

Kjølelagring av laks og regnbueørret

Kvalitet og holdbarhet

Stein Harris Olsen, Torbjørn Tobiassen, Karsten Heia, Anette Hustad og Sten Siikavuopio





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

Nofima har om lag 350 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 Johnsensgate 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> Kjølelagring av laks og regnbueørret – kvalitet og holdbarhet	ISBN: 978-82-8296-540-8 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Quality and shelf life of fresh salmon and rainbow trout in cold storage	<i>Rapportnr.:</i> 6/2018
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Stein Harris Olsen, Torbjørn Tobiassen, Karsten Heia, Anette Hustad og Sten Siikavuopio	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Avdeling:</i> Produksjonsbiologi	<i>Dato:</i> 15. februar 2018
<i>Oppdragsgiver:</i> Svanøy Havbruk	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 12
<i>Stikkord:</i> Oppdrett, fisk, muskel, tekstur, QIM, fillet, farge, pigmentering, bein, spektroskopi	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> <i>Prosjektnr.:</i> 11321
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Oppdrett av laks har over mange år styrket sin posisjon inn mot et globalt marked, samtidig har norsk regnbueørret-oppdrett gått tilbake og utgjør i dag cirka 5 % av den samlede laks- og ørretproduksjonen. Det er gjort relativt få komparative studier med tanke på mulige kvalitetsforskjeller mellom laks og regnbueørret under like miljøbetingelser. Det ble derfor satt opp et lagringsforsøk på laks og regnbueørret kjørt under like miljøbetingelser med tanke på holdbarhet og kvalitet. Våre resultater viser at laks kom noe dårligere ut sammenliknet med regnbueørret med tanke på muskelkvalitet og holdbarhet. Etter 14 dager kjølelagring, var restholdbarheten for regnbueørret vurdert til cirka 4 dager og for laksen var det 0 dager restholdbarhet. I tillegg var trekraften for å få ut pinnebein fra fileten av regnbueørret cirka dobbelt så høy, sammenlignet med trekraften for å få ut pinnebein fra laksefiletene. Vi må derfor forkaste vår utgangshypotese om at det ikke er forskjell mellom laks og ørret oppdrettet under like miljøbetingelser. Både laks og ørret fikk fôringsregimer optimalisert til art. Hvor mye de ulike fôringsregimene påvirker kvalitet er usikkert, i tillegg kan det være andre bakenforliggende årsaker til forskjellene. Uansett, det bør settes opp nye komparative forsøk hvor alle fiskene i forsøket får identiske fôringsregimer. Dette for å kartlegge om de ulike fôringsregimene er årsaken til de overraskende funnene som vi har vist i dette forsøket.	
<i>English summary/recommendation:</i> For many years now, farmed salmon has strengthened its position in the global market. At the same time, rainbow trout farming has declined and today only constitute approximately 5 % of the combined salmon and rainbow trout output. There has been relatively few comparative studies done on a possible quality difference between salmon and rainbow trout in similar environmental conditions. Therefore, a comparative ice-storage experiment on salmon and trout was conducted under similar environmental conditions to examine shelf life and overall quality. Our results show that the muscle quality and shelf life of salmon was somewhat poor compared to that of rainbow trout. After two weeks of ice-storage, the shelf life of rainbow trout was evaluated to be approximately four days and for salmon the result was zero. In addition, the pull to extract pin bone from the filet of rainbow trout was about twice as high, as compared to the pull to extract pin bones from the filet of salmon. Because of this we had to dismiss our original thesis that there were no differences between farmed salmon and trout under similar environmental conditions. Both salmon and trout were given optimum food regimes according to species. It is uncertain how much the different food regimes influenced the quality and there may be other underlying causes for the differences. In view of this, new comparative studies should be done, where all the fish in the study get an identical food regime, to survey if the different food regimes could be the cause of the findings in this trial.	

Innhold

1	Innledning	1
2	Material og metode	2
2.1.1	Fisk.....	2
2.1.2	Sensorisk vurdering (QIM).....	2
2.1.3	Farge på muskelen målt instrumentelt	2
2.1.4	Beintrekking fra regnbueørret- og laksefilet	3
2.1.5	Statistikk	4
3	Resultater og diskusjon	5
3.1	Sensorisk vurdering (QIM).....	5
3.2	Farge på muskelen målt instrumentelt	7
3.3	Beintrekking fra regnbueørret- og laksefilet	9
4	Konklusjon	11
5	Referanser	12

1 Innledning

Laksenæringen har over mange år styrket sin posisjon inn mot et globalt marked. Samtidig har oppdrett av norsk regnbueørret gått tilbake og utgjør i dag cirka 5 % av den samlede laks- og ørreteksporten (SSB, 2016). 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 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). Det er godt kjent at årlige variasjoner i miljø, klima, helsetilstand, vekst, førsammensetning og fôringsregime kan påvirke muskelkvaliteten hos laksefisk. Eksempler er bløt filet, filetspalting og avvikende farge og utseende (Mørkøre, 2008; Mørkøre *et al.*, 2010; Mørkøre, 2012; Mørkøre *et al.*, 2014; Sissener *et al.*, 2016).

Prosjektets mål er produksjon av regnbueørret hvor fokuset er høykvalitets rogn i kombinasjon med god matfiskkvalitet. En slik produksjon vil gi andre utfordringer og muligheter enn ordinær matfiskproduksjon. Produksjonen fram til moden regnbueørret slik den er i dag, går over 2 år i sjøen. Blant annet er det knyttet en del risiko til gjentagende avlusning og håndtering, spesielt på stor fisk. Det er også godt kjent at kjønnsmodningen fører til endringer i teksturen, i tillegg øker andelen fisk med redusert muskelfarge og skjoldet filet fram mot sluttmodningen. Prosjektet følger et normalt utvalg av fisk over tid; før og under sluttmodningen hvor rogn- og filetkvalitet legges til grunn (Siikavuopio *et al.*, 2017). Resultatene fra tidligere forsøk viser at muskelen hos regnbueørret fram mot sluttmodningen endret seg. Blant annet ved at muskelen taper farge og konsistensen på muskelen blir bløtere, sammenlignet med umoden regnbueørret. Samtidig ser vi ved en sammenlikning opp mot laks at både farge og tekstur på muskel hos den kjønnsmodne regnbueørreten er på nivå med superior laks, lagret under samme betingelser.

Etter planen skulle et nytt utvalg av slakteklar regnbueørret følges opp i 2017, med tanke på muskelkvalitet og storskala produksjon av rogn. Som følge av store utfordringer med lakselus og sykdom, ble Svanøy Havbruk pålagt av Mattilsynet å slakte ut all rognfisken sommeren 2017. Dette førte til at Nofima ikke fikk gjennomført planlagte prøveuttak, med tanke på å følge opp status på moden regnbueørret fram mot sluttmodningen i 2017. Fra resultatene i 2015 og 2016 fikk vi indikasjoner på at muskelen til regnbueørreten er fastere i strukturen og tåler kjølelagring bedre enn laksen. I mangel på rogn valgte vi i samråd med oppdragsgiver å gjøre en mere systematisk studie på denne problemstillingen. Det ble slaktet umoden regnbueørret og laks fra samme lokalitet og til samme tid hos Svanøy havbruk.

Vår utgangshypotese var at laks og regnbueørret holdt under like oppdrettsbetingelser i sjø, har samme produktegenskap med tanke på holdbarhet og kvalitet. For å undersøke dette ble det satt opp et komparativ kjølelagringsforsøk med like stor regnbueørret og laks, over en forsøksperiode på 14 dager.

2 Material og metode

2.1.1 Fisk

Smolt (70–80 g) av laks (Elite fra AquaGen) og regnbueørret (AllFemale fra AquaGen) ble satt i sjøen høsten 2016, på lokalitet hos Svanøy Havbruk i Sogn og Fjordane. Gjennomsnittlig sjøtemperatur fra utsett i sjøen og fram til slakting var cirka 10 °C. Regnbueørreten ble i all hovedsak foret med Opal Silva 200 40A og 60A fra EWOS det første året i sjøen, og deretter med Premium Trout 600 og 2500 fra Skretting. I noen uker det siste halvåret før slakting, ble det også benyttet PF Biofeed Aqua Forte Ørret fra Polarfeed og Aller Active BF fra Aller Aqua.

Tilsvarende som regnbueørreten, så ble laksen fôret med variabel fôrresept og fôr leverandør. Første halvår i sjøen fikk laksen fôr som var produsert hos EWOS. Det meste av fôret som ble benyttet i denne perioden var Opal 200 AQSG 40A og SG 500AQ 50A. Fra sommeren 2017 og fram til utslakting i januar 2018, fikk laksen fôr fra Polarfeed (PF Biofeed Aqua Forte 300 og 800) og fra Skretting (Premium Trout 2500, Select SG V 2500 og Protect Gill 2500).

I januar 2018 ble umoden regnbueørret og laks slaktet, iset i polystyrenkasser og sendt fra Svanøy Havbruk til Nofima. Ved Nofima ble regnbueørret ($2,8 \pm 0,1$ kg; $n=10$) og laks ($3,2 \pm 1,0$ kg; $n=10$) kjølelageret (0–1°C). Åtte dager etter slakting ble regnbueørret ($n=5$) og laks ($n=5$) tatt ut for sensorisk kvalitetsvurdering (QIM). Resterende ble holdt på kjølerom i ytterligere 6 døgn før ny sensorisk kvalitetsvurdering ble gjennomført. I etterkant av sensorisk vurdering, ble samtlige fisk filetert, før de ble avbildet ved hjelp av diffus reflektansspektroskopi. For å sammenligne styrke på teksturen og bindevevet i fileten, ble det også gjennomført måling av trekraft for å fjerne pinnebein fra filetene.

2.1.2 Sensorisk vurdering (QIM)

QIM (quality index method) er en standardisert metode for sensorisk bestemmelse av kvalitet på hel fisk som er lagret på is. Den baserer seg på enkle vurderinger av fiskens utseende og lukt. Den oppnådde verdien (QIM-score) forteller ikke hvor lenge fisken er lagret, men hvor lenge fisken kan ligge kjølelageret, før den regnes som uegnet til konsum.

QIM-evalueringen som er utviklet for oppdrettslaks ble benyttet i dette forsøket (Sveinsdottir *et al.*, 2003), for å vurdere holdbarhet både på regnbueørreten og laksen. Metoden har blitt benyttet tidligere av andre, for å evaluere holdbarhet på regnbueørret (Erikson *et al.*, 2017). Fiskens lukt og utseende ble vurdert av 2 trente personer, og en QIM-score på 15 indikerer maks holdbarhet for kjølelageret laks.

2.1.3 Farge på muskelen målt instrumentelt

Etter filetering ble fargen på muskelen målt instrumentelt, ved hjelp av diffus reflektansspektroskopi. Dette er en objektiv måte å måle farge på fiskemuskel. Instrumentet avleser fileten med en hastighet på 50 cm per sekund (Bilde 1). 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). I tillegg ble fargescore på hver fileten, vurdert av trent personell ved hjelp av en SalmoFan™ linjal (DSM, Switzerland).



Bilde 1 Instrumentell avlesning av regnbueørretfilet med en hastighet på 50 cm per sekund

2.1.4 Beintrekking fra regnbueørret- og laksefilet

I hver filet ble det målt trekkraft på 4–5 pinnebein, lokalisert i det samme området på alle filetene, etter en metode beskrevet av Akse *et al.* (2011). En Lutron FG-5000A kraftmåler (Lutron Electronic Enterprise Co., Ltd, Taiwan) ble benyttet til å måle trekkraften i gram. Instrumentet ble festet til en klemme, som så ble festet til enden av hvert enkel pinnebein (Bilde 2). Målingen av trekkraften for å fjerne beinene ble gjennomført rett etter instrumentell fargemåling, på dag 8 og dag 14 etter slakting. Hensikten var å se om trekkraften endret seg i løpet av lagringen, samt om det var noen forskjeller i trekkraften mellom laks og ørret. Dette er et mål på hvor godt beinene er forankret i muskelen gjennom lagringen, samt at det også gir en indikasjon på mulige forskjeller i styrken på bindevev og muskel mellom laks og regnbueørret.



Bilde 2 Til venstre vises innfesting av en klemme til enden av pinnebeinet på laksefilet. Til høyre vises selve målearrangementet.

2.1.5 Statistikk

Microsoft Excel er benyttet for dataprosessering og statistiske analyser av data. For å teste om det var signifikante forskjeller mellom fisken før og etter levendelagring, 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 Sensorisk vurdering (QIM)

Ut fra resultatene er det forholdsvis lav holdbarhet på laksen (cirka 14–15 dager) sammenlignet med QIM-standarden, som viser til en holdbarhet på 19–20 dager for is-lagret oppdrettslaks (Sveinsdottir *et al.*, 2003). Tilsvarende lav holdbarhet på oppdrettslaks er rapportert tidligere (Tobiassen *et al.*, 2013). Laksen oppnådde en QIM-score på 6,4 etter 8 dager kjølelagring og en QIM-score på 15,0 etter 14 dager. Ut fra QIM-standarden tilsvarer en score mellom 6 og 7, en restholdbarhet fra 11 til 13 dager. En QIM-score på 15 indikerer 0 dager restholdbarhet, det vil si at fisken ikke bør omsettes på grunn av avvikende lukt, farge eller konsistens.

Når det gjelder regnbueørreten, så kom den bedre ut enn laks allerede ved dag 8. Etter 14 dager på is oppnådde regnbueørreten en QIM-score på 12,0. I følge QIM-standarden tilsvarer dette en restholdbarhet på ytterligere 4 dager. Det vil si at den totale holdbarheten på dette partiet med regnbueørret, trolig vil komme opp mot 18–19 dager, noe som er mer i samsvar med QIM-standarden fra 2003. Hos laksen var det tap av fleksibilitet i muskel, samt utvikling av sur fermentert lukt på skinnen, bukhule og gjeller bidro til reduksjon i den totale QIM-scoren (se Tabell 1).

Årsaken til den lave holdbarhet på laksen, sammenlignet med regnbueørreten, er sammensatt, og man kan ikke utelukke at det er kan være flere biologiske, produksjonsmessige og miljømessige faktorer som spiller inn. Spesielt med tanke på de store produksjonsmessige endringene som har skjedd innenfor lakseindustrien de siste 20 årene. Blant annet er det raskere vekst på fisken fra yngel til slaktemoden fisk, i tillegg har det vært endringer i fôr-resepten. I vårt tilfelle fikk fiskegruppene ulike dietter på slutten, som også kan være med på å forklare for eksempel forskjell i innfarging. Store slaktevolum stiller også større krav til slakterienes måte å takle transport, produksjonsflyt, krav til dyrevelferd og tilstrekkelig utblødning og kjøling. Et større komparativt studium som går over flere produksjonssykluser bør gjennomføres. Dette for å kunne belyse mulige årsaker til hvorfor laks kommer noe dårligere ut, enn det som vises til i QIM-standarden.

Tabell 1 Oversikt over QIM-score for laks og regnbueørret lagret i 8 og 14 dager.

QIM analyse Laks	Skind				Øyne		Gjeller			Bukhule		Total QIM-score
	Farge	Slim	Lukt	Tekstur	Pupiller	Form	Farge	Slim	Lukt	Blodfarge	Lukt	
Dag 8 Gj.snitt (n=5)	0,2	0,0	1,0	1,2	1,0	1,0	0,2	0,2	1,0	0,0	0,6	6,4
Dag 14 Gj.snitt (n=5)	1,0	0,8	1,2	1,8	2,0	1,6	1,2	1,0	2,0	0,6	1,8	15,0
QIM analyse Regnbueørret	Skind				Øyne		Gjeller			Bukhule		Total QIM-score
	Farge	Slim	Lukt	Tekstur	Pupiller	Form	Farge	Slim	Lukt	Blodfarge	Lukt	
Dag 8 Gj.snitt (n=5)	0,0	0,0	0,4	1,0	1,0	1,0	0,2	0,0	1,0	0,0	0,0	4,6
Dag 14 Gj.snitt (n=5)	1,0	0,4	0,4	1,4	1,6	1,6	1,2	1,0	1,4	0,6	1,4	12,0



Bilde 3 Laks klar for QIM-analyse. I QIM-analysen inngår vurdering av skinn, øyne, gjeller og bukhule hos fisk, med tanke på endringer i lukt, farge, form og konsistens.



Bilde 4 Etter QIM-analysen ble fiskene filetert og trimmet for hånd, før fargemåling og trekking av pinnebein.

3.2 Farge på muskelen målt instrumentelt

Som forventet hadde regnbueørreten betydelig rødere farge på fileten, sammenlignet med laksen. Regnbueørreten ble vurdert til å ha en SalmoFan-score på cirka 32–33, og laksen ble vurdert til 25–26. Lagring av laksefisk fører til en naturlig degradering av fargepigmentene i muskelen og dette fører etterhvert til et blekere inntrykk utover i lagringsforløpet. Under kjølelagring på is, så er denne prosessen noe forsinket. Dette ser vi blant annet på de høye SalmoFan-verdiene som ble oppnådd på dag 14. Med tanke på SalmoFan-verdiene på laksen, er dette en score som tilsvarer meget godt innfarget laksemuskel. Måling av SalmoFan-verdiene ble også gjennomført ved hjelp av avbildende spektroskopi (Bilde 6 og 7). Dette er en instrumentell, objektiv og hurtig metode til å måle farge på filetene. Instrumentelt målt farge ble kun utført på filetene fra fisk som ble lagret i 8 dager, og som vist i Tabell 2, så stemmer instrumentelt målt farge på filetene godt overens med visuelt vurdert SalmoFan-score.

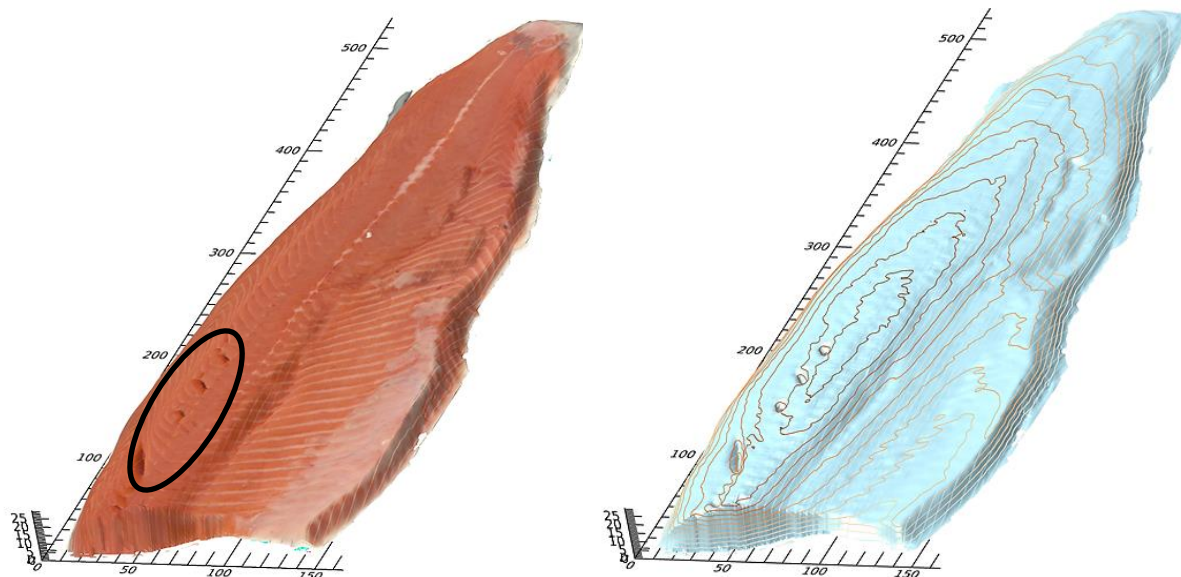
Tabell 2 Instrumentelt målt farge stemmer godt overens med visuelt vurdert SalmoFan-score.

Art	Metode	SalmoFan Dag 8	SalmoFan Dag 14
Laks	Vurdert visuelt	26–27	25–26
	Instrumentelt avlest	26	
Regnbueørret	Vurdert visuelt	33–34	32–33
	Instrumentelt avlest	33	

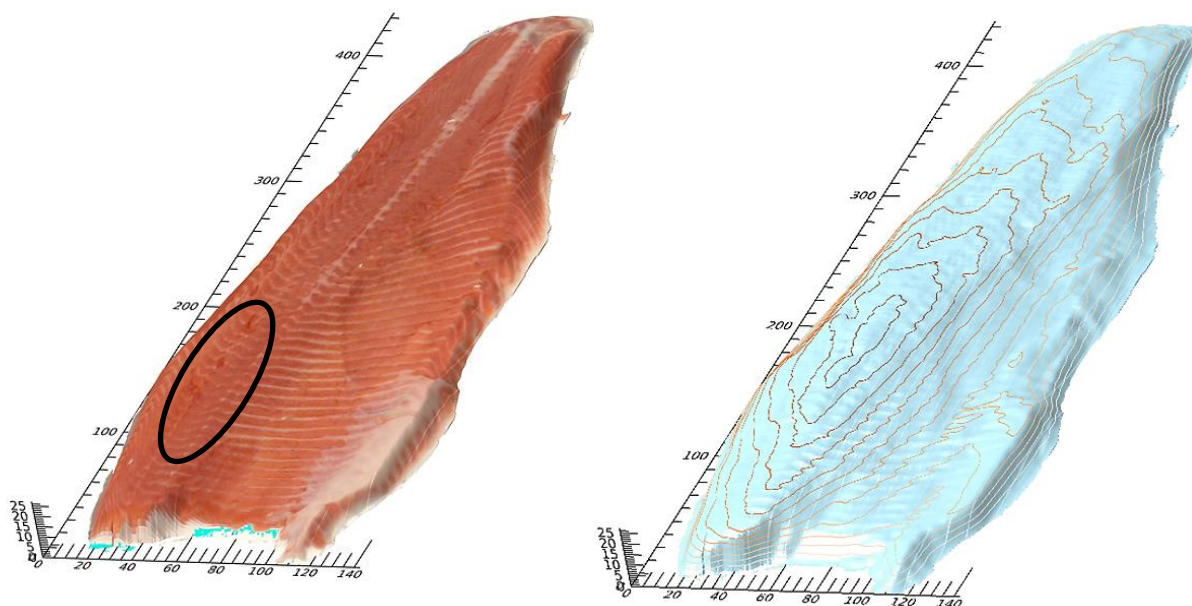
I 2 av 10 laks ble det funnet avvikende lys farge i muskelen langs ryggen (Bilde 5). Årsaken til feilpigmentering og avvikende farge kan være flere. Blant annet kan hurtig vekst, førkilde eller lave sjøtemperaturer hemme eller redusere opptaket av pigmenter. Det er også kjent at pankreas sykdom (PD) kan føre til skjoldet eller bleke områder på filet av laks (Mørkøre, 2012).



Bilde 5 Viser feilpigmentering av laksefileten. I dette prøvematerialet, var det 2 av 10 fisk som hadde lyse områder i fileten, som vist på bildet.



Bilde 6 Viser 3-D scannet laksefilet (til høyre). Fargen på samme filet (til venstre) er målt er ved hjelp av diffus reflektansspektroskopi, for så å legge den over 3-D modellen. Fordelen med dette er at instrumentene kan avlese både på filetspalting, samt tykkelse og farge på hver filet. Som vist på bildet, så kommer de 4 spaltingene i fremre del av loinsen tydelig fram. SalmoFan-verdiene ble målt innenfor et gitt område på filetene (innringet).



Bilde 7 Viser 3-D scannet regnbueørretfilet (til høyre). Fargen på samme filet (til venstre) er målt på tilsvarende vis, ved hjelp av diffus reflektansspektroskopi og lagt over 3-D modellen. Ingen av filetene fra regnbueørret viste tegn til spalting, 8 dager etter slaktning. SalmoFan-verdiene ble målt innenfor et gitt område på filetene (innringet).

3.3 Beintrekking fra regnbueørret- og laksefilet

Trekraften for å fjerne pinnebein (også kalt tykkfiskbein) fra laksefiletene var signifikant ($p < 0,05$) lavere, sammenlignet med trekraften som måtte til for å fjerne pinnebein fra regnbueørretfiletene. I enkelte fileter fra regnbueørret, satt pinnebeinene så godt festet til muskelen at muskelsegmentene (myotomene) rundt beinene revnet. Samme kraft ble målt for å trekke pinnebein fra ørretfiletene, både 8 dager og 14 dager etter slakting. Når det gjaldt laksefiletene, satt pinnebeinene betydelig løsere i fileten. De fleste beinene slapp muskelen lett, uten at det ble skade på selve fileten. I tillegg ble det målt en signifikant ($p < 0,05$) reduksjon i trekraften fra dag 8 til dag 14. I tidligere forsøk med å trekke beinene ut fra laksefilet ble det funnet at det måtte til en kraft på rundt 200–300 gram, for å trekke beinene ut av fileter av laks som var lagret i 6 dager på is (Esaiassen & Sørensen, 1996). Dette er i samsvar med det vi fant i våre forsøk, noe som indikerer at styrken på bindevevet der beinene er festet, ikke er vesentlig endret de siste 20 årene.

Resultatene fra våre forsøk tyder på at beinene hos regnbueørreten er bedre forankret i bindevevet, enn hos laksen. Ut fra resultatene, så ble det ikke målt endringer i trekraften fra 8 til 14 dager etter slakting hos regnbueørreten. Kraftigere bindevevshinner hos regnbueørreten kom tydeligere fram på fileten, enn det vi kunne se på laksefileten (Bilde 8). Regnbueørreten hadde fortsatt god fleksibilitet i fileten og var fastere i tekturen, sammenlignet med laksen, etter 14 dager kjølelagring. Laksefiletene var noe bløtere og spesielt i sporstykket manglet tekturen fleksibilitet. Denne delen av fileten hadde et deig-aktig preg og fingermerker ble stående igjen i muskelen, selv med et svakt fingertrykk mot fileten. Bløt tekstur og filetspalting har vært en utfordring for laksenæringen i flere år. Utfordringen med bløt tekstur er sammensatt og mange faktorer spiller inn. Blant annet har det vært fokus på både lokalitet, vekstmønster, fôrresept, årstidsvariasjoner og sykdom (Mørkøre, 2012; Mørkøre *et al.*, 2013)

Tabell 3 Målingen av trekraften for å fjerne pinnebeinene ($n=4$) fra filet av regnbueørret ($n=5$) og laks ($n=5$), målt 8 og 14 dager etter slakting. Bokstavene a) og b) indikerer signifikant ($p < 0,05$) forskjell mellom dag 8 og dag 14. Stjerne *) indikerer signifikant ($p < 0,05$) forskjeller mellom laks og regnbueørret.

Lagringstid	Laks	Regnbueørret
8 dager	319 ^{a)} ± 86	480 [*]) ± 122
14 dager	256 ^{b)} ± 100	487 [*]) ± 120



Bilde 8 Filet fra regnbueørret til venstre og filet av laks til høyre. Det er tydelig forskjell i muskelfarge, i tillegg vises det hvite bindevevet (myoseptene) mellom muskelsegmentene (myotomene), bedre hos regnbueørreten enn hos laksen. Hos laksen vises ikke myoseptene i sporstykket (sirklet inn på bildet), i tillegg er det et deig-aktig preg på muskelen bak mot sporen, sammenlignet med fileten fra regnbueørret.

4 Konklusjon

I dette forsøket kommer laks dårligere ut enn ørret med tanke på muskelkvalitet og holdbarhet. Vi må derfor forkaste vår utgangshypotese om at det ikke er forskjell mellom laks og ørret oppdrettet under like miljøbetingelser. Både laks og ørret fikk fôringsregimer optimalisert til art. Hvor mye de ulike fôringsregimene påvirker kvaliteten er usikkert. Det bør settes opp nye forsøk, der forsøksfisken får identisk fôringsregime, for å se på hvor mye de ulike fôrereseptene er årsaken til de overraskende funnene fra dette forsøket. En videre studie bør også være mer omfattende med tanke på antall fisk i hvert uttak. I tillegg må det gjennomføres uttak på forskjellige tidspunkt gjennom året, for å få med årstidsvariasjoner. Et slikt forsøk vil også kunne avdekke om det kan være andre bakenforliggende årsaker til forskjellene mellom regnbueørret og laks.

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, friggitt desember 2003).
- 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 fillet. 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.
- 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 (2016). <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/fiskeoppdrett/aar-forelopige/2016-06-02>
- 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)

