

Låsetting av sommermakrell: Gjennomføring av låsetting og prøvetaking

Delrapport FHF-prosjekt 900866

av Aud Vold, Michael Breen og Bjørn Totland



**Låsetting av sommermakrell:
Gjennomføring av låsetting og prøvetaking**

Delrapport FHF-prosjekt 900866

Av

Aud Vold, Michael Breen og Bjørn Totland



Bergen 30.04.2014

Innhold

Sammendrag.....	5
Innledning.....	6
Prosjektets hovedmålsetning.....	7
Delmål.....	7
Gjennomføring.....	7
Fase 1: Fangst og låssetting.....	7
Prøvetakingsprosedyre.....	10
Avslutning av forsøket.....	12
Velferdsaspekter.....	12
Resultater.....	12
Miljøforhold i forsøksperioden.....	12
Dødelighet.....	14
Vektutvikling.....	15
Mageinnhold.....	16
Skader i huden.....	16
Diskusjon.....	19
Konklusjon.....	20
Referanser.....	21

Sammendrag

I de siste årene har makrell (*Scomber scombrus*) fått et videre utbredelsesområde i nord, i 2013 så langt nord som til Svalbard. Dette har dannet grunnlag for et nytt fiskeri, særlig for den mindre kystnotflåten, i perioden mai-august fra Nordland til Varangerfjorden. Utfordringen har vært at makrell som fiskes på denne tiden av året preges av bløtere tekstur og konsistens i muskelen enn makrell fisket seinere i året. I dag settes denne type makrell gjerne i lås for et kortere tidsrom i påvente av levering. Hensikten med dette prosjektet har vært å se om kvalitet/tekstur/struktur i muskel kan bedres ved å la fisken stå i lås over lengre tid. Denne rapporten omfatter feltdelen (Fase 1) av prosjektet.

Et kystnotlag ble leid inn til forsøkene. Et notkast på ca. 15 tonn makrell ble tatt rett utenfor Henningsvær den 14. juni under gode værforhold. Fisken ble overført forsiktig fra nota til en slepemerd og tauet sakte til en skjermet låssettingsplass hvor den ble fordelt på 3 merder med ca. 5 tonn i hver. Fisken sto i lås i 38 dager. Det ble tatt ut prøver for analyse av tekstur og kvalitet på muskel, mageprøver og blodprøver for stressmålinger gjennom hele forsøksperioden (dag 0, 1, 3, 7, 14, 26 og 38). Det ble også tatt ut prøver fra fisk som ble oppbevart i transportkar med is på dekk for å simulere fisk som leveres direkte fra båtens lasterom uten levendelagring. Fra denne gruppen ble det tatt ut prøver etter ett og to døgn.

Makrellen tålte låssettingen overraskende godt. Noen individer utviklet sårskader i huden få dager etter fangst og overføring, men hyppigheten av skader avtok raskt, enten fordi den skadete fisken døde eller fordi sårene helet. Deretter var det lite synlige skader inntil de siste dagene før forsøket ble avsluttet. Gjennom forsøksperioden ble fiskens atferd og antall død fisk i merdene overvåket ved hjelp av undervannskamera. De første par ukene var det mulig å telle døde enkeltfisk på bunnen med en viss grad av nøyaktighet. Dødeligheten ble beregnet til å være under 1 % de første to ukene. Mot slutten av forsøksperioden steg dødeligheten noe parallelt med økende skadefrekvens, trolig forårsaket av sterkt begrodde merder som "klippet sammen". I tillegg til fisken som ble observert død på bunnen av merdene forsvant et ikke ubetydelig kvantum som følge av bl.a. predasjon, turistfiske og rømming, slik at antallet fisk i merdene etter 38 dager i lås var omtrent halvert i forhold til tidspunktet for låssetting. I tillegg gikk individvekten for enkeltfisk i gjennomsnitt ned med 5 - 7 % i løpet av perioden.

Forsøkene viste at det er praktisk gjennomførbart å holde makrell i steng over flere uker om sommeren under forutsetning av god røkting. Men virksomheten er neppe lønnsom med mindre den fører til betydelig økte priser på råstoffet. I tillegg til å kompensere for tapt fisk og vekttap, skal fiskeren ha lønn for arbeidet med låssetting og røkting. Dette kan bare skje dersom kvalitet og pris bedres betydelig som et resultat av lagringen, eller at fisken lagres til et tidspunkt med større etterspørsel og bedre pris i markedet. De videre analysene av det innsamlede materialet vil forhåpentligvis gi en indikasjon på i hvilken grad kvaliteten bedres.

Innledning

I løpet av de siste årene har makrell (*Scomber scombrus*) fått et stadig videre utbredningsområde enn det som tidligere var vanlig for arten. Den trekker lengre nord, i 2013 så langt nord som til Svalbard, og har dannet grunnlag for et fiske i perioden mai-august i Nordland og Troms. Inneværende år (2013) fisket man makrell så langt nord som i Varangerfjorden. Fisket har fått økende betydning for den minste flåtegruppen.

Statistikk fra Norges Sildesalgslag viser at nordlig fangst av makrell for perioden juni, juli og august, 2010 var om lag 1.600 tonn. Året etter, 2011, var det landet om lag 11.500 tonn. I 2012 ble det på grunn av markedsforhold for makrell generelt fisket noe mindre, om lag 8.000 tonn i samme periode, og i 2013 10.000 tonn (data fra Norges Sildesalgslag). Totalt ca. 80 fartøy deltok i dette fisket.

Også fiskeindustrien i området har betraktet dette fisket etter makrell som interessant. Dette fordi det har gitt muligheter til produksjon, sysselsetting og inntjening fra et nytt fiske i en periode av året med ellers liten aktivitet for pelagisk konsumindustri.

Utfordringen så langt har imidlertid vært at makrell fisket på denne tiden av året preges av langt bløtere tekstur og konsistens i muskel sammenlignet med makrell fisket seinere i året. Bløt tekstur i muskel har tidligere blitt satt i sammenheng med endret morfologi av muskel. Dette med hensyn på muskelfiber og en oppsplitting i bindevevet.

Ulike prosesser i fisken kan tenkes å bidra til bløtere tekstur og konsistens i makrell med mye åte i mage og tarm. Dersom makrellen lagres rundt en tid før bearbeiding eller frysing, kan det tenkes at fordøyelsesenzymer fra åten lekker ut av magen og inn i fileten og således øker nedbrytningsaktiviteten der, ikke ulikt problematikken med buksprenging hos sild. Det kan også tenkes at økte mengder vannløselig protein og frie aminosyrer i vevsvæsken når mye næring tas opp fra tarmen gir økt vanninnhold og dermed bløtere konsistens i muskel.

Flere aktører i næringen antok imidlertid at kvaliteten på makrell ville kunne bedres betydelig ved låssetting. I dag settes denne type makrell gjerne i lås for et kortere tidsrom i påvente av levering. Hensikten med dette prosjektet har vært å se nærmere på om kvalitet/tekstur/struktur i muskel kan bedres ved å la fisken stå i lås over lengre tid. Dersom kvaliteten kan bedres ved slik lås setting vil det gi positive ringvirkninger til både fiskere og landanlegg. Denne rapporten omfatter feltdelen (Fase 1) av prosjektet, og beskriver prosedyrene rundt selve den praktiske låssettingen, overvåkning av merder, prøvetaking og avslutning av forsøket. Den omfatter også en vurdering av velferdsaspekter ved låssetting av vill fisk.

Prosjektets hovedmålsetning

1. Undersøke om det er mulig å låssette og langtidslagre sommerfisket makrell med akseptabel dødelighet
2. Undersøke hvordan generell kvalitet på sommerfisket makrell i nord endres ved låssetting i opp til to måneder
3. Måle endringer av struktur og tekstur i muskel hos sommerfisket makrell i nord ved låssetting i opp til to måneder.

Delmål

1. Beskrive prosedyrer for låssetting av sommerfisket makrell
2. Hvordan endres den kjemiske sammensetningen og nedbrytningsaktivitet i forhold til endringer i tekturen i muskelen i løpet av låssettingsperioden?
3. Hvordan endres individvekten over samme periode?
4. Skjer tilsvarende endringer i den naturlige populasjonen i samme periode?

Gjennomføring

Prosjektet ble gjennomført under ledelse av NIFES. Havforskningsinstituttet (Faggruppe Fangst) har stått ansvarlig for gjennomføringen av feltdelen (låssetting, observasjoner av fisk og merder, miljømålinger, uttak av prøver, etc.). Nofima gjennomfører analysene av filetkvalitet.

Prosjektet ble delt i 2 faser, der Fase 1 omfattet fangst, låssetting og prøvetaking, og Fase 2 omfattet analyser av kvalitet. Dette ble gjort for å redusere den økonomiske risikoen i prosjektet dersom feltarbeidet i Fase 1 ikke ble vellykket. Denne rapporten beskriver Fase 1.

Fase 1: Fangst og låssetting

Denne delen av prosjektet skulle gi svar på hovedmålsetning nr. 1 "Undersøke om det er mulig å låssette og langtidslagre sommerfisket makrell med akseptabel dødelighet". Prosjektet var tildelt en forskningskvote på 75 tonn makrell, og kystnotfartøyet "Raunefjord" H-1-S (12 m, 250 Hk) ble leid inn til forsøkene. Fartøyet opererte i et båtlag sammen med to andre kystnotfartøyer. Båtlaget hadde erfaring med makrellfiske og låssetting i nord fra de to foregående årene, hvor de hadde fisket med base i Henningsvær (**Figur 1**). Siden båtlaget hadde lokalkjennskap til dette området, ønsket de i utgangspunktet å gjennomføre forsøkene i her dersom fiskefordelingen gjorde det mulig. HI satte derfor opp feltlaboratorium ved Henningsvær Rorbuer i begynnelsen av juni siden dette var tidspunktet fiskeriene hadde startet opp de to foregående årene (**Figur 2**). Imidlertid kom innsiget av makrell noe senere i gang i 2013, slik at oppstarten på forsøket ble utsatt et par uker i forhold til planen. Det var også mindre makrell på nordsiden av Vestfjorden i sommermånedene i 2013 i forhold til de foregående år. Hovedtyngden av fiske foregikk på sørsiden av fjorden.



Figur 1. Låsettingsplassen utenfor Henningsvær hvor merdene var ankret opp fra 14 juni til 22. juli.



Figur 2. "Feltlaboratorium" ved Henningsvær rorbuer.

Likevel ble en makrellfangst på ca. 15 tonn tatt med not (300 m lang, 55 m dyp) rett utenfor Henningsvær den 14. juni under svært gode vær- og fangstforhold (**Figur 3** og **Figur 4**). Fisken ble forsiktig overført til en slepemerd og tauet sakte inn til låsettingsplassen (ca. 1,6 nautiske mil, ca. 2 timer) som lå godt skjermet innaskjærs. Tidligere forsøk har vist at makrell er svært følsom overfor hard behandling under fiske (Lockwood et al. 1983; Misund og Beltestad 2000; Huse og Vold 2010), og fiskens atferd ble derfor nøye overvåket visuelt fra overflaten og med undervannskamera under overføringen. Overføringen ble foretatt svært rolig og kontrollert uten at fisken viste tegn til panikkreaksjon.



Figur 3. Makrellstim som koker i overflaten rett utenfor henningsvær 14. juni. Denne stimen ble fanget med not og satt i lås.



Figur 4. Kaving av not før låssetting til venstre og Overføring av makrell fra not (rød fløyt) til slepemerd (hvit fløyt) til høyre.

På dette tidspunktet ble det tatt ut prøver av fisken etter prøvetakingsprosedyrene som er skissert nedenfor (Dag 0). I tillegg til fisken som ble overført til merd, ble ca. 100 makrell overført til et transportkar med is på dekk av "Sangolt" og oppbevart der i to døgn. Dette ble gjort for å simulere fisk som ikke låssettes, men leveres direkte til fiskemottak etter å ha blitt oppbevart på is i fartøyets lasterom.

Etter at fisken var slept inn til oppankringsplassen fikk den stå i ett døgn i slepemerden før den ble fordelt på 3 låssettingsmerder med ca. 5 tonn i hver (**Figur 5**). Kvantum ble anslått av fiskerne om bord som hadde lang erfaring med å anslå kvantum under låssetting. Merdene var rektangulære 10 x 10 x 9 m. I sjøen var de imidlertid spilt ut med 3 stenger: én på 6 m i hver

ende og én på 7,5 m på midten. Merd 1 og 2 var sydd knuteløst lin med maskevidde 40 mm (30 omfar), og merd 3 i 35 mm (36 omfar). De var ankret opp i hver ende med blåse og dregg. En temperatur/oksygenlogger (RBR TDO-2050P) ble hengt inni den ene merden, og en strømmåler (Aanderaa RDCP 600) ankret opp like utenfor merdene for å overvåke miljøforholdene under låssettingsperioden.



Figur 5. Makrellen skal overføres fra slepemerden (hvit) til låssettingsmerder (orange).

Prøvetakingsprosedyre

Som nevnt ble fisken fordelt på tre merder. To av dem (merd 1 og 2) var satt ut to uker tidligere for å reservere låssettingsplassen som lå gunstig til for gjennomføring av forsøkene, mens den siste (merd 3) ble satt ut da fisken ble overført. Det ble besluttet at all prøvetaking skulle gjøres fra én merd (merd 2), mens de to andre (merd 1 og 3) skulle fungere som kontroll- og buffermerder i tilfelle høy dødelighet som følge av stress i forbindelse med prøvetaking. Alle prøvene, med unntak av de som ble tatt ut den siste dagen i forsøket, er derfor tatt fra denne samme merden. Dette syntes ikke å føre til økt dødelighet gjennom forsøksperioden. Den siste dagen var det imidlertid såpass mye synlige hudskader på fisken i merd 2 at man i stedet tok ut prøver fra merd 3. Merd 2 og delvis også merd 1 var mer begrodd enn merd 3 på grunn av lengre ståtid. Den sterke begroingen gjorde at merdene ”klappet sammen” (veggene bulte innover) slik at volumet ble mindre og fisken var mer utsatt for å komme i kontakt med nettveggene og skades.

Tabell 1 gir en oversikt over prøvetakingsopplegget under forsøket. Det ble tatt ut prøver fra merden dag 0, 1, 3, 7, 14, 26 og 38. Fra transportkarene ble det tatt ut prøver dag 1 og 2.

På hvert prøvetakingstidspunkt ble det først målt temperatur, salinitet (SAIV SD200) og oksygeninnhold (Lange HQ40d m/ INTELLICAL LDO solid feltsensor) i sjøen ved merdene. Det ble så gjort undervannsobservasjoner (kameraer: GoPro Hero2 og Bennex BC-306 med pan og tilt), først fra utsiden, på litt avstand fra merdene for minst mulig forstyrrelse av fisken, og dernest inne i alle merdene for å studere fiskens atferd og for å se om det var død fisk på

bunnen av merdene. Deretter ble det tatt ut fiskeprøver med et lite makrellgarn som ble satt på tvers av merden. Til sammen ble det tatt ut 35 fisk ved hvert prøvetakingstidspunkt. Av de første 10 fiskene ble det tatt blodprøver. Deretter ble all fisk transportert raskest mulig til landbase for måling og videre prøvetaking. Dag 2, 4 og 5 ble det bare tatt ut 10 fisk for blodprøver.

Tabell 1. Oversikt over prøver som ble tatt ut gjennom forsøksperioden. Verdiene refererer til antall prøver som ble tatt ut ved hvert tidspunkt.

Dato	Dag	Blod-prøver	Hel fisk	Tekstur (filet)	Histologi	Mage-prøver	
Prøver fra merdene							
14.jun	0	x 10	x 25	x 10	x 3	x 10	
15.jun	1	x 10	x 25	x 10	x 3	x 10	
16.jun	2	x 10					
17.jun	3	x 10	x 25	x 10	x 3	x 10	
18.jun	4	x 10				x 10	
19.jun	5	x 10				x 10	
21.jun	7	x 10	x 25	x 10	x 3	x 10	
28.jun	14	x 10	x 25	x 10	x 3	x 10	
09.jul	25	x 10	x 25	x 10	x 3	x 10	
21.jul	37	x 10	x 25	x 10	x 3	x 10	
22.jul	38	Terminering					
Prøver fra transportkar							
15.jun	1		x 25	x 10	x 3	x 10	
16.jun	2		x 25	x 10	x 3	x 10	

På land ble makrellen veid, lengdemålt, kjønnsbestemt og evt. skader i huden notert. Av de første 3 fiskene ble det tatt vevsprøver fra muskel som ble lagt i buffer (0,1 M PIPES med 2,5 % glutaraldehyd) for senere histologiske undersøkelser. Deretter ble det skåret filet fra 10 fisk som ble frosset ned etter at rigor opphørte, og det ble tatt ut mageprøver som ble frosset ned for senere analyse. 25 fisk ble umiddelbart frosset hele for senere analyser av muskelkvalitet. Blodprøvene ble sentrifugert og plasma ble frosset ned for undersøkelser av fysiologiske parametere som stresshormoner. Alle prøver ble sendt frosne til Bergen og Ås for videre analyser.

Det var meningen å fiske vill fisk med krok i området gjennom forsøksperioden for å få et bilde av utviklingen av muskelkvaliteten hos fisk som ikke hadde stått i steng, men dette lyktes vi ikke med fordi det var så lite makrell i området. Det ble imidlertid frosset ned 35 fisk ca. én gang i uken ved et fiskemottak i området (Lofoten Viking AS) for på denne måten å kunne danne seg et inntrykk av kvalitetsutviklingen hos villfisk gjennom sommeren.

Avslutning av forsøket

Forsøket ble terminert 22. juli. Forankringen ble løsnet på en og en merd som etter tur ble tauet ut på dypere vann. Her ble merdene tørket opp slik at det var mulig å håve opp fisken med en stang-håv (**Figur 6**). Denne ble så hengt opp i en vekt i krana om bord for å registrere mengde fisk i merdene. Deretter ble fisken sluppet fri. Det ble tatt ut 100 fisk fra hver merd for å måle lengde og vekt. Det ble også registrert og fotografert synlige skader på denne fisken.



Figur 6. Avslutning av forsøket. Merdene tørkes opp og tas ombord i "Raunefjord" (venstre bilde). makrellen håves ombord og veies i en vekt som henger i krana (høyre bilde).

Velferdsaspekter

I løpet av forsøksperioden ble det klart at velferdsaspektet burde tillegges større vekt enn man i utgangspunktet hadde planlagt. Blant viktige parametere som påvirket fiskens velferd kan nevnes

- stress som følge av fangenskap
- stress som følge av predatorer som fisk, fugl og sel
- stress som følge av "fisketurister" i motoriserte båter som fisket i og rundt merdene
- hudskader som følge av kollisjoner mellom fisk og merdvegger
- nedgang i vekt som følge av liten næringstilgang.

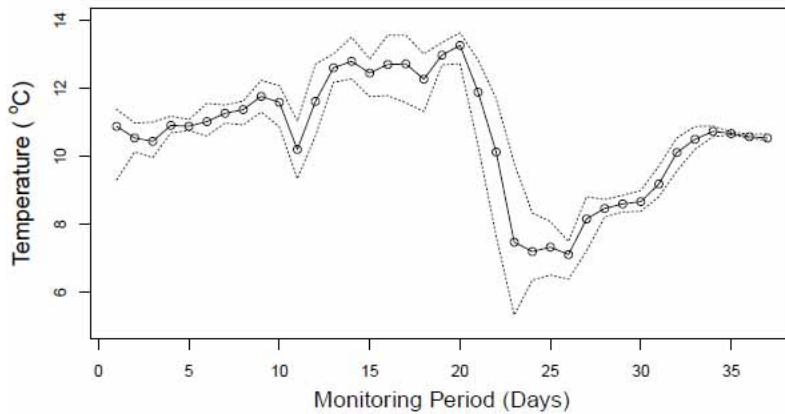
Dette er viktige faktorer som må tillegges vekt dersom langtids låssetting skal utvikle seg til å bli en næring i nord.

Resultater

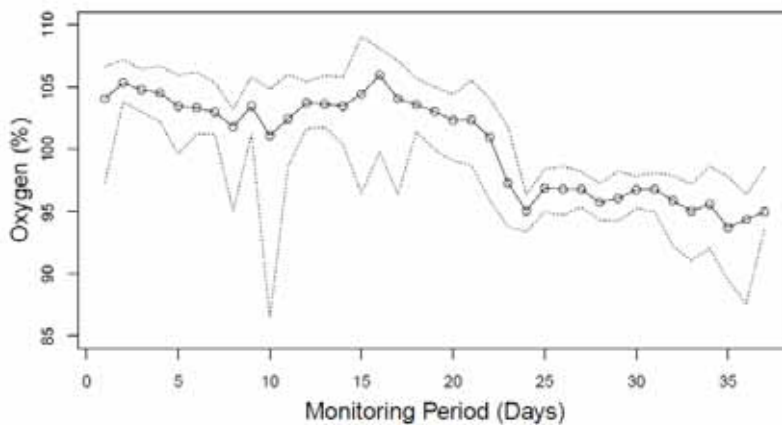
Miljøforhold i forsøksperioden

De målte miljøparameterne går fram av **Figur 7** til **Figur 9**. Da makrellen ble overført til merder ved låssettingsplassen lå sjøtemperaturen i overkant av 10°C. Temperaturen steg gradvis til et maksimum på 13° den 5. juli (dag 21) med unntak av et kortvarig temperaturfall på ca 1.5° dag 12 (**Figur 7**). Dag 22 skjedde det imidlertid en markant endring i sjøtemperaturen som i løpet av 3 dager falt med hele seks grader til rundt 7°. Dette hadde trolig sammenheng med at kraftige vinder fra nord førte kaldere vannmasser inn i området. 7° er en temperatur som ligger i den nedre delen av makrellens trivselsområde. Likevel resulterte ikke

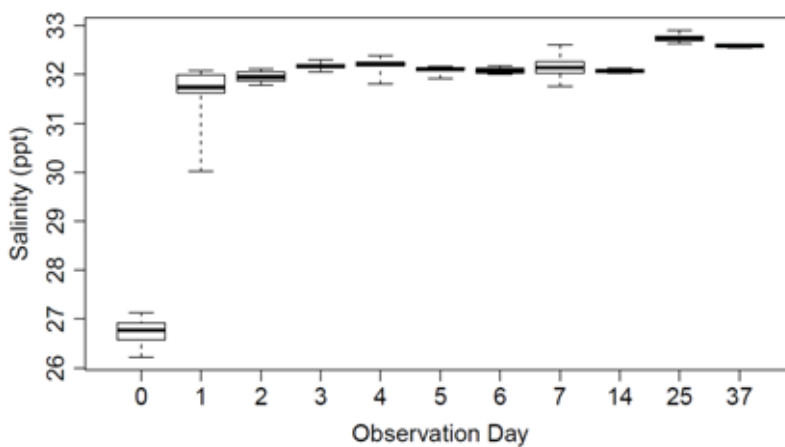
dette noen merkbar økning i dødeligheten i merdene. Deretter steg temperaturen igjen gradvis og nådde ca. 10°C ved forsøkets avslutning. Endringene i vannmassene som temperaturfallet indikerer kunne også spores i oksygenmetningen (**Figur 8**) og saliniteten (**Figur 9**) i sjøen, men disse endringene var relativt små og verdiene lå hele tiden godt innenfor makrellens toleranse- og trivselsgrenser.



Figur 7. Temperatur i sjøen ved merdene (± maksimums- og minimumsverdier) gjennom forsøksperioden. Merk den markante nedgangen i temperatur dag 21-23.



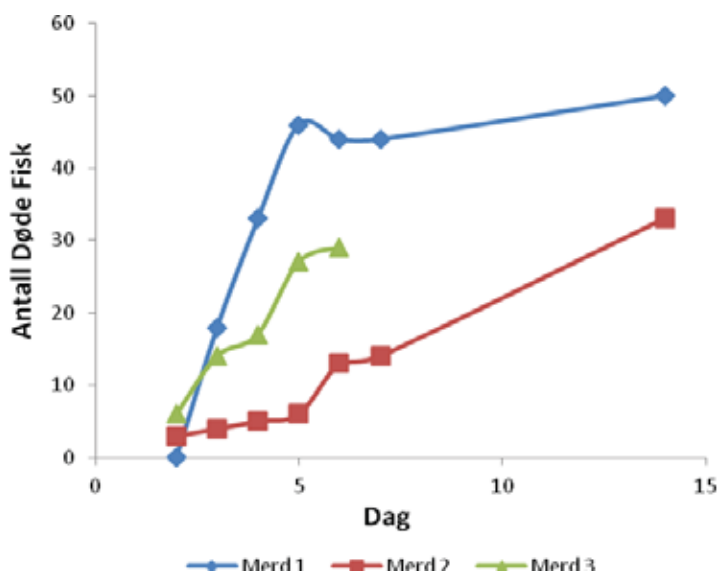
Figur 8. Målt oksygennivå i sjøen ved merdene (± maksimums- og minimumsverdier) gjennom forsøksperioden. Selv om det ble målt nedgang i oksygenmetningen, som falt sammen med nedgangen i temperatur, var nivået aldri så lavt at det var kritisk for makrellen.



Figur 9. Boxplot av salinitetsdata fra de øvre 10 m av dybdeprofilene tatt rett ved merdene gjennom forsøks-perioden (median, øvre og nedre kvartil, minimum og maksimumsverdier). Dag 0 ble målingene gjort under fangst.

Dødelighet

Det generelle inntrykket fra forsøkene er at makrellen tålte selve låssettingen overraskende godt. Gjennom forsøksperioden ble merdene inspisert for døde fisk på bunnen ved hjelp av undervannskamera samtidig som det ble tatt ut prøver for kvalitetsanalyser og blodprøver. Det var vanskelig å telle eksakt antall døde fisk med denne metoden, men det omtrentlige antallet som lå på bunnen gjennom de første to ukene går fram av **Figur 10**. Etter noe tid begynte døde fisk som lå på bunnen å løse seg opp, råtne, bli spist av annen fisk og bunnlevende dyr, etc. slik at det ble umulig å identifisere og telle individer. I merd 1, som hadde den høyeste dødeligheten de første dagene, ble det telt 50 døde individer på bunnen (**Figur 10**). Sett i relasjon til at det ble satt ut omkring 5 tonn makrell (i størrelsesorden 10–15.000 individer) i hver merd, var dødeligheten i alle merdene meget lav, dvs. under 1 %, de første to ukene.



Figur 10. Antall døde fisk som ble observert liggende på bunnen i de tre merdene i løpet av de første to ukene forsøkene foregikk. etter dette var det vanskelig å telle enkeltfisk, og fisk gikk også i forråtnelse.

Ved avslutningen av forsøket viste det seg også å være lav dødelighet i to av merdene: bare 4 døde fisk ble funnet i merd 3 og ca. 40-50 i merd 1 (dvs. under 1 % dødelighet i begge). I den siste merden (merd 2) var antallet høyere, estimert til ca. 100 kg (dvs. ca. 5 % av antall fisk som var igjen i merden). Døde fisk som har ligget på bunnen lenge, hadde selvfølgelig ha gått i forråtnelse og/eller blitt spist opp gjennom forsøksperioden, slik at den totale dødeligheten gjennom forsøksperioden har vært høyere enn det som antallet ved avslutningen viste.

Den eksakte reduksjonen i antall fisk i merdene gjennom hele forsøksperioden er uklar fordi fisk forsvant av mange ulike årsaker i tillegg til dødelighet i merdene. Ved terminering av forsøket ble det påvist at det var flere torsk inne i merdene sammen med makrellen, og disse hadde makrell i magen. Vi observerte også stadig med kamera at det sto flere store torsk på utsiden av merdene og vi antar at disse spiste av fangsten gjennom maskene. De genererte også frykt/stress i merdene. Vi observerte stadig utbrudd av panikkatferd er makrell spratt opp i overflaten og over flåa når den ble skremt av torsk, sjøfugl og sel, eller når forskere nærmet seg merdene for å filme og ta ut prøver. Funn av flere sluker i merdveggene ved avslutningen av forsøket viste at det også hadde vært fisket i merdene ("turistfiske") i perioden de lå ute.

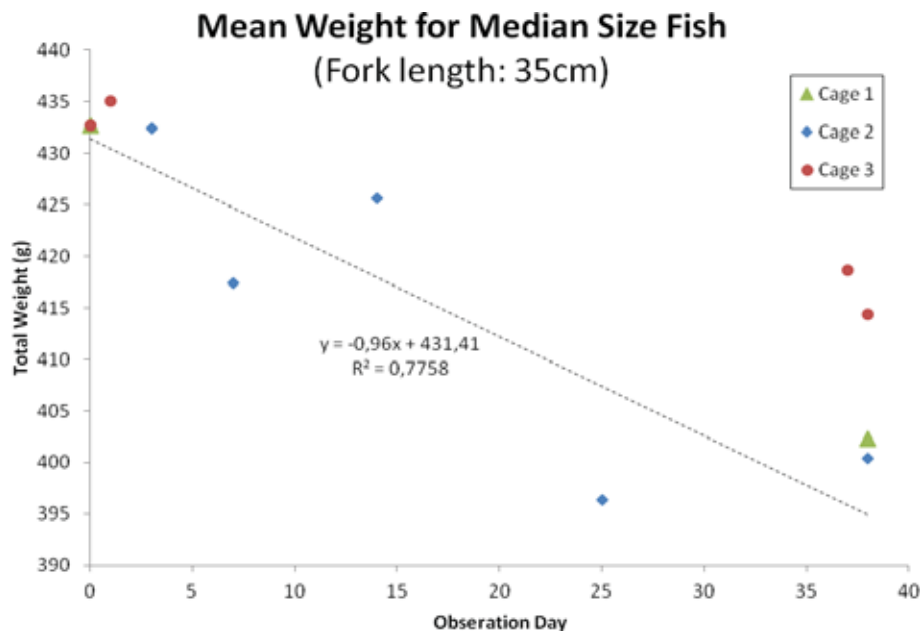
Det har altså trolig forsvunnet et ikke ubetydelig kvantum fisk fra merdene gjennom lagringsperioden, men størrelsen på dette tapet er det ikke mulig å kvantifisere. Ved overføring av makrell fra not til merd anslo mannskapet om bord på notfartøyet at det ble satt ut 4 - 5 tonn fisk i hver merd. Ved avslutningen var det bare fra 2 - 2,5 tonn i merdene. Dersom vi antar at det opprinnelige anslaget stemmer, betyr det at bare ca. halvparten av den opprinnelige fangsten var tilbake i merdene etter 38 dager.

Tabell 2. Dødelighet i merdene ved terminering. Tallene er svært omtrentlige og inkluderer ikke fisk som har dødd eller forsvunnet fra merdene tidligere i forsøksperioden.

	Vekt døde		Vekt levende		% døde ved terminering
	(kg)	Antall døde	(kg)		
Merd 1		40-50	2 500		< 1
Merd 2	100		1 900		5,3
Merd 3		4	2 000		< 1

Den siste uken forsøkene pågikk, var merdene begynt å bli så begrodd at de delvis ”klappet sammen”. En del fisk utviklet sårskader i huden, trolig etter kontakt med nettet. Forsøkene ble imidlertid avsluttet før dette førte til dødelighet av betydning i merd 1 og 3, mens den høyere dødeligheten i merd 2, som var mest begrodd, trolig må tilskrives dette forholdet.

Vektutvikling



Figur 11. Utviklingen av den gjennomsnittlige individvekten for makrell av middels størrelse (35 cm) gjennom forsøksperioden.

I alle 3 merdene var det en negativ vektutvikling i løpet av låssettingsperioden. I merd 1 og 2 gikk individvektene ned med i gjennomsnitt hhv. 7,02 og 7,45 % fra dag 0 til dag 38. I merd 3, som var mindre begrodd ved avslutningen, var vekttapet på 4,23 %. **Figur 11** viser hvordan

den gjennomsnittelige vektutviklingen for fisk av middels størrelse (35 cm) forløp gjennom forsøksperioden. Det var hele tiden en negativ trend i vekten til enkeltfisk. I tillegg var det, som nevnt, tap av fisk fra merdene gjennom dødelighet, rømming og predasjon, slik at den totale nedgangen i biomasse i merdene var betydelig større.

Mageinnhold

Raudåte var det viktigste fødevalget for makrellen i forsøket. Ved fangst var den gjennomsnittelige magefyllingsgraden middels, dvs. 3,1 på en skala fra 1 (tom) til 5 (utsprengt). 95 % av innholdet besto av raudåte. Hos fisken som ble avlivet ved fangst og oppbevart to døgn i transportkar med is, var fyllingsgraden omtrent lik dag 1 og 2, bare svakt minkende, trolig på grunn av enzymatisk nedbrytning. Hos fisken som ble satt i merd, minket mageinnholdet raskt, men varierte en del utover i forsøket. Dette viser at fødetilgangen mens fisken sto i merd var begrenset, men variabel, trolig avhengig av vannutskiftning og strømretning. Imidlertid var variasjonen mellom magene stor. Som nevnt, falt temperaturen i sjøen drastisk et stykke ut i forsøksperioden (dag 22). Etter dette var mageinnholdet meget lavt, og det relative innholdet av andre fødeemner enn raudåte, slik som vannlopper (*Cladocera*), kruttåte (*Limacina retroversa*) og krabber, økte. Dette kan tyde på at mengden med raudåte var lavere i de kalde vannmassene.

Tabell 3. Gjennomsnittelig Mageinnhold i prøvene som ble tatt ut ved ulike tidspunkt under forsøkene. Ved hvert tidspunkt er det analysert 10 mager.

Dag	Gruppe	Magefyllings- grad	Totalt mage- innhold (mg)	St.avvik mageinnhold	Raudåte (mg)	Raudåte i % av totalen
0	Not	3,1	254,2	113,6	242,2	95,3
1	Lås	1,5	49,0	121,6	49	100,0
1	Transportkar	2,9	305,3	129,4	305,3	100,0
2	Transportkar	2,8	243,8	126,7	243,7	99,9
3	Lås	1,7	76,0	77,4	76	100,0
4	Lås	2,0	43,2	44,3	43,2	100,0
5	Lås	2,1	229,8	298,4	229,8	100,0
7	Lås	1,7	96,2	204,9	96,2	100,0
14	Lås	2,3	222,3	325,5	222,3	100,0
25	Lås	1,6	25,6	43,6	20,3	79,4
37	Lås	2,0	41,6	28,5	36,1	86,9

Skader i huden

De første 3 dagene av forsøket hadde fisken i merdene få synlige skader (**Tabell 4**). Når man så på fisken fra overflaten kunne man se enkeltindivider med lette skader på snuten, trolig forårsaket av kollisjoner med nettveggene. Etter noen dager ble det imidlertid observert økende frekvens av skader langs sidene (**Feil! Fant ikke referanseskilden.**), antagelig forårsaket av kontakt med nettet i nota og muligens annen fisk under fangst og overføring til merd. Det var midnattssol i området mens forsøkene pågikk, så det burde normalt ikke være noe problem for fisken å orientere seg visuelt i forhold til merdveggene. Videoobservasjonene viste da også fisken unngikk nettet så godt det lot seg gjøre når den ikke var stresset, men

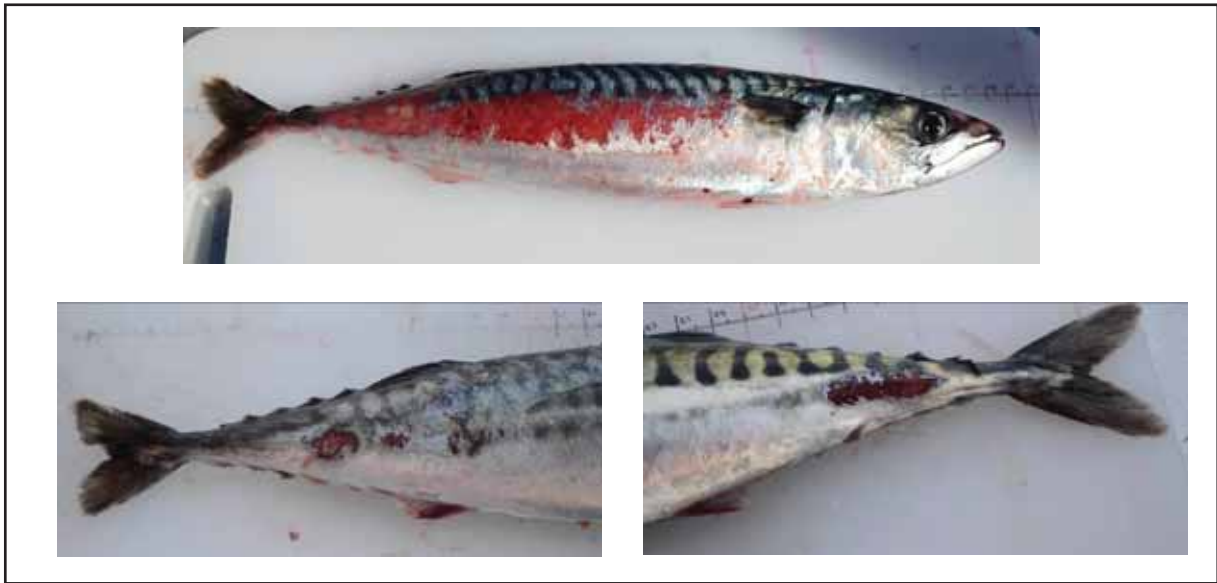
kollisjoner mellom nett og fisk kunne skje når den ble skremt. Det syntes som om fisk med skalder utviklet en mindre strukturert stimatferd enn de som var uskadet, og de syntes også å holde seg nærmere overflaten. Fra dag 7 sank imidlertid frekvensen av skadet fisk og holdt seg lav til etter dag 25. Vi vet ikke om dette skyldtes at sår ble helet eller at fisk med skader døde. Like før avslutning av forsøket økte skadefrekvensen igjen parallelt med en sterk begroing av merdene. Ved avslutningen hadde omtrent halvparten av fisken i merd 1 og 2 (som ble satt ut to uker før merd 3) synlige skader (**Feil! Fant ikke referanseilden.**), mens det var 20 % skader i merd 3.

Det er vanskelig å si i hvor stor grad disse skadene har ført til dødelighet mens forsøket pågikk. Imidlertid må de ha virket inn på fiskens velferd, og ville trolig ha ført til dødelighet på sikt.

Tabell 4. Andel fisk med synlige hudskader (små og store) i merd 2 gjennom forsøket.

Dag	Andel fisk med hudskader (merd 2)	Antall fisk undersøkt
0	0	35
1	0	35
3	0	35
5	25,9 %	27
7	31,4 %	35
14	0	35
25	2,9 %	35
38	49,0 %	100

I den første delen av forsøksperioden antas de observerte skadene å være forårsaket av håndtering under fangst og overføring til slepemerd, sleping til låssettingsplassen, og videre av overføring og tilvenning til lagringsmerder. Den økende skadefrekvensen i slutten av forsøkene har høyst sannsynlig sammenheng med begroing av merdene, som førte til at veggene bulte innover ("klappet sammen") og volumet der fisken kunne bevege seg ble sterkt begrenset. Sannsynligheten for å kolliderer mot nettveggene ble betydelig større. At det var lavere dødelighet i den merden som ble satt ut sist og var minst begrodd (merd 3) viser også at begroing var et problem for fiskens velferd. Denne langtidsdødeligheten kunne antagelig vært forhindret ved å bytte ut merdene når de begynte å bli begrodd.



Figur 12. Skader observert dag 7. Øverst: Alvorlig sårskade (“sviskade”) i huden langs høyre flanke. Nederst: mer avgrensede sår i huden bakover mot halefinnen. Den venstre fisken har også finne-slitasje.



Figur 13. Typiske sårskader, dag 38. Øverst til venstre: sår på snuten. Øverst til høyre: åpne sår langs buken. Nede: Sår (“Sviskader”) langs flankene.

Atferdsobservasjoner

Behandlingen av fisken under fangst og overføring til slepemerd var svært forsiktig og skånsom. Det ble brukt lang tid, 1 time og 45 minutter fra nota ble satt til overføring til slepepose var fullført, og det oppsto ingen synlig panikkatferd. Under overføringen stimet makrellen rolig over fra not til merd.

Gjennom låssettingsperioden sirklet makrellen rundt i merdene i en strukturert stim, ofte såpass raskt at det oppsto en vortex (virvel) midt i merden. Denne atferden kunne ofte bli avbrutt av utbrudd av panikkatferd der fisken brå-vendte og den strukturerte svømmeatferden opphørte en kort periode. Fisk ble da observert å kolliderer med nettveggene, enkeltindivider spratt i overflaten ("kokte") og noen hoppet til og med over flåa. Disse utbruddene kunne utløses av ulike årsaker, slik som at en båt nærmet seg, kamera ble senket ned, prøvetaking og filming, tilstedeværelse av predatorer ved merdene, fugl som fløy over merdene, mv. Det skulle svært lite til for å utløse slike utbrudd, noe som tydet på at makrellen generelt hadde et høyt stressnivå. Under avslutningen av forsøkene fant man flere torsk inni merdene, og under filming av merdene ble det ofte sett store torsk som sto utenfor merdene og forsøkte å beite på makrellen. Dette må ha virket skremmende på fisken.

Diskusjon

Dette forsøket har vist at det er mulig å holde makrell i merd i Lofotenområdet gjennom flere uker om sommeren med akseptabel lagringsdødelighet dersom den røktes godt. Dette er på linje med det som tidligere er dokumentert av Juell et al. (1998) som holdt makrell i merd i Austevoll fra oktober til juni. I disse forsøkene ble imidlertid fisken fóret, og man fant at fisken økte i vekt så sant sjøtemperaturen lå over ca. +5°C. I våre forsøk forsvant det et betydelig kvantum fisk fra merdene av ulike årsaker selv om den generelle dødeligheten var relativt lav inntil siste del av forsøksperioden. Da økte dødeligheten i de to merdene som hadde stått lengst i sjøen og som var begynt å bli svært begrodd. Dette kunne trolig vært unngått ved å bytte merder tidligere. Det største kvantumet av fisk som forsvant, gjorde dette av andre årsaker, slik som predasjon fra fisk og fugl, "turistfiske" og rømming over flåa.

Det blir ofte antatt at makrellen trives best i relativt høye sjøtemperaturer (over 7°C). Under disse forsøkene sank temperaturen i sjøen fra 13 til 7°C i løpet av 3 dager. Dette så makrellen ut til å tåle. Imidlertid ble det under Havforskningsinstituttets tokt i nordlige Norskehavet i juli 2013 registrert makrell i havområder med temperaturer ned til 4.5 °C, og man har også tidligere registrert beitende makrell ned til 6°C (Leif Nøttestad, Havforskningsinstituttet, pers. medd.). Når temperaturen synker under ca. 5°C over tid, antar man at makrellen kan få problemer med stoffskiftet.

Hensikten med forsøkene sommeren 2013 var bl.a. å undersøke om langtidslagring av makrell kunne gi opphav til en lønnsom næring for fiskerne i områdene i nord der fiske etter makrell har utviklet seg de siste årene. For at dette skal kunne skje, må flere kriterier være oppfylt: Låssettingen må føre til en kvalitetsforbedring av fiskekjøttet og gi økte priser som kompensasjon for fisketap og arbeidsinnsats ved røktning over lang tid. I disse forsøkene, hvor

makrell ble lagret i merd i ca. 5,5 uker, ble antall fisk i merdene omtrent halvert i løpet av lagringsperioden. I tillegg gikk individvekten ned med 4 til 7 % over samme tidsperiode. Dersom man i dette tilfellet skulle få lønnsomhet ut av fangsten, måtte prisen på det lagrede råstoffet mer enn dobles i forhold til direkte levert makrell. Sannsynligheten for en slik prisutvikling er liten. Imidlertid er analysene av filetkvaliteten ikke fullført når denne rapporten skrives. Resultatene herifra vil kunne gi svar på i hvilken grad langtidslagring gir en kvalitetsgevinst.

Et viktig aspekt når vill fisk holdes i fangenskap over tid er hensynet til fiskens velferd. I disse forsøkene viste det seg at en del fisk utviklet skader og slitasje i hud, snuter og finner. I løpet av forsøksperioden var det to topper i skadefrekvens. Først observerte man sårskader på enkeltfisk noen få dager etter fangst og overføring til merd. Deretter utviklet det seg skader i de siste par ukene før avslutning. Skadene i de første par ukene var trolig en konsekvens av fangst, tauing, overføring til merder og tilvenning til fangenskap, mens de som kom i sist i perioden hadde en sammenheng med begroing av merdene. Skadene som oppsto i den første perioden noe som må forventes dersom vill fisk skal låsettes. Skadene som oppsto i siste del av forsøket burde imidlertid kunne reduseres med bedre røkting av fisken (skifte av merder ved begroing).

Makrell er en livlig og lettskremt art som ble synlig nervøs og stresset av all uro i området rundt merdene og av håndteringen som må til for røkting. De reagerte på stimuli med panikkatferd som blant annet medførte at fisk hoppet over flåen og kolliderte med nettveggene. Ett annet synlig tegn på redusert trivsel var at individvekten sank i løpet av perioden fisken sto i lås. Dette er neppe forenlig med god fiskevelferd, og heller ikke gunstig sett fra en økonomisk synsvinkel. For å få et mål på fiskens stressnivå, var planen å analysere stresshormoner og andre fysiologiske indikatorer på velferd i blodprøver som ble samlet inn gjennom låssettingsperioden. Imidlertid ble budsjettet for fase 2 såpass redusert i forhold til den opprinnelige planen at dette ikke lar seg gjøre.

Konklusjon

Det er praktisk mulig å holde makrell i steng over flere uker om sommeren i nord under forutsetning av at den røktes godt. Men, med mindre låssettingen fører til betydelig økte priser på råstoffet når det leveres, er slik virksomhet neppe lønnsom. I disse forsøkene ble kvantum fisk som ble låssatt omtrent halvert gjennom lagringsperioden og vektene av enkeltfisk gikk ned. I tillegg skal fiskeren ha lønn for arbeidet med låssetting og røkting. Dersom langtidslagring skal gi grunnlag for en lønnsom næring, må prisene kompensere for dette, noe som bare kan skje dersom kvaliteten bedres betydelig som et resultat av lagringen og/eller at fisken lagres til et tidspunkt der det er større etterspørsel og høyere pris i markedet. De videre analysene av filetkvaliteten vil forhåpentligvis gi en indikasjon på om det første er tilfelle.

Referanser

- Huse, I., Vold, A. 2010. Mortality of mackerel (*Scomber scombrus* L) after pursing and slipping from a purse seine. Fisheries Research 106: 54-59.
- Juell, J.-E., Holm, J.C., Hemre, G.I. and Lie, Ø. 1998. Growth and feeding behavior of caged Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L. Aquaculture Research 29: 115-122.
- Lockwood, S.J., Pawson, M.G., Eaton, D.R. 1983. The effects of crowding on mackerel (*Scomber scombrus* L) – physical condition and mortality. Fisheries Research 2: 129-147.
- Misund, O.A., Beltestad, A.K. 2000. Survival of mackerel and saithe that escape through sorting grids in purse seines. Fisheries Research 48: 31-41.