

## **Låsetting av sommermakrell**

### **Delrapport**

Mona E. Pedersen og Eva Veiseth-Kent





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

Nofima har om lag 400 ansatte.

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

**Hovedkontor Tromsø:**

Muninbakken 9–13  
Postboks 6122 Langnes  
NO-9291 Tromsø

**Ås:**

Osloveien 1  
Postboks 210  
NO-1431 ÅS

**Stavanger:**

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

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
Postboks 1425 Oasen  
NO-5828 Bergen

**Sunndalsøra:**

Sjølseng  
NO-6600 Sunndalsøra

**Averøy:**

Ekkilsøy  
NO-6530 Averøy

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 02140

E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835**

# Rapport

	ISBN: 978-82-8296-211-7 (trykt) ISBN: 978-82-8296-212-4 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Tittel:</i>	<i>Rapportnr.:</i> 32/2014
<b>Låssetting av sommermakrell Delrapport</b>	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Mona E. Pedersen og Eva Veiseth-Kent	<i>Dato:</i> 4. juni 2014
<i>Avdeling:</i> Råvare og prosess	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 11
<i>Oppdragsgiver:</i> FHF-Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond	<i>Oppdragsgivers ref.:</i>  #-900866
<i>Stikkord:</i> Makrell, fettavleiring	<i>Prosjektnr.:</i> 10930
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> <p>Dette er en delrapport i FHF-prosjektet «Låssetting av sommermakrell» fase 2, der en kvalitetsbedømmelsen etter låssettingsperioden er blitt utført. Metodene som er blitt benyttet til kvalitetsbedømmelse er instrumentell måling av tekstur og histologi. Fisken som er blitt vurdert er fra låssetting serien beskrevet i fase 1 i prosjektet. Det ble målt tekstur på fileter fra fisk etter ulike tidspunkter av låssetting (dag 0, dag 1, dag 3, dag 7, dag 14, dag 25 og dag 37). Teksturanalysene viste en signifikant økning i fasthet etter dag 3 med låssetting, og med høyeste verdier i slutten av låssettingsperioden. På bakgrunn av de histologiske undersøkelsene ser det ut som om musklene i den første perioden etter låssettingen (dvs. etter 3 og 14 dagers låssetting) går inn i en noe unormal tilstand, med både nedbryting og krymping av muskelfibre, samt mindre tettpakkede muskelfibre. Etter 37 dagers låssetting ser det ut som om musklene nærmer seg en normaltilstand igjen (dvs. lik kontrollgruppen og dag 0 låssettingsgruppen), men med noe større muskelfibre. Parametere som størrelse på fisk, muskelfiberstørrelse, og mengde bindevev er kjent å kunne gi fastere tekstur. Flere analyser i forhold til disse parametrene vil være nødvendig for endelig kunne forklare mulig årsak til økte teksturverdier utover i låssettingsperioden på makrellfilet.</p>	

# Innhold

<b>1</b>	<b>Metodebeskrivelse.....</b>	<b>1</b>
1.1	Teksturanalyser .....	1
1.2	Prøveopparbeiding til histologi .....	1
1.3	Visuell bedømming av muskelstruktur.....	2
<b>2</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>2</b>
2.1	Tekstur.....	2
2.2	Muskelstruktur .....	3
2.2.1	Lokasjonsforskjeller .....	3
2.2.2	Forskjeller mellom de ulike låsettingsgruppene.....	3
<b>3</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>11</b>

# 1 Metodebeskrivelse

Prøveuttak og forsøksoppsett for makrellgruppene som er analysert og vurdert i denne delrapporten er beskrevet i detalj i delrapport 1 fra FHF-prosjektet «Låsetting av sommermakrell» fase 2.

Det ble utført analyser av tekstur og muskelstruktur fra henholdsvis 8 og 5 grupper makrell:

Gruppe	Tekstur	Histologi
Dag 0 låsetting	10 fisk	3 fisk x 3 lokasjoner
Dag 1 låsetting	10 fisk	-
Dag 3 låsetting	10 fisk	3 fisk x 3 lokasjoner
Dag 7 låsetting	10 fisk	-
Dag 14 låsetting	10 fisk	3 fisk x 3 lokasjoner
Dag 25 låsetting	10 fisk	-
Dag 37 låsetting	10 fisk	3 fisk x 3 lokasjoner
Kontroll (dag 2 etter slakt)	10 fisk	3 fisk x 3 lokasjoner

## 1.1 Teksturanalyser

Filetene til teksturmåling ble tinet ved romtemperatur før måling. Tekstur av fileter ble målt instrumentelt ved hjelp av Texture analyser (TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd), og bruk av en sylinder (7 mm diameter, type P/0,25) samt press perpendikulært i forhold til muskelfiberretningen ved en hastighet på 1 mm/s. Sluttpunkt ved målingen var ved 90 % av initiale filethøyde. Antall fisk fra hver uttaksgruppe var n=10, og 3 punkter langs fileten ble målt for hver fisk. Følgende parameter ble registrert fra resulterende tid-kraft kurven: Kraft (N) for punktering filet overflaten, og kraften målt ved 60 % kompresjon (F60).

## 1.2 Prøveopparbeiding til histologi

Ved slaktetidspunktet ble muskelprøver fiksert i 0,1 M PIPES med 2,5 % glutaraldehyd. Fra hver fisk ble det tatt prøver fra tre lokasjoner innover i muskulaturen: ytterst mot skinnsiden, innerst mot ryggspylen, og et område mellom disse (midten). Ved ankomst Nofima ble prøvene finsnittet før de ble støpt inn i plast (Technovit 7100). Tverrsnitt på 3 µm ble snittet ved bruk av rotasjonsmikrotom (Leica RM2165) og videre montert på poly-L-lysine objektglass før farging med 0,1 % toulidine blå (Sigma Aldrich). Snittene ble analysert mikroskopisk (Carl Zeiss Microimaging GmbH), og tre

representative bilder ble tatt fra hver lokasjon og satt sammen for å representere et større område ved bedømming. Antall fisk fra hver uttaksgruppe var n=3.

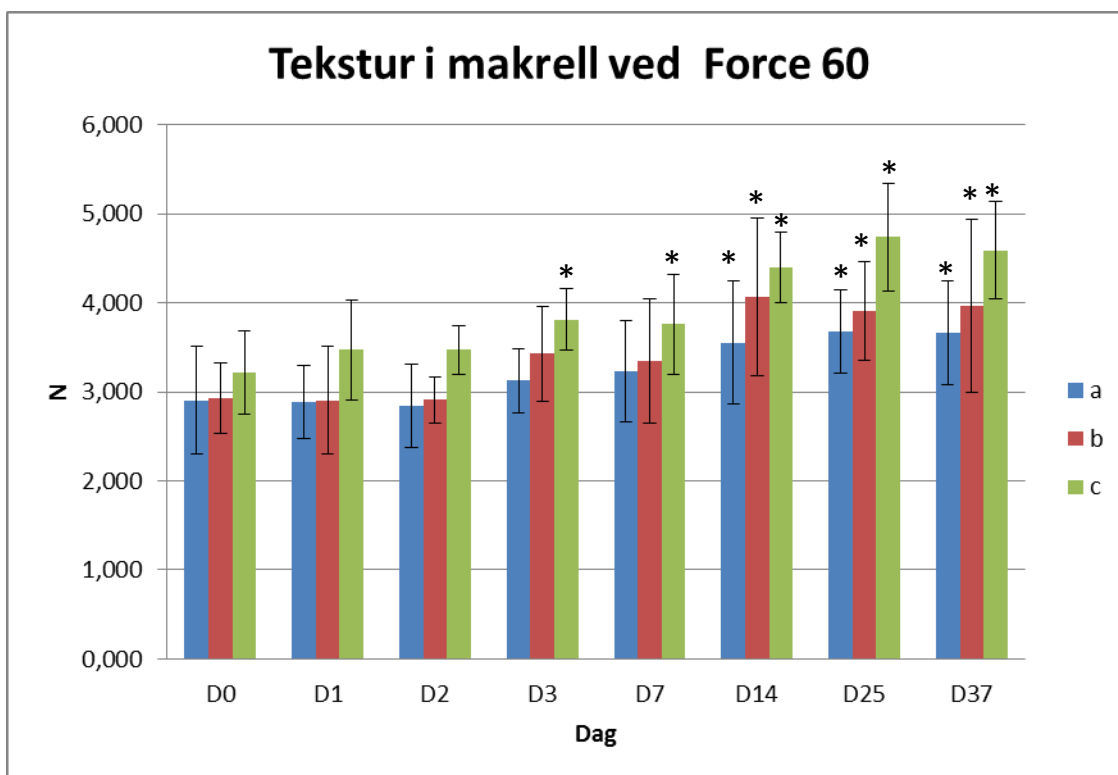
### 1.3 Visuell bedømming av muskelstruktur

Bildene fra alle fiskene ble først vurdert individuelt av 5 kvalifiserte personer ved Nofima, før en felles diskusjon ble utført for å plukke ut de mest representative bildene fra hver makrellgruppe og hver lokasjon på fileten. Disse bildene ble videre vurdert opp mot hverandre for å finne mulige muskelstrukturendringer mellom lokasjonene og makrellgruppene. Til slutt ble konklusjonene fra denne vurderingen sammenlignet med alle fiskene fra hver makrellgruppe, som en ekstra kvalitetsforsikring.

## 2 Resultater

### 2.1 Tekstur

Det ble målt tekstur på fileter fra fisk etter ulike tidspunkter av låssetting (dag 0, dag 1, dag 3, dag 7, dag 14, dag 25 og dag 37). Teksturanalysene viste en signifikant økning i fasthet etter dag 3 med låssetting, og med høyeste verdier i slutten av låssettingsperioden (Figur 1). Fasthet i fileten økte tidligere i bakre del i fileten sammenliknet med fremre parti i fileten (c vs. a). Ved dag 3 i låssettingsperioden var det relativt liten forskjell i fasthet sammenliknet med fisk som ikke var låsatt (dag 0). Det var derimot en tydeligere forskjell i fasthet etter dag 25 og dag 37 i låssettingsperioden.



Figur 1. Teksturanalyse av fileter fra fisk etter ulike tidspunkter i låssettingsperioden.

## 2.2 Muskelstruktur

### 2.2.1 Lokasjonsforskjeller

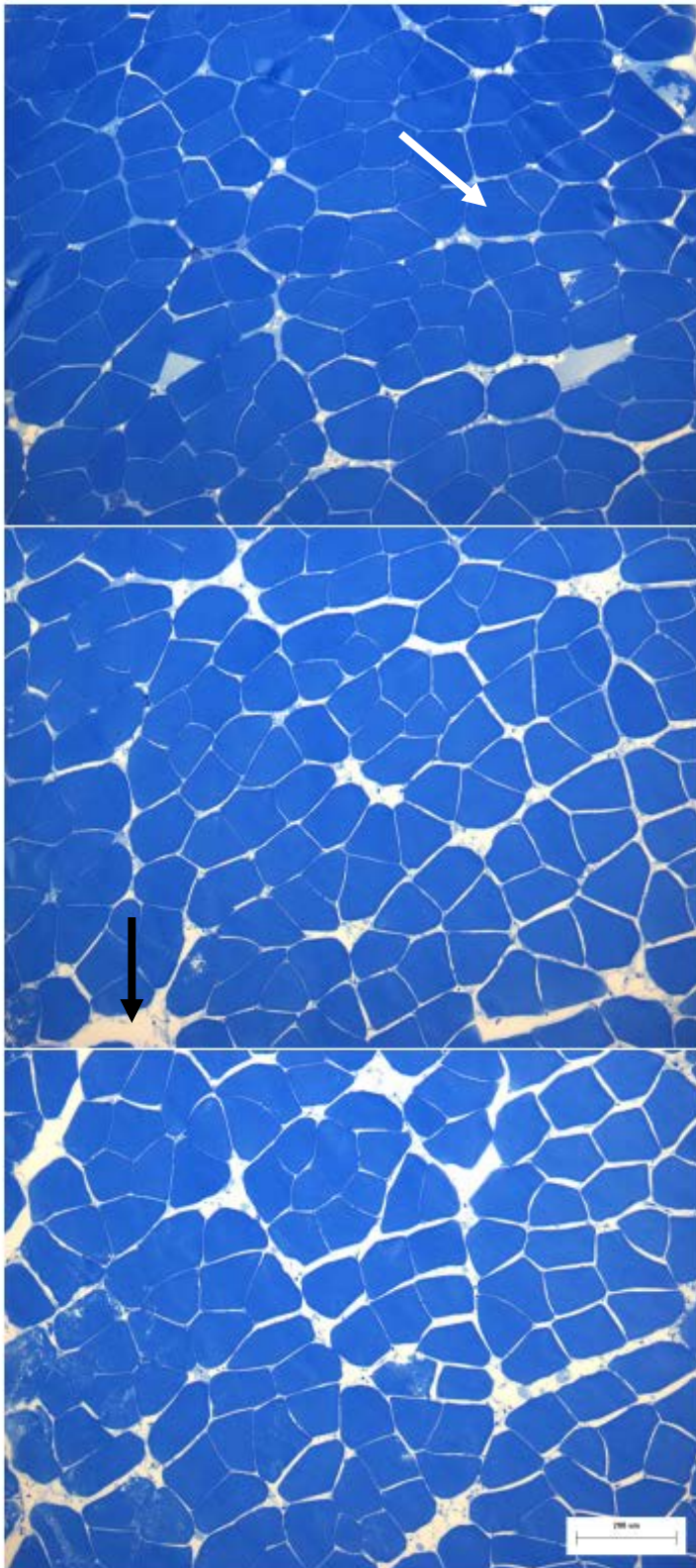
Bildene ble vurdert innen hver makrellgruppe for å avdekke mulige endringer i muskelstrukturen fra de tre lokasjonene: ytterst mot skinnsiden, midten og innerst mot ryggspylen. Ingen framtrepende forskjeller ble observert mellom de tre lokasjonene fra makrellgruppene. På bakgrunn av dette valgte vi å fokusere den videre vurderingen på bilder som ble tatt fra midtlokasjonen på filetene.

### 2.2.2 Forskjeller mellom de ulike låssettingsgruppene

Representative bilder fra midtlokasjonen til én fisk per gruppe er angitt i Figur 2-6. Bildene ble vurdert for fettavleiring, bindevevsstruktur, muskelfiberstruktur og størrelse.

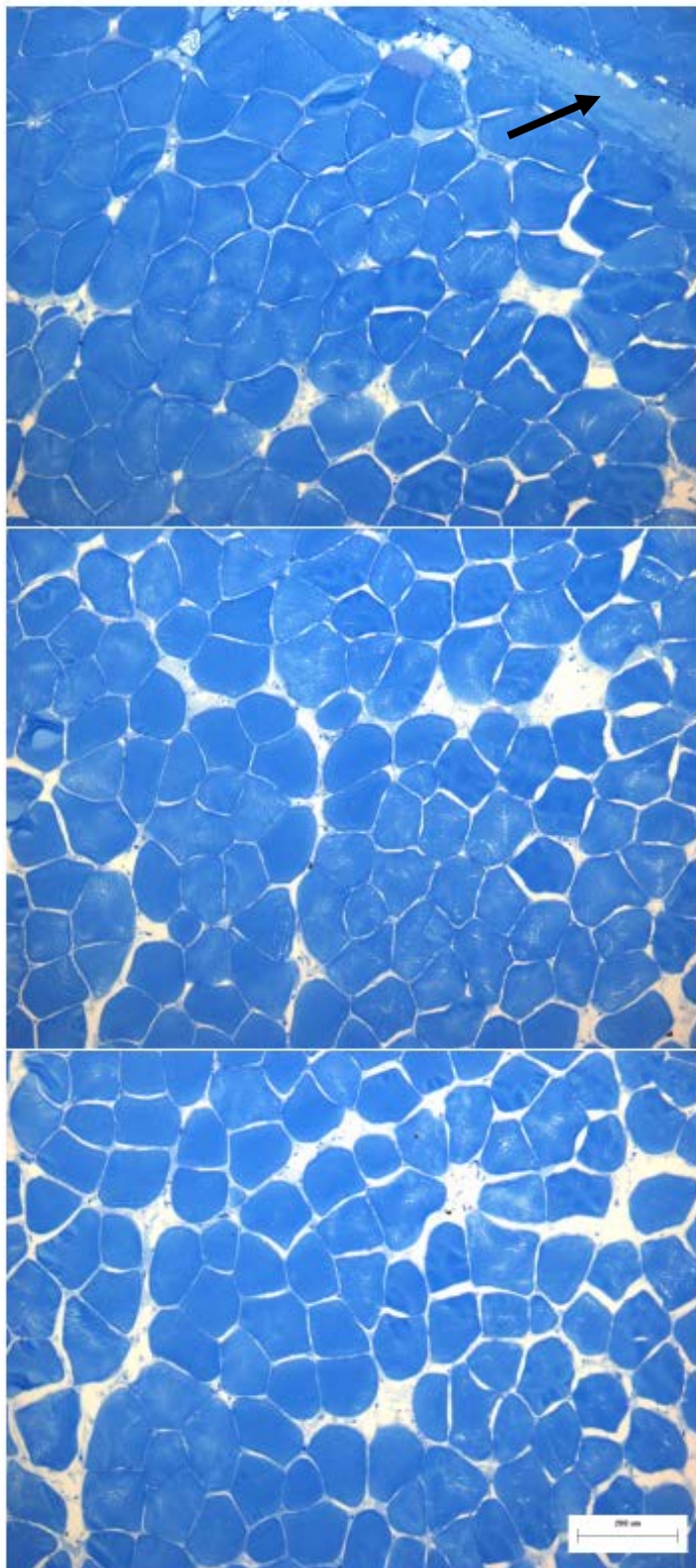
I både kontrollgruppa samt dag 0 og dag 37 etter låssetting var det en tett pakket struktur av muskelfibre, mens det ved dag 3 og dag 14 etter låssetting var en mye løsere pakking av muskelfibrene og mer oppsplitting mellom muskelfibrene. I gruppene ved dag 3 og 14 etter låssetting observerte vi også tilstedeværelse av degenererte muskelfibre. Disse muskelfibrene ser ut til å være i en prosess hvor fibrene er under oppløsning eller en form for nekrose (Figur 7). For gruppen ved dag 14 etter låssetting så vi i tillegg forekomst av krympede muskelfibre (Figur 8), hvor man innenfor cellemembranen finner myofibrillære proteiner som er omgitt av en proteinholdig væske. Forekomst av både degenererte og krympede muskelfibre indikerer at musklene er under stress, og eller bryter ned muskelmasse til energi. Når det gjelder muskelfiberstørrelse, så det ut som om muskelfibrene var noe større ved dag 37 etter låssetting enn ved dag 0.

Det var en økende tendens til mer fettavleiring i makrellen som ble slaktet etter 3 og 14 dagers låssetting sammenlignet med de andre gruppene. Vi observerte også stor individvariasjon innen flere av gruppene. Dette er illustrert i Figur 9, hvor samme lokasjon fra to fisk i gruppen ved dag 0 etter låssetting viser en stor forskjell i muskelfibertetthet og bindevevsdrag.



**Figur 2.** Representativt bilde fra midtlokasjonen hos kontrollmakrell uten låssetting. Hvit pil viser en muskelfiber, mens svart pil viser et bindevevsområde.



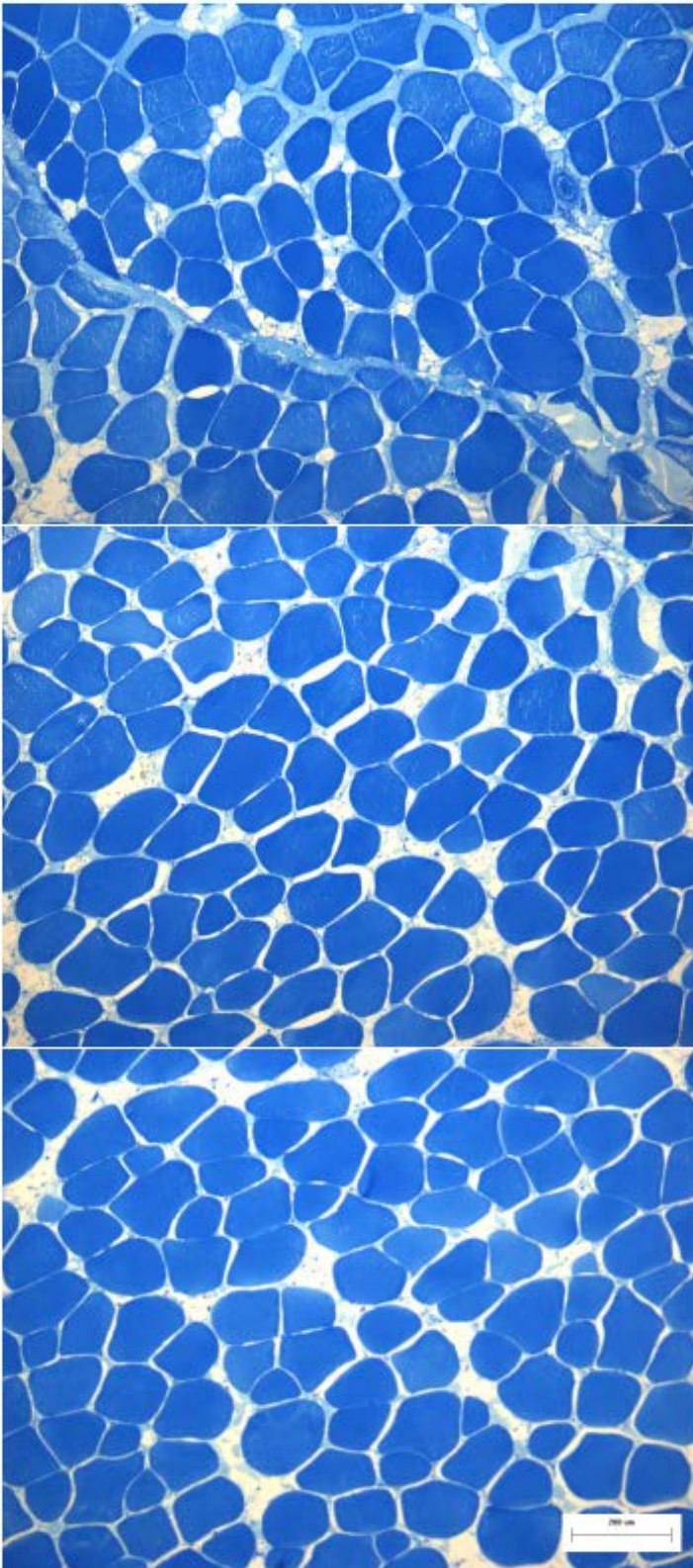


**Figur 3.** Representativt bilde fra midtlokasjonen hos makrell ved dag 0 etter låssetting. Svart pil angir et tykkere bindevevsområde (myocommata).

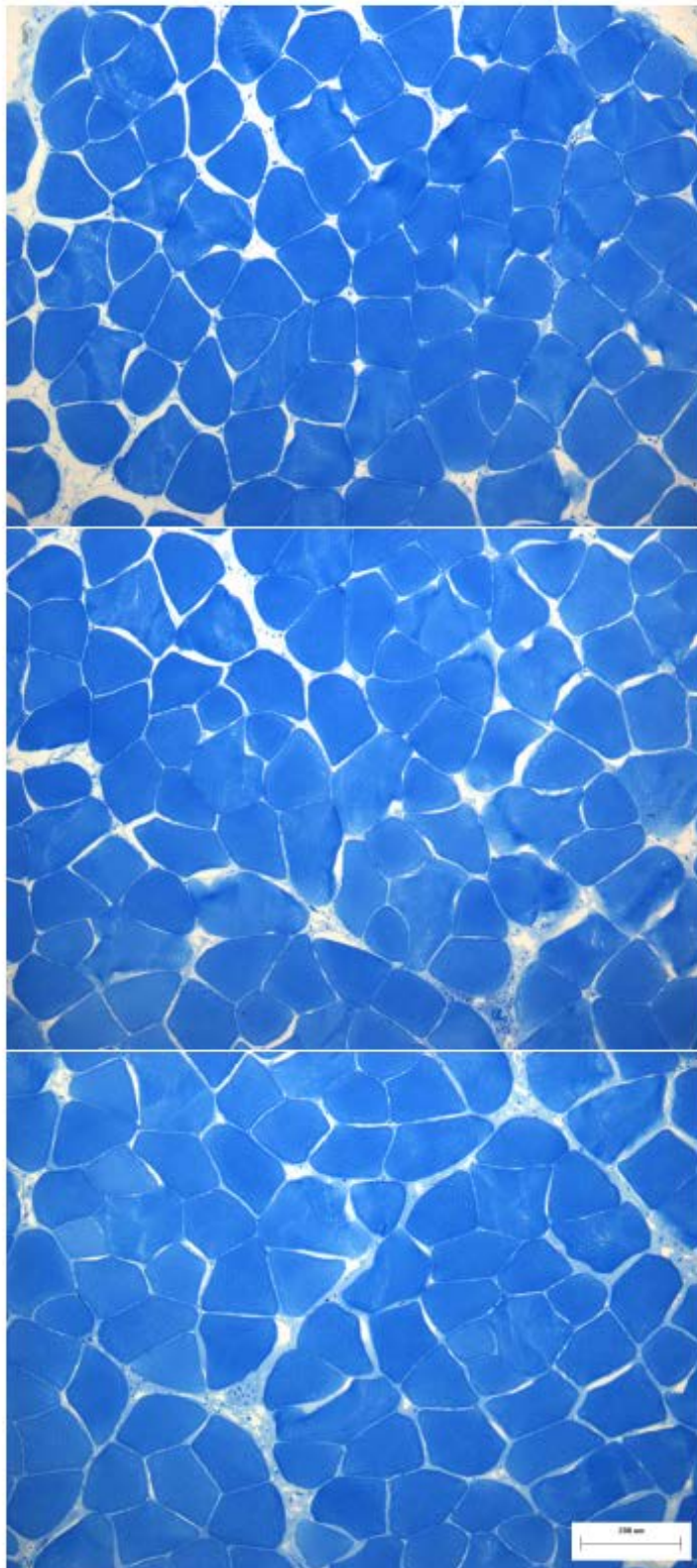


Figur 4. Representativt bilde fra midtlokasjonen hos makrell ved dag 3 etter låssetting.



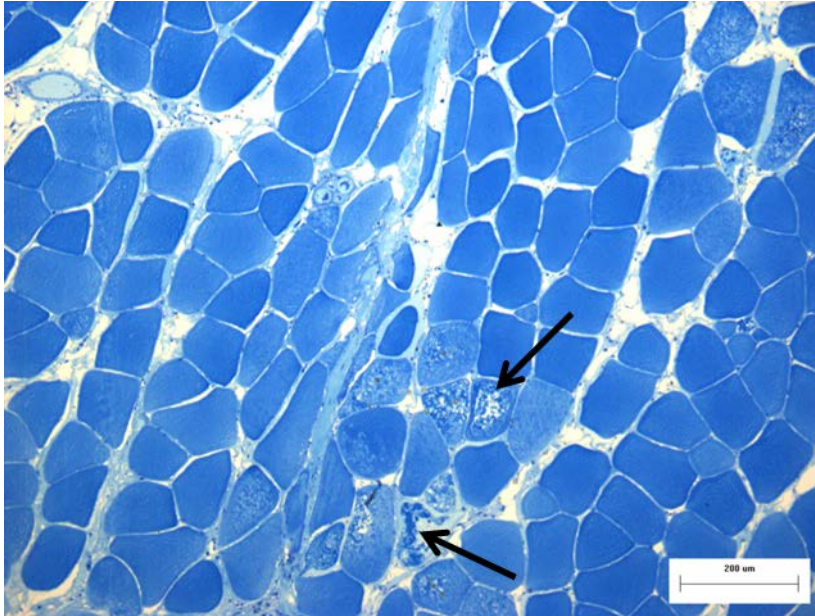


Figur 5. Representativt bilde fra midtlokasjonen hos makrell ved dag 14 etter læssetting.

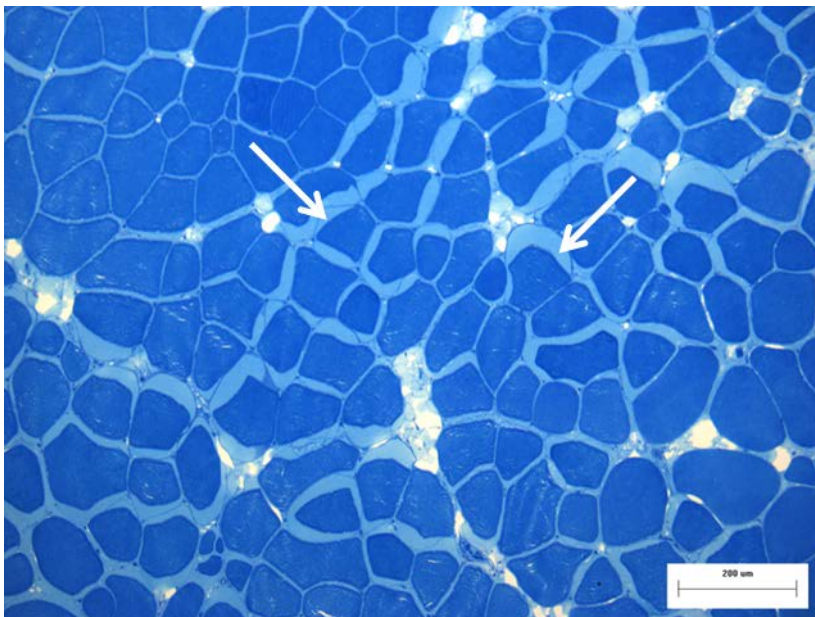


Figur 6. Representativt bilde fra midtlokasjonen hos makrell ved dag 37 etter låssetting.

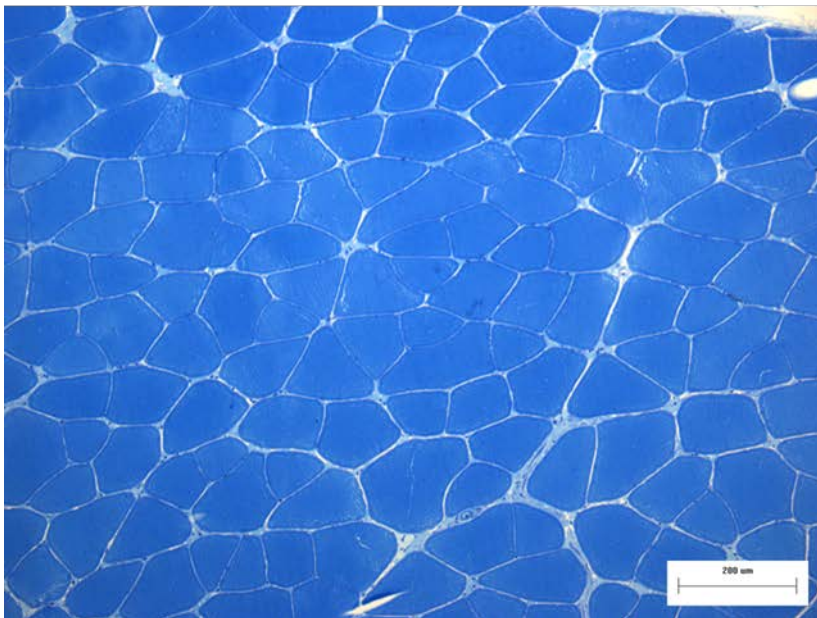
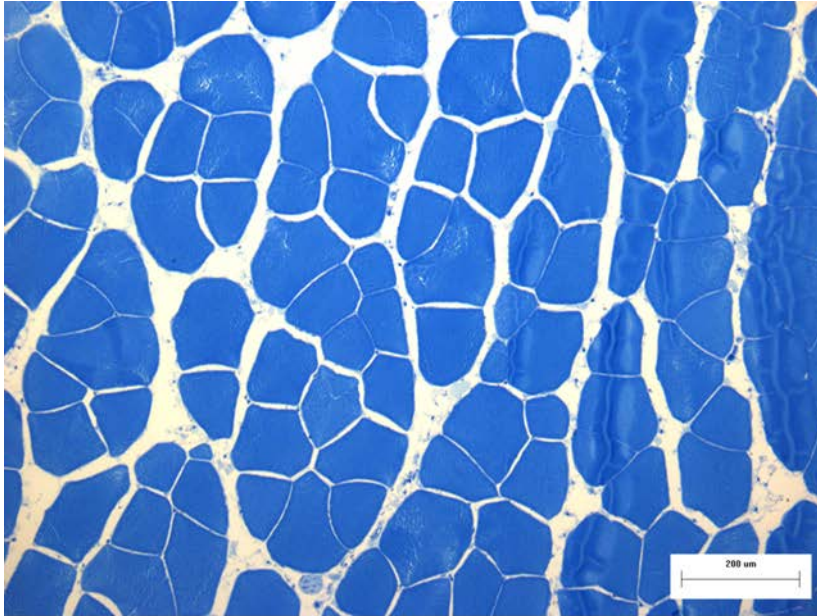




**Figur 7.** Degenererte/nekrotiske muskelfibre. De svarte pilene viser to av flere muskelfibre som befinner seg i en unormal degenerativ tilstand.



**Figur 8.** Krympede muskelfibre. De hvite pilene viser to av flere krympede muskelfibre, hvor man innenfor en intakt cellemembran finner myofibrillære proteiner (mørke blå) omgitt av en proteinholdig væske (lyseblå).



Figur 9. Eksempel på individvariasjon innen en makrellgruppe.

### 3 Konklusjon

Kort oppsummert antyder disse resultatene at låssetting av makrell kan påvirke muskelstrukturen. Det ser ut som om musklene i den første perioden etter låssettingen (dvs. etter 3 og 14 dagers låssetting) går inn i en noe unormal tilstand, med både nedbryting og krymping av muskelfibre, samt mindre tettpakkede muskelfibre. Etter 37 dagers låssetting ser det ut som om musklene nærmer seg en normaltilstand igjen (dvs. lik kontrollgruppen og dag 0 låssettingsgruppen), men med noe større muskelfibre. Forekomst av både degenererte og krympede muskelfibre indikerer at musklene er under stress, og eller bryter ned muskelmasse til energi ved sult. Når det gjelder muskelfiberstørrelse, så det ut som om muskelfibrene var noe større ved dag 37 etter låssetting enn ved dag 0. Større muskelfibre etter dag 37 i låssettingsperioden kan være noe av forklaringen på den høyere teksturen/fastheten målt i slutten av låssettingsperioden. Parametere som størrelse på fisk, muskelfiberstørrelse, og mengde bindevev er kjent å kunne gi fastere tekstur (Johnston 1999). Flere analyser i forhold til disse parameterne vil være nødvendig for endelig kunne forklare mulig årsak til økte teksturverdier utover i låssettingsperioden på makrellfilet. Tekstur er blitt målt på tinte prøver som kan ha påvirket absolutte verdier, men alle fileter er gjennomgått samme innfrysing/tining for sammenlikning av de ulike prøvene.

### 4 Referanser

Johnston, I.A. 1999. Muscle development and growth: potential implications for flesh quality in fish. *Aquaculture* 177: 99-115.

