

Kan størrelse ved overgang til sjøvann påvirke laksens kapasitet til å produsere omega-3 fettsyrene EPA og DHA?

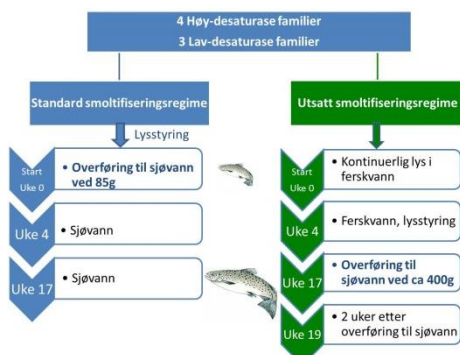
I dette prosjektet ønsket vi å se om laksens gode evne til å produsere EPA og DHA før smoltifisering kan bevares dersom smoltifisering blir utsatt. Et videre mål var å studere hvordan lipidmetabolismen i ulike laksefamilier, selektert for høy og lav desaturasekapasitet, responderer ved standard og utsatt smoltifiseringsstidspunkt.

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 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.

Vi ønsket å undersøke om det er mulig å bevare denne gode evnen til EPA og DHA produksjon ved å holde laksen lenger i ferskvann før overføring til sjøvann og videre om det er genetiske forskjeller i denne evnen mellom ulike laksefamilier.



Figur 1. Forsøksdesign. Fisk fra alle syv familier ble likt fordelt i to grupper. En gruppe ble holdt på kontinuerlig lys, mens den andre ble satt på et standard lysstyringsregime for å indusere smoltifisering. Ved 85 gram ble laksen som fulgte standard lysstyringsregime overført til sjøvann. Etter 17 uker ble gruppen med utsatt smoltifisering overført til sjø, etter et lysstyringsregime som skulle koordinere smoltifiseringsprosessen. Det ble tatt prøver av alle grupper ved start, etter 4 uker og etter 17 uker. To uker etter at gruppen med utsatt smoltifisering ble overført til sjøvann (19 uker etter forsøksstart), ble det tatt et siste uttak.

Ferskvann og sjøvann

Vi testet til sammen syv fullsøskengrupper der foreldrefisk var valgt ut fra familier med høyt eller lavt genuttrykk av enzymet $\Delta 6$ -desaturase, et nøkkelenzym i prosessen med å omdanne 18:3 n-3 til EPA og DHA.

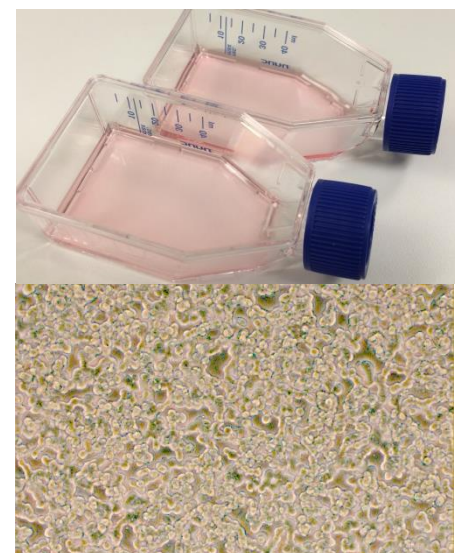
Fisk fra alle syv familier ble likt fordelt i to grupper. En gruppe ble holdt på kontinuerlig lys, mens den andre ble satt på et standard lysstyringsregime for å indusere smoltifisering (figur 1).

Fôringsforsøk ble startet da laksen som fulgte standard lysstyringsregime var klar for overføring til sjø ved 85 gram. Smoltifisert fisk ble satt ut i seks kar med saltvann, mens de som hadde gått på kontinuerlig lys ble satt i tilsvarende kar, fortsatt med ferskvann. Laksen ble gitt et fôr med 10% fiskeolje og 90% planteolje.

Prøver av alle grupper ble tatt ved start, etter 4 uker og etter 17 uker. Etter 17 uker ble gruppen med utsatt smoltifisering overført til sjø, etter et lysstyringsregime som skulle koordinere smoltifiseringsprosessen. To uker etter at denne gruppa var satt på sjø (19 uker etter forsøksstart), ble det tatt et siste uttak.

Cellestudier

Forsøk med leverceller i kultur ble brukt for å måle laksens kapasitet til produksjon av EPA og DHA (figur 2). Leverceller ble isolert fra alle gruppene ved start, etter 4 og 17 uker, og kun fra gruppen med utsatt smoltifisering etter 19 uker. Cellene ble deretter dyrket med radioaktivt merket α -linolensyre (18:n-3) i vekstmediet. Det ble så analysert hvor mye cellene hadde omdannet av α -linolensyre til EPA og DHA. Det vises her kun resultat fra uttaket etter 17 uker.



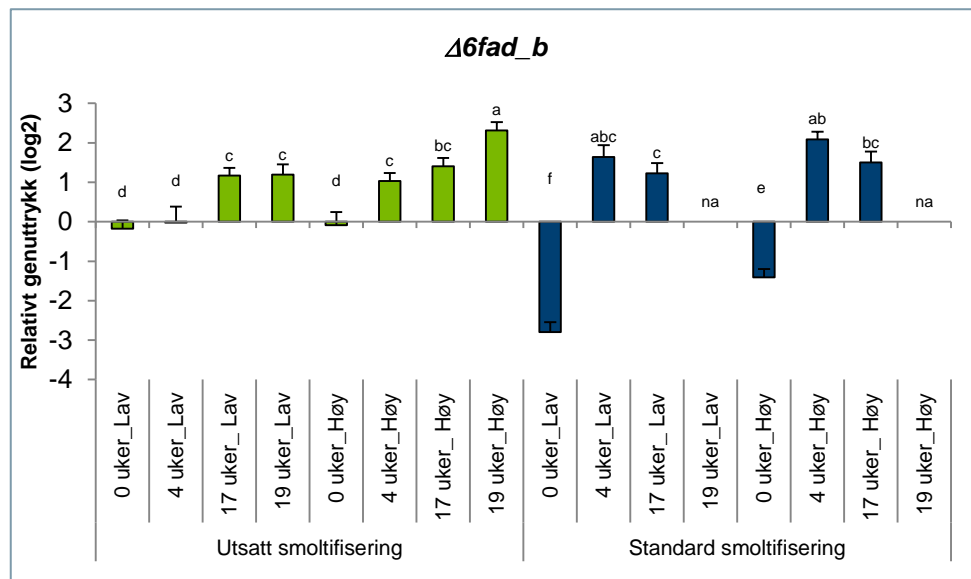
Figur 2. Kulturer av leverceller fra laks benyttet til å studere kapasiteten til produksjon av EPA og DHA i laks smoltifisert ved 85 gram (standard smoltifisering) og ved 400 gram (utsatt smoltifisering).

Genuttrykk i fisk

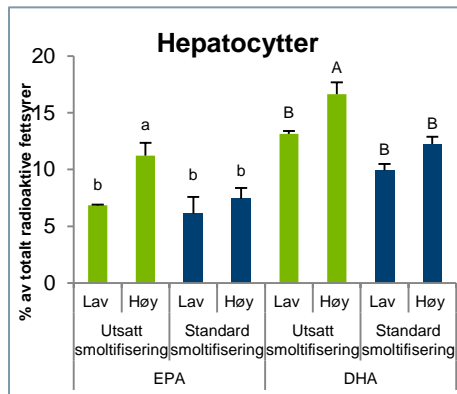
Gener involvert i syntesen av EPA og DHA ble påvirket av laksens tilpasning til saltvann (smoltifisering). Uttrykk av desaturasene ($\Delta 6fad_{a/b/c}$ og $\Delta 5fad$) og elongaser (*elov2*) så ut til å bli regulert av både lysstyring, utsett i sjø og alder. Høyest genuttrykk av $\Delta 6fad_b$ ble målt etter overføring til saltvann i Høy-desaturase familiene i gruppen med utsatt smoltifisering (smoltifisert ved ca. 400 gram) (figur 3). I denne gruppen økte genuttrykket av $\Delta 6fad_b$ fra før og til etter smoltifisering. Gruppen med standard smoltifisering (smoltifisering ved 85 gram) økte også genuttrykk av $\Delta 6fad_b$ etter overføring til saltvann, men viste tendens til fallende genuttrykk etter 17 uker i saltvann.

Kapasitet til syntese av EPA og DHA

Laksens kapasitet til å syntetisere EPA og DHA ved ca. 400 gram (17 uker etter forsøksstart) var høyest i Høy-desaturase familiene i gruppen med utsatt smoltifisering (figur 4). Resultatene tyder på at i Høy-desaturase familiene kan kapasitet til EPA og DHA syntese i tidlige livsfaser opprettholdes ved å holde laksen i ferskvann til 400 g før smoltifisering.



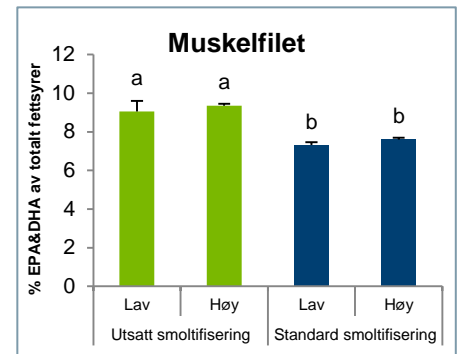
Figur 3. Relativt genuttrykk av $\Delta 6fad_b$ i lever fra laks (ca. 400 gram) ved fire ulike tidspunkter (0 uker, 4 uker, 17 uker og 19 uker) under smoltifisering. I gruppen med utsatt smoltifisering viser både Lav- og Høy-desaturase familiene økende genuttrykk av $\Delta 6fad_b$ under smoltifiseringen. Høyest genuttrykk i denne gruppen har Høy-desaturase familiene etter smoltifisering og overføring til sjø (17 uker). I gruppen med standard smoltifisering øker genuttrykket av $\Delta 6fad_b$ etter overføring til sjø (4 uker). Høy: «Høy-desaturase» familier; Lav: «Lav-desaturase» familier. Verdiene er vist med standardfeil (SEM). Ulike bokstaver viser signifikante forskjeller. na: ikke analysert.



Figur 4. Laksens kapasitet til å syntetisere EPA og DHA ved ca. 400 gram (17 uker), målt ved inkubering av isolerte hepatocytter med ^{13}C -18:3n-3. Høy-desaturase familiene i gruppen med utsatt smoltifisering har signifikant bedre kapasitet til produksjon av EPA og DHA enn Lav-desaturase familiene og gruppen med standard smoltifisering. Høy: «Høy-desaturase» familie; Lav: «Lav-desaturase»-familie. Verdiene er vist med standardfeil (SEM). Ulike store bokstaver viser signifikante forskjeller i nivå av DHA, små bokstaver for EPA.

EPA og DHA i filet

Gruppen med utsatt smoltifisering viste signifikant høyere nivå av EPA og DHA i laksefilet for både Lav- og Høy-desaturase familiene ved ca 400 gram (17 uker etter forsøksstart) (figur 5). Smoltifisering ved ca 400 gram ser ut til å gi høyere nivå av EPA og DHA i laksemuskel til laks på 400 gram enn i laks smoltifisert ved 85 gram.



Figur 5. Nivå av EPA og DHA i muskelfilet fra laks ved ca. 400 gram (17 uker). Både høy- og lav-desaturase familiene i gruppen med utsatt smoltifisering har signifikant høyere nivå enn gruppen med standard smoltifisering. Høy: «Høy-desaturase» familie; Lav: «Lav-desaturase»-familie. Verdiene er vist med standardfeil (SEM). Ulike bokstaver viser signifikante forskjeller.

Konklusjon

Resultatene tyder på at det kan være potensiale for å opprettholde laksens kapasitet til EPA og DHA syntese fra tidlige livsfaser ved å holde den i ferskvann til den når ca 400 gram. Kapasiteten til syntese av EPA og DHA i lever og nivå av EPA og DHA i laksefilet er generelt høyere i gruppen med utsatt smoltifisering enn gruppen med standard smoltifisering, og spesielt i Høy-desaturase familiene.

Samarbeidsprosjekt

Dette forsøket er del av et større samarbeidsprosjekt mellom Nofima, SalmoBreed og BioMar. Prosjektet er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond. Prosjektet bygger på prosjektet, «Mot ei bærekraftig laksenæring- Laks som netto produsent av omega-3 fettsyrer?», som er finansiert av Norges Forskningsråd.

Kontaktpersoner

Gerd Marit Berge (prosjektleder):

gerd.berge@nofima.no

Tone-Kari Østbye: tone-kari.ostbye@nofima.no

Bente Ruyter: bente.ruyter@nofima.no

Marte Kjær: marte.kjaer@nofima.no

Anna Sonesson: anna.sonesson@nofima.no

Matthew Baranski: matthew.baranski@nofima.no

Desember 2013