

Dokumentasjon av råstoffegenskaper hos økologisk laks

Forprosjekt

Magnus Åsli og Turid Mørkøre





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

Nofima har om lag 470 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
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: nofima@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Rapport

ISBN: 978-82-7251-941-3 (trykt) ISBN: 978-82-7251-942-0 (pdf)	Rapportnr.: 51/2011	Tilgjengelighet: Åpen
--	------------------------	---------------------------------

<i>Tittel:</i> Dokumentasjon av råstoffegenskaper hos økologisk laks Forprosjekt		<i>Dato:</i> 27. desember 2011
		<i>Antall sider og bilag:</i> 17
<i>Forfatter(e):</i> Magnus Åsli og Turid Mørkøre		<i>Prosjektnr.:</i> 20963
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond v/Kristian Prytz		<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF # 900435
<i>Tre stikkord:</i> Økologisk lakseproduksjon, Forprosjekt, Kvalitet		
<i>Sammendrag:</i> <p>Filetkvaliteten av økologisk og konvensjonelt produsert laks ble sammenlignet. Filetene kom fra to oppdrettere som produserer både konvensjonell og økologisk laks, og fileter fra to vektclasser (3-4 kg og 5-6 kg) ble undersøkt høsten 2011.</p> <p>Den økologisk produserte laksen hadde fastere tekstur målt både fysisk og sensorisk (etter varmebehandling), den tålte noe mer håndtering og den var rødere i kjøttet sammenlignet med konvensjonelt produsert laks. Forskjellene var imidlertid relativt små, og resultatene bør følges opp for å kunne fastslå om økologisk laks generelt er fastere og rødere enn konvensjonell laks. Totalt fettinnhold, proteinnivå og aminosyresammensetning i filet var ikke forskjellige mellom økologisk og konvensjonell laks, men fettsyreprofilen var forskjellig. Den økologisk produserte fisken hadde en høyere andel omega-3 (EPA/DHA) fettsyrer sammenlignet med den konvensjonelt produserte fisken. Grunnet høyere innhold av omega-3 fettsyrer i den økologiske laksen kan det være interessant å undersøke lagringsstabiliteten til dette produktet.</p>		

Innhold

1	Innledning	1
2	Material og metode.....	2
2.1	Fisk og lokaliteter	2
2.2	Kjemisk sammensetning	2
2.3	Farge og pigment	2
2.4	Vannbindingsevne.....	2
2.5	Tekstur og industritest.....	3
2.6	Sensorisk bedømmelse.....	3
3	Resultater	5
3.1	Filetering og trimming.....	5
3.2	Kjemisk sammensetning	5
3.3	Aminosyrer	6
3.4	Fettsyresammensetning.....	7
3.5	Farge og pigment	9
3.5.1	Kjemisk analysert pigment.....	9
3.5.2	SalmoFan	9
3.6	Vannbindingsegenskaper.....	10
3.7	Tekstur og industritest.....	11
3.7.1	Gaping før og etter håndtering	11
3.7.2	Instrumentell tekstur og fingertest	12
3.8	Sensorikk	13
4	Konklusjon	16
5	Referanser.....	17

1 Innledning

Etterspørselen etter økologisk produsert laks har økt hos godt betalende konsumenter. Økt fokus på bærekraftighet, ressursbruk og miljø ved produksjon av sjømat har blant annet drevet frem disse behovene hos forbrukerne.

Sammenlignet med konvensjonell produksjon stiller regelverket for økologisk akvakultur ulike krav til blant annet fôrråvarer, sykdomsbekjempelse, biologisk lysstyring, tetthet i merdene og tillate kjemikalier til impregnering og desinfisering.

Fôret som brukes i økologisk lakseproduksjon skal bestå av økologisk produserte fôrråvarer eller råvarer fra ville akvatiske bestander som er bærekraftige og som ikke brukes til menneskeføde. Forskjellige fôrråvarer og driftsmetoder vil kunne påvirke biologiske prosesser og kjemisk sammensetning i laksen som igjen vil kunne bidra til forskjellige kvalitetsmessige egenskaper. Det er heller ikke gitt at dagens prosessbetingelser basert på konvensjonelt fremstilt laks vil være optimale ved foredling av økologisk laks.

Veksthastigheten og innfargingen av røde fargestoffer vil være forskjellige for konvensjonell og økologisk lakseproduksjon. Laksen må tilføres pigmenter (karotenoider) gjennom fôret for å oppnå den rødfargen som den enkelte nisje i markedet ønsker. Det er hovedsakelig syntetisk astaxanthin som benyttes i fôr til konvensjonell produksjon. Ved økologisk produksjon brukes det fargestoffer av naturlig opphav slik som rekeskall, alger, sopp og bakteriekulturer.

Det finnes ikke tilgjengelig informasjon om hvorvidt produktegenskapene til økologisk produsert laks avviker fra konvensjonell laks, men det kan tenkes at det kan foreligge ulikheter. Det er for eksempel kjent at fôrsammensetningen (f.eks. fettnivå/fettsyresammensetningen og pigmentnivå/pigmentkilde) og veksthastighet kan påvirke egenskaper som smak, tekstur, lukt og farge.

Målet for prosjektet var derfor å kartlegge råstoffegenskaper hos økologisk produsert laks sammenlignet med laks produsert på en konvensjonell måte.

2 Material og metode

2.1 Fisk og lokaliteter

Fisken ble satt ut i sjøen høsten 2009 på lokaliteter i hhv. Midt- og Nord-Norge, og slaktet i begynnelsen august 2011 (oppdretter A) og slutten av september 2011 (oppdretter B). Fra hver bedrift ble det levert fileter fra to vektklasser som vist i tabell 1.

Tabell 1 Uttak av konvensjonell og økologisk laks

	Konvensjonell laks		Økologisk laks	
	Oppdretter A	Oppdretter B	Oppdretter A	Oppdretter B
3-4 kg	17 fileter	17 fileter	17 fileter	17 fileter
5-6 kg	17 fileter	17 fileter	17 fileter	17 fileter
Antall	34 fileter	34 fileter	34 fileter	34 fileter

2.2 Kjemisk sammensetning

Kjemisk sammensetning av NKS (Kjeldahl råprotein, aminosyrer, totalfett, fettsyresammensetning og aske) ble analysert av BioLab, Bergen. I prosjektet skulle vi bestemme innholdet av hydroksyprolin som kan være av betydning for bindevev/tekstur. Da bestemmelse av hydroksyprolin medfører analyse av flere aminosyrer, er disse også rapportert. pH ble målt direkte i fiskemuskel ved hjelp av en muskelelektrode (Schott pH-elektrode, Blueline 21, Tyskland) og temperaturføler (TFK 235, WTW, Tyskland) koblet til et pH-meter (330i, WTW, Tyskland).

2.3 Farge og pigment

Fargen (SalmoFan) ble bestemt fotometrisk i NKS ved hjelp av utstyr utviklet av PhotoFish som beskrevet av Folkestad m.fl. (2008), og kjemisk pigment ble analysert av BioLab, Bergen. SalmoFan er en vanlig måte å måle fargeintensitet hos laksefisk, og har en fargeskala som går fra 20 til 34 hvor rødfargeintensiteten øker med stigende verdier.

Fôrpigmentene i den økologiske fisken stammet fra to ulike kilder, hhv Phaffia (oppdretter A) og Panaferd (oppdretter B). Ulike analysemetoder ble benyttet for å bestemme kjemisk mengde karotenoider i muskelen. Fritt astaxanthin (mg/kg) er rapportert for den konvensjonelt produserte fisken, samt den økologiske fisken som er fôret med pigment fra Phaffia. Astaxanthin og sum identifiserte karotenoider er rapportert for den økologiske fisken som er fôret med Panaferd (mg/kg).

2.4 Vannbindingsevne

10-15 gram muskel fra forkanten av ryggfinnen ble veid inn på et vannabsorberende cellulosepapir med en strie av perforert nylon mellom matten og muskelen for å hindre klebing. Muskel og matte ble lagt i en lynlåspose (14 x 8 cm), på kjølerom v/4 °C i 3 dager.

Væsketapet ble beregnet ved å veie matten før og etter lagring som forklart av Mørkøre m.fl. (2007).

2.5 Tekstur og industritest

Instrumentell teksturmåling ble utført ved sidelinjen i forkant av ryggfinnen ved kompresjonsanalyse med Texture Analyzer TA.XT2 (SMS Ltd., Surrey, England) med en probe på 12,7 millimeter i diameter. Hastigheten ble satt til 1 mm/sek og 90 % nedtrykk. Kraften (Newton) brukt for å trenge 60% gjennom fileten er rapportert. Denne parameteren viser godt samsvar med sensorisk oppfattet fasthet.

Industritesten ble utført i henhold til FHF's brosjyre "Veiledning til bedømmelse av tekstur i laksefilet" (FHF, 2009).

Gaping/filetspalting ble målt før- (Andersen m.fl, 1994) og etter håndtering. Filetene ble scoret på en skala fra 0 til 5 hvor score 0 er ingen spalting, og score 5 er ekstrem spalting.

Elastisitet/spenst er et mål på om fileten vender tilbake til opprinnelig form etter å ha blitt bøyd dobbelt på bordet (hale til frempart av filet). Filetene ble scoret på en skala fra 0 til 2 hvor score 0 indikerer en elastisk filet som rettet seg ut raskt, og score 2 en filet som forblir sammenbrettet.

Fingertesten gir et uttrykk for bløtheten i fileten. En finger med ca 1 kg trykk ble presset ned i fileten under ryggfinnen i to sekunder. Filetene ble scoret på en skala fra 0 til 2 hvor score 0 indikerer en fast filet hvor overflaten ble gjenopprettet etter kort tid, og score 2 en bløt filet hvor fingeren trengte gjennom fileten.

2.6 Sensorisk bedømmelse

Et panel av 11 personer trent i å bedømme fisk for intensiteten av forskjellige egenskaper, bedømte laksene etter standardisert sensorisk metode (ISO 6564: 1985(E)). Fiskefiletene ble skåret opp i ca. 3 cm tykke biter, og vakuumpakket. Prøvene ble oppbevart på kjølerom til neste dag da prøvene skulle bedømmes. Fisken ble varmebehandlet i kombidamper på 80 grader i 11 minutter og servert varme i randomisert rekkefølge.

I alt 21 sensoriske egenskaper ble benyttet og fisken ble bedømt for lukt, utseende, smak og tekstur. Egenskapene ble bedømt på en skala fra 1-9 hvor 1 er ingen intensitet og 9 er tydelig intensitet.

Tabell 2 Sensoriske egenskaper bedømt av trent panel ved Nofima, Ås

Egenskap			
Lukt	Smak	Utseende	Tekstur
Fersk*	Fersk*	Fargestyrke	Hardhet/fasthet
Metall	Metall	Fargetone	Saftighet
Sjø	Sjø	Hvithet	Fethet
Fiskeolje	Fiskeolje		Grovhet
Vegetabilskolje	Vegetabilskolje		
Harsk	Harsk		
	Bitter		
	Emmen		
	Ettersmak		

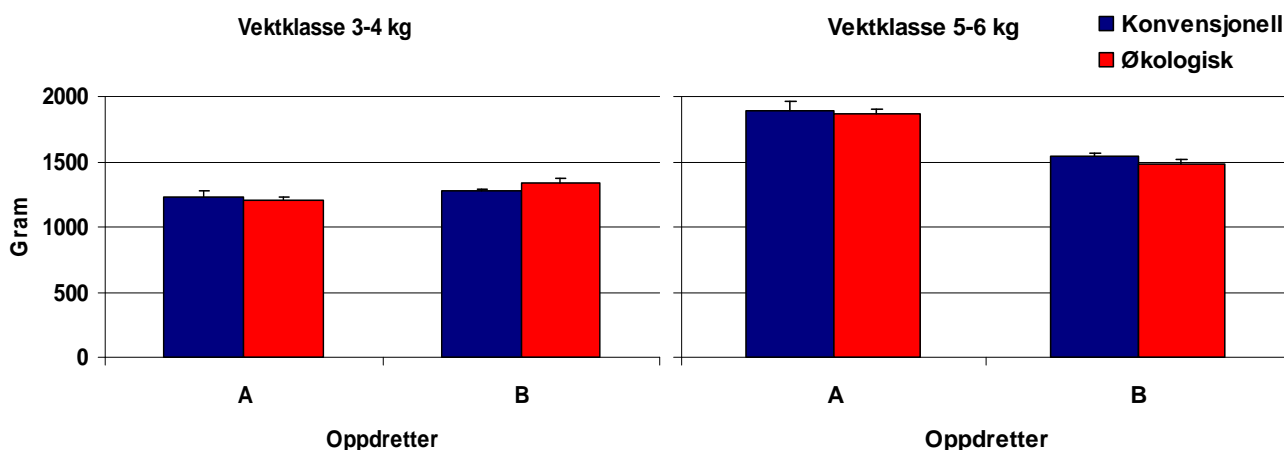
* Frisk, sur/søt lukt og smak

3 Resultater

3.1 Filetering og trimming

Fisken fra anlegg A og anlegg B ble filetert på ulike tidspunkt post mortem (hhv. pre- og post-rigor). Alle filetene ble analysert 6 dager etter slakting. Grunnet stor variasjon i filetvekt i gruppe B, 3-4 kg, ble de største og minste filetene tatt ut av datasettet for å sikre likt sammenligningsgrunnlag (n=7/gruppe).

Årsaken til vektforskjellen i filetvekt mellom oppdrettere er ulik trimmingsgrad på filetene.



Figur 1 Grafen til venstre viser gjennomsnittlig filetvekt i vektklasse 3-4 kg, og grafen til høyre viser filetvekten i vektklasse 5-6 kg. Usikkerheten for middeltallet er påtegnet søylene

3.2 Kjemisk sammensetning

Kjemisk sammensetning ble målt i kvalitetssnittet, og pH målt i forkant av ryggfinneren. Resultatene for oppdretter A og B er slått sammen ettersom det ikke var noen forskjeller i kjemisk sammensetning mellom disse gruppene. Proteininnholdet lå som forventet på 20% for alle gruppene, og fettinnholdet varierte mellom 14,1 og 15,1 som er innenfor normalt område. Askeinnholdet var på ca 1% og tørrstoff på ca 35,5%. pH var signifikant høyere i de økologiske gruppene, hvilket tyder på at den økologiske laksen hadde lavere glykogennivå i muskelen mens den levde, og derav mindre laktat (melkesyre) i muskelen etter avliving og lagring.

Tabell 3 Kjemisk sammensetning (%) i NKS, og pH ved ryggfinne i fersk laksefilet

	3-4 kg		5-6 kg	
	Konvensjonell	Økologisk	Konvensjonell	Økologisk
Protein	20,0±0,2	20,0±0,3	20,1±0,2	20,2±0,8
Fett	14,8±1,2	14,1±1,4	15,1±1,0	14,4±2,0
Aske	1,0±0,1	1,2±0,1	1,1±0,0	1,1±0,0
Tørrstoff	35,7±1,4	35,3±1,1	36,3±0,8	35,6±1,2
pH	6,26±0,01	6,35±0,02*	6,17±0,02	6,26±0,03*

* signifikant forskjellig (p<0.05)

3.3 Aminosyrer

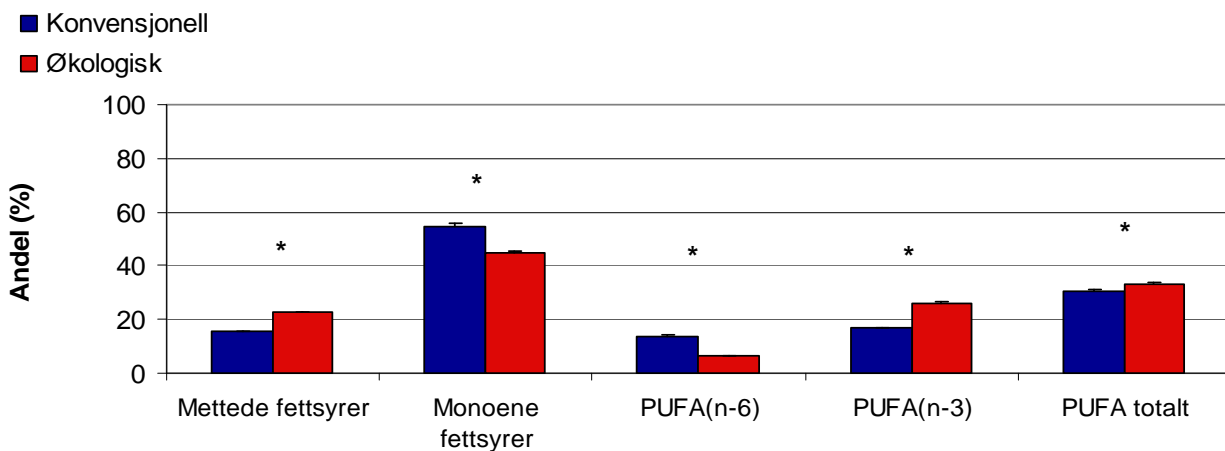
Tabell 4 Aminosyrer analysert i NKS

	3-4 kg		5-6 kg	
	Konvensjonell	Økologisk	Konvensjonell	Økologisk
Asparginsyre	1,77±0,01	1,82±0,09	1,80±0,06	1,83±0,07
Glutaminsyre	2,48±0,02	2,56±0,15	2,49±0,09	2,57±0,11
Hydroxyprolin	0,05±0,00	0,05±0,01	0,04±0,01	0,03±0,00
Serin	0,74±0,02	0,76±0,04	0,74±0,01	0,75±0,04
Glycin	0,98±0,01	0,99±0,04	0,95±0,02	0,95±0,02
Histidin	0,66±0,01	0,66±0,03	0,66±0,01	0,67±0,03
Arginin	1,19±0,02	1,19±0,04	1,16±0,04	1,21±0,07
Treonin	0,84±0,01	0,86±0,04	0,85±0,02	0,87±0,04
Alanin	1,20±0,00	1,22±0,04	1,19±0,01	1,15±0,02
Prolin	0,64±0,01	0,64±0,02	0,63±0,02	0,62±0,02
Tyrosin	0,69±0,02	0,69±0,01	0,70±0,01	0,74±0,05
Valin	1,01±0,02	1,01±0,04	1,01±0,03	1,02±0,05
Metionin	0,61±0,01	0,62±0,02	0,61±0,02	0,62±0,03
Isoleucin	0,91±0,01	0,91±0,03	0,91±0,03	0,92±0,03
Leucin	1,26±0,02	1,27±0,06	1,26±0,04	1,28±0,06
Fenylalanin	0,81±0,01	0,81±0,03	0,81±0,02	0,82±0,05
Lysin	1,66±0,02	1,71±0,08	1,67±0,05	1,72±0,08

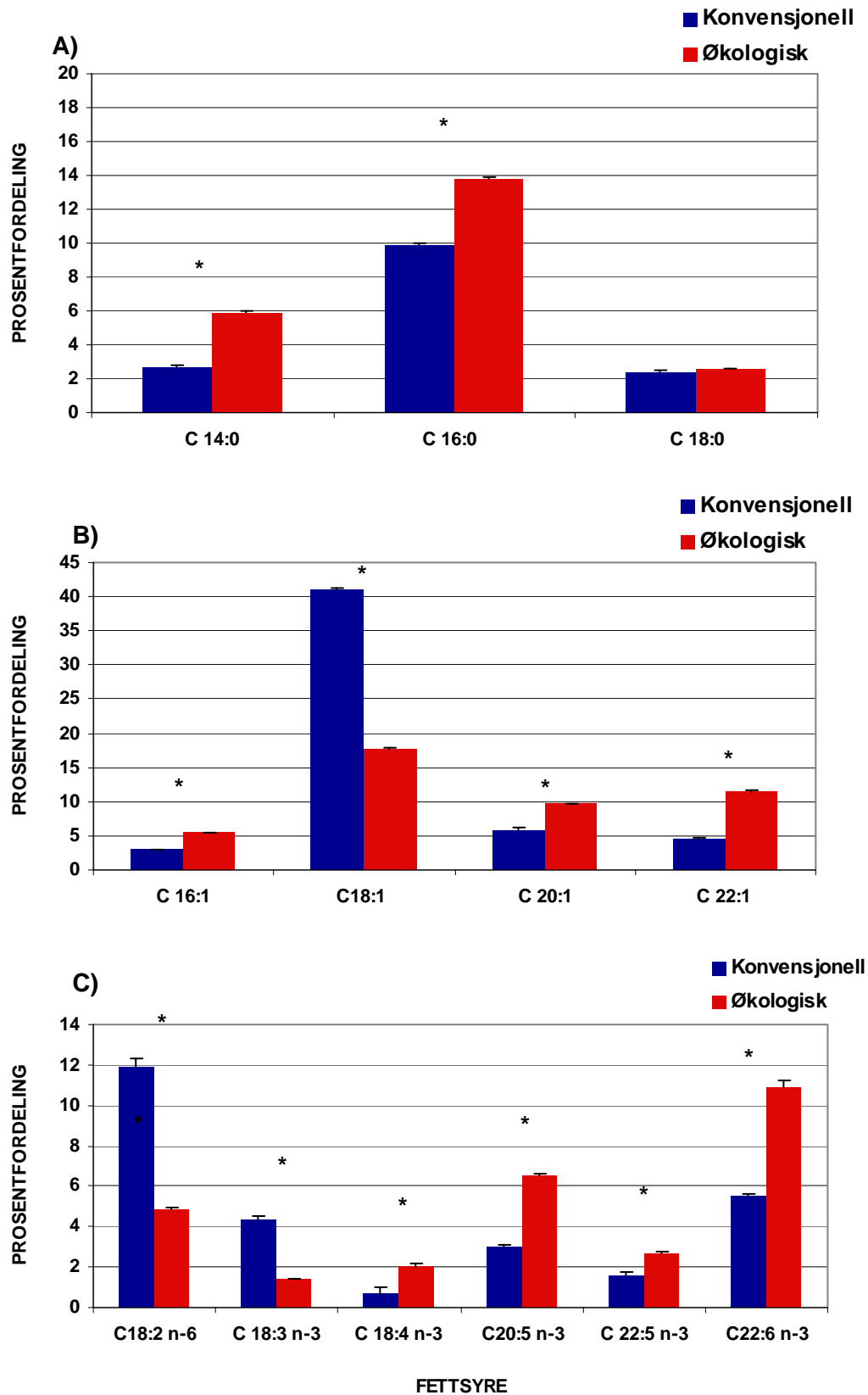
Det var ingen signifikante forskjeller i hydroxyprolin mellom økologisk og konvensjonelt produsert laks, selv om nivået var noe lavere i den store vektclassen. Ettersom analyse av hydroxyprolin innebærer analyse av flere aminosyrer, er disse også tatt med i rapporten. Ingen av de analyserte aminosyrene var signifikante forskjellige mellom økologisk og konvensjonell laks.

3.4 Fettsyresammensetning

Fettsyreprofilen var nærmest identisk for de to vektclassene produsert hhv. økologisk og konvensjonelt. Resultatene er derfor vist som gjennomsnitt for begge vektclasser. Det var signifikante forskjeller ($p < 0,05$) i alle fettsyregruppene mellom økologisk og konvensjonelt produsert laks. Den økologiske fisken hadde mer av lange flerumettede fettsyrer som er karakteristiske for marin fisk og likeledes fremgår det av figurene at den konvensjonelle fisken hadde en fettsyreprofil karakteristisk for planteoljer. Enkelte fiskearter i Nordatlanten har en høy andel av C16:0 (10-20%), og loddeolje er spesielt rikt på 22:1 n-11, som også var høyere i den økologiske fisken. C18:1 n-9 og C18:2 n-6 er typisk for vegetabiliske oljer fra for eksempel raps/canola mens n-3 fettsyrene hovedsakelig er EPA (22:5 n-3) og DHA (22:5 n-3) som stammer fra marine oljer.



Figur 2 Fettsyreprofil, hovedklasser av fettsyregrupper. Usikkerheten for middeltallet er påtegnet søylene



Figur 3 A) Mettede fettsyrer B) Monoene fettsyrer C) Flerumettede fettsyrer. Usikkerheten for middeltallet er påtegnet søylene

3.5 Farge og pigment

3.5.1 Kjemisk analysert pigment

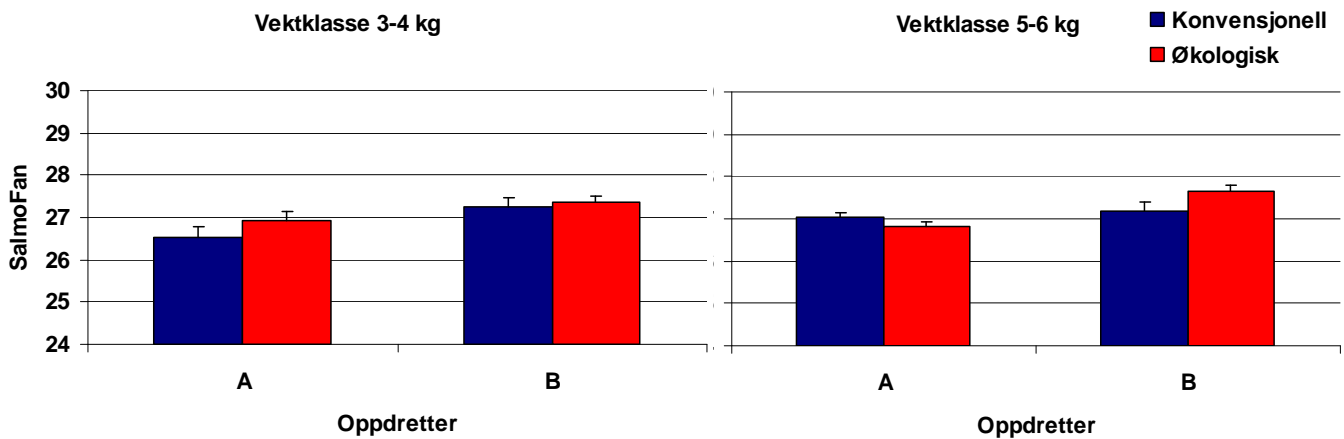
Pigmentene i fôret stammet fra to ulike kilder. Det ble benyttet hhv. Phaffia (oppdretter A) og Panaferd (oppdretter B). Det var noe høyere nivå av karotenoider i den økologiske sammenlignet med den konvensjonelt produserte fisken.

Tabell 5 Karotenoider i NKS

	Oppdretter A		Oppdretter B	
	Konvensjonell	Økologisk	Konvensjonell	Økologisk
3-4 kg				
Karotenoider	6,1	7,2	6,2	7,3
Hvorav astaxhantin	6,1	7,2	6,2	4,6
5-6 kg				
Karotenoider	6,8	7,3	6,5	8,1
Hvorav astaxantin	6,8	7,3	6,5	4,6

3.5.2 SalmoFan

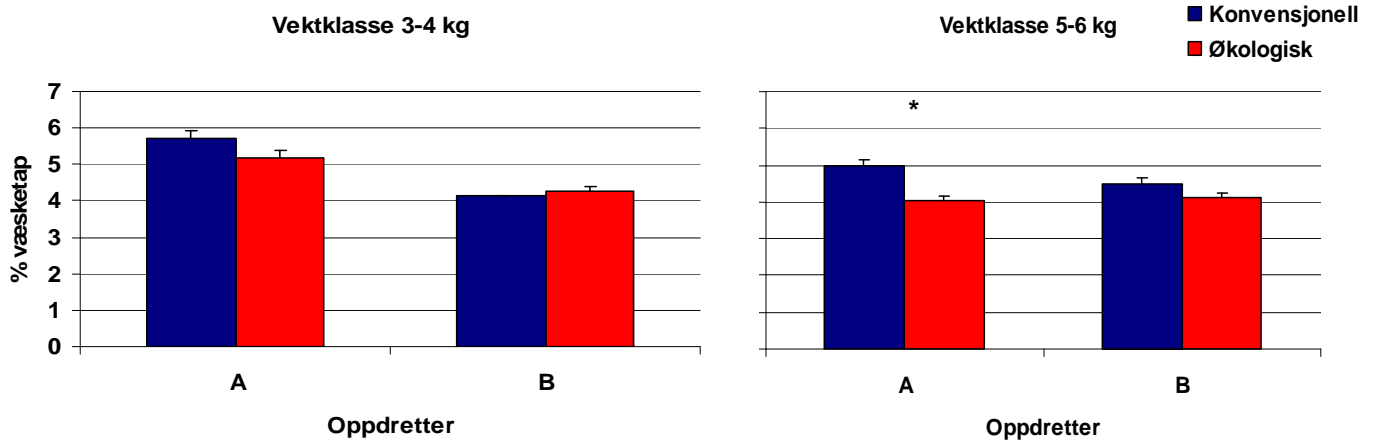
Individfargeverdiene er basert på SalmoFan. Forskjellene var ikke statistisk sikre, men det var en tendens til at den økologisk produserte laksen hadde en rødere farge sammenlignet med den konvensjonelt produserte laksen.



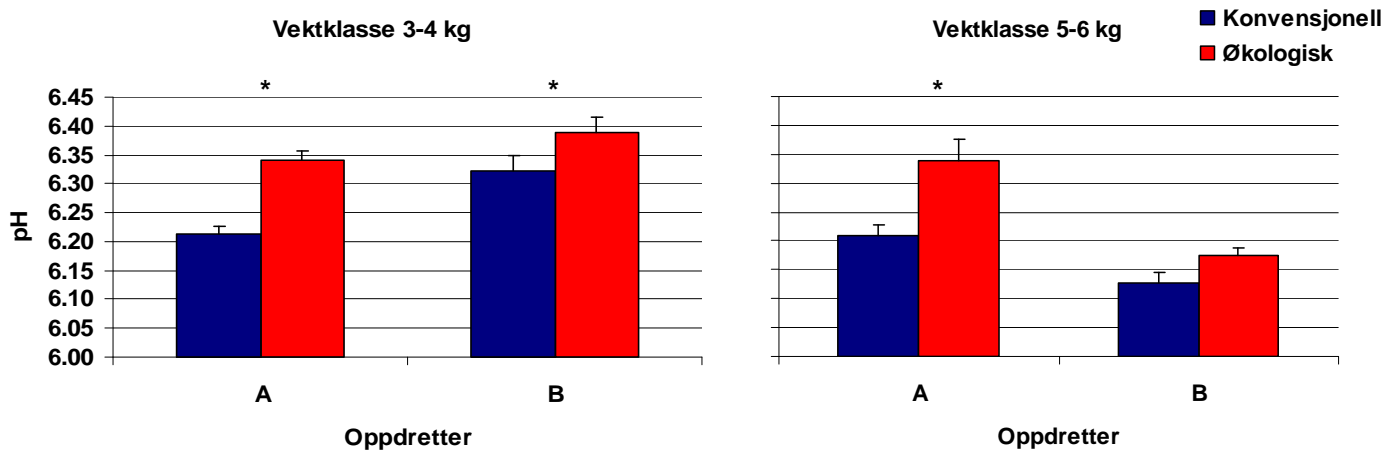
Figur 4 Rødfarge i laksefileter vist etter skalaen til SalmoFan. Usikkerheten for middeltallet er påtegnet søylene

3.6 Vannbindingsegenskaper

Væsketap etter tre dagers lagring var lavere for den økologiske laksen fra oppdretter A i vektklasse 5-6 kg. De resterende gruppene var ikke statistisk sikre, men det var en klar tendens til bedret vannbindingsevne hos den økologiske fisken. Bedre vannbindingsevne sammenfaller forøvrig med høyere pH hos den økologiske fisken.



Figur 5 Væsketap etter tre dagers kjørelagring. Resultatene er presentert som vekt tap i % av opprinnelig muskelvekt

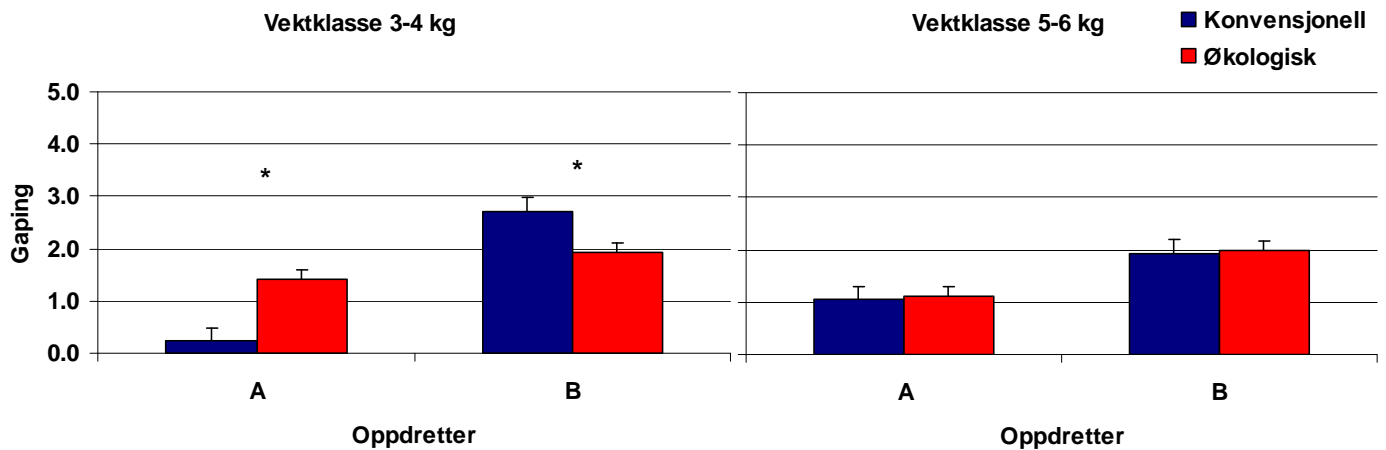


Figur 6 pH verdi i laksefilet 6 dager etter slakt

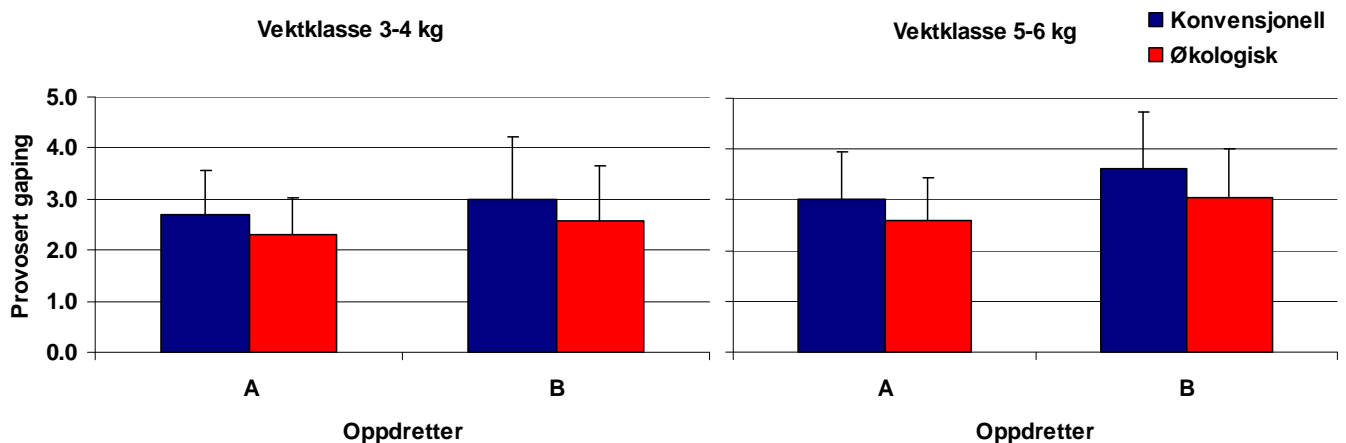
3.7 Tekstur og industritest

3.7.1 Gaping før og etter håndtering

Filetspalting registrert før håndtering viste ingen systematisk variasjon mellom gruppene. Noe fisk, spesielt de konvensjonelle fiskene i vektklasse 3-4 kg hadde relativt høy gaping-score på 2,6 i gjennomsnitt. Provosert gaping etter håndtering gav ingen signifikante forskjeller, men det var en tendens til noe mindre spalting i den økologiske fiskegruppen.



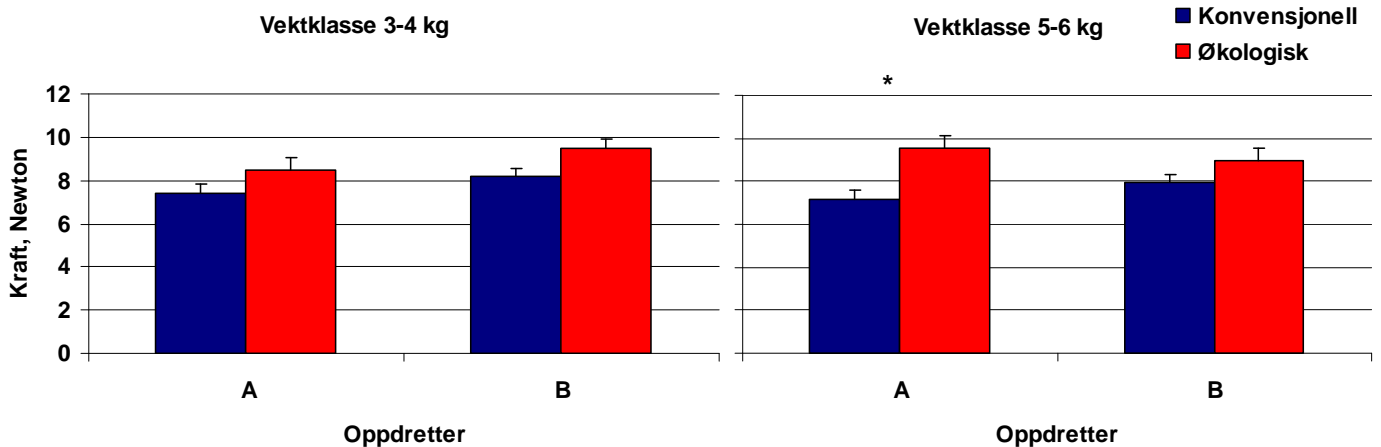
Figur 7 Filetspalting før håndtering. Usikkerheten for middeltallet er påtegnet søylene



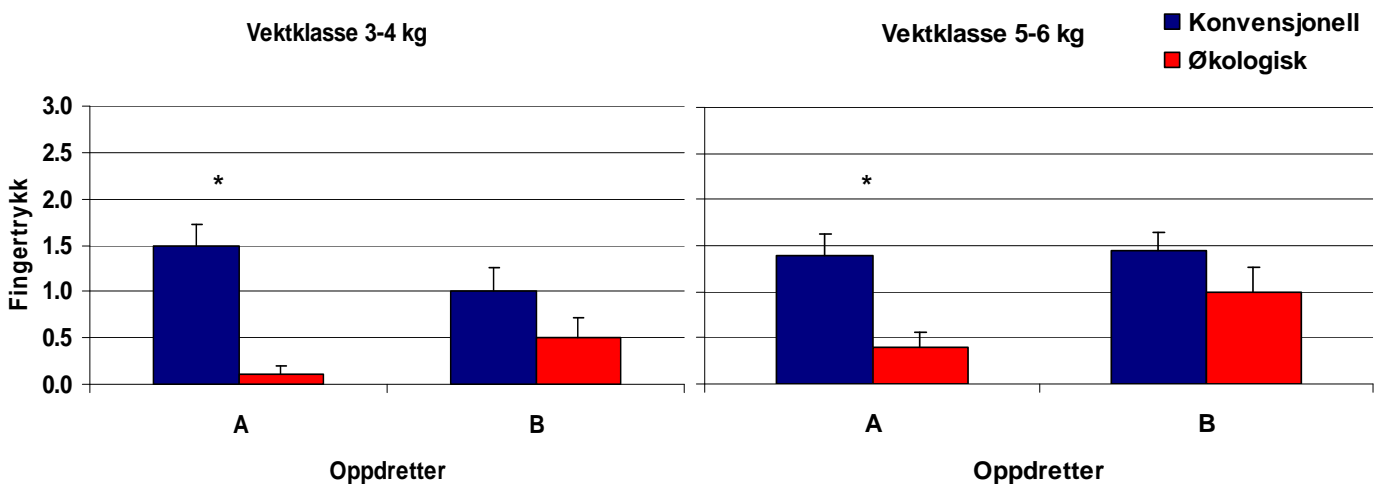
Figur 8 Filetspalting etter håndtering. Usikkerheten for middeltallet er påtegnet søylene

3.7.2 Instrumentell tekstur og fingertest

Det var samsvarende resultater på instrumentell tekstur og fasthet målt ved å trykke fingeren inn i fileten (fingertesten). Den økologisk produserte fisken var konsekvent fastere i fileten sammenlignet med den konvensjonelt produserte fisken. For laksen tilhørende vektklasse 5-6 kg fra oppdretter A var forskjellen statistisk signifikant. Ved fingertesten var de økologiske filetene fra A signifikant fastere uavhengig av fiskestørrelse. Det må imidlertid bemerkes at all fisken hadde tilfresstillende fasthet.

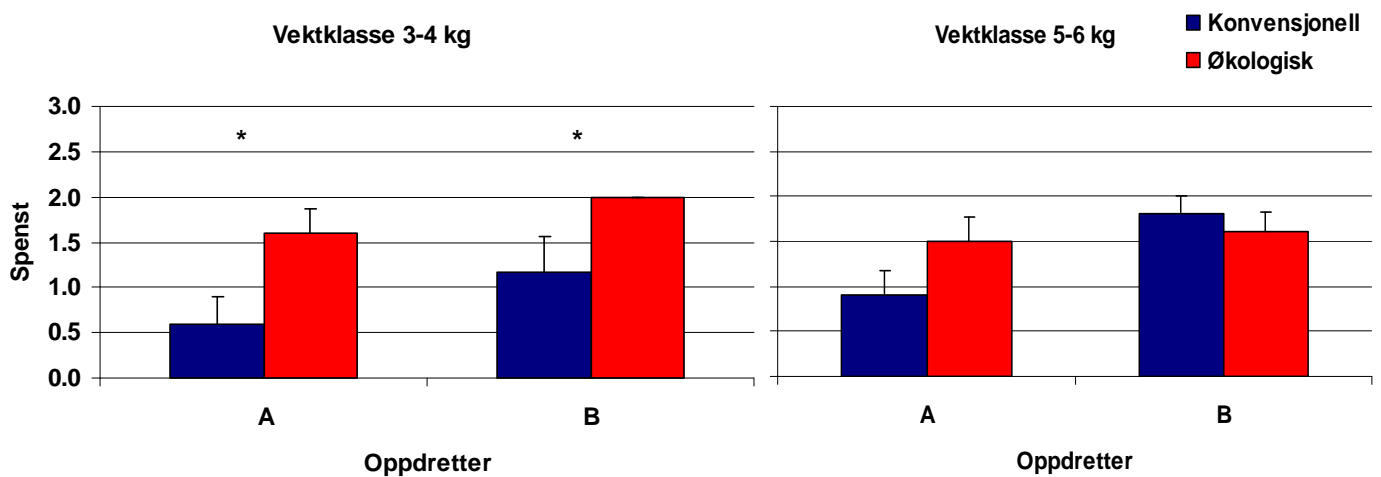


Figur 9 Instrumentell tekstur vist som kraft, N, for å trenge 60% ned i fileten



Figur 10 Figuren illustrerer bløthet i fileten ved at en finger med 1 kg trykk ble presset ned i fileten. Score 0= ikke varig avtrykk, score 1=varig avtrykk, score 2= fingeren glir rett gjennom fileten og spalter muskelen

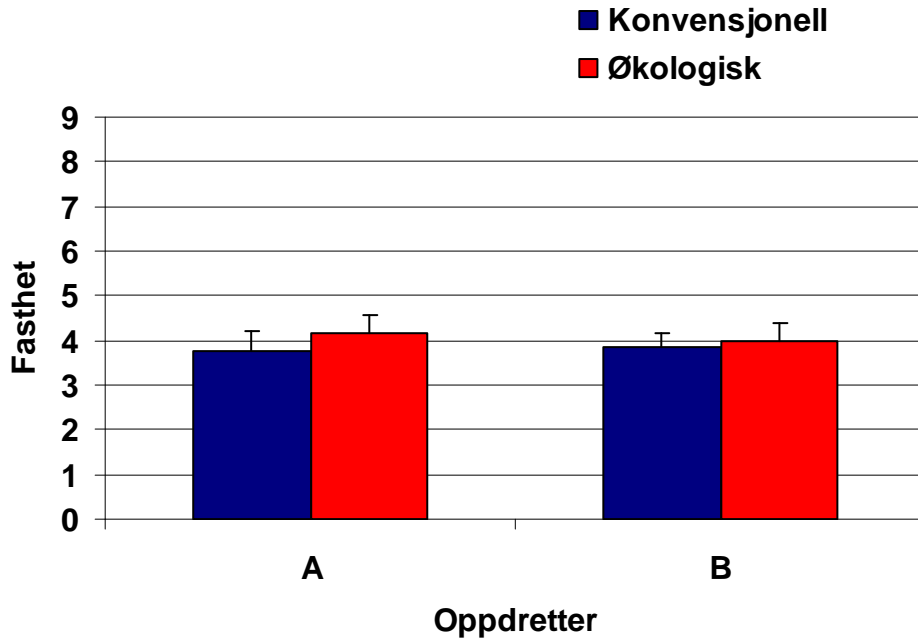
Den økologiske fisken viste en tendens til å være mindre elastisk ved spenst-testen. Forskjellen mellom den økologiske og den konvensjonelle laksen var statistisk sikker for vektklasse 3-4 kg.



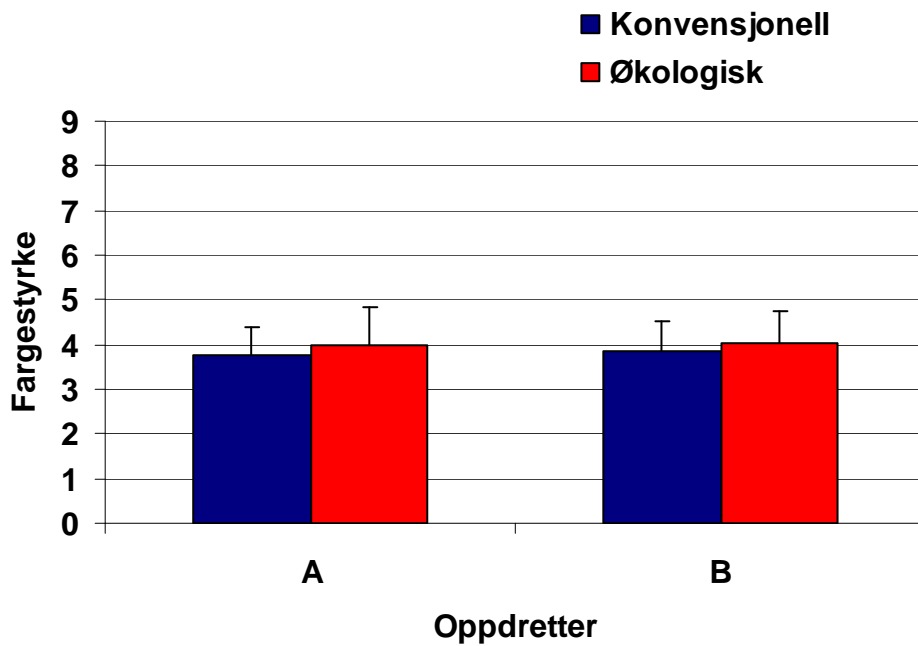
Figur 11 Figuren viser hvor raskt en "brettet" laksefilet vender tilbake til opprinnelig form. Score 0= elastisk; fileten folder seg raskt tilbake, score 1= noe elastisk; fileten folder seg tilbake, score 2= uelastisk; fileten forblir foldet.

3.8 Sensorikk

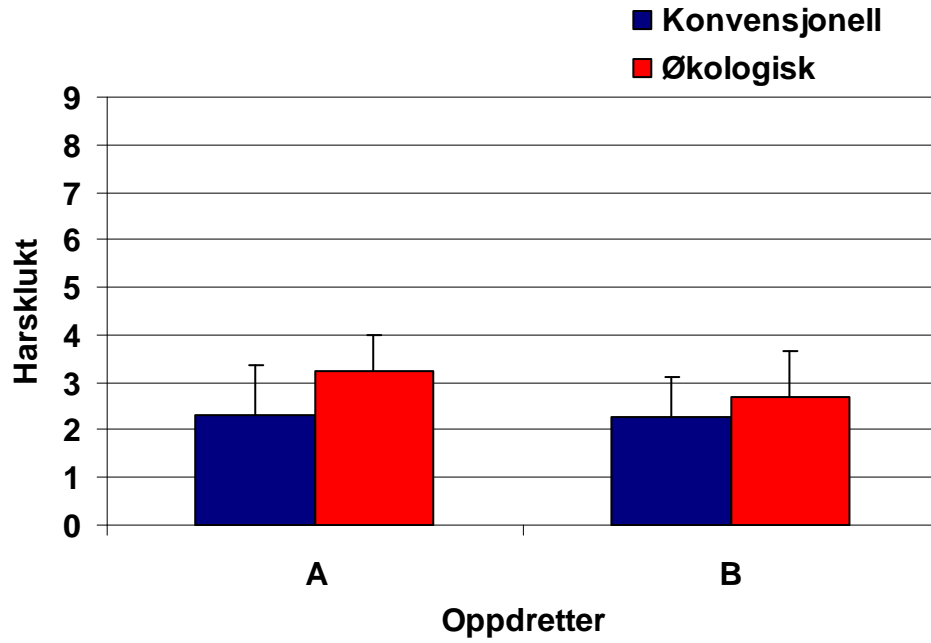
De sensoriske analysene viste en tendens til at den økologiske hadde en noe sterkere rødfarge og fastere tekstur, som sammenfaller med de kjemiske, fotometriske og instrumentelle målingene. Harsk lukt var noe mer fremtredende hos den økologiske fisken, mens den luktet noe mindre av fiskeolje. Det presiseres imidlertid at disse parameterne lå på et lavt nivå, og ingen av gruppene kan karakteriseres som harske. Resultatene sammenfaller med det høyere innholdet lange umettede fettsyrekjeder som finnes i marine oljer, hvilket kan føre til en raskere oksidering av fettsyrene hos den økologiske fisken, og muligens noe kortere holdbarhet sammenlignet med konvensjonell fisk.



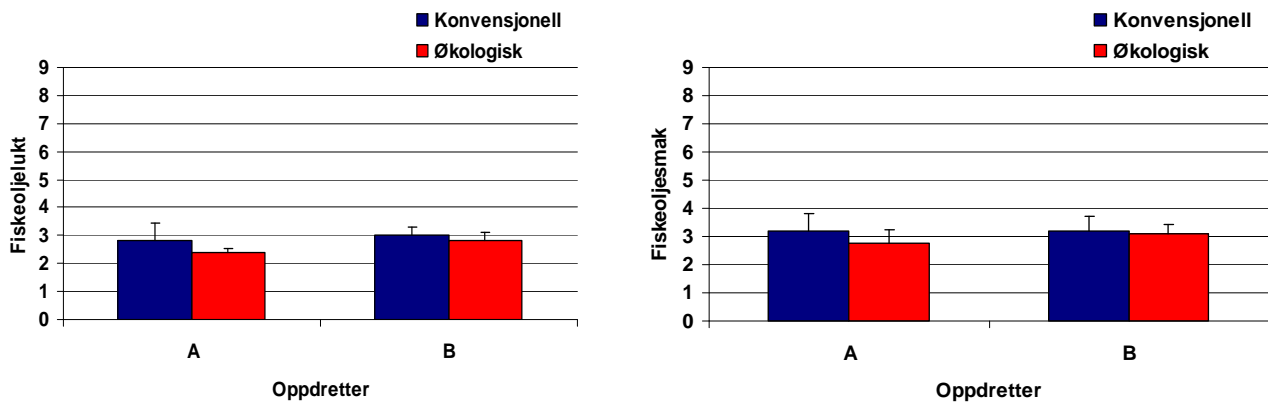
Figur 12 Fasthet i laksefilet etter varmebehandling målt av trent sensorisk panel (\pm st. avvik)



Figur 13 Rød fargestyrke etter varmebehandling målt av trent sensorisk panel (\pm st. avvik)



Figur 14 Figuren til venstre viser harsk lukt etter varmebehandling målt av trent sensorisk panel (\pm st. avvik)



Figur 15 Figuren til venstre viser fiskeoljelukt, og figuren til høyre viser fiskeoljesmak etter varmebehandling målt av trent sensorisk panel (\pm st. avvik)

4 Konklusjon

Den økologiske laksen var fastere og rødere i kjøttet, væsketapet ved lagring var lavere og innholdet av de gunstige flerumettede fettsyrene EPA og DHA var høyere enn i den konvensjonelle laksen. Disse egenskapene taler i favør av den økologiske laksen, men videre studier bør avdekke om økologiske laksen har tilsvarende lagringsdyktighet som dagens konvensjonelle laks, eller om et høyt nivå av EPA og DHA medfører kortere holdbarhetstid ved is- eller frysing. Ettersom pigmenttypen i økologisk laks kan være forskjellig fra pigmenttypen i konvensjonell laks, bør en også holde et øye med fargeutviklingen i økologisk laks ved lagring av rå filet, og fargeutvikling etter for eksempel røyking og videre lagring av ferdige produkter. Dette forprosjektet har tatt for seg fisk slaktet i et relativt kort tidsvindu, og gir et bilde av hvordan kvaliteten på fisken var i en gitt periode. I fremtidige studier vil det kunne være interessant å følge sammenlignbare grupper av økologisk- og konvensjonelt produsert laks over tid for å kartlegge om det er variasjon i kvalitet som følge av biologiske samt sesong/miljømessige variasjoner.

5 Referanser

- Andersen, U. B., Strømsnes, A. N., Steinsholdt, K., & Thomassen, M. (1994). Fillet gaping in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, 8, 165-179.
- FHF. (2009). Veiledning til bedømmelse av tekstur i laksefilet. Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond.
http://www.fiskerifond.no/files/projects/attach/kvalitetsbrosjyre_laks_medres-12022010.pdf
- ISO (1985). Sensory analysis - Methodology- Flavour profile methods ISO 6565:1985 (E). Switzerland, Geneva: The International Organization for Standardization.
- Folkestad, A., Wold, J. P., Rørvik, K. A., Tschudi, J., Haugholt, K. H., Kolstad, K. et al. (2008). Rapid and non-invasive measurements of fat and pigment concentrations in live and slaughtered Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 280, 129-135.
- Mørkøre, T., Netteberg, C., Johnsson, L., & Pickova, J. (2007). Impact of dietary oil source on product quality of farmed Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture*, 267, 236-247.



ISBN 978-82-7251-941-3 (trykt)
ISBN 978-82-7251-942-0 (pdf)
ISSN 1890-579X