling fører til økt mengde hemoglobin i loin ved forsinket bløgging for noen av parene.

Målingene av hemoglobin for par V2 er ganske lik trenden i målingene av rødfarge for både L2 og L3. For par V1 er ikke trenden så tydelig med fargemålingene.



Figur 31. Gjennomsnittlig mengde hemoglobin i fiskemuskel for loinstykkene L2 og L3 fra torsk med de ulike bløggetidspunktene 0, 30 og 60 minutt. A—B = L2, midtre del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. C—D = L3, bakre del av loin, fra torsk fra henholdsvis par V1 og V2. * = Signifikant forskjell mellom vasshalt fisk og kontrollfisk. n = 30 for hver av trålingene. ---●--- Kontroll ---▲--- Vasshalt

5 Diskusjon

5.1 Datainnsamling

Toktet for datainnsamlingen av torsk startet i Barentshavet mars 2017. I tillegg til innsamlingen av torsk fra vasshaling og kontrolltråling, ble det gjennomført et forsøk om bord med forsinket bløggetid på fangsten. Hvert hal hadde en begrenset fangstmengde til maks to tonn. Dette ble gjort for å redusere variasjonen på fangststørrelsen mellom de ulike halene. Stor fangst vil også potensielt føre til mer skader på fisken som kan påvirke kvaliteten negativt (Brinkhof m.fl., 2018). Det første halparet ble tatt 8. mars nordøst i Barentshavet. Dette området ble valgt fordi det vanligvis er en fin blanding av torsk og hyse her i denne perioden av året, samt at området er egnet for undervanns video-opptak, som skulle brukes i et annet forsøk. Under toktet oppsto det en utfordring med å få stor nok fangst av torsk, noe som resulterte i flere små hal. I tillegg var det stor forekomst av uer (*Sebastes norvegicus*) innblandet i fangstene, noe som unektelig forringet fangsten. Derfor ble det de neste dagene brukt relativt mye tid på å gjøre flere prøvehal for å finne «renere» torskefangster. Etter flere mislykkede forsøk ble det bestemt å foreta en lang forflytning (nesten et døgn seilingstid) vestover for å gjøre et nytt forsøk på Malangsgrunnen. Her ble det siste halparet tatt den 13. mars. Utfordringen på Malangsgrunnen i denne perioden av året er at det kan forekomme store mengder av stor, gytemoden torsk. Denne store fisken var også rimelig utfordrende å anvende til disse forsøkene. Det var også begrenset hvor mange fisk man kunne ta ut fra hvert hal. Planen var å ta ut 30 torsk fra hvert hal, noe som ikke lot seg gjøre på grunn av nevnte utfordringer. Under toktet ble det også gjennomført andre forsøk om bord, slik at fangstene måtte fordeles. Dette i tillegg til de små halene gjorde at antallet torsk som ble tatt ut fra hvert hal, til mine forsøk, ble redusert til 15 stk.

Ideelt sett skulle det vært tatt flere par under toktet. Siden toktet resulterte i mindre datamateriale enn ønsket, ble det supplert med torsk fra toktet som hadde vært noen måneder tidligere, høsten 2016. I utgangspunktet var planen å få gjort bløggeforsøk for alle fiskene for å kunne se hvordan forsinket bløggetidspunkt påvirket utblødning. Dette lot seg ikke gjøre siden det ikke var gjort bløggeforsøk på fisken fra høsttoktet. I stedet ble alle fiskene bløgget så raskt som mulig etter fisken var tatt om bord, altså ved «0 min».

Fra begge toktene ble det til totalt sett hentet ut 102 torsk fra 10 hal (Tabell 1). Fra vårtoktet ble det hentet ut 60 torsk fra 4 hal (2 par), og fra høsttoktet ble det supplert med 42 torsk, 7 fra hvert av til sammen 6 hal (3 par). Det innsamlede datamaterialet er ikke stort nok til å kunne trekke sikre konklusjoner i denne oppgaven.

5.2 Endringer i metodene

I innledende analyse med instrumentell fargemåling gjort med måleinstrumentet Minolta Chroma Meter CR-200, ble det gitt tre målinger for hvert loinstykke: L-verdi for lyshet, a-verdi for grad av rødfarge, og b-verdi for grad av gulfarge. Disse målingene ble brukt til å regne ut grad av hvithet for loinstykkene. Målingene av L-verdi og hvithet er nokså like, derfor tar resultatene kun for seg målingene av hvithet, siden farge er mer relevant når det gjelder fiskemuskel. Riktig farge er en av de viktigste kvalitetskriteriene når forbrukerne skal kjøpe fiskeprodukter, og hvis fargen avviker med forventningene vil produktene ofte velges bort (Heia m.fl., 2017)

I den kjemiske analysen basert på metoden til Chaijan & Undeland (2015) som ble brukt til å finne mengde hemoglobin i loin, ble det ikke gjennomført målinger på fremste del av loin (L1). Målingene ble istedenfor tatt på midterste og bakerste del (L2 og L3), siden disse trolig er nærmere området der svømmeblæren vil kunne sprekke, noe som muligens kan føre til bloduttredelser til loin (Rummer & Bennett, 2005) (Figur 3). Måling av L2 var særlig interessant da den virker å være det mest sårbare punktet i forhold til verdi. Hvis det forekommer blodrester her vil det gjøre at ikke *hele* loin kan benyttes i salg, men må selges i stykker som potensielt kan redusere salgsprisen (Karlsen m.fl., 2012).

5.3 Restblod i hele og deler av loin fra vasshalt vs. kontrollfisk

Mengden restblod i loinstykkene ble undersøkt ved bruk av instrumentell fargemåling, og kjemisk analyse for å se på mengden hemoglobin. Undersøkelsen ble gjort på loin for å se om det var forskjell mellom fisk fra vasshaling og ordinært tråltrekk (kontrollhal).

Målinger fra hele loin

Innledningsvis ble målingene av loinstykkene fra hvert individ slått sammen for å se om det var forskjeller i *hele* loin mellom torsk fra de to trålingstypene. Resultatene av fargemålingene til hele loin viste at rødfargen (a-verdi) var signifikant forskjellig mellom torsk fra vasshaling og kontrolltråling. Noe som var forventet da tidligere forsøk har vist at vasshaling fører til at torsk blir spesielt utsatt for dårligere utblødning. I tillegg ble det dokumentert at fiskekjøttet ble signifikant rødere hos vasshalt torsk enn hos torsk som ble tatt direkte om bord uten å bli vasshalt (Brinkhof m.fl., 2018). Dermed kan det ut fra dette konkluderes med at vasshaling gir mer rødfarge i loin enn ved ordinært tråltrekk (kontrolltråling).

De resterende målingene av Lab-verdiene og hvithet for hele loin viste ingen signifikante forskjeller. Til tross for dette kunne det sees en tendens til at vasshalt fisk tilsynelatende fikk mer gul farge i loin enn kontrollfisk. Hvitfargen i loin ga nokså like målinger med svært liten forskjell mellom vasshalt og kontrollfisk. I tillegg hadde vasshalt fisk litt større mengde hemoglobin i loin enn kontrollfisk.

Målinger innad i loin

Vasshaling kan medføre sprekning av svømmeblære som kan gi bloduttredelser i områdene rundt (Brinkhof m.fl., 2017; Rummer & Bennett, 2005). Derfor ble det i dette forsøket sett på om en slik sprekning av svømmeblæren ville føre til mer restblod i ulike deler av loin, fra torsk som har vært vasshalt vs. kontrolltrålt. Hvis det er skader i tykkfisken vil det ikke være mulig å produsere like mye loins sammenlignet med en feilfri fisk uten blodfeil (Egeness, Myrland & Xie, 2015). Dette kan føre til at kun deler av loin kan selges som ferskt produkt, eller at hele loin må anvendes til et annet produkt som ikke er like lønnsomt som f.eks. frysede produkter (Johnsen, 2018).

Resultatene av måling på rødfarge i ulike deler av loin viste at det fremste loinstykke (L1) hadde størst forkomst av rødfarge (a-verdi), både hos kontroll og vasshalt fisk. Forskjellen i målingene på rødfarge mellom de ulike loinstykkene var nokså små, både mellom kontrollfisk og vasshalt fisk. Kun loinstykke 3 hadde signifikant forskjell mellom kontroll og vasshalt fisk. Dette kan være et tegn på at sprenning av svømmeblæra under vasshaling vil føre til bloduttredelser i bakre del av loin (L3).

Målingene av gulfarge viste at både for kontrollfisk og vasshalt fisk var L1 mest gul, etterfulgt av L3. Når det gjelder målt gulfarge i de ulike delene av loin, var det ingen signifikante forskjeller i noen av loinstykkene mellom kontrollfisk og vasshalt fisk.

Målingene av hvitfarge i de ulike delene av loin viste at grad av hvithet økte fra fremste loinstykke (L1) til det bakerste (L3). Dermed hadde L3 størst grad av hvithet, noe som var overraskende siden L3 også hadde signifikant forskjell i rødfarge. På grunn av målingene av rødfargen i L3 var det forventet å finne en signifikant forskjell i hvithet her også, men ingen av loinstykkene hadde signifikante forskjeller i hvithet mellom kontrollfisk og vasshalt fisk.

Hemoglobinmålingene ble kun gjort på L2 og L3, og viste at L3 hadde størst mengde hemoglobin både for vasshalt fisk og kontrollfisk. Noe som igjen kan tyde på at den bakerste delen av loin får mer bloduttredelse ved sprenning av svømmeblæren under vasshaling. I begge disse loinstykkene hadde vasshalt fisk størst mengde hemoglobin, men forskjellen var ikke signifikant mellom torsk fra disse to typene tråling.

Generelt sett kan det fra disse målingene se ut til at tråling fører til at L1 er mest utsatt for kvalitetsfeil, og at L3 muligens får mer skader som følge av vasshaling pga. sprenning av svømmeblæren.

Et lignende forsøk har blitt gjennomført på stresset trålfanget torsk (Digre m.fl., 2017). Enkelte av halene i dette forsøket hadde noe større i fangstmengde enn halene fra mine forsøk, men ingen hadde lengre tauetid. Store hal og lang tauetid kan påvirke kvaliteten til fisken negativt (Olsen m.fl., 2013; Svalheim m.fl., 2017). Det er også kjent at tråling generelt sett kan føre til stress, utmattelse, og skader pga. barotraume (Brinkhof m.fl., 2017). Ut i fra dette skulle mine forsøk tilsi at fisken hadde fått flere påkjenninger gjennom lengre tauetid og vasshaling. Likevel viste forsøket til Digre m.fl. (2017) at målingene på torsk bløgget så raskt som mulig hadde høyere a-verdi og b-verdi enn det som ble funnet i mine forsøk, både for

fisk fanget ved kontrolltråling og vasshaling, noe som var ganske overraskende.

Fargemålingene i forsøket til Digre m.fl (2017) ble gjort med et annet instrument enn Minolta. Det ble brukt et digitalt kamera, som også bruker en annen kalibreringsmetode. Dette er en mulig grunn til forskjellene i målingene av a- og b-verdiene mellom disse to forsøkene. Til sammenligning ble det i et forsøk av Rotabakk (2011), gjennomført med ustresset oppdrettstorsk, gjort målinger som viste seg å ha litt høyere a-verdi ($-2,3 \pm 1,1$) og en god del høyere b-verdi ($14,8 \pm 0,8$) enn det som ble funnet i mine forsøk. Til tross for liten forskjell i rødfarge er det noe overraskende at den ustressede torsken har høyere a-verdi enn vasshalt torsk. Hvitfargen viste seg derimot å være større enn det som ble funnet i mine forsøk. Noe som kan tyde på at det var mer restblod i mine forsøk. I dette forsøket ble det heller ikke brukt Minolta, men et digitalt kamera som muligens kan gjøre at det blir forskjeller i målingene.

I mine forsøkt ble fangstmengden satt til ca. 2 tonn for hvert hal, for å sørge for at kvaliteten ikke skulle bli dårligere som følge av for store hal. I tillegg hadde hvert hal relativt kort tauetid. Dette kan ha ført til at resultatene ikke gir et godt nok bilde på hva som skjer under kommersielt fiske med vasshaling, der størrelsene på halene kan overgå ti tonn, og ha tauetid opp mot sju timer (Brinkhof m.fl., 2018).

I sammenligningen av hele loin og de ulike delene av loin ble det brukt fisk som hadde fått samme type behandling. Alle disse fiskene hadde samme bløggetidspunkt, som var så raskt som mulig etter de ble tatt om bord (0 minutt). Siden det var ulike bløggetidspunkt på fisken tatt fra vårtoktet, var det mye færre fisk fra dette toktet som kunne brukes til disse forsøkene. Fisk fra par V2 ble ikke brukt i dette forsøket siden det skilte seg ut fra de andre parene på flere måter: Det ble fanget ved Malangsgrunnen, og som nevnt var det utfordringer med stor størrelse på denne fisken, noe som spesielt gjaldt kontrollfisken. I tillegg skulle trålen under vasshaling opprinnelig løftes fra bunnen slik det ble en dybdereduksjon på ca. 40 %, men for V2 ble dybdereduksjon (52 %) en del større enn for de andre halene (Tabell 1).

Dette sammen med at utfordringene under toktet som førte til at det ikke ble fanget like mye fisk som ønsket, gjorde at det totalt sett ble mindre datamengde til disse undersøkelsene.

Utvalget er trolig for lite, som også gjør at individvariasjonen er for stor. Dette vises ved at standardavviket er nokså høyt i de ulike målingene. Dette er gjennomgående for alle målingene i resultatdelen, og gjør at det ikke med sikkerhet kan sies at det er forskjeller i mengde restblod mellom kontrollfisk og vasshalt fisk. Dette gjør det vanskelig å trekke noen

sikre konklusjoner. Hadde det vært brukt flere fisk i undersøkelsen av forskjell mellom kontroll og vasshalt fisk ville kanskje gulfarge (b-verdi), hvithet og mengde hemoglobin i loin vært signifikant.

5.4 Bløggeforsøket

Tidligere undersøkelser har vist at fisk har mer blod i muskel etter å ha vært utsatt for stress. Dette kan føre til at utblødningen ikke blir optimal (Farrell m.fl., 2001; Olsen m.fl., 2008; Olsen m.fl., 2013; Soldatov, 2006). De fleste forsøk på bløgging fra tidligere har blitt gjort på ustresset fisk. I mine forsøk ble det derfor sett på om stresset fra vasshaling påvirket utblødningen. Dette ble gjort ved å undersøke om ulike bløggetidspunkt (0, 30 og 60 min etter om bordtaking) ga ulike mengder restblod i loin fra kontrollfisk og vasshalt fisk.

Målinger fra V1 og V2

I innledende forsøk ble hele loin undersøkt. Dette ble gjort ved å slå sammen målingene fra alle loinstykkene til hvert individ fra par V1 og V2. Resultatene av instrumentell fargemåling viste at kun gulfarge (b-verdi) var signifikant mellom kontroll og vasshalt fisk ved bløggetidspunkt 0 minutt etter ombordtaking. Altså var det ikke forsinket bløgging som forårsaket forskjell i gulfarge i loin, men vasshalingen. Målingene av gulfarge var også størst etter 30 minutter forsinket bløgging. For fisk bløgget 60 minutter etter ombordtaking, sank b-verdien noe. Fra de andre målingene kan man se en tendens til at rødfargen i loin øker med økt tid før bløgging, noe som var forventet. Undersøkelsene viste at det var ingen signifikant forskjell mellom fisk fra vasshaling og kontrolltråling. Det var forventet at vasshaling skulle gi mer rødfarge enn i kontrollfisk. Derfor er det noe overraskende at et forsøk av Akse m.fl. (2011) gjort på ustresset fisk viste at torsk bløgget så raskt som mulig hadde mer rødfarge (ca.-1,7) i fileten enn det som ble funnet i mine forsøk. Denne forskjellen i a-verdi er ganske liten, men det var likevel forventet at vasshalt fisk ville ha målt mer rødfarge. I dette forsøket ble det også brukt Minolta, men en annen modell (CR300). Det kan muligens være forskjell på kameraene som har gitt forskjellen i målingene.

Graden av hvithet sank med tiden før bløgging, noe som var forventet da rødfargen økte med tid før bløgging. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller i grad av hvithet mellom kontrollfisk og vasshalt fisk. Fra målingene av rødfarge og hvithet kan det sees en tendens til at det blir mer restblod med økt tid før bløggingen. Noe som kan tyde på at bløggingen bør gjennomføres så raskt som mulig. Flere forsøk på bløgging har konkludert med at for å minimere rødfarge burde fisk bløgges umiddelbart (Botta m.fl., 1986; Olsen m.fl., 2013; Valdimarsson m.fl., 1984).

Målingene av mengde hemoglobin i loin viste heller ingen signifikante forskjeller mellom kontroll og vasshalt fisk. Kontrollfisk hadde liten økning i mengde hemoglobin mellom 0 og 30 minutt bløggetidspunkt, men øker deretter en del for fisk med 60 minutter forsinket bløggetidspunkt. Dermed kan det se ut til at bløgging av fisk etter 30 minutter gir mer restblod. Dette samsvarer godt med tidligere forskning som har vist at bløggingen bør gjennomføres innen 30 minutter etter fangst (Tobiassen m.fl., 2018). Vasshalt fisk har en økning i mengde hemoglobin mellom fisk bløgget 0 og 30 minutter etter om bordtaking, men deretter synker mengden hemoglobin i loin for fisk med 60 minutter bløggetidspunkt. Forskjellene i målingene er nokså små likevel var det forventet at verdien skulle øke. Hadde datasettet vært større hadde kanskje fisk bløgget 60 minutter etter ombordtaking hatt målt større mengde hemoglobin i loin.

I et lignende forsøk av Bjørnevik og Solbakken (2010) ble det ikke funnet noen forskjell i Lab-verdiene mellom stresset og ustresstet fisk hverken på fangstdagen, eller etter å ha blitt lagret på is i 8 dager. I en annen undersøkelse av Digre m. fl. (2011) ble det tatt fargemålinger rett etter fangst og etter 7 dager på is. a-verdiene fra disse viste at fisk som hadde vært 7 dager på is, var mer lik det som ble funnet i mine forsøk. I samme undersøkelse ble filetene også mørkere og fikk større grad av gulfarge etter 7 dager på is. Det kunne derfor vært interessant å ta instrumentell måling direkte etter fangst for fisken i denne oppgaven. I mine forsøk hadde fisk ligget mange uker på fryselagring, og etter tining ble fiskene lagt på is ett døgn før det ble tatt målinger. Disse faktorene kan ha vært med på å påvirke fordelingen av restblodet. Resultatene i mine forsøk kunne kanskje vært annerledes hadde målingene blitt tatt da fiskene var ferske samme dag som de ble fanget.

Variasjonene i mine resultater er svært små og kan derfor ikke si noe sikkert om at det er forskjeller mellom målingene fra de ulike bløggetidspunktene.

Målinger av V1 vs. V2

Som nevnt tidligere skilte V2 seg fra de andre parene ved å ha en større dybdereduksjon under vasshaling. Siden torsk fanget fra Malangsgrunnen (V1 og V2) var så forskjellige ble fargemålingene og målingene av hemoglobin for parene sett på hver for seg.

Målingene fra kontrollfisk fra V2 skilte seg en del fra de andre målingene, som kan skyldes at denne fisken var spesielt stor (Tabell 1). Dette kan også føre til en tettere pakkingen i trålen som gjør at fisken ikke får beveget gjellelokkene og dermed blir kvelt. Hvis fisken har vært død lenge før den blir bløgget kan det påvirke utblødningen (Olsen m.fl., 2014). På grunn av dette vektlegges ikke målingene fra kun V2 i særlig grad videre i diskusjonen, men er tatt med i resultatene for å vise at det er forskjeller mellom parene.

For målingene av rødfarge var det forventet at de ulike loinstykkene fra vasshalt fisk ville være rødere enn for kontrollfisk. Det var en tendens til dette for fremste og bakre del av loin fra V1, og midterste og bakre del av loin fra V2. Kun L3 fra par V1 hadde signifikant forskjell mellom fisk fra kontroll og vasshaling med bløggetidspunkt 0 minutt. En forklaring på dette kan være at når svømmeblæren sprekker under vasshaling gir det bloduttredelser i L3 som vil være målbare rett etter fangst, men ikke ved forsinket bløgging 30 og 60 minutter etter ombordtaking.

Ved måling av gulffarge var trenden for alle loinstykkene fra V1 at vasshalt fisk hadde mer gulffarge ved så og si alle bløggetidspunktene. For loinstykkene fra V2 hadde vasshaling kun mer gulffarge ved bløggetidspunkt 0 minutt, derimot kontrollfisk målt mere gulffarge i loinstykkene ved bløggetidspunktene 30 og 60 minutter etter ombordtaking.

Grad av hvithet viste en del forskjell mellom kontroll og vasshalt fisk ved 0 minutter for alle loinstykkene. Men kun hos L1 og L3 fra par V1 var det vasshalt fisk som var mørkere, mens for L2 fra samme par var det kontrollfisk som var mørkest. Siden L2 og L3 ligger i området der svømmeblæren trolig sprennes ved vasshaling kan det fra dette tyde på at det kun er L3 som får bloduttredelser som følge av sprenningen. For loinstykkene fra V1 ble målingene av vasshalt og kontrollfisk mer lik ved bløggetidspunktene 30 og 60 minutter etter ombordtaking. Dette kan tyde på at ved forsinket bløgging er så uheldig at det overskygger de negative

konsekvensene med vasshaling. Alle loinstykkene fra V2 viste at fisk fra vasshaling var mer hvit enn kontrollfisk, noe som ikke var forventet.

Når det gjelder mengde hemoglobin hadde særlig L2 fra V1 målinger som var forventet. Mengden hemoglobin øker med økt tid før bløgging, og i tillegg hadde vasshalt fisk mer hemoglobin enn kontrollfisk. Målingene av L3 fra samme par var noe overraskende. Ved bløggetidspunkt 0 minutt hadde vasshalt fisk størst mengde hemoglobin, men ved bløggetidspunkt 30 minutter etter ombordtaking snur trenden. Ved bløgging 60 minutter etter ombordtaking har kontrollfisk signifikant mer hemoglobin i L3. Tidligere målinger av rødfarge og hvithet tydet på at sprenging av svømmeblæren kunne gi bloduttredelser her. Dette kan det imidlertid ikke konkluderes med fra hemoglobinmålingene.

Av målingene på loinstykkene fra fisk fra V1 og V2 gir trolig det førstnevnte paret et mer troverdig bilde av forskjellene mellom fisk fra kontroll og vasshaling. I disse målingene er det et nokså lite datasett slik at det ikke kan trekkes noen konklusjoner fra målingene fra parene alene.

5.5 utfordringer med etablering av ny metode på lab

Metoden for måling av mengde hemoglobin som var basert på metoden til Chaijan & Undeland (2015) var ikke etablert på NFH. Dette gjorde at det måtte en del prøving og feiling til for å finne en løsning som funket.

Den første utfordringen som oppsto var tillaging av buffer. Fosfatbuffer skulle i utgangspunktet få tilsatt 5 % SDS, men resultatet viste at buffer fikk utfelling, og i stedet for at løsningen ble blank ble den melkehvit. Derfor ble det gjort et forsøk på å redusere mengden SDS til 0,5 %. Når den nye bufferen ble nedkjølt etter vannbad ble det igjen utfelling. Etter flere forsøk på å endre mengden SDS, samt unngå å kjøle ned løsningen i kaldt rennende vann osv., viste feilen seg å ligge i fosfatsaltene som ble brukt til å lage bufferen. Det var benyttet kaliumsalter, men for å unngå utfelling måtte det brukes natriumfosfater. Etter denne opprettingen ble det ikke utfelling ved tilsetning av 5 % SDS.

Tillaging av standardkurve viste seg å være svært tidkrevende. Hemoglobin var utfordrende å jobbe med av flere grunner: Den lave vekten gjorde at det måtte et nokså stort volum til for selv om det kun skulle brukes 0,65 gram hemoglobin. I tillegg gjorde vekten på hemoglobinet at det lett begynte å sveve i luften som gjorde det vanskelig å få nøyaktig vekt. Hemoglobinet virket å være svært elektrisk og festet seg til redskapene som ble brukes. Siden standardkurver skal være svært nøyaktige, ble det brukt mye tid på å finne en god metode og hvilket labutstyr som kunne benyttes.

Ved testing av metoden ble det benyttet 1,5 g fiskemuskel til hver prøve. Hvert loinstykke ble kvernet med håndmikser og fikk deretter tilsatt 3 volum fosfatbuffer-løsning. Målingen av absorbanen ble veldig lav i forhold til standardkurven. Derfor ble det forsøkt å tilsette 2 volum av bufferløsningen, men når det skulle lages paralleller av løsningen var den for tykk til å pipetteres. Derfor ble det forsøkt å kverne fiskemuskelen ytterligere med kjøttkvern og øke hastigheten på ultra turrax fra 3 til 6. I utgangspunktet skulle det lages 3 paralleller før vannbadet, men dette måtte gjøres etter vannbadet siden det var lettere å pipettere løsningen da. I frykt for utfelling ble det også bestemt at nedkjølingen skulle gjøres i romtemperatur og ikke under rennende vann.

Etter disse endringene var fortsatt absorpsjonsmålingene nokså varierende. Derfor ble det prøvd å bruke en minihakker for å kverne muskelen, men den virket ikke noe bedre enn en vanlig håndmikser. For å få muskelmassen homogen nok ble det bestemt at fiskemuskelen måtte kvernes i to omganger i kjøttkvern, og deretter blandes sammen med håndmikser i 30 sekunder. På grunn av ujevne målinger med absorpsjonen i starten ble det tatt to prøver for hver hvert loinstykke, med tre paralleller hver.

Gjennom hele labforsøket var det vanskelig å pipettere løsningene med SDS, siden den er en sterk såpe, noe som gjør at det kan ligge igjen bobler i pipetten om man ikke er nøye med å få ut alt.

Metoden viste seg å være svært tidkrevende særlig siden det måtte benyttes en kjøttkvern som innehar mange komponenter som må rengjøres for hvert loinstykke som skulle kvernes. I tillegg kunne det ikke gjennomføres undersøkelser av mange prøver samtidig, siden absorpsjonen måtte måles innen 30 minutter etter sentrifugering for å unngå reversibelendring av hemochrome tilbake til metHb/metMb. Dette førte til at det tok lang tid for å bli ferdig med alle 204 loinstykkene.

5.6 Sammenligning av metode

I de to metodene som ble anvendt for å se på blodmengden i loin var det brukt det samme prøvematerialet. Dette ble gjort for å kunne vurdere hvilken av metodene som egnet seg best til måling av restblod i fisk fra vasshaling og kontrolltråling. Sammenligningen av metodene ble gjort for målingene av rødfarge (a-verdi) og mengde hemoglobin.

Fra målingene av hele loin bløgget så raskt som mulig etter ombordtaking var det samsvar mellom målingene av rødfarge og hemoglobin. Begge målingene viste at vasshalt fisk hadde mest restblod i loin, men kun målingene av rødfarge viste signifikante forskjeller mellom fisk fra de to trålingstypene.

Fra målingene av loinstykke L2 og L3 viste begge måle metodene at vasshalt fisk hadde mest restblod både i midterste og bakreste del av loin. Derimot viste målingene av a-verdi å være nokså lik mellom L2 og L3, mens målingene av hemoglobin viste at L3 hadde mer hemoglobin for både kontrollfisk og vasshalt fisk, enn det som ble funnet i L2.

Resultatet fra bløggforsøket viste at målingene av restblod i hele loin ikke var i samsvar mellom de to målemetodene. Rødfargen økte med tid før bløgging, og viste en svak tendens til at vasshalt fisk hadde høyere a-verdi. Målingene av hemoglobin viste at vasshalt fisk hadde en god del mer målt mengde hemoglobin for fisk bløgget 30 minutter etter ombordtaking, derimot hadde kontrollfisk mer hemoglobin enn vasshalt fisk som var bløgget 60 minutter etter ombordtaking.

På målingene på loinstykke L2 og L3 fra kun par V2 viste målingene av de to metode å ha overraskende like trender. Derimot var det ikke like tydelig samsvar mellom målingene av rødfarge og mengde hemoglobin på L2 og L3 fra par V1.

Det var også kun ved disse målingene på L3 fra V1 at mengde hemoglobin var signifikant forskjellig mellom kontrollfisk og vasshalt fisk. Imidlertid viste det seg at kontrollfisk hadde mer hemoglobin ved fisk bløgget 60 minutter etter ombordtaking. Noe som ikke var forventet. Derimot viste målingene av rødfarge på L3 at vasshaltfisk hadde mer rødfarge enn kontrollfisk. Noe som var mer forventet.

I utgangspunktet er disse to metodene veldig forskjellige, både gjennom praktisk utførelse og ved tidsbruken. Måling av hemoglobin har nokså få trinn, men den har vært utfordrende å jobbe med, særlig ved at den er nokså tidkrevende.

Ved instrumentell fargemåling av restblod i loin har i hovedsak a-verdien vist seg å være mest informativ. Målinger av hvithet og b-verdi er kanskje mer interessant hvis det skal gjennomføres et lagringsforsøk.

På grunn av at datasettet var noe mindre enn ønsket kan det være at metodene ikke viser forskjeller mellom kontroll og vasshalt fisk som egentlig er til stedet. Generelt sett hadde de instrumentelle fargemålingene flere signifikante forskjeller. I tillegg er instrumentell fargemåling ved bruk av Minolta svært enkelt, raskt, effektivt og pålitelig. På bakgrunn av dette og utfordringene med måling av mengde hemoglobin, slik som beskrevet i punkt 5.5 i «Diskusjon», kan det konkluderes med at ved måling av restblod i loin er det bedre å velge instrumentell fargemåling, enn måling av hemoglobin basert på metoden til Chaijan og Undeland (2015).

5.7 Videre arbeid

- I videre arbeid av undersøkelser på hvordan vasshaling påvirker mengden restblod i loin bør det markeres hvor i fisken svømmeblæren ligger i forhold til loin.
- For å få en effektiv og pålitelig måling av mengde restblod i fisk bør det brukes instrumentell fargemåling med Minolta. Hvis det skal gjøres målinger av mengde hemoglobin bør også det tas målinger av fremste del av loin. Generelt sett bør det også brukes flere fisk for å få et større datasett slik at det kan trekkes sikre konklusjoner.
- Før datainnsamlingen bør det også planlegges hva som praktisk er mulig å gjennomføre om bord f.eks. i forhold til hvor mange fisk man kan ta ut fra hvert hal.
- Det kan være en mulighet for at frysingen av fisken påvirket fordelingen av blod, som igjen vil påvirket målingene av mengde restblod. I så fall ville det vært mer hensiktsmessig ta fargemålingene på fisken samme dag fiskene ble fanget, og etter fryselagring.
- En interessant oppfølging ville være å gjøre flere kvalitetsmålinger på fisken. For eksempel et lagringsforsøk på is for å se om det ble endringer i lab-verdiene, og mengde hemoglobin. Det hadde også vært interessant å gjøre en holdbarhetsundersøkelse for å se om restblodet fører til mer bakterievekst.

6 Konklusjon

Resultatene i oppgaven viste at torsk får mer rødfarge (høyere a-verdi) i loin ved vasshaling enn ved et ordinært tråltrekk (kontrollhal). I tillegg ble det funnet at bakre del av loin hadde mer rødfarge hos vasshalt fisk enn hos kontrollfisk. Dette kan tyde på at sprekning av svømmeblæra under vasshaling fører til bloduttredelser i bakre del av loin. Det ble også gjort funn som kan tyde på at fremste del av loin får mest kvalitetsfeil ved tråling, og at bakerste del av loin får mer kvalitetsfeil som følge av vasshaling.

Fra forsøket med forsinket bløgging ble det dokumentert at gulfarge (høyere b-verdi) var signifikant forskjellig mellom kontrollfisk og vasshalt fisk som ble bløgget så raskt som mulig etter ombordtaking. Dermed ble gulfargen i loin påvirket av vasshaling, men ikke av forsinket bløgging. Resultatene viste også at bakre del av loin hadde mer rødfarge hos vasshalt fisk enn kontrollfisk, som ble bløgget så fort de ble tatt om bord. Derimot var det større mengde hemoglobin i bakre del av loin hos kontrollfisk enn vasshalt fisk ved 60 minutter forsinket bløgging. Fra målingene av rødfarge og hvithet i bløggeforsøket kan det sees en tendens til at det blir mer restblod med økt tid før bløggingen. Dette kan tyde på at bløggingen bør gjennomføres så raskt som mulig.

Sammenligningen av de to analysemetodene viste at instrumentell fargemåling var mest effektiv og pålitelig ved måling av mengde restblod i loin.

Det var imidlertid brukt et noe lite datasett i undersøkelsene, som gjør at resultatene trolig ikke gir et presist bilde av de potensielle forskjellene i mengde restblod i loin mellom fisk fra vasshaling og ordinært tråltrekk. Det innsamlede datamaterialet er dermed ikke stort nok til å kunne trekke sikre konklusjonene i denne oppgaven.

7 Referanser

- Akse, L. & Joensen, S. (2004). Fangstskader på ferskt råstoff (torsk) levert fra kystflåten. Fangstskadeindeks til bruk i mottakskontroll og kvalitetssortering.
- Akse, L., Joensen, S., Heia, K., Tobiassen, T., Sivertsen, A. H. & Wang, P. A. (2012). Blodtapping av torsk-bløggemetoder og tid før bløgging eller direktesløying. *Nofima rapportserie*.
- Akse, L., Joensen, S., Tobiassen, T. & Olsen, S. H. (2013). *Råstoffkvalitet torsk. Gruppert i kvalitetsklasser basert på fangstskader ; Report 36/2013, English Summary*.
- Akse, L., Olsen, S. H., Tobiassen, T. & Dahl, R. W. (2014). Kvalitet og holdbarhet fersk torsk: Restblod i muskelen som følge av dårlig utblødning og fjerning (børsting) av nakkeblod.
- Akse, L., Tobiassen, T. & Joensen, S. (2011), *Bløggerutiner ombord på fiskefartøy* (Nofima. Hentet fra <https://www.nofima.no/filearchive/Rapport%2050-2011.pdf>)
- Akse, L., Tobiassen, T., Wang, P. A., Breiland, M. S. W. & Dahl, R. W. (2011). RSW-, CSW-og iskjøling av råstoff (torsk), konsekvenser for filetkvaliteten-forsøk 2011. *Nofima rapportserie*.
- Anderssen, S. (1934). Årsberetning vedkommende Norges fiskerier 1934 - Nr. 2, Lofotfisket 1934. i: Fiskeridirektøren (Ed.). John Griegs Boktrykkeri AS, Bergen, Norge s. 96. .
- Balevik, S. B., Haugen, T. & Slinde, E. (2005). Kvaliteten på fisk. I *Marin fisk - kyst og havbruk*.
- Bjørnevik, M. & Solbakken, V. (2010). Preslaughter stress and subsequent effect on flesh quality in farmed cod. *Aquaculture Research*, 41(10), e467-e474.
- Borderías, A. J. & Sánchez-Alonso, I. (2011). First Processing Steps and the Quality of Wild and Farmed Fish. *Journal of Food Science*, 76(1), R1-R5. doi: doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01900.x
- Botta, J. R., Squires, B. E. & Johnson, J. (1986). Effect of Bleeding/Gutting Procedures on the Sensory Quality of Fresh Raw Atlantic Cod (*Gadus morhua*). *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 19(4), 186-190. doi: [https://doi.org/10.1016/S0315-5463\(86\)71629-5](https://doi.org/10.1016/S0315-5463(86)71629-5)
- Brinkhof, J., Herrmann, B., Larsen, R. B., Sistiaga, M. & Eayrs, H. e. S. (2017). Escape rate for cod (*Gadus morhua*) from the codend during buffer towing. *ICES Journal of Marine Science*, 75(2), 805-813.
- Brinkhof, J., Larsen, R. B., Herrmann, B. & Olsen, S. H. (2018). Assessing the impact of buffer towing on the quality of Northeast Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught with a bottom trawl. *Fisheries Research*, 206, 209-219.

- Chaijan, M. & Undeland, I. (2015). Development of a new method for determination of total haem protein in fish muscle. *Food Chemistry*, 173, 1133-1141. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.010>
- Digre, H., Erikson, U., Misimi, E., Standal, I. B., Gallart-Jornet, L., Riebroy, S. & Rustad, T. (2011). Bleeding of Farmed Atlantic Cod: Residual Blood, Color, and Quality Attributes of Pre- and Postrigor Fillets as Affected by Perimortem Stress and Different Bleeding Methods. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 20(4), 391-411. doi: 10.1080/10498850.2011.576380
- Digre, H. & Hansen, U. J. (2005), *Forholdet mellom redskap og kvalitet på fisk, råstoffbehandling ombord i fartøy, del II. Dokumentasjon av egenskaper ved ny T90 trålsekk* (SFH80 A055020). Trondheim.
- Digre, H., Hansen, U. J. & Erikson, U. (2010). Effect of trawling with traditional and 'T90' trawl codends on fish size and on different quality parameters of cod *Gadus morhua* and haddock *Melanogrammus aeglefinus*. *Fisheries Science*, 76(4), 549-559.
- Digre, H., Rosten, C., Erikson, U., 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. *Fisheries Research*, 189, 42-54. doi: 10.1016/j.fishres.2017.01.004
- Duun, A. S. & Rustad, T. (2007). Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets. *Food Chemistry*, 105(3), 1067-1075. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.020>
- Egeness, F.-A., Myrland, Ø. & Xie, J. (2015). Produksjon av fryste torskefileter – Hvilke nasjoner skal produsere fryste filetprodukter av torsk for et globalt marked i framtiden? Hentet fra <http://okonomiskfiskeriforskning.no/produksjon-av-fryste-torskefileter-hvilke-nasjoner-skal-produsere-fryste-filetprodukter-av-torsk-for-et-globalt-marked-i-framtiden/>
- Erikson, U., Hansen, U. J., Angell, S., Digre, H., Akse, L., Joensen, S. & Salthaug, A. (2004), *Forholdet mellom redskap og kvalitet på fisk, råstoffbehandling om bord i fartøy (15131/120). Sluttrapport. SINTED Fiskeri og Havbruk AS, Fiskeriteknologi 2004. Rapport gradert fortrolig, nr STF80 F043002* (
- Esaiassen, M., Heia, K., Herland, H. & Sivertsen, A. H. (2010), *Kvalitetsmålinger på hvitfisk* (Nofima rapport 14/10: Nofima. Hentet fra <https://nofima.no/filearchive/Rapport%2014-2010.pdf>
- Fangstbehandling.no. (2009). torskefisk – bløgging og utblødning. Hentet fra <https://fangstbehandling.no/wp-content/uploads/2014/01/080399-11-Faktaark-BI+%C2%A9gging-PR.pdf>
- Farrell, A. P. & Jones, D. (1992). The heart. *The Cardiovascular System*, 12, 1-88.

- Farrell, A. P., Thorarensen, H., Axelsson, M., Crocker, C. E., Gamperl, A. K. & Cech Jr, J. J. (2001). Gut blood flow in fish during exercise and severe hypercapnia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 128(3), 549-561.
- Fiskeridirektoratet. (2013), *Teknisk arbeidsgruppe om fangstregulerende tiltak i trålfisket* (Hentet fra https://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjK37mG urTAhUHhywKHQ9nBxAQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fiskeridir.no%2FYrkesfiske%2FDokumenter%2FRapporter%2FTeknik-arbeidsgruppe-om-fangstregulerende-tiltak-i-traalfisket&usq=AFQjCNGxM_N8fPUSYW4DrAauzzqVBbQuMQ)
- Gabig, T. & Babior, B. (1981). The killing of pathogens by phagocytes. *Annual review of medicine*, 32(1), 313-326.
- Grimaldo, E., Sistiaga, M. & Larsen, R. B. (2014). Development of catch control devices in the Barents Sea cod fishery. *Fisheries research*, 155, 122-126.
- Haard, N. (1992). Biochemistry and chemistry of color and color change in seafoods. *Advances in seafood biochemistry*, 305-360.
- Hankeln, T., Ebner, B., Fuchs, C., Gerlach, F., Haberkamp, M., Laufs, T. L., . . . Burmester, T. (2005). Neuroglobin and cytoglobin in search of their role in the vertebrate globin family. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 99(1), 110-119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2004.11.009>
- Heia, K., Tobiassen, T. & Olsen, S. H. (2017). Blodig alvor for kvalitet på fisk. Hentet fra <https://forskning.no/blogg/fra-fjord-til-bord/blodig-alvor-kvalitet-pa-fisk>
- Hermansen, Ø. & Dreyer, B. (2010). Challenging spatial and seasonal distribution of fish landings—the experiences from rural community quotas in Norway. *Marine Policy*, 34(3), 567-574.
- Humborstad, O.-B. & Mangor-Jensen, A. (2013). Buoyancy adjustment after swimbladder puncture in cod *Gadus morhua*: an experimental study on the effect of rapid decompression in capture-based aquaculture. *Marine Biology Research*, 9(4), 383-393.
- Huss, H. H. (1995). *Quality and quality changes in fresh fish* (348): FAO Rome.
- Itazawa, Y., Takeda, T., Yamamoto, K.-i. & Azuma, T. (1983). Determination of circulating blood volume in three teleosts, carp, yellowtail and porgy. *Japanese Journal of Ichthyology*, 30(1), 94-101.
- Joensen, S., Akse, L., Bjørkevoll, I. & Mathisen, I. (2004). Kvalitetsforbedring av råstoff til saltfiskproduksjon-Fangstskader på råstoffet og konsekvenser for kvaliteten på saltfisken.

- Johnsen, O. (2018). Forskere lyser etter blod i fisk. Hentet fra <https://nofima.no/nyhet/2018/01/forskere-lyser-etter-blod-i-fisk/>
- Johnston, I. (1980). Specialization of fish muscle. I *Development and specialization of skeletal muscle* (7, s. 123-148): Cambridge University Press Cambridge, London, New York.
- Johnston, I. (1981). *Structure and function of fish muscle*. Foredrag holdt ved Symposium Zool. Soc. Lond.
- Johnston, I. A. (1983). Dynamic properties of fish muscle. *Fish biomechanics*, 36-67.
- Kanner, J. & Harel, S. (1985). Initiation of membranal lipid peroxidation by activated metmyoglobin and methemoglobin. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 237(2), 314-321. doi: [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(85\)90282-6](https://doi.org/10.1016/0003-9861(85)90282-6)
- Karlsen, K. M., Svorken, M., Hermansen, Ø. & Akse, L. (2012). Kvalitetsfeil og økonomiske konsekvenser-Kartlegging av bedrifters synspunkter i hvitfisksektoren. *Nofima rapportserie*.
- Love, R. M. (1978), *Dark colour in white fish flesh*. Torry Advisory Notes - No.76. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Torry Research Station. HMSO Press Edinburgh, UK.
- Lynum, L. (1994). *Fisk som råstoff: holdbarhet og kvalitetssikring*: Tapir.
- Maine, J. & Sangster, S. I. (1981). A study of the fish capture process in a bottom trawl by direct observations from a towed under-warer vehicle. *Scottish fisheries research report*, 23, 1-23.
- Mancini, R. & Hunt, M. (2005). Current research in meat color. *Meat science*, 71(1), 100-121.
- Manning, J. M., Dumoulin, A., Li, X. & Manning, L. R. (1998). Normal and abnormal protein subunit interactions in hemoglobins. *Journal of Biological Chemistry*, 273(31), 19359-19362.
- Maqsood, S. & Benjakul, S. (2011). Effect of bleeding on lipid oxidation and quality changes of Asian seabass (*Lates calcarifer*) muscle during iced storage. *Food chemistry*, 124(2), 459-467.
- Margeirsson, S., Jonsson, G. R., Arason, S. & Thorkelsson, G. (2007). Influencing factors on yield, gaping, bruises and nematodes in cod (*Gadus morhua*) fillets. *Journal of Food Engineering*, 80(2), 503-508. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.05.032>
- Midling, K. Ø., Koren, C., Humborstad, O.-B. & Sæther, B.-S. (2012). Swimbladder healing in Atlantic cod (*Gadus morhua*), after decompression and rupture in capture-based aquaculture. *Marine Biology Research*, 8(4), 373-379.

- Nilsen, H., Esaiassen, M., Østli, J., Nøstvold, B. H., Pleym, I. E., Reynisson, E., . . . Heia, K. (2014). Verktøy for å måle fiskekvalitet-basert på forbrukernes oppfatning (Fase 1–Forprosjekt). Sluttrapport.
- Olsen, S. H. (2011). Quantification and characterisation of residual blood in fish muscle: impact of slaughtering methods.
- Olsen, S. H., Joensen, S., Tobiassen, T., Heia, K., Akse, L. & Nilsen, H. (2014). Quality consequences of bleeding fish after capture. *Fisheries Research*, *153*, 103-107. doi: 10.1016/j.fishres.2014.01.011
- Olsen, S. H., Nordtvedt, T. S., Tobiassen, T., Joensen, S. & Nilsen, H. (2016). Status hyse–utfordringer og muligheter i fiskeri og foredling med fokus på kvalitet: Forprosjekt.
- Olsen, S. H., Sorensen, N. K., Stormo, S. K. & Elvevoll, E. O. (2006). Effect of slaughter methods on blood spotting and residual blood in fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, *258*(1-4), 462-469.
- Olsen, S. H., Sørensen, N. K., Larsen, R., Elvevoll, E. O. & Nilsen, H. (2008). Impact of pre-slaughter stress on residual blood in fillet portions of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) — Measured chemically and by Visible and Near-infrared spectroscopy. *Aquaculture*, *284*(1), 90-97. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.07.042>
- Olsen, S. H., Tobiassen, T., Akse, L., Evensen, T. H. & Midling, K. O. (2013). Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: Consequences for the flesh quality. *Fisheries Research*, *147*, 446-453. doi: 10.1016/j.fishres.2013.03.009
- Opdahl, H. & Nordseth, T. (2017). Barotraume. Hentet fra <https://sml.snl.no/barotraume>
- Randhawa, S. U. & Bjarnason, E. T. (1995). A decision aid for coordinating fishing and fish processing. *European Journal of Operational Research*, *81*(1), 62-75. doi: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)E0132-H](https://doi.org/10.1016/0377-2217(93)E0132-H)
- Richards, M. P. & Hultin, H. O. (2002). Contributions of blood and blood components to lipid oxidation in fish muscle. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, *50*(3), 555-564.
- Rotabakk, B. T. (2011). Utblødning og superkjøling av pre-rigor filetert oppdrettstorsk. *Nofima rapportserie*.
- Rotabakk, B. T., Skipnes, D., Akse, L. & Birkeland, S. (2011). Quality assessment of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by longlining and trawling at the same time and location. *Fisheries Research*, *112*(1), 44-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.08.009>
- Roth, B., Obach, A., Hunter, D., Nortvedt, R. & Oyarzun, F. (2009). Factors affecting residual blood and subsequent effect on bloodspotting in smoked Atlantic salmon fillets. *Aquaculture*, *297*(1), 163-168. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.09.019>

- Roth, B., Torrissen, O. J. & Slinde, E. (2005). The effect of slaughtering procedures on blood spotting in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 250(3), 796-803. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.03.010>
- Ruis, M. A. & Bayne, C. J. (1997). Effects of acute stress on blood clotting and yeast killing by phagocytes of rainbow trout. *Journal of Aquatic Animal Health*, 9(3), 190-195.
- Rummer, J. L. & Bennett, W. A. (2005). Physiological effects of swim bladder overexpansion and catastrophic decompression on red snapper. *Transactions of the American Fisheries Society*, 134(6), 1457-1470. doi: 10.1577/T04-235.1
- Råfisklaget. (2018). Instruksjonsfilmer fangstbehandling. Hentet fra https://www.rafisklaget.no/portal/page/portal/NR/Tjenester/Kvalitet/Instruksjonsfiler_fangstbehandling
- Sáenz, C., Hernández, B., Alberdi, C., Alfonso, S. & Diñeiro, J. M. (2008). A multispectral imaging technique to determine concentration profiles of myoglobin derivatives during meat oxygenation. *European Food Research and Technology*, 227(5), 1329-1338.
- Soldatov, A. (2006). Organ blood flow and vessels of microcirculatory bed in fish. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 42(3), 243-252.
- Standal, D. & Sønvisen, S. A. (2015). Gear liberalization in the Northeast Arctic cod fisheries—Implications for sustainability, efficiency and legitimacy. *Marine Policy*, 53, 141-148.
- Svalheim, R. A., Karlsson-Drangsholt, A., Olsen, S. H., Johnsen, H. K. & Aas-Hansen, Ø. (2017). Effects of exhaustive swimming and subsequent recuperation on flesh quality in unstressed Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Fisheries Research*, 193, 158-163. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.04.008>
- Tobiassen, T., Heia, K., Svalheim, R., Joensen, S., Olsen, S., Karlsen, K. M. & Burgerhout, E. (2018). Bløgging av torsk. Hentet fra https://www.fhf.no/media/110019/bl_gging_av_torsk.pdf.pdf
- Tretsven, W. I. & Patten, B. G. (1981). Effect of arterial incisions on the amount of bleeding and flesh quality of rainbow trout. *Marine Fisheries Review*, 43(4), 16-18.
- Valdimarsson, G., Matthiasson, A. & Stefansson, G. (1984). *The effect of on board bleeding and gutting on the quality of fresh, quick frozen and salted products.*
- Wilson, S. M., Raby, G. D., Burnett, N. J., Hinch, S. G. & Cooke, S. J. (2014). Looking beyond the mortality of bycatch: sublethal effects of incidental capture on marine animals. *Biological Conservation*, 171, 61-72.
- Winger, P. D., Eayrs, S. & Glass, C. W. (2010). Fish behavior near bottom trawls. *Behavior of marine fishes: capture processes and conservation challenges*, 65-103.

Vedlegg 1 - Fargemålinger og måling av hemoglobin

Resultater av farge- og hemoglobin målingene fra torsk med ulik bløggetidspunkt (0, 30 og 60 min) fra par V1 og V2 hver for seg.

Tabell 2. Målt rødfarge (a-verdi) for de ulike loinstykkene for torsk bløgget med ulike bløggetidspunkt (0, 30 og 60 minutt) fra par V1 og V2 hver for seg.

Loinstykke	Bløggetidspunkt	V1		V2	
		Kontroll	Vasshal	Kontroll	Vasshal
L1	0 min	-2,7 ± 0,3	-2,6 ± 0,3	-2,1 ± 0,5	-2,5 ± 0,3
-	30 min	-2,3 ± 0,4	-2,2 ± 0,5	-2,3 ± 0,3	-2,3 ± 0,4
-	60 min	-2,4 ± 0,2	-2,3 ± 0,3	-2,1 ± 0,4	-2,4 ± 0,3
L2	0 min	-2,6 ± 0,3	-2,5 ± 0,3	-2,5 ± 0,3	-2,5 ± 0,2
-	30 min	-2,3 ± 0,3	-2,3 ± 0,2	-2,5 ± 0,2	-2,4 ± 0,2
-	60 min	-2,5 ± 0,1	-2,3 ± 0,3	-2,2 ± 0,3	-2,2 ± 0,2
L3	0 min	-2,7 ± 0,3	-2,3 ± 0,2	-2,3 ± 0,3	-2,5 ± 0,4
-	30 min	-2,4 ± 0,2	-2,4 ± 0,4	-2,3 ± 0,3	-2,2 ± 0,5
-	60 min	-2,4 ± 0,1	-2,2 ± 0,3	-2,4 ± 0,4	-2,4 ± 0,2

Tabell 3. Målt gulffarge (b-verdi) for de ulike loinstykkene for torsk bløgget med ulike bløggetidspunkt (0, 30 og 60 minutt) fra par V1 og V2 hver for seg.

Loinstykke	Bløggetidspunkt	V1		V2	
		Kontroll	Vasshal	Kontroll	Vasshal
L1	0 min	-2,7 ± 0,8	-2,4 ± 1,4	-3,0 ± 2,1	-1,8 ± 1,7
-	30 min	-2,2 ± 2,3	-1,7 ± 1,6	-1,2 ± 1,3	-2,3 ± 2,4
-	60 min	-3,3 ± 1,2	-2,6 ± 1,2	-2,7 ± 1,7	-3,5 ± 0,4
L2	0 min	-3,5 ± 0,9	-2,5 ± 1,0	-3,2 ± 1,2	-2,5 ± 0,9
-	30 min	-3,0 ± 1,6	-2,6 ± 0,7	-2,0 ± 1,5	-2,4 ± 1,8
-	60 min	-3,8 ± 0,9	-3,2 ± 0,4	-2,5 ± 1,3	-2,6 ± 2,1
L3	0 min	-2,7 ± 1,0	-2,8 ± 0,6	-3,8 ± 1,8	-3,1 ± 1,2
-	30 min	-3,1 ± 1,1	-2,1 ± 1,0	-1,2 ± 1,5	-1,9 ± 2,4
-	60 min	-3,7 ± 0,9	-3,1 ± 0,9	-2,9 ± 1,4	-2,8 ± 2,1

Tabell 4. Målt grad av hvithet for de ulike loinstykkene for torsk bløgget med ulike bløggetidspunkt (0, 30 og 60 minutt) fra par V1 og V2 hver for seg.

Loinstykke	Bløggetidspunkt	V1		V2	
		Kontroll	Vasshal	Kontroll	Vasshal
L1	0 min	62,7 ± 2,6	59,6 ± 1,5	56,1 ± 4,4	61,1 ± 5,7
-	30 min	59,5 ± 3,7	58,6 ± 4,2	60,9 ± 4,4	59,1 ± 3,8
-	60 min	57,4 ± 2,0	58,4 ± 4,1	57,5 ± 3,2	59,4 ± 3,8
L2	0 min	59,6 ± 2,8	63,5 ± 4,3	58,4 ± 4,7	60,8 ± 2,7
-	30 min	58,9 ± 2,6	59,5 ± 2,0	59,4 ± 2,9	60,4 ± 2,5
-	60 min	58,7 ± 1,6	59,3 ± 2,9	59,1 ± 2,3	57,7 ± 1,7
L3	0 min	63,3 ± 3,8	60,9 ± 2,4	57,5 ± 6,0	60,3 ± 2,4
-	30 min	61,6 ± 2,4	61,0 ± 3,2	59,9 ± 1,7	59,5 ± 2,6
-	60 min	59,4 ± 1,1	59,3 ± 2,5	59,2 ± 3,6	59,2 ± 2,6

Tabell 5. Målt mengde hemoglobin for loinstykkene L2 og L3 for torsk bløgget med ulike bløggetidspunkt (0, 30 og 60 minutt) fra par V1 og V2 hver for seg.

Loinstykke	Bløggetidspunkt	V1		V2	
		Kontroll	Vasshal	Kontroll	Vasshal
L2	0 min	0,11 ± 0,01	0,13 ± 0,03	0,15 ± 0,03	0,16 ± 0,01
-	30 min	0,12 ± 0,04	0,14 ± 0,03	0,14 ± 0,03	0,17 ± 0,04
-	60 min	0,11 ± 0,03	0,15 ± 0,03	0,17 ± 0,03	0,16 ± 0,04
L3	0 min	0,11 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,14 ± 0,03	0,12 ± 0,02
-	30 min	0,13 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,13 ± 0,03	0,16 ± 0,05
-	60 min	0,15 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,16 ± 0,02	0,15 ± 0,02