

# Genetisk bakgrunn er av betydning for laksens evne til å opprettholde god helse ved lave nivå av EPA og DHA i fôret

Ulike laksefamilier, selektert for Høy eller Lav kapasitet til produksjon av EPA og DHA, ble fôret med henholdsvis 0,9% til 5,4 % EPA og DHA i fôret i tidlige livsfaser og 1% EPA og DHA i siste fase i sjø fra 500 g til slaktestørrelse på 4 kg. Resultater fra prosjektet tyder på at et samspill mellom genetisk bakgrunn og fôrsammensetning i ulike livsfaser er av stor betydning for å oppnå god helse og kvalitet i seinere livsfaser.

## Problemstilling

Oppdrettsnæringen står overfor store utfordringer på grunn av begrenset tilgang på fiskeolje og de langkjedete omega-3-fettsyrene EPA og DHA til bruk i fiskefôr.

Laks har en naturlig, men begrenset evne til å omdanne den kortere omega-3-fettsyren 18:3 n-3 fra planteolje til de marine omega-3-fettsyrene EPA og DHA. Denne evnen er høyest før smoltifisering.

Prosjektets mål var å undersøke om genetiske forskjeller i evnen til EPA og DHA produksjon, og fôring med forskjellige nivåer av disse fettsyrene i tidlige livsfaser, kan påvirke laksens helse, kvalitet og innhold av EPA og DHA i filet når fisken når slaktestørrelse.

## Fiskens historie

Seks fullsøskengrupper av Atlantisk laks ble produsert fra foreldrefisk fra familier med Høyt eller Lavt uttrykk av genet  $\Delta 6$ -desaturase som koder for et nøkkelenzym i omdanningen fra 18:3 n-3 til EPA og DHA. Høy- og Lav-desaturase fullsøskengrupper ble gitt ulikt innhold av EPA og DHA i fôret (0,9 % til 5,4 %) fra de var 100 til 500 g størrelse.

Laks på ca 500 g med ulik genetisk bakgrunn og fôringshistorikk ble så overført fra kar på land til samlemerd i sjø. Fisken i denne fasen i sjø ble fôret med kun 1 % EPA og DHA fram til slaktestørrelse på ca 4 kg.

## Genetikk og/eller fôreffekt?

I løpet av 13 måneder i sjø, 3 av disse med temperaturer under 4 °C, vokste fisken fra 500 g til 4 kg. Kondisjonsfaktor var signifikant høyere i Lav-desaturase-gruppene enn Høy-desaturase gruppene både ved 500 g og 4 kg.

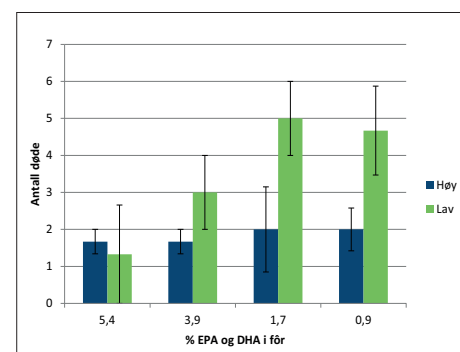
Sluttvekten var lik i alle forsøksgruppene, uavhengig av genetisk bakgrunn og tidligere fôring. Høy-desaturase-gruppene hadde lavest vekstrate i vekstperioden fra 100 til 500 g, men høyeste vekstrate i sjø fra 500 g til 4 kg.

## Dødelighet

Total dødelighet var 7 % i løpet av de 13 månedene fisken tilbrakte i sjøen. Det meste av dødeligheten kom i løpet av de tre første månedene rett etter utsett i sjø og med vanntemperaturer under 4 °C. Dødeligheten hadde et tydelig mønster, med signifikant høyere dødelighet i Lav-desaturase-gruppene enn i Høy-desaturase gruppene. Dødeligheten var høyest hos fisk som hadde fått fôr med lavt innhold av EPA og DHA i tidligere livsfase før utsett i sjø (Figur 2).



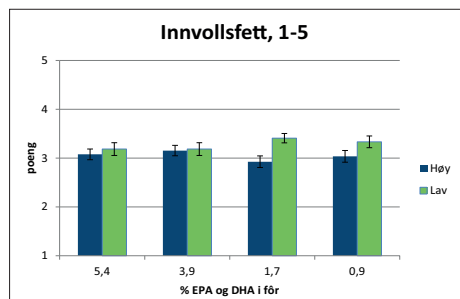
Figur 1. Forsøksfiskene ble holdt fram til slaktestørrelse.



Figur 2. Gjennomsnittlig antall døde fisk i alle forsøksgrupper etter 13 måneder i sjø.

## Innvollsfett

Mengde innvolls fett ble gradert etter en skala fra 1 til 5, der 1 er minst og 5 er mest innvolls fett. Lav-desaturase-gruppene hadde størst mengde innvolls fett, særlig i de gruppene som hadde fått før med lav andel EPA og DHA i tidligere livsfase (Figur 3).



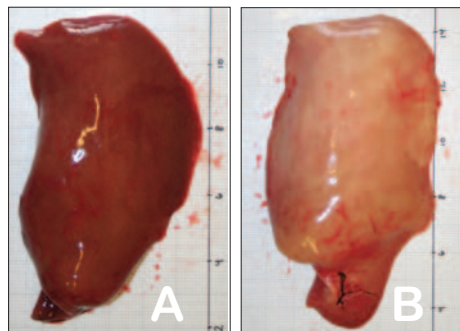
Figur 3. Mengde innvolls fett (skala 1-5) i fisk fra forskjellige forsøksgrupper.

## Fettlever

Fettlever er en tilstand der leverceller fylles opp med fettdråper. Dette gjør at cellene ikke klarer å utføre sine oppgaver like godt og kan føre til en betennelses-situasjon. Årsakene til fettlever er ikke fullt ut kjent, men faktorer som oksidativ stress og feilernæring er antagelig viktig. Levervekt var lik i de forskjellige forsøksgruppene, men Lav-desaturase-gruppene hadde en lysere leverfarge som kjenner tegner fettlever, Høy-desaturase gruppene hadde jevnt over en mørkere og mer normal farge (Figur 4).

## EPA og DHA i filet

Tidligere forsøk har vist at Høy-desaturase laks har høyere kapasitet til å omdanne korte omega-3-fettsyrer til EPA og DHA enn Lav-desaturase laks. Denne forskjellen i kapasitet mellom familier er tidligere vist kun i fisk føret med moderate nivå av planteolje i føret.



Figur 4. Lever med (A) mørk (normal) og (B) lys farge (fettlever).

\* Kamalam et al. (2013) *PLoS ONE* 8(10): e76570. doi:10.1371/journal.pone.0076570.

Tabell 1. Innhold av totalt fett (% av filet) og fettsyrer (% av alle fettsyrer) i ren filet fra laks med forskjellig genetisk bakgrunn og tidligere føring.

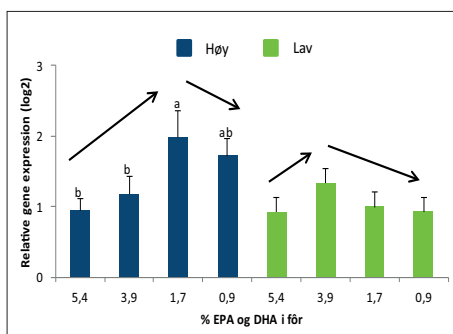
Tidligere før:	5,4% EPA og DHA		3,9% EPA og DHA		1,7% EPA og DHA		0,9% EPA og DHA	
	Høy	Lav	Høy	Lav	Høy	Lav	Høy	Lav
<b>Totalfett, %</b>	18,2 ± 0,2	17,6 ± 0,4	17,6 ± 0,4	18,2 ± 0,6	16,9 ± 0,5	17,8 ± 0,4	17,1 ± 0,4	17,6 ± 0,3
<b>18:1 n-9</b>	46,6 ± 0,06	46,4 ± 0,08	46,9 ± 0,07	46,7 ± 0,06	47,4 ± 0,06	47,4 ± 0,08	47,5 ± 0,07	47,4 ± 0,07
<b>18:2 n-6</b>	15,9 ± 0,06	15,7 ± 0,07	16,2 ± 0,07	15,9 ± 0,06	16,4 ± 0,09	16,1 ± 0,05	16,3 ± 0,06	16,1 ± 0,05
<b>18:3 n-3</b>	5,4 ± 0,06	5,2 ± 0,03	5,4 ± 0,06	5,2 ± 0,02	5,5 ± 0,05	5,3 ± 0,02	5,4 ± 0,06	5,3 ± 0,03
<b>20:5 n-3 (EPA)</b>	1,9 ± 0,03	2,1 ± 0,01	1,8 ± 0,03	2,0 ± 0,02	1,7 ± 0,02	1,8 ± 0,01	1,7 ± 0,02	1,8 ± 0,02
<b>22:5 n-3</b>	0,8 ± 0,01	0,9 ± 0,01	0,7 ± 0,01	0,8 ± 0,01	0,7 ± 0,01	0,7 ± 0,01	0,7 ± 0,01	0,7 ± 0,01
<b>22:6 n-3 (DHA)</b>	2,9 ± 0,04	3,0 ± 0,03	2,9 ± 0,06	2,9 ± 0,07	2,7 ± 0,04	2,7 ± 0,04	2,6 ± 0,04	2,6 ± 0,02

Da fisken i dette forsøket var 500 g, ble det observert lavere uttrykk av  $\Delta$  6-desaturase både ved ekstremt lave og ved ekstremt høye nivåer av EPA og DHA i før (Figur 5). Dette kan tyde på høyest kapasitet til egen produksjon av EPA og DHA i laks ved moderate nivåer av disse fettsyrene i før.

I laksens vekstfase fra 500 g til 4 kg ble fisken føret med meget høyt nivå av planteolje, og bare 1 % EPA og DHA i føret. Dette ga ingen forskjeller i nivået av EPA og DHA i fillet mellom de forskjellige gruppene i 4 kg fisk (Tabell 1). I gjennomsnitt inneholdt de ulike gruppene 4,6 % av totale fettsyre som EPA og DHA, dette tilsvarer 0,7 g/100gram filet. Tilsvarende resultater er funnet i regnbueørret selektert for å bli feit eller mager (\*Kamalam et al., 2013). Som vår Høy-desaturase-laks, har ørret selektert for endret fettfordeling (mindre innvolls fett). økt kapasitet til EPA/DHA-produksjon. Denne forskjellen mellom ørretfamilier kunne bare observeres ved moderate nivåer av planteolje i føret.

## Produktkvalitet

Resultatene viste at fileten fra fisk i alle grupper var av god kvalitet. All fisk hadde god fasthet. Det var ingen forskjell mellom grupper i filetform, gaping, evne til å binde vann, eller deponering av melanin i fileten.



Figur 5. Genuttrykk for  $\Delta$  6-desaturase i lever fra fisk fra forskjellige forsøksgrupper.

Fileter fra Høy-desaturase-gruppene scoret noe lavere på farge, men det var ingen forskjell i farge etter korreksjon for fettinnhold.

## Konklusjon

EPA og DHA er viktige fettsyrer for å få en frisk og robust fisk. Lave nivåer i føret til laks førte til høyere grad av fettlever og større mengde innvolls fett, og høyere dødelighet i kritiske perioder i Lav-desaturase-gruppene enn i Høy desaturase gruppene. Ved lave nivåer av EPA og DHA i før, kan våre data tyde på at en fisk med høyere genetisk kapasitet for å produsere EPA og DHA vil kompensere for noe av manglende inntak, muligens ved å sikre nivået av disse i sentrale organer.

## Samarbeidsprosjekt

Dette forsøket er del av et større samarbeidsprosjekt mellom Nofima, Salmo-Breed og BioMar. Prosjektet er finansiert av FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond). Prosjektet bygger på prosjektet, «Mot ei bærekraftig lakse-næring – Laks som netto produsent av omega-3-fettsyrer?», som er finansiert av Norges forskningsråd.

## Kontaktpersoner



Gerd Marit Berge:  
prosjektleder  
tlf: 934 17 481  
gerd.berge@nofima.no



Bente Ruyter:  
tlf: 64 97 04 74  
bente.ruyter@nofima.no



Tone-Kari Østbye:  
tlf: 64 97 03 84  
tone-kari.ostbye@nofima.no

100N

Januar 2015