

Ekstra tilskudd med astaxanthin i fôret til regnbueørret før sluttmodningen - Kvalitet på rogn og muskel

Stein Harris Olsen, Torbjørn Tobiassen, Frode Sandvik (Svanøy Havbruk AS), Monika Kaldberg (Svanøy Havbruk AS), Anette Hustad, Karsten Heia og Sten Ivar Siikavuopio





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

Nofima har om lag 390 ansatte.

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

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1433 ÅS

Stavanger:

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

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunnalsøra:

Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Alta:

Kunnskapsparken, Markedsgata 3
NO-9510 Alta

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140
E-post: post@nofima.no
Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA

Rapport

<i>Tittel:</i> Ekstra tilskudd med astaxanthin i fôret til regnbueørret før sluttmodningen - Kvalitet på rogn og muskel	ISBN 978-82-8296-634-4 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Increased supply of astaxanthin in the diet of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) prior to maturation – effects on muscle pigmentation	<i>Rapportnr.:</i> 18/2020
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Stein Harris Olsen, Torbjørn Tobiassen, Frode Sandvik (Svanøy Havbruk AS), Monika Kaldberg (Svanøy Havbruk AS), Anette Hustad, Karsten Heia og Sten Ivar Siikavuopio	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri og Produksjonsbiologi	<i>Dato:</i> 16. april 2020
<i>Oppdragsgiver:</i> Svanøy Havbruk AS	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 10
<i>Stikkord:</i> Oppdrett, fisk, muskel, filet, farge, pigmentering, spektroskopi	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> <i>Prosjektnr.:</i> 11321
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Den overordnede idéen for dette prosjektet er å øke verdiskapingen innen oppdrett av regnbueørret (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) gjennom kombinert produksjon av både matfisk og konsumrogn. Fra tidligere forsøk med ørret fra Svanøy havbruk AS har vi sett en markant nedgang i farge på filetene (astaxanthin innhold) hos ørret i perioden rett før rogn egner seg til kaviarproduksjon. Utpregende gytedrakt og blek muskel bidrar til nedklassifisering av fiskekvaliteten. Ørret kan ikke lage astaxanthin (asta.) og er avhengig av å få det gjennom fôr. For å forbedre innfargingen av muskel ble det i 2018 satt opp et fôringsforsøk med forhøyet nivå av astaxanthin (90 mg asta./kg), mot en kontrollgruppe som fikk fôr med 60 mg asta./kg. Forsøksfisk som inngikk i prosjektet, var kjøpt inn som "all female". Dessverre så viste det seg at det hadde skjedd en feil ved leveransen, slik at forsøksfisken var mikset (50/50 ♀/♂). Dette ble oppdaget først ved slaktning høsten 2018. En gjentakelse av forsøket ble derfor gjennomført våren 2019. Resultatene fra måling på denne fisken viste at ekstratilskudd med 90 mg asta/kg fôr, ikke påvirker fargen på muskelen, sammensetning sammenliknet med kontrollgruppen. Resultatene viser også at "all female" og kontrollgruppen holdt under like oppdrettsbetingelser i sjø, har omtrent samme rognindeks (%) og muskelfarge, fram imot sluttmodningen. Det eneste forskjellen i dette forsøket er at "all female" gruppen var mindre i størrelse og var noe forsinket inn imot sluttmodningen, sammenliknet med kontrollgruppen.	
<i>English summary/recommendation:</i> The primary aim of this project is to increase the value of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) fish farming through combined production of high quality rainbow trout and roe for consumption. Earlier experiments, done at Svanøy Havbruk AS, showed a pronounced decline in the fillet colour (content of astaxanthin) of rainbow trout, just prior to the roe being suitable for caviar production. The trout spawners morphological changes (colour and shape) and pale muscle, both contribute to the downgrading of the overall fish quality. The rainbow trout cannot, on its own, make astaxanthin (asta.). Therefore, it is dependent on a steady supply of asta. through food. To improve the colourization of the muscle, a feeding experiment was conducted in 2018. An increased level of asta. (90 mg asta./kg feed) was compared to a control group that received fish feed containing 60 mg asta./kg. The fish used in this experiment was purchased as "all female". Unfortunately, it turned out that a mistake had been made and the rainbow trout in the trial was in fact a mixed group. Subsequently, the experiment was repeated in the spring of 2019, this time with of "all female". The results from this experiment show that the extra supply of asta (90 mg asta./kg feed) did not have any effect on the muscle colour compared to the control group. The results also showed that towards the end of the maturation period, the «all female" and the control group, both kept under similar farming conditions in the sea, had approximately the same gonadosomatic index (GSI) and muscle colour at slaughter. The only difference in this experiment was that the "all female" group was smaller in size and somewhat delayed in the final maturation period, compared to the control group.	

Innhold

1	Innledning.....	1
2	Material og metode	2
2.1	Fisk.....	2
2.2	Endringer i gytedrakt, muskel, rogn fram mot sluttmodning	2
2.3	Farge på muskelen fram mot sluttmodningen.....	2
2.4	Rognproduksjon og kvalitetsgradering av regnbueørreten	3
2.5	Statistikk	3
3	Resultater og diskusjon	4
3.1	Rådata sesongen 2019.....	4
3.2	Innfarging av muskel	4
3.3	Kvalitetsgradering og rognproduksjon	7
4	Konklusjon	9
5	Referanser	10

1 Innledning

Oppdrett av norsk regnbueørret til matfisk utgjør cirka 5 % av det samlede laks- og ørretvolumet som ble slaktet i 2017 (SSB, 2019). Fremtidig vekst og positivt omdømme for næringen krever en stabil produksjon og god produktkvalitet. Når det gjelder fiskemuskelen, så er farge, fasthet og fravær av filetspalting noen av de viktigste kvalitetsegenskaper. Den norske regnbueørreten som produseres i sjø har den fordel, sammenlignet med laks, at den oppnår bedre rødfarge i fiskekjøttet, selv når den begynner å bli kjønnsmoden (Siikavuopio *et al.*, 2016; 2017). Uansett, det er godt kjent at ulike generasjoner i tillegg til årlige variasjoner i miljø, klima, helsetilstand, vekst, fôrsammensetning og fôringsregime kan påvirke muskelkvaliteten hos laksefisk (Mørkøre, 2008; Mørkøre *et al.*, 2010; Mørkøre, 2012; Mørkøre *et al.*, 2014; Sissener *et al.*, 2016).

Prosjektet har som mål å produsere regnbueørret til konsum, men med strategi for å sikre en kombinasjonsproduksjon av både høykvalitets- rogn og matfisk. En slik produksjon vil gi andre utfordringer og muligheter enn ordinær matfiskproduksjon av regnbueørret. Utfordringen er å få produsert rogn som er moden nok, samtidig som en oppnår en muskelkvalitet som ikke er nevneverdig negativt påvirket av kjønnsmodningen med hensyn til blant annet farge, fettinnhold, protein, vann og tekstur. Fra tidligere forsøk med ørret fra Svanøy havbruk har vi sett en markant nedgang i kjøttfargen (astaxanthin-innhold) hos ørret i perioden rett før rogn egner seg til konsum (Siikavuopio *et al.*, 2016; Olsen *et al.*, 2018; 2019), noe som bidrar til kvalitetsforringelse av muskelen. Ørret kan ikke lage astaxanthin og er avhengig av å få det gjennom fôret. Det er kjent at laks kan være noe blekere i muskel om våren enn ellers om året (Ytterstøyl *et al.*, 2005). Ulike komponenter i fôret kan påvirke retensjonen av astaxanthin, men årsakene til redusert innfarging er sannsynligvis sammensatte. Det kan blant annet skyldes redusert opptak i tarmen, økt omsetning og nedbrytning av astaxanthin. Astaxanthin er en effektiv antioksidant. Stress i forbindelse med håndtering ved avlusing av laksen kan derfor føre til mer nedbrytning av astaxanthin i muskel, når behovet for antioksidanter hos laksen øker (Ytterstøyl *et al.*, 2019).

For å forbedre innfargingen av muskel ble det satt opp et fôrforsøk på slakteklar regnbue ørret i 2018, hvor dagens kommersielle fôrregime ble sammenliknet med en gruppe som fikk et fôringsregime med forhøyet nivå av astaxanthin (Olsen *et al.*, 2019). Etter planen skulle et utvalg av slakteklar regnbueørret både mikset gruppe (50/50 ♀/♂) og "all female (100/0 ♀/♂)" følges opp med tanke på muskelkvalitet og storskala produksjon av rogn. Vår utgangshypotese var at tidlig innfarging av regnbueørret gir bedre farge på muskel fram mot sluttmodningen, samt at regnbueørret "all female" og mikset gruppe under like oppdrettsbetingelser i sjø, har samme produktegenskap med tanke på kjønnsmodning, rognproduksjon, holdbarhet og kvalitet. I ettertid viste det seg at ørreten som skulle inngå i forsøket ikke var "all female" (Olsen *et al.*, 2019). Et nytt fôringsforsøk på en slakteklar "all female"-gruppe ble derfor gjennomført i 2019, for å dokumentere om det er noen vesentlig forskjell i muskelfarge og kjønnsmodning, sammenlignet mot en mikset gruppe.

2 Material og metode

2.1 Fisk

Regnbueørret (70–80 g) "all female" (100/0 ♀/♂) fra AquaGen ble satt i sjøen 14.11.2017 på FOU-lokalitet hos Svanøy Havbruk i Sogn og Fjordane. En gen-test på et lite utvalg av fisken ble gjennomført for å sikre at grupper som ble satt ut var "all female". Gjennomsnittlig sjøtemperatur fra utsett i sjøen og fram til slakting var cirka 11 °C. Fisken ble fôret etter appetitt hver dag. De første ukene i sjø med 5 til 6 måltid per dag, senere 3 til 4 måltid per dag. Regnbueørreten (heretter kalt ørret) i kontrollgruppen (mikset gruppe; 50/50 ♀/♂) ble fôret med Aller Active BF G4 fra Aller Aqua. Nivået av astaxanthin (asta) i fôret til kontrollgruppen var oppgitt fra fôrleverandør til å være 40 mg/kg, som fisken fikk de 7 første månedene i sjøen. Nivået av asta. i fôret ble etter dette økt til 60 mg/kg. Gruppen "all female" fikk et tilsvarende for, men med forhøyet nivå av asta. (90 mg/kg) i en periode på 9 uker fra og med uke 22 i 2019. Etter dette ble nivået av asta. i fôret redusert til 60 mg/kg og holdt på tilsvarende fôrregime som kontrollgruppen (mikset gruppe). Det ble kjørt restriktiv fôring med 4 dager på og 3 dager av, fram til utslakting november/desember 2019. Underveis ble det en del avbrudd i fôringsregimet, grunnet sulting i forbindelse med avlusinger.

2.2 Endringer i gytedrakt, muskel, rogn fram mot sluttmodning

Muskelpøver ble tatt fra fisk (n=6) før ekstra innfarging (90 mg/kg asta.) ble påbegynt og tilsvarende fra fisk (n=6) rett etter at perioden med ekstra innfarging ble avsluttet. Fram mot sluttmodningen ble det i tillegg tatt ut prøver av hunnfisk (n=3) fra begge gruppene, for å følge modningsforløpet til regnbueørret fram mot utslakting. Tidspunkt for prøvetaking, analyse og metoder for kvalitetsvurdering av muskel og rogn er beskrevet i Tabell 1.

Tabell 1 Analyser og metoder for å bestemme kvalitet på fisk og egg fordelt på måletidspunkt.

Analyser	Metode	Uke 21	Uke 35	Uke 39	Uke 41	Uke 43	Uke 46	Uke 50
Muskelfarge	Norsk kvalitetssnitt: Roch salmonFan	X	X		X	X	X	
Skinnfarge	Norsk standard/NBS 10-02		X		X	X	X	
Rogn	GSI, størrelse		X		X	X	X	
Filet farge	Avbildende spektroskopi	X	X				X	X

2.3 Farge på muskelen fram mot sluttmodningen

Fram mot sluttmodningen ble fargescore beregnet visuelt, ved hjelp av SalmoFan™ Fargevifte (DSM, Switzerland), på prøver av hunnfisk fra begge gruppene. I tillegg ble det gjennomført instrumentell fargemåling av filet fra begge gruppene, ved hjelp av diffus reflektansspektroskopi (Tabell 1). En SalmoFan™ Fargevifte ble brukt som referanse for å for å bestemme SalmoFan verdiene instrumentelt. Dette er en objektiv måte å måle farge på fiskemuskel. Instrumentet avleser filet med en hastighet på 50 cm per sekund. Instrumentet har kapasitet til å ta bilder over 216 fargekanaler som dekker både synlig og infrarødt lys. Reflektans er et faglig uttrykk for hvor mye lys en flate absorberer og eventuelt kaster tilbake til måleinstrumentet (Heia *et al.*, 2012).

2.4 Rognproduksjon og kvalitetsgradering av regnbueørreten

Ved utslakting av regnbueørreten fram mot sluttmodningen ble fisken kvalitetsgradert av erfarne operatører ved Slakteriet AS i Florø, ut fra standard kvalitetsgrupper: superior, ordinær og produksjonsfisk. Slakteriet tok også ut rogn til produksjon av både Sujiko og Ikura kaviar.

2.5 Statistikk

Microsoft Excel er benyttet for dataprosessering og statistiske analyser av data. For å teste om det var signifikante forskjeller mellom gruppene er det kjørt toveis T-Test. Signifikansen ble satt til $p < 0,05$. P-verdien er et tall mellom 0 og 1 og viser sannsynligheten for at man får et testresultat som er likt. Jo lavere p-verdien er, desto større sannsynlighet for at det er forskjeller i verdiene mellom laks og regnbueørret. Verdiene i dokumentet er gjennomsnitt \pm standardavviket, dersom ikke annet er spesifisert.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Rådata sesongen 2019

Resultatene viser at fisken i «all female» gruppen var noe mindre i størrelse og kom senere inn i sluttmodningen, sammenlignet med kontrollgruppen. Dette vises både med lavere rognutvikling og senere utvikling av gytedrakt. Som vist i Tabell 2, så hadde fisken i “all female”-gruppen tatt igjen fisken i kontrollgruppen i uke 46, med tanke på modningsgrad. På grunn av stor variasjon innad i gruppene og få individ, ble det ikke funnet signifikant forskjell i muskelfarge, rognindeks, eller rognstørrelse på dette tidspunktet.

Tabell 2 Oversikt over sløyd vekt, samt utvikling av rognvekt, gonadosomatic index (GSI) og gytedrakt (1: blank, 2: brunende, 3: tydelig brun) høsten 2019. Verdiene i tabellen er gj.snitt (std).

	Fisk (kg)	Rogn (g)	K-faktor	Gytedrakt	Muskel (farge)	Rogn Indeks (%)	Rognstørrelse (mm)
Uke 35 All female (n=6)	4,8 (1,6)n.s	58 (23)*	1,65 (0,25)n.s	1,0 (0,0)	34,0 (0,0)	1,4 (0,9)n.s	<1
Uke 35 Kontroll (n=6)	6,4 (1,0)	105 (21)	1,74 (0,23)	1,0 (0,0)	32,0 (1,4)	1,6 (0,1)	<1
Uke 39 All female (n=6)	5,0 (0,8)n.s	132 (22)*	1,68 (0,11)*	1,0 (0,0)	32,3 (0,5)	2,6 (0,3)*	1,67 (0,5)
Uke 39 Kontroll (n=6)	6,1 (1,6)	283 (103)	1,85 (0,05)	2,0 (0,0)	32,6 (0,5)	4,6 (0,8)	2,0 (0,8)
Uke 41 All female (n=3)	3,5 (0,7)*	70 (36)*	1,70 (0,27)n.s	1,0 (0,0)	29,3 (0,9)	2,2 (1,3)n.s	<1
Uke 41 Kontroll (n=3)	6,3 (2,1)	207 (180)	1,83 (0,14)	1,3 (0,5)	29,6 (0,5)	2,7 (1,8)	2,0 (0,8)
Uke 43 All female (n=3)	5,2 (0,7)*	142 (12)*	1,58 (0,15)*	1,0 (0,0)	31,7 (0,6)	2,8 (0,6)*	2,0 (0,0)
Uke 43 Kontroll (n=3)	6,5 (1,1)	533 (94)	1,90 (0,20)	2,0 (0,0)	30,0 (0,0)	8,3 (1,2)	3,7 (0,5)
Uke 46 All female (n=3)	5,5 (0,4)*	291 (156)*	1,89 (0,05)n.s	1,5 (0,6)	26,7 (0,6)	5,4 (2,8)n.s	3,7 (0,5)
Uke 46 Kontroll (n=3)	7,2 (1,5)	524 (183)	1,97 (0,04)	1,7 (0,5)	26,3 (0,5)	7,1 (1,4)	3,2 (1,5)

n.s.; ikke signifikant forskjell mellom kontroll og All female. *: signifikant ($p < 0.05$) mellom kontroll og All female.

3.2 Innfarging av muskel

Som det fremgår av Tabell 3, har forsøksgruppen (90 mg asta.) ved samtlige måletidspunkt vist liten eller ingen signifikant forskjell i SalmoFan-score, som ble vurdert visuelt ved hjelp av fargevifte, sammenlignet med kontrollgruppen (60 mg asta.). Allerede ved start (Uke 35) var det stor variasjon i muskelfarge og dette gjenspeiles med stort standardavvik. Filetene hadde ujevn farge (skjolding), og enkeltfileter hadde områder med dårlig innfarging (se Bilde 1). Samme tendens ser vi også på “all female”-gruppen som fikk ekstra tilskudd på 90 mg/kg asta. i føret sommeren 2019. Med tanke på endringer i rognindeks (Tabell 2) og kraftig nedgang i SalmoFan-verdiene (Tabell 4), kan dette være en indikasjon på at ørreten i “all female”-gruppen hadde startet sluttmodningen noe senere.

Tabell 3 Fargescore (snitt ± std.) vurdert ved hjelp av en SalmoFan™ fargevifte (DSM, Switzerland), høsten 2019.

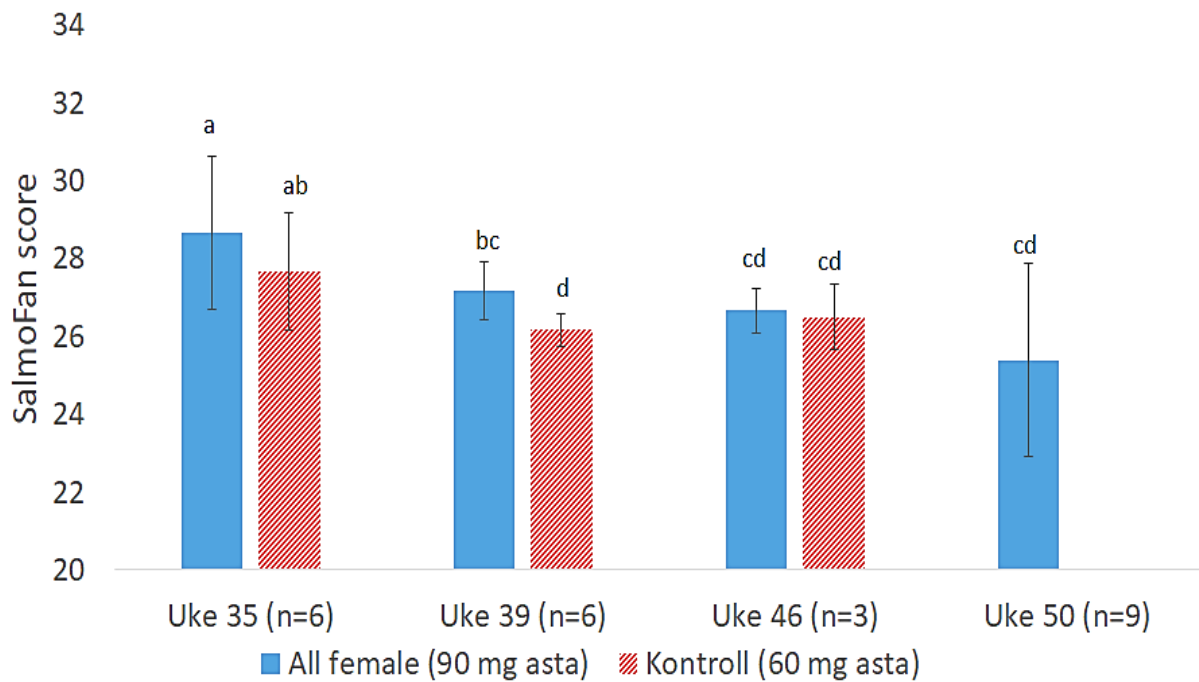
Uke	Kontrollgruppe (60 mg asta.)	All Female (90 mg asta.)
Uke 35 (n=6)	32,0 (1,4)	34,0 (0,0) *
Uke 39 (n=6)	32,6 (0,5)	32,3 (0,5) n.s
Uke 41 (n=3)	29,6 (0,5)	29,3 (0,9) n.s
Uke 43 (n=3)	30,0 (0,0)	31,7 (0,6) *
Uke 46 (n=3)	26,3 (0,5)	26,7 (0,6) n.s

n.s.; ikke signifikant forskjell mellom kontroll og All female. *: signifikant ($p < 0.05$) mellom kontroll og All female.



Bilde 1 Viser fargeskjolding (bleke parti på fileten) og stor variasjon i filetarge mellom enkeltfisk i kontrollgruppen i uke 35.

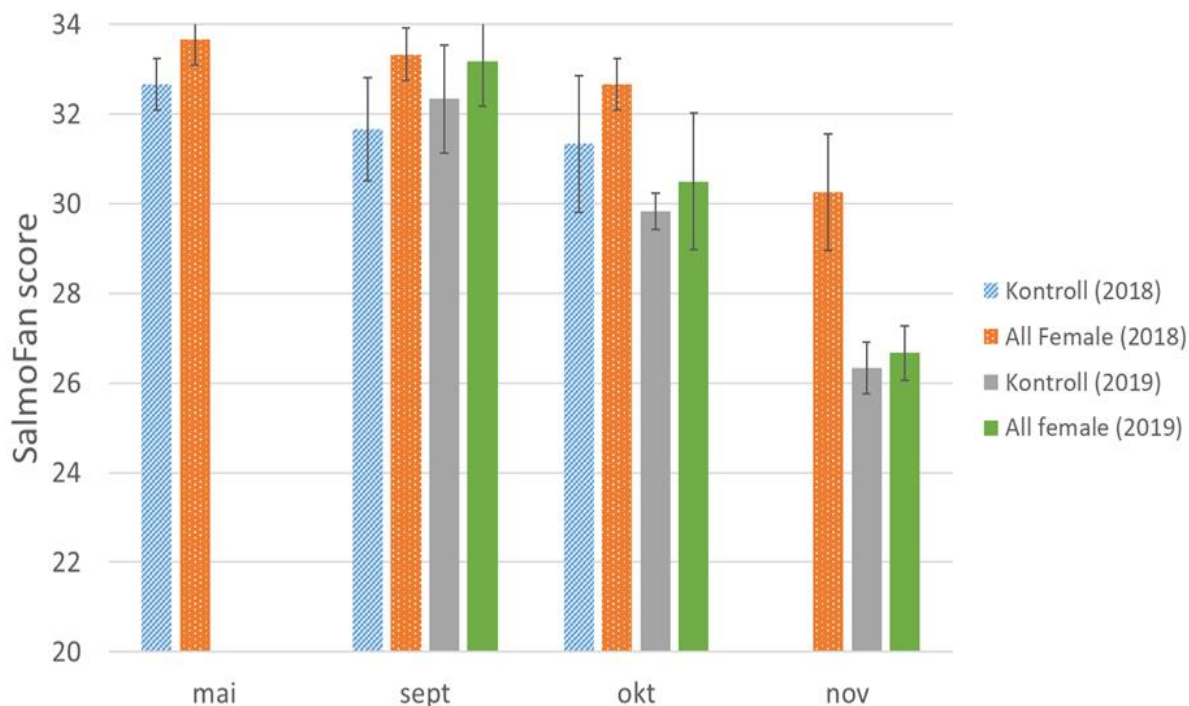
Instrumentell måling av farge viser noe lavere SalmoFan-score (Figur 1), enn det som ble vurdert visuelt (Tabell 3). Årsaken til dette er at instrumentelt målt farge blir registrert over et større område på fileten enn ved visuell vurdering av fargescore. Som nevnt tidligere var det stor variasjon i muskelfarge mellom enkeltfisk innad i gruppene. Stor fargevariasjon og skjolding på fileten overflate kan få større betydning for beregnet gjennomsnittsscore for den enkelte filet. Etter fôringen med tilsatt 90 mg asta. i fôret, ble det i uke 39 målt et signifikant ($p < 0,05$) høyere SalmoFan-score i denne gruppen, sammenlignet med kontrollgruppen. Samtidig var SalmoFan-score redusert fra uke 35 til 39, noe som indikerer at fisken var startet på sluttmodningen. Ved måletidspunkt november/desember er fisken på veg inn i siste del av sluttmodningsfasen og som forventet fra tidligere forsøk, så reduseres fargen i muskelen betydelig og variasjonen i muskelfarge kan bli stor mellom enkeltfisk.



Figur 1 SalmoFan-score (snitt \pm std.) målt instrumentelt (avbildende spektroskopi) på ørretfillet før og etter fôring med økt asta.

Når man sammenligner SalmoFan-score fra resultatene i 2018 sesongen (Olsen *et al.*, 2019), så kommer 2019-sesongen betydelig dårligere ut (Figur 2). I 2019 begynner ørreten allerede å tape farge (lavere SalmoFan-score) i månedsskifte september/oktober, selv om modningsgraden er noe lavere. Hva som forårsaker disse forskjellene fra 2018 til 2019 er usikkert, men resultatene kan indikere at regnbueørreten ikke har klart å akkumulere tilstrekkelig med pigmenter i muskelen både før og under fôringsforsøket.

Det er kjent at laks kan være noe blekere i muskel om våren enn ellers om året, samt at temperaturen påvirker både fordøyelighet og akkumulering av blant annet astaxanthin i muskelen (Ytterstøyl *et al.*, 2005). I løpet av vårsesongen kan laks som står i sjøen forbruke store mengder antioksidanter. Ved for lave nivå av blant annet Vitamin E og Vitamin C i muskel, kan blant annet astaxanthin bli brukt som antioksidant, noe som kan føre til at fileten blir blekere (Nordgaarden *et al.*, 2003; Hamre *et al.*, 2016; Hamre *et al.*, 2019; Ytterstøyl *et al.*, 2019). Ut fra litteraturen er sannsynlig at samme mekanismer finnes både i regnbueørret og laks (Rajasingh *et al.*, 2007). I dette forsøket ble ikke nivå av antioksidanter i muskel, blod eller lever målt, så det kan være andre faktorer som har bidratt til dårlig pigmentering. For laks er det blant annet kjent at årlige variasjoner i miljø, stress, klima, helsetilstand, vekst, førsammensetning og fôringsregime kan påvirke muskelkvaliteten hos laksefisk (Mørkøre, 2008; Mørkøre *et al.*, 2010; Mørkøre, 2012; Mørkøre *et al.*, 2013; Mørkøre *et al.*, 2014; Sissener *et al.*, 2016).



Figur 2 Utviklingen av fargescore (snitt ± std.) på ørretfileten fram mot sluttmodningen og utslakting. Fargen er vurdert ved hjelp av en Salmofan™ fargevifte (DSM, Switzerland), sesong 2018 og 2019.

Ut fra resultatene i Figur 2, kan det være kan det være indikasjoner på at fisk som har bedre muskelfarge på våren, også holder bedre på muskelfargen fram mot sluttmodningen. Tap av farge og feilpigmenteringer av muskelen bidrar til økonomisk tap for produsentene, på grunn av nedklassifisering av produktene og reklamasjoner fra kundene. Det bør legges mer innsats og arbeid inn i å forstå de bakenforliggende årsakene til dårlig pigmentering av laksefisk.

3.3 Kvalitetsgradering og rognproduksjon

Utfordringen med denne produksjonsformen er risiko for nedgradering av fisken, spesielt dersom man ønsker høyt utbytte med rogn (høy GSI) per fisk. "All female"-gruppen ble noe senere kjønnsmoden enn kontrollgruppen, så denne gruppen har blitt holdt noe lengere i sjøen for å øke rognutbytte. Sen utslakting har gitt høyere andel rogn til kaviarproduksjon, men i Tabell 4 ser man at andel med superior fisk faller dramatisk mellom uke 48 og 49. Dette indikerer at endringer i modningsgrad har skjedd svært raskt de siste to ukene før siste utslakting i uke 50. Denne trenden ser man også i Tabell 2 og 3. I månedsskiftet november/desember har fisken fått mer utpregende gytedrakt og betydelig blekere muskel, noe som har bidratt til nedklassifisering av fisken.

Tabell 4 Viser utviklingen i andel superior, ordinær og produksjonsfisk fra uke 47 og fram til utslakting i uke 50.

Slakteuke	Gruppe	Rund vekt (tonn)	snittvekt (kg)	Sup. (%)	Ord. (%)	Prod. (%)
Uke 47	All female	17,5	6,5	69,7	14	16,3
Uke 48	All female	75,5	6,8	66,8	15,8	17,4
Uke 49	All female	63,4	6,7	35,8	25	39,2
Uke 50	All female	22,3	6,7	27,5	14,2	58,2

Det ble totalt tatt ut cirka 21 tonn med ørretrogn høsten 2019 til kaviarproduksjon. Hovedandelen gikk til produksjon av Sujiko til det Japanske markedet. I tillegg ble en liten prøvebatch med Ikura kaviar også produsert. Dette er ny rekord i produktvekt rogn sammenlignet med tidligere år.



Bilde 2 Til venstre er en palle med ferdigpakket Sujiko klar til å presse overskuddslake ut av beholderne. Til høyre er en prøve av Sujiko etter saltbehandling, pakking og pressing.

4 Konklusjon

I 2019 sesongen kom regnbueørreten noe dårligere ut med tanke på farge på muskel, sammenlignet med 2018-sesongen. Det ble heller ikke funnet vesentlige signifikante forskjeller i muskelfarge mellom kontrollgruppen som fikk fôr med 60 mg asta./kg og "all female"-gruppen som ble fôret med økt nivå av asta (90 mg/kg fôr) i 9 uker våren/sommeren 2019. Vi må derfor forkaste vår utgangshypotese om at tidlig infarging i forkant av sluttmodningen kan bidra til bedre farge på muskelen gjennom sluttmodningen. Resultatene viser også at "all female" og kontrollgruppen under like oppdrettsbetingelser i sjø, har omtrent samme produktegenskaper med tanke på kjønnsmodning, rognproduksjon og muskelfarge. Den eneste forskjellen i dette forsøket er at "all female"-gruppen var noe mindre i størrelse og var noe forsinket inn imot sluttmodningen, sammenlignet med kontrollgruppen.

5 Referanser

- Akse, L., T. Tobiassen & G. Martinsen (2011). Pre-rigor injeksjonssalting av laksefilet- Krymping avhengig av tid post mortem før filetering og salting- Trekkraft for å løsne tykkfiskbein før og etter salting pre-rigor. Rapport 8/2011, Nofima, Tromsø.
- Erikson, U., F. Shabani, E. Beli, S. Muji & A. Rexhepi (2017). The impacts of perimortem stress and gutting on quality index and colour of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during ice storage: a commercial case study. *European Food Research and Technology*, pp. 1–10.
- Esaiassen, M. & N.K. Sørensen (1996). Fjerning av tykkfiskbein i laks. Rapport 28/1996 Fiskeriforskning (Nofima), Tromsø. Utgitt desember 1996. (Konfidensiell rapport 1996, frigitt desember 2003).
- Hamre, K., S.C. Remø, R. Ørnstrud, E. Oveland, S. Merel, R. Waagbø, ... & J. Johansen (2019). Oksidativt stress, våddropp i pigmentering og produksjonslidelser hos laks. Rapport fra havforskningen 16/2019.
- Heia, K., A.H. Sivertsen, J.P. Wold, S. Ottestad, U. Böcker, M. Carlehög, T. Altintzoglou, I. Sone & B. Gundersen (2012). Automatisk kvalitetsdifferensiering av laksefilet. Rapport 7/2012, Nofima, Tromsø.
- Mørkøre, T. (2008). Tekstur i oppdrettslaks. Kunnskapsstatus og forhold som bidrar til fastere fillet. Rapport 32/2008, Nofima, Tromsø.
- Mørkøre, T. (2012) Filet av oppdrettslaks: Kvalitetsavvik og årsakssammenhenger. Rapport 17/2012, Nofima, Tromsø.
- Mørkøre, T., E.O. Koppang, M. Espe, T. Larsson, E. Veiseth, B.F. Terjesen, I.B. Standal & K.A. Rørvik (2010). Optimalt fôr som gir fast filet. Rapport 37/2010, Nofima, Tromsø.
- Mørkøre, T., T. Ytrestøyl, B. Ruyter, B.E. Torstensen & M.S. Thomassen (2014). Kvalitetsaspekter hos laks som matvare ved endret fetttsyresammensetning. Rapport 19/2014, Nofima, Tromsø.
- Mørkøre, T., M. Åsli, J.E. Dessen, K.W. Sanden, M.T. Bjerke, K.G. Hoås & K. Rørvik (2013). Tekstur og fett i laksefilet. Rapport 38/2012, Nofima, Tromsø.
- Nordgarden, U., R. Ørnstrud, T. Hansen & G. Hemre (2003). Seasonal changes in selected muscle quality parameters in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared under natural and continuous light. *Aquaculture Nutrition*, 9::3, pp. 161–168.
- Olsen, S.H., T. Tobiassen, K. Heia, A. Hustad & S.I. Siikavuopio (2018). Kjølelagring av laks og regnbueørret–kvalitet og holdbarhet. Rapport 6/2018, Nofima, Tromsø.
- Olsen, S. H., Siikavuopio, S. I., Tobiassen, T., Heia, K., Hustad, A., Kalberg, M. (2019). Tidlig innfarging av regnbueørret – kvalitet på rogn og muskel. Rapport 18/2019, Nofima, Tromsø.
- Rajasingh, H., Våge, D.I., Pavey, S.A. & Omholt, S.W. (2007) Why are salmonids pink? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64, 1614-1627.
- Siikavuopio, S.I., S.H. Olsen & M. Kalberg (2016). Ørretrogn til konsum. Rapport 2/2016, Nofima, Tromsø
- Siikavuopio, S.I., S.H. Olsen, T. Tobiassen, K. Heia & M. Kalberg (2017). Sesong og kjønnsmodning – betydning på rogn og muskelkvalitet hos ørret. Rapport 3/2017, Nofima, Tromsø.
- Statistisk sentralbyrå (2019). <https://www.ssb.no/statbank/>
- Sissener, N., B.E. Torstensen, B. Ruyter, T.K. Østbye, R. Waagbø, S.M. Jørgensen, B. Hatlen, N.S. Liland, E. Ytteborg, Ø. Sæle, I. Rud, S.C. Remø, T. Mørkøre, J.E. Dessen, K. Skjerven, T. Ytrestøyl, E. Holen, G.M. Berge & A.C. Adam (2016). Effekter av endret fetttsyresammensetning i fôr til laks relatert til fiskens helse, velferd og robusthet (Fett for fiskehelse): Oppdatering 2016. Rapport 2016, Nifes, Nofima og FHF.

- Sveinsdottir, K., G. Hyldig, E. Martinsdottir, B. Jørgensen & K. Kristbergsson (2003). Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference*, **14**:3, pp. 237–245.
- Tobiassen T., L. Akse & S.H. Olsen (2013). Utblødning i slaktelinjer, resultater fra en undersøkelse. Presentasjon på FHF's arbeidsseminar på Hell, 12-13 juni 2013. [Http://www.fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=900906](http://www.fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=900906)
- Ytrestøyl, T., Struksnæs, G., Koppe, W., & Bjerkeng, B. (2005). Effects of temperature and feed intake on astaxanthin digestibility and metabolism in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, **142**:4, pp. 445–455.
- Ytrestøyl, T., Dikiy, A., Shumulina, E., Bæverfjord, G., Krasnov, A., Ciampa, A., ... & Rørvik, K. A. (2019). Effekt av fôr, temperatur og stress på pigmentering i laks-Faglig sluttrapport. Nofima rapport 24/2019.

