

Tredobling av omega-3 i fôr: gir det målbar effekt?

I et fullskala forsøk på Helgeland ble det fôret med tre ganger så høyt nivå av EPA og DHA enn i et standard vekstfôr gjennom en hel produksjonssyklus i sjø. Resultatene understreker at EPA og DHA er et potent ernæringsverktøy, men at det bør brukes strategisk riktig gjennom produksjonssyklusen.

Vegard Denstadli (PhD), Ida-Kathrin Gjerstad Nerbøvik (MSc), Jinni Gu (PhD), Marte Hauge (Cand. med.vet.), Torunn Forberg (PhD) BioMar A/S

vegde@biomar.com

Bilde 1: Forsøkslokaliteter på Dønna, Helgeland (Bilde LetSea A/S).



Fôret er en særdeles viktig innsatsfaktor når en laks skal avles opp fra 0,2 gram ved startfôring til 5–6 kg ved slakt. Ifølge Fiskeridirektoratets lønnsomhetsanalyser siste år utgjør fôrkostnadene 40–50 % av den totale produksjonskostnaden. Dette er til tross for at fôrresepten har gjennomgått en storstilt endring de siste tiårene, der mer kostnadseffektive planteråvarer i

stor grad har erstattet de tradisjonelle marine råvarene. Transformasjonen fra marinbaserte fôrrecepter har vært helt nødvendig for vekst og utvikling av norsk havbruksnæring. En resept tilsvarende den som ble benyttet på 90-tallet hadde i dag (H2 2026) kostet omtrent det dobbelte av dagens vekstfôr. Langkjedede omega-3 fettsyrer er de mest kostnadsdrivende næringsstoffene

i en fôrresept. Mens det er store mengder protein tilgjengelig globalt, er det svært begrensede mengder av marine omega-3 fettsyrer tilgjengelig. Omega-3 fettsyrene EPA og DHA kommer tradisjonelt fra fiskeolje, som er en sterkt begrenset ressurs med høy prisvolatilitet. Som en direkte konsekvens av dette har man de siste 20 årene sett en gradvis nedgang i nivåene av EPA og DHA i fôr til laksefisk.

Endringen har i hovedsak bestått i at rapsolje har erstattet fiskeolje. Innholdet av EPA og DHA i dagens fôr ligger på rundt en tredel av nivåene som ble benyttet for 25–30 år siden.

Det er gjennomført en rekke kontrollerte studier for å avdekke hvilket spillerom man har knyttet til omega-3 behov og nedre tålegrenser for laksefisk. Det aller meste av denne dokumentasjonen er gjennomført i kar og skjermede/nedskalerte produksjonssystemer som ikke har eksponert fisken for reelle kommersielle forhold som brønnbåtbehandling og avlusning. Med gradvise kommersielle justeringer har også referansepunktet i flere av forsøksoppsettene hatt en tendens til å drifte ned, og man har utelatt det opprinnelige referansepunktet som lå mellom 15 og 20 % EPA og DHA som prosent av fettsyrene. Man har altså til dels forlatt det historiske nivået med den konsekvensen at man da heller ikke fullt ut kan få innblikk i de potensielle fordelene med svært høye nivåer av EPA og DHA. Selv om fôrkostnadene er en viktig faktor for oppdretterens valg, er det likevel særdeles interessant å finne ut om «alt var bedre før», gjennom å dokumentere effekten av de historiske nivåene av EPA og DHA versus dagens nivå i fôr. For oppdrettere som har vært i bransjen i mange år er dette et tema som ofte problematiseres og kommer opp i diskusjonen rundt fôrutvikling.

Målet med forsøket var å undersøke effekten av å tredoble nivået av EPA og DHA i fôr til laks gjennom en hel syklus i sjø med tanke på: tilvekst/ytelse, overlevelse, helsestatus i løpet av produksjonen, slaktekvalitet og sensorikk/smak.

Forsøksdetaljer

Forsøket ble gjennomført på lokalitetene Havstein & Slapøy på Helgeland (**bilde 1**). To ulike smoltutsett ble benyttet på grunn av at de ulike produksjonsforløpene ville gi ulike miljøutfordringer. Det ble satt ut totalt 1,2 millioner fisk: vårfisk (V23G) satt ut i Q2 2023 og høstfisk (H23G) satt ut i Q3 2023. Fisken ble innledningsvis fordelt i 8 stk. 120m

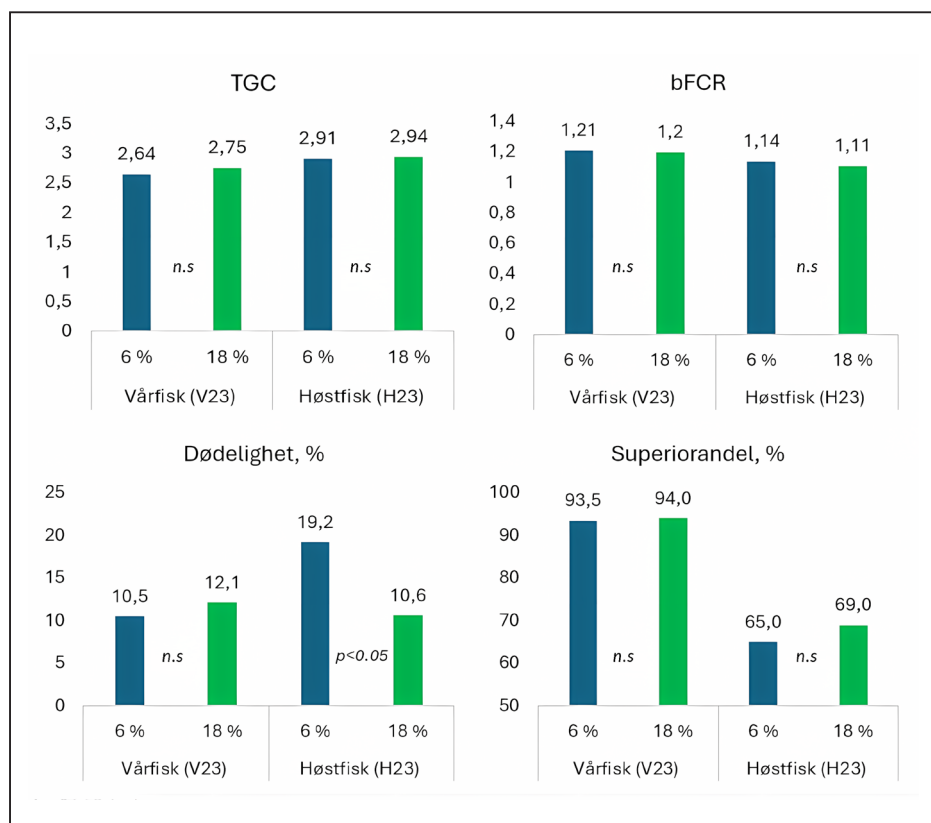
merder, og senere splittet og fordelt i totalt 12 forsøksenheter der 6 enheter fikk forsøksfôr og 6 fikk kontrollfôr. Fôrene ble produsert hos BioMar A/S på Myre og ble formulert til å ha samme innhold av fordøyelig energi, fordøyelig protein og andre relevante næringsstoff. Det som i hovedsak skilte fôrene var at EPA og DHA var satt til å være 18 % av fettsyrene i forsøksfôret, mot 6 % av fettsyrene i kontrollfôret. Sammensetningen av de tørre fôrråvarene ble holdt tilnærmet konstant mens det ble brukt mer fiskeolje og mikroalger i fôret med forhøyet omega-3 for å oppnå 18 % av sum EPA og DHA som % av fettsyrene. Fordelingen mellom EPA og DHA var i snitt ca. 35/65 i begge dietter. Mikroalger har tidligere blitt dokumentert i fullskala og er en råvare som er i utstrakt kommersiell bruk i dag. Fôring og daglig røkting ble utført av LetSea A/S og fulgte normale rutiner og det ble gjennomført avlusninger når det var behov for dette. Det ble gjennomført totalt 12 runder med avlusning i forsøksperioden (Thermolicer, Hydrolicer, FLS, Salmosan). Utover

ordinære produksjonsdata som tilvekst, overlevelse og fôrutnyttelse ble det gjennomført en rekke undersøkelser av indre og ytre organer, inkludert scoring i henhold til LAKSVEL. Ved avslutning av høstfiskgruppen ble det gjennomført kvalitetsundersøkelse og sensoriske analyser (ISO 13299:2016) med et trent smakspanel hos Nofima AS. Statistiske metoder som ble benyttet for behandling av data var t-test og Kruskal-Wallis ikke-parametrisk test.

Resultater og diskusjon

Forsøket gikk som planlagt og ble avsluttet i Q1 2025. Når det kommer til viktige produksjonsparametere som tilveksthastighet (TGC) og biologisk fôrfaktor (bFCR) var det ingen signifikant forskjell mellom fôrgruppene ved slakt (**figur 1**), verken hos høstfisk eller vårfisk.

Den akkumulerte dødeligheten hos høstutsett ble nesten halvert, fra 19,2 % i 6 % EPA og DHA gruppen til 10,6 % i 18 % EPA og DHA gruppen. Hos vårfisken var



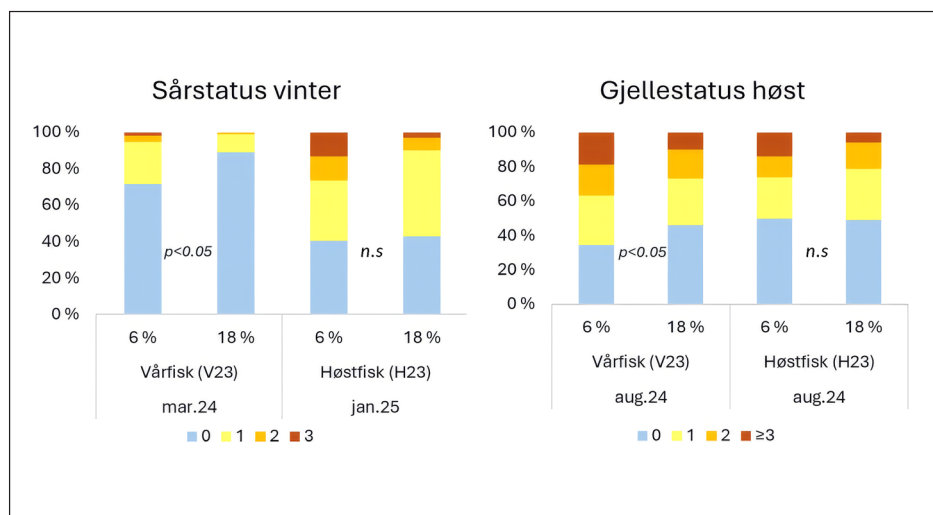
Figur 1: Tilvekst (TGC), biologisk fôrfaktor (bFCR), dødelighet og superiorandel ved slakt for fiskegrupper som har fått fôr med enten 6 eller 18 % EPA og DHA i sjøfase.

det ingen signifikant forskjell i akkumulert dødelighet mellom fôrgruppene. Forskjellen i dødelighet mellom fôrgruppene hos høstfisk oppsto hovedsakelig i en periode med hyppige mekaniske avlusningsoperasjoner sommeren 2024. Denne perioden var preget av sjøtemperaturer som lå 1–2 °C over snittet for lokaliteten. Mekaniske behandlinger innebærer ofte betydelig stress og økt risiko for skader med påfølgende sekundærinfeksjoner. Vårfisken ble slaktet ut i Q3 2024, etter fire lusebehandlinger i løpet av denne perioden. Høstfisk ble slaktet ut først i Q1 2025, og hadde

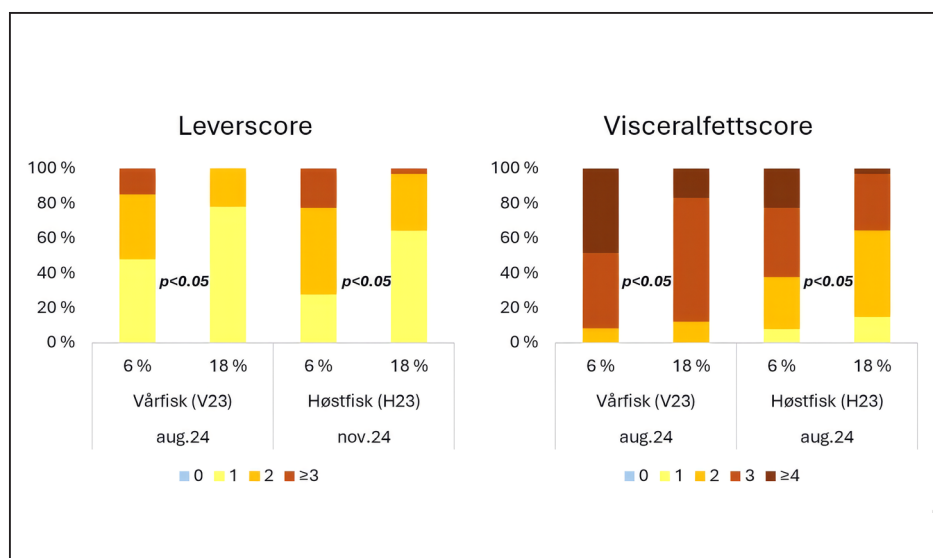
dermed et behandlingsvindu som var to måneder lengre enn for vårfisken. Totalt gjennomgikk høstfisk åtte lakselusbehandlinger i den varme perioden, noe som resulterte i stor belastning på fisken. Årsaken til at vårfisken kom bedre ut med tanke på dødelighet var trolig at fisken ble slaktet før totalbelastningen ble for stor. Superiorandelen for vårfisken var generelt høy uten signifikant forskjell mellom fôrgruppene. Det var generelt mye lavere superiorandel for høstfisk, ved slakt i Q1 2025. Gruppen som var fôret med 18 % EPA og DHA hadde fire prosentenheter høyere superiorandel

enn kontrollgruppen, men forskjellen var ikke signifikant.

Utover de klassiske produksjons KPI'ene viste flere av velferdsanalysene at det var bedre status i gruppene som fikk 18 % EPA og DHA, dog ikke alltid signifikant. Ytre barrierer og skinnhelse står sentralt når det gjelder laksens evne til å tåle behandling samtidig som det innvirker på klassifisering ved slakt og superiorandel. LAKSVEL-undersøkelser foretatt på vinterstid viste at det var lavere sårscore i gruppene som hadde fått 18 % EPA og DHA, denne forskjellen var signifikant for vårfisk (undersøkt i mars 2024).



Figur 2: Velferdsscore (LAKSVEL) skinn og gjeller i kritiske perioder (sår – vinter, gjeller – høst) hos vårfisk (n=300) og høstfisk (n=200) fôret forsøksfôr med enten 6 eller 18 % EPA og DHA i sjøfase.

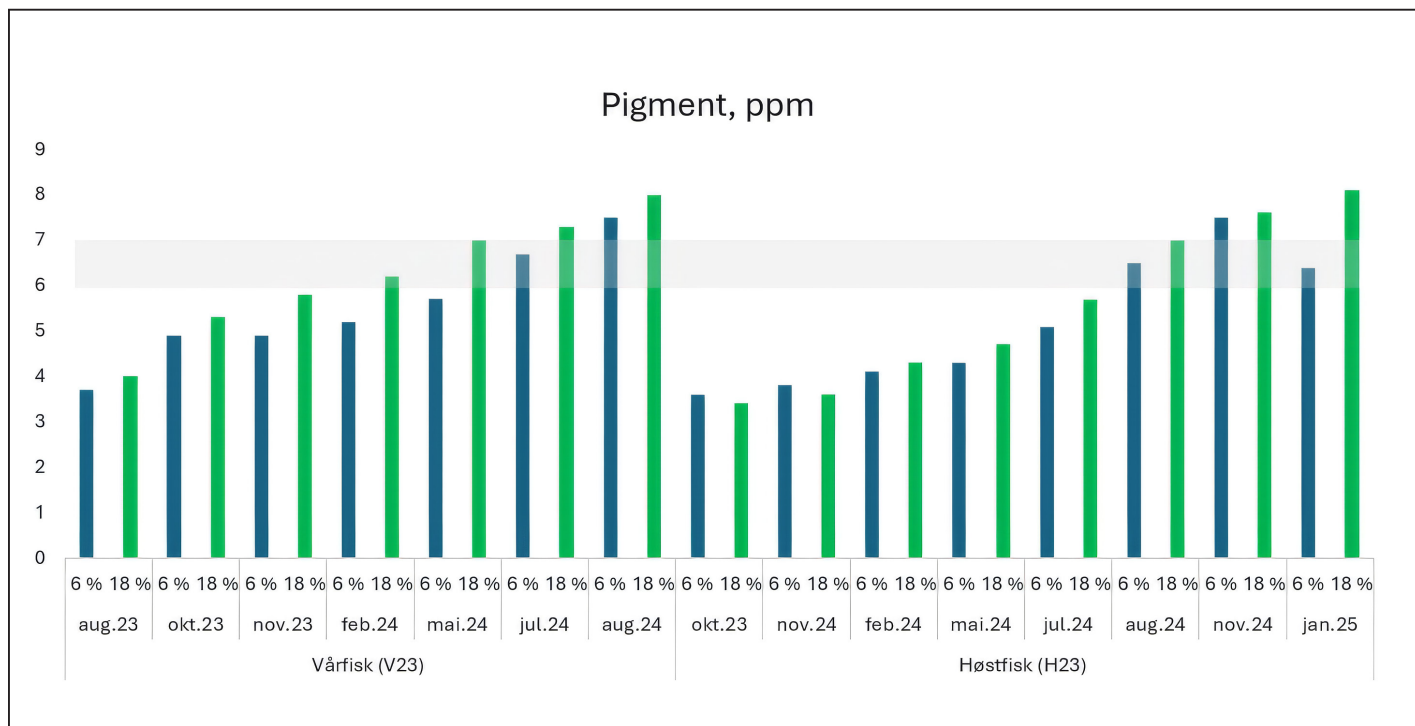


Figur 3: Makroskopiske vurderinger fra uttak sensommer/høst: Leverscore og visceralfettsscore.

Som gjengitt i den siste fiskehelse rapporten (Moldahl et al., 2025), har man de siste årene sett økende utfordringer med gjellehelse nordover. LAKSVEL gjellescore viste en markant forskjell mellom fôrgruppene, der gruppene som hadde fått 18 % EPA og DHA hadde lavere forekomst av alvorlig gjelleskade (score 3-5, **figur 2**).

Første år i sjø ble det påvist et naturlig HSMB-utbrudd både hos høstfisk og vårfisk. Blodprøver viste at fisk som hadde fått 18 % EPA og DHA hadde gunstigere nivåer av blodbiomarkører assosiert med immunitet og vevsintegritet, inkludert høyere albumin og lavere kreatinkinase (CK) og hjertekreatinkinase (CK-MB). Histopatologiske undersøkelser av hjerte (Pharmaq) viste også tendenser til høyere forekomst av fisk med ventrikkelscore 4 i 6 % EPA og DHA gruppene. Dette kan tyde på at fisk som hadde fått forhøyet EPA og DHA var bedre rustet under et slikt utbrudd.

Makroskopiske analyser viste at begge 18 % EPA og DHA gruppene hadde lavere score for lever- og visceralfett (**figur 3**). Fett som deponeres i lever og viscera regnes som tap, da dette fjernes i slakteprosessen. Lignende effekter ved bruk av høye nivåer EPA og DHA i fôr ble observert i FHF prosjektet ERN-SAMSPILL (Ruyter et al. 2025). Høye mengder visceralfett har tidligere vært knyttet til dårligere motstandskraft mot virus og bakterieinfeksjoner



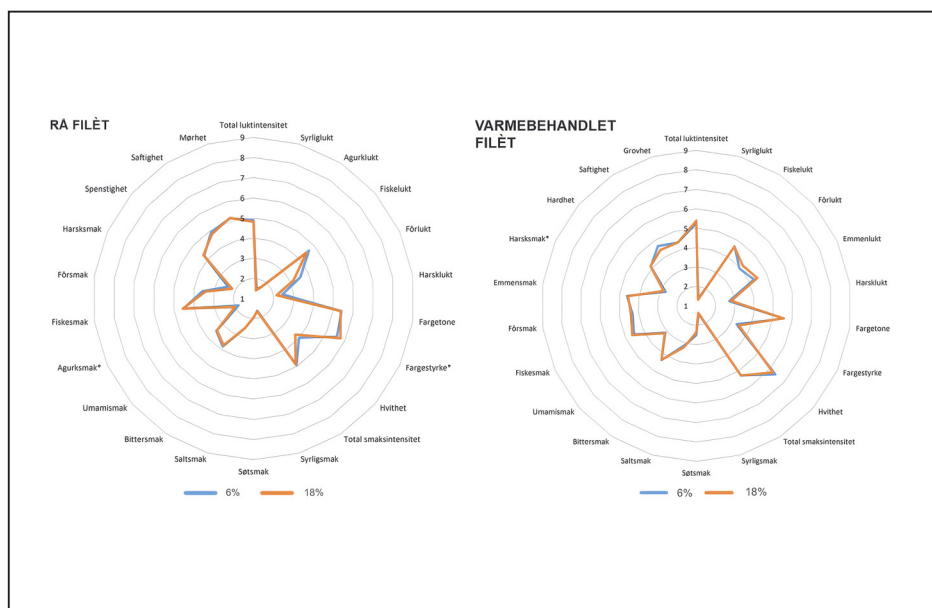
Figur 4: Pigmentutvikling i filet hos vårfisk og høstfisk som har fått forsøksfôr med enten 6 eller 18 % EPA og DHA i sjøfase. Begge fôrtyper hadde et pigmentinnhold på 50 ppm. Markedsmål er indikert med grått område.

(Desruisseaux, Nagajyothi et al. 2007, Sinton and Kajimura 2025).

Konsentrasjonen av pigment i fileten økte gradvis for begge smolt- og fôrgrupper gjennom produksjonen. Det var jevnt over noe bedre pigmentering i gruppen som hadde fått 18 % EPA og DHA (**figur 4**), mens den visuelt observerte fargen (Salmofan) var relativt lik mellom gruppene. Fargen var ansett som god i begge fôrgrupper ved forsøkets slutt; markedsmålet for innfarging ligger i området 6–7 ppm totalpigment og begge fôrgruppene endte innenfor dette intervallet ved forsøkets slutt.

Nårdetgjelderandrekvalitetsparametere, som filetkvalitet og smak/sensorikk var det overraskende små forskjeller mellom forsøksgruppene. Smakstesten, som ble utført av et trent smakspanel, viste at det var marginale forskjeller mellom forsøksgruppene både når det gjelder smak av rå og varmebehandlet laksefilet (**figur 5**).

Filetkvalitet ble videre vurdert hos Nofima, og følgende ble påpekt i



Figur 5: Radardiagram over gjennomsnittsverdier på lukt, farge, smak og tekstur fra hhv. Rå laks (venstre) og varmebehandlet laks (høyre), for høstfisk fôret med enten 6 eller 18 % EPA og DHA i fôret.

rapporten; «Ved håndtering av fisk og fileten var det generelle inntrykket at kvaliteten på all fisk var meget god». Resultatene fra industritest er gjengitt i **tabell 1** og det var ingen signifikante forskjeller mellom

fôrgruppene bortsett fra væsketap etter tining, der gruppen med fisk fôret med 6 % EPA og DHA hadde et signifikant høyere væsketap enn gruppen med fisk som hadde fått 18 % EPA og DHA.



Bilde 2: Forskere og studenter ved NMBU var også involvert i dette prosjektet og prosjektet bidro med data til en BSc oppgave og to MSc oppgaver. Her NMBU studentene Dorte Løvseth Austad og Victoria Katherine Poulos Keiseraas. Begge veiledet av professor Turid Mørkøre, NMBU. (Bilde: Turid Mørkøre).

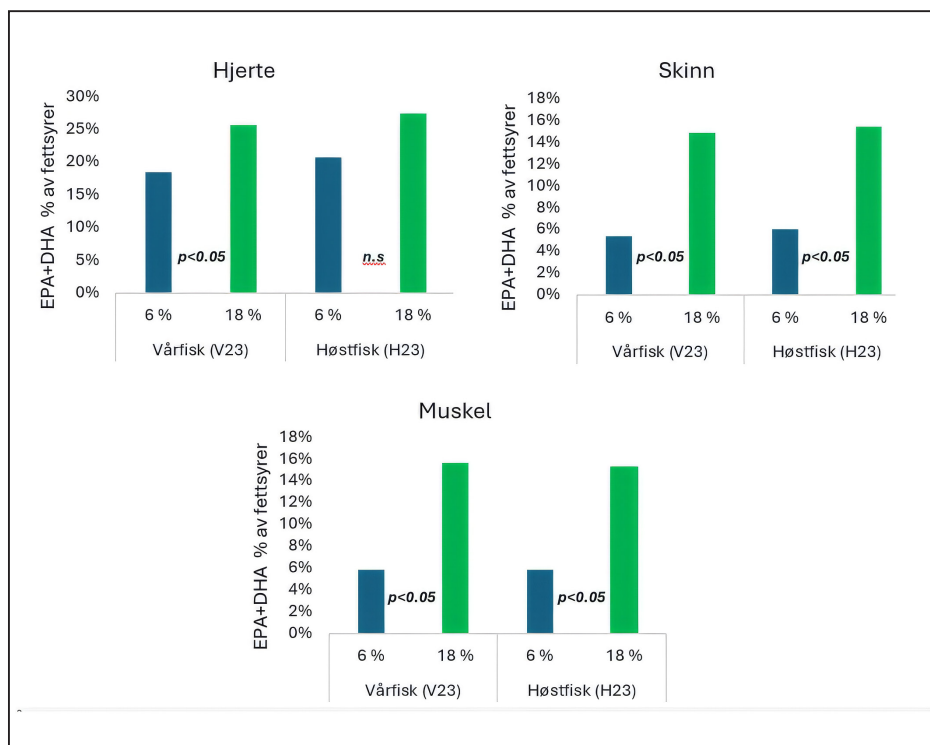
Tabell 1: Industritest og kvalitet hos høstfisk (H23G) som har fått forsøksfôr med enten 6 eller 18 % EPA og DHA i sjøfase.

	6 % EPA+DHA	18 % EPA+DHA	p-verdi
Fiskevekt, rund (kg)	6,14 ± 0,18	6,1 ± 0,21	ns
Lengde (cm)	76,3 ± 0,8	76,5 ± 1,3	ns
Sløydvekt (kg)	5,28 ± 0,17	5,3 ± 0,19	ns
Kondisjonsfaktor	1,38 ± 0,03	1,37 ± 0,05	ns
Filetutbytte (% av rundvekt)	63 ± 0,5	63,4 ± 0,6	ns
Filetutbytte (% av sløydvekt)	73,4 ± 0,6	73 ± 0,7	ns
Væsketap etter tining (%)	3,6 ± 0,2	1,9 ± 0,13	<0,0001
Filetspalting og filetfasthet			
Gaping (score 0-5)	0 ± 0	0,11 ± 0,11	ns
Industritest, spenst (score 0-2)	1,56 ± 0,18	1,67 ± 0,17	ns
Industritest, gaping (score 0-5)	2,89 ± 0,11	3 ± 0	ns
Bruddstyrke (N)	10,8 ± 0,5	10,9 ± 0,5	ns
Kompresjonsarbeid til 60 % av tykkelse (Nx sec)	6,5 ± 0,3	6,4 ± 0,3	ns

Analysen av hjerte, muskel og skinn viste en klar økning av inkorporert EPA og DHA for gruppene fôret med 18 % EPA og DHA (**figur 6**). Samme effekt ble sett ved alle prøveuttak (3 uttak for vårfisk, 5 uttak for høstfisk). Resultatene er i tråd med både interne og eksterne studier som viser at høyere nivåer av EPA og DHA i fôret fører til høyere deponering av EPA og DHA i fiskens vev (Bou et al., 2017a; Bou et al., 2017b).

Konklusjon

Forsøket, som er unikt i sitt slag, viste at en tredobling av nivået av EPA og DHA i fôret ikke ga så store utslag på kommersielt viktige parametere som mange kanskje hadde trodd. Det var ingen signifikant effekt på tilvekst og fôrutnyttelse, uavhengig av smoltgruppe. Det var ingen særlige utslag på smak og filètkvalitet og fargen var god i begge fôrgruppene. Samtidig viste flere helse- og velferdsparametere positive effekter av forhøyet EPA og DHA. Den tydeligste effekten ble observert hos høstfisken, som gjennomgikk en periode med høy behandlingsfrekvens under relativt høye sjøtemperaturer. I denne gruppen var dødeligheten betydelig lavere hos fisk som hadde fått 18 % EPA og DHA enn hos fisk som hadde fått 6 %. Superiorandelen var derimot ikke signifikant forskjellig mellom fôrgruppene. Oppsummert viser dette at fettsyrene EPA og DHA kan ha positiv effekt på robusthet og overlevelse i biologisk krevende perioder, men at verdien av høye nivåer synes å være størst når fisken utsettes for betydelig belastning. Resultatene understreker at EPA og DHA bør brukes strategisk riktig gjennom produksjonssyklusen, med nivåer som tilpasses i perioder med økt biologisk risiko. Med store svingninger i global tilgang og pris på EPA og DHA, bør resultatene gi grunnlag for en mer målrettet bruk og en bedre balanse mellom biologi og økonomi for norske oppdrettere.



Figur 6: Analyserte nivåer av EPA og DHA som % av totale fettsyrer i hhv. hjerte, skinn og muskel, analysert på vårfisk og høstfisk fôret med 6 % eller 18 % EPA og DHA. Analyseresultatene er fra siste uttak for hjerte og skinn, (august 2024 for vårfisk og januar 2025 for høstfisken), for muskel fra august 2024 for begge grupper.

Referanser

- Bou, M., G. M. Berge, G. Baeverfjord, T. Sigholt, T. K. Ostbye, O. H. Romarheim, B. Hatlen, R. Leeuwis, C. Venegas and B. Ruyter (2017a). *Requirements of n-3 very long-chain PUFA in Atlantic salmon (Salmo salar L): effects of different dietary levels of EPA and DHA on fish performance and tissue composition and integrity*. Br J Nutr 117(1): 30–47.
- Bou, M., G. M. Berge, G. Baeverfjord, T. Sigholt, T. K. Ostbye and B. Ruyter (2017b). *Low levels of very-long-chain n-3 PUFA in Atlantic salmon (Salmo salar) diet reduce fish robustness under challenging conditions in sea cages*. J Nutr Sci 6: e32.
- Ruyter, B. et al. (2025). *Samspill mellom næringsstoff og betydning for laksens helse og kvalitet (ERN-SAMSPILL)*. Nofima rapport 20/2025.
- Desruisseaux, M. S., Nagajothi, M. E. Trujillo, H. B. Tanowitz and P. E. Scherer (2007). *Adipocyte, adipose tissue, and infectious disease*. Infect Immun 75(3): 1066–1078.
- Moldal, T., Wiik-Nielsen, J., Oliveira, V. H. S., Svendsen, J. C. og Sommerset, I. *Fiskehelsesrapporten 2025*, Veterinærinstituttets rapportserienr.5a/2026
- Sinton, M. C. and S. Kajimura (2025). *From fat storage to immune hubs: the emerging role of adipocytes in coordinating the immune response to infection*. FEBS J 292(8): 1868–1883.