



Norges fiskerihøgskole

Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi.

Næringsinnhold av økologisk og konvensjonell oppdrettslaks (*Salmo salar L.*)

- Med fokus på fett- og proteininnhold

Anders Dame Fotland

Masteroppgave i Fiskeri- og havbruksvitenskap (60 stp)

Mai 2022

Forord

Denne oppgaven symboliserer slutten, men også høydepunktet etter fem lærerike år på Norges fiskerihøgskole. Det har vært fem kjekke og innholdsrike år som nå kulminerer i denne oppgaven som ikke ville vært den samme uten fantastisk hjelp, hvor mange fortjener en takk!

Først og fremst vil jeg takke veilederen min, Edel O. Elvevoll, som til tross for geografiske utfordringer, har stått på og vært tilgjengelig til enhver tid. Din veiledning og støtte gjennom hele masteren har vært uvurderlig.

Videre ønsker jeg å takke Guro Kristine Edvinsen og Tone Friis Aune for all opplæring og veiledning på laben, og ikke minst for at dere alltid er tilgjengelig, står på og holder ut med oss masterstudenter!

En stor takk ellers til hele sjømatgruppen. Det er mange som har svart på både store og små spørsmål, og at man alltid kan banke på enhver dør og få god hjelp har gjort hverdagen på både lab og under oppgaveskriving mye kjekkere.

En siste takk til venner og familie som har støttet meg og som har hatt troen på meg gjennom hele studieforløpet.

Anders Dame Fotland
Tromsø 11. mai 2022

Sammendrag

Norges oppdrettsnæring har utviklet seg kraftig de siste tiårene, og har nå blitt verdens største produsent av atlantisk laks (*Salmo salar L.*). Den økte produksjonen har ført til økt etterspørsel etter råvarer til fôr. Samtidig har global oppdrett også vokst kraftig og etterspørselen etter fiskemel og fiskeoljer har økt. Dette, kombinert med begrenset tilgang, har gjort at prisene på fiskemel og -olje har steget, og over tid har det derfor vært en økende andel plantebaserte fett- og proteinkilder i fôr til laksen. Endret næringsinnhold i fôr har ført til endring i laksens biokjemiske sammensetning. Enkelte oppdrettere har også startet med økologisk produksjon av oppdrettslaks hvor ett av kravene til produksjonen er en høyere andel marine råstoff i fôret. Målet med denne oppgaven er derfor å sammenligne næringsinnholdet av tradisjonell oppdrettslaks med økologisk oppdrettslaks.

Alle de 20 laksene som ble tatt med i forsøket hadde forholdsvis lik vekt (veid sløyd med hode) og kondisjonsfaktor. Økologisk laks (n=10) hadde en snittvekt på 4589 ± 256 g mens den konvensjonelle (n=10) laksen veide i snitt 4504 ± 302 g, og begge hadde en kondisjonsfaktor på 1,1. Økologisk laks har et noe lavere fettinnhold enn den konvensjonelle, henholdsvis $9,9 \pm 0,6$ og $11,2 \pm 0,5$ g fett per 100g filet (NQC). Vann og aske var tilnærmet likt for begge grupper.

Det ble funnet en større forskjell i fettsyresammensetningen mellom de to gruppene. Den konvensjonelle laksen hadde et høyere innhold av både PUFA og PUFA n-3 mens den økologiske hadde et høyere innhold av LC-PUFA n-3. Videre ser vi også et noe lavere n-6/n-3 forhold i den økologiske laksen på 0,8 mens den konvensjonelle hadde en ratio på 0,9.

Proteininnholdet for økologisk og konvensjonell laks var tilnærmet likt med henholdsvis $165,1 \pm 5,3$ og $166,4 \pm 7,6$ mg protein pr g. filet. Det ble funnet liten forskjell i aminosyrene mellom gruppene hvor bare 5 av 17 aminosyrer var signifikant forskjellige. Den prosentvise andelen av essensielle aminosyrer var lik for begge gruppene på ca. 45,5%. Videre er mengden essensielle aminosyrer godt over anbefalingen fra WHO, FAO o UNU.

Den økologiske oppdrettslaksen var klart bedre sammenlignet med konvensjonell oppdrettslaks da den hadde lavere innhold av plante- fett og -oljer, høyere innhold av LC-PUFA n-3 og et bedre n-6/n-3 forhold. Både den økologiske og konvensjonelle laksen er gode kilder til protein. Den økologiske laksen har hatt bedre tilvekst til tross for en høyere biologisk- og økonomisk fôrfaktor.

Summary

Norway's aquaculture industry has developed rapidly in recent decades and has now become the world's largest producer of Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). Increased production has led to increased demand for raw materials for feed. At the same time, global farming has grown and demand for fish meal and fish oils has increased. This, together with limited access, has caused prices for fish meal and oil to rise and over time we have therefore seen an increasing proportion of plant-based fat and protein sources in feed for the salmon. Changes in the nutritional content of feed have led to a change in the biochemical composition of salmon. Some fish farmers have gradually started with organic production of farmed salmon, where one of the requirements for production is a higher proportion of marine raw materials in the feed. The aim of this study was therefore to compare the nutritional content of traditional farmed salmon with organic farmed salmon.

All 20 salmon included in the experiment had equal weight (guted with head) and k-factor. Organic salmon had an average weight of 4589 ± 256 g while the conventional salmon weighed an average of 4504 ± 302 g, and both had a k-factor of 1.1. Organic salmon has a lower fat content than the conventional one, respectively, 9.9 ± 0.6 and 11.2 ± 0.5 g of fat per 100 g of fillet (NQC). Water and ash were the same for both groups. A greater difference was found in the fatty acid composition between the two groups. The conventional salmon had a higher content of both PUFA and PUFA n-3 while the organic had a higher content of LC-PUFA n-3. Furthermore, we also see a lower n-6/n-3 ratio in the organic salmon of 0.8 while the conventional had a ratio of 0.9.

The protein content for organic and conventional salmon was the same with $165,1 \pm 5,3$ and $166,4 \pm 7,6$ mg of protein per g. fillet, respectively. Little difference was found in the amino acids between the groups where only 5 out of 17 amino acids were significantly different. The percentage of essential amino acids was equal for both groups of about 45.5%. The amount of essential amino acids is well above the recommendation of the FAO.

The organic farmed salmon was clearly better compared to conventional farmed salmon as it had a lower content of plant fats and oils, higher content of LC-PUFA n-3 and a better n-6/n-3 ratio. Both the organic and conventional salmon are good sources of protein. Organic salmon have had better growth despite a higher biological and economic feed factor.

Forkortelser

AA	Aminosyre
ALA	α -linolensyre
ARA	Arakidonsyre
DHA	Docosaheksaensyre
DN	Ingen verdi / For lav til å regnes med
DPA	Docosapentaensyre
EAA	Essensielle aminosyrer
EPA	Eicosapentaensyre
EFSA	European Food Safety Authority
FAO	FNs organisasjon for ernæring og landbruk
IA	Index of atherogenicity
IS	Internstandard
IT	Index of thrombogenicity
K-factor	kondisjonsfaktor
LA	Linolensyre
LC-PUFA	Lankjedete flerumettede fettsyrer
MUFA	Enumettede fettsyrer
NQC	Norwegian Quality Cut
ND	Under deteksjonsgrensen
PUFA	Flerumettede fettsyrer
SDA	Stearidonsyre
SFA	Mettede fettsyrer
UNU	United Nations University
UiT	Universitetet i Tromsø
WHO	Verdens helseorganisasjon

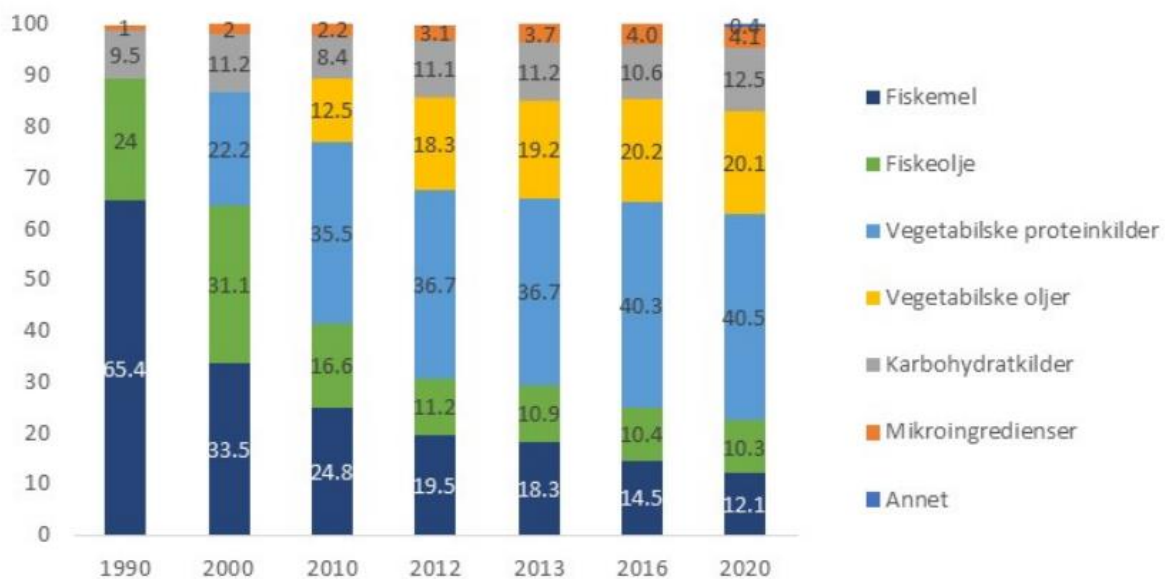
Innholdsfortegnelse

Forord	1
Sammendrag	2
Summary	3
Introduksjon	7
<i>Utvikling og overgang til økologisk produksjon</i>	7
<i>Marint fett</i>	8
<i>Proteiner og aminosyrer</i>	9
<i>Mål med oppgaven</i>	10
Materialer og metoder	11
<i>Innsamling av prøvemateriale</i>	11
<i>Kjemikalier</i>	11
<i>Fettekstraksjon</i>	11
<i>Metylering og fettsyreanalyse</i>	12
<i>Proteininnhold og aminosyreanalyse</i>	13
<i>Vann- og askeinnhold</i>	14
<i>Andre metoder</i>	15
Resultater	16
<i>Vekt, kondisjon og sammensetning</i>	16
<i>Lipider</i>	16
<i>Aminosyrer</i>	18
Diskusjon	19
<i>Vann og aske</i>	19
<i>Fettinnhold i økologisk konvensjonell oppdrettslaks</i>	20
<i>Fettsyresammensetning</i>	22
<i>Fôrfaktor og økonomisk fôrfaktor</i>	25
<i>Aminosyrer og protein</i>	26
Konklusjon	28
Referanser	29
Appendix	34
Vedlegg 1	34
Vedlegg 2	35

Introduksjon

Utvikling og overgang til økologisk produksjon

Norsk oppdrettsnæring har siden starten av 70-tallet vokst til å bli en av Norges viktigste næringer, og landets nest største eksportnæring. I 2020 hadde atlantisk laks (*Salmo Salar L*) (matfisk fra sjøproduksjon) alene en eksportverdi på nærmere 65 milliarder NOK (Fiskeridirektoratet, 2021). Hvis vi går lengre tilbake enn 2020 ser vi at mengden laks som produseres i dag er nærmere 9-doblet sammenlignet med 1990 (Esaiassen *et al.*, 2022). Økningen i produksjon betyr også et betydelig økt behov for råvarer til laksefôr. Tidligere kom en stor andel av protein og olje/fett i fôret fra marine kilder. I årene fra 1990 til 2020 ble andelen marint råstoff redusert fra 90 % til bare 22,4 %, mens andelen plantebaserte proteiner og oljer økte fra 0 % til over 60 % (Aas, *et al.*, 2022), se figur 1. En slik endring i fôret har også ført til endringer i den biokjemiske sammensetningen eller næringsinnholdet til oppdrettslaksen.

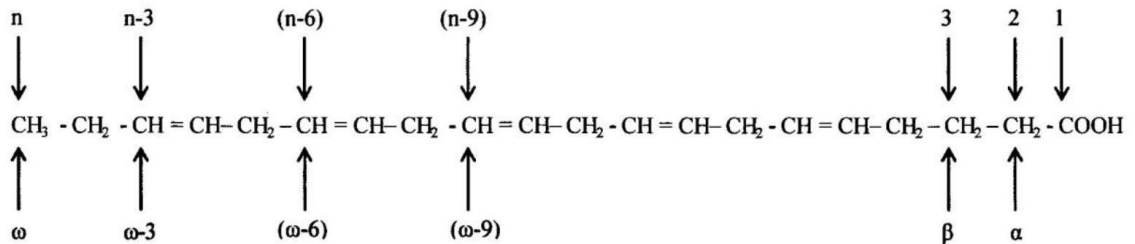


Figur 1 Viser hvordan fôrsammensetningen har utviklet seg fra 1990 til 2020 hvor hver ingrediens er vist som en prosent av det totale innholdet. Figuren er hentet fra Aas *et al.*, 2022

Ettersom laksen stadig er mer og mer preget av en vegetabilsk diett har det i de senere årene vært en økt etterspørsel etter økologisk produksjon. Fordelen med økologisk produksjon er at det stilles strenge krav til blant annet næringsinnhold i fôret til laksen, noe som sørger for en større andel marint råstoff fremfor vegetabiliske kilder til protein (Økologiforskriften, 2017).

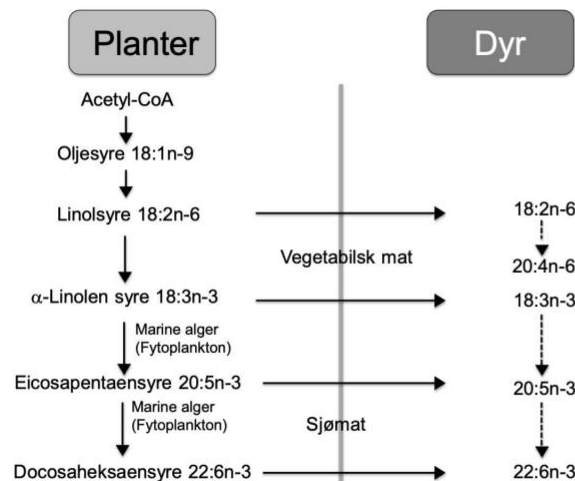
Marint fett

Fett er, sammen med proteiner og karbohydrater, et av hovednæringsstoffene til mennesker og fungerer både som energikilde samt som et effektivt lager av energi i kroppen. Fett binder ikke vann og er derfor svært energitett. En fettsyre består av en kjede karbonatomer hvor ene enden er en karboksylgruppe (COOH), og i andre enden er det en metylgruppe (CH₃). Figur 2 illustrerer dette og viser fettsyren eikosapentaensyre (EPA; C₂₀:5n-3).



Figur 2 viser en illustrasjon av fettsyren eikosapentaensyre (EPA; 20:5n-3) med systematisk navn all-cis-5, 8, 11, 14, 17- eikosapentaensyre. (hentet fra Olsen, 2017)

Vi kan dele fettsyrer inn i 3 hovedgrupper; mettede fettsyrer (SFA), monoumettede fettsyrer (MUFA) og flerumettede fettsyrer (PUFA). Disse skilles av antall dobbeltbindinger i karbonkjeden, hvor SFA ikke inneholder noen dobbeltbindinger mens MUFA har 1 og PUFA har 2 eller flere. Avhengig av om den første dobbeltbindingen starter i det 3. eller 6. karbonet fra metylenden kalles de flerumettede fettsyrene for henholdsvis omega-3 eller omega-6. I figur 2 er disse merket med (n-3) og (n-6) (Lande, 2018). Vanligvis vil terrestriske planter og landdyr ha et høyt innhold av fettsyrer med 18 karbonatomer, mens marine planter og dyr ofte har et relativt høyt innhold av langkjedede (LC) omega-3 fettsyrer med 20 og 22 karbonatomer (Colombo *et al.*, 2017). Dette skyldes at syntetiseringen av langkjedete flerumettede fettsyrer krever Δ 12- og Δ 15-desaturase for å omdanne linolsyre (LA; C₁₈:2n-6) og α -linolensyre (ALA; C₁₈:3n-3) til docosaheksaensyre (DHA; C₂₂:6n-3) og EPA som vist i figur 3. Dyr og terrestriske planter kan i liten grad syntetisere EPA og DHA fra ALA, marine planter eller alger er derimot svært effektive til dette. Etersom marine alger er den primære næringskilden i havet vil fettsyrene EPA og DHA akkumuleres videre i næringskjeder som gjør at marine dyr som fisk, inneholder EPA og DHA.



Figur 3 Viser syntetisering av Eicosapentaensyre (EPA; $C_{20:5n-3}$) og Docosaheksaensyre (DHA; $C_{22:6n-3}$) (hentet fra Olsen, 2017)

Marine LC PUFA n-3 som EPA og DHA har blitt påvist å ha flere helsefremmende effekter. De kan blant annet bidra til redusert risiko for hjerte- og karsykdommer, noe som ble vist i en undersøkelse av Bang og Dyerberg allerede i 1971. Undersøkelsen viste at eskimoer som bodde på Grønland hadde betydelig færre dødsfall på grunn av hjertekarsykdom sammenlignet med eskimoer som bodde i Danmark (Bang, *et al.*, 1971). Årsaken til dette var kostholdet. Eskimoer bosatt på Grønland fikk i seg mer LC n-3 - fettsyrer enn de i Danmark, samtidig som eskimoene i Danmark fikk i seg langt mer SFA og MUFA n-6-fettsyrer. Dette er senere blitt bekreftet av utallige andre studier (Mæhre *et al.*, 2015). Etterhvert er også mekanismer som betennelsesdemping eller antiinflammatoriske effekter satt inn i sammenhengen (Jiang *et al.*, 2021).

Proteiner og aminosyrer

Proteiner er komplekse molekyler som består av mange ulike aminosyrer, og har flere ulike funksjoner i kroppen. Ofte ser vi på proteiner som kroppens «byggesteiner» og aminosyrer som proteinets «byggesteiner». Det finnes 20 ulike aminosyrer (AA), hvorav 9 er essensielle og 6 er funksjonelle.

De essensielle aminosyrene (EAA) er histidin, isoleucine, leucine, lysin, metionin, fenylalanin, treonin, tryptofan og valin. Enkelte aminosyrer har også vist seg å regulere metabolske prosesser i kroppen som er nødvendig for vedlikehold, vekst, reproduksjon og immunitet (Wu, 2009). EAA er aminosyrer vi ikke kan syntetisere i kroppen og derfor må få tilført via kosten. Fordøyelighet og andel av EAA av totale AA er med å bestemme kvaliteten

på proteiner (Damodaran, 2017). Verdens helseorganisasjon (WHO), FNs organisasjon for ernæring og landbruk (FAO) og FNs universitet (UNU) ga i 2007 en anbefaling om daglig inntak av protein, mengde og kvalitet, eller andel EAA, vist i tabell 1 (FAO, 2007).

Tabell 1: Anbefalt daglig inntak av essensielle aminosyrer (EAA) Verdiene er i mg per kilo kroppsvekt per dag (mg/kg) for et voksent menneske og i mg EAA per g protein man trenger med utgangspunkt i at man anbefales 0,66g protein/kg kroppsvekt per dag (mg/g protein). (FAO, 2007)

Aminosyre	mg/kg	mg/g protein
Histidin	10	15
Isoleucin	20	30
Leucin	39	59
Lysin	30	45
Methionion + cystein	15	22
Fenylalanin + tyrosin	25	38
Treonin	15	23
Tryptofan	4	6
Valin	26	39
Total EAA	184	277

I senere tid har det også blitt mer fokus på funksjonelle aminosyrer og hvilke fordeler disse kan gi utover å være «byggesteiner» for kroppen. De funksjonelle aminosyrene er arginin, cystein, glutamin, leucin, prolin og tryptofan. Inntak av en eller flere av de funksjonelle aminosyrene kan derfor bidra i å forhindre sykdommer og problemer knyttet til vekst, tarm, fedme med mer (Adhikari, *et al.*, 2022).

Mål med oppgaven

Målet med oppgaven er å undersøke næringsinnholdet i konvensjonell og økologisk oppdrettslaks med hovedvekt på innhold av lipider og protein. Videre var det ønskelig å undersøke hvordan sammensetningen i laksefilet kan knyttes til sammensetningen av fôret.

Materialer og metoder

Innsamling av prøvemateriale

Fisken som ble brukt i forsøket er av arten atlantisk laks (*Salmo salar* L). Både den økologiske (n=10) og konvensjonelle (n=10) laksen ble donert fra Brødrene Karlsen/Flakstadvåg AS i Flakstadvåg. Den økologiske laksen ble slaktet 20. september 2021, og den konvensjonelle laksen ble slaktet 21. september 2021. Fisken ble hentet tirsdag 21. september 2021 ved Flakstadvåg AS, Flakstadveien 1092. Både økologisk og konvensjonell fisk stammer fra lokaliteten på Skarvberget. Videre ble laksen fraktet til UiT på is i flykasser og lagret på kjølerom frem til torsdag 23. september før den ble filetert post rigor. Fisken ble levert sløyd med hode og ble veid og målt i lengde fra snute til enden av kaudalfinnen like før filetering. NQC ble tatt ut og fryst ved -45°C i porsjonsposer av plast. Øvrig prøvemateriale (resterende filet) ble merket og fryst for bruk til andre prosjekter. Kondisjonsfaktoren ble beregnet etter formel 1:

Formel 1: beregning av kondisjonsfaktor

$$\frac{\text{Vekt i gram} * 100}{\text{Lengde (cm)}^3} = \text{Kondisjonsfaktor}$$

Kjemikalier

Kjemikaliene som ble brukt i forsøkene var levert av Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) dersom ingenting annet er oppgitt.

Fettekstraksjon

Det ble først forsøkt lipidekstraksjon etter metoden beskrevet av Matyash, V., (2008) modifisert av Sostare J., (2018), hvor ekstraksjonen gjøres ved bruk av metyl-butyl-tert-eter (MBTE). Grunnet varierende resultater mellom parallellene ble derfor fettekstraksjon utført etter Folchs metode med noen modifikasjoner (Folch *et al.*, 1957).

Det ble laget tre paralleller av alle prøvene hvor ca. 0,5g prøvemateriale ble veid ut i et 15 ml sentrifugerør og deretter tilsatt 9,5 ml dikormetan:metanol (DCM:MeOH) (2:1, v/v). Videre ble det tilsatt 0,5 ml internstandard (IS) (heptadecanoic acid (C17:0)) med en konsentrasjon på 10 mg/l i DCM:MeOH (2:1). Prøvene ble så ristet i 25 minutter ved hjelp av en automatisk homogensiator (Multi Reax, Tyskland). Etter dette ble prøvene sentrifugert ved 10.000 x g i

10 minutter (Centrifuge 5804 R, Eppendorf, Tyskland). Væskefasen ble så overført til nye sentrifugerør og tilsatt 2 ml 0,9% natriumklorid (NaCl) løst i destillert vann. Videre ble prøvene forsiktig ristet før de ble sentrifugert på nytt ved 4500 x g i 10 minutter (MULTIFUGE 1 S-R, Heraeus, Tyskland). Etter sentrifugeringen ble den nederste væskefasen, som består av lipider og DCM:MeOH, pipettert over i veide glassrør og dampet tørr ved hjelp av en nitrogeninndamper ((Sample Concentrator SBHCONC/1, England) med 30 °C i varmeblokken. Fettinnholdet bestemmes gravimetrisk etter formel 2:

Formel 2: Utrekning av prosent fett i prøvene

$$\% \text{ fett} = \left(\frac{\text{glassrør (med innhold)} - \text{glassrør(uten innhold)}}{\text{Innveid mengde prøve}} \right) * 100\%$$

Etter at prøvene var dampet inn og veid, ble de løst ut i diklormetan:metanol (2:1, 10 mg/mL) og lagt på frys (-20°C) slik at de senere kan brukes til metylering.

Metylering og fettsyreanalyse

Metylering ble utført etter metoden beskrevet av Christie (2010) med noen modifikasjoner. Prøvene som under fettekstraksjonen ble løst ut i diklormetan:metanol (2:1, 10 mg/L) og 100 µl, ble overført til glassrør (Duran) hvor det ble tilsatt 0,9 ml diklormetan og 2 ml 2% H₂SO₄ i metanol. Rørene ble så satt på varmblokk i 60 minutter (Thermo Scientific Block Heater, USA) på 100°C i avtrekks-skap. Etter 60 minutter på varmblokk ble prøvene tilsatt 3,5 ml heptan og 3,5 ml 5% NaCl og rørene ble vendt noen ganger. Den øverste fasen med lipider ble pipettert over i nye glassrør og dampet inn til tørrhet med nitrogengass (Linde Gas AS, Oslo, Norge). Prøvene ble løst ut i 100 µl heptan og overført til analyserør som så ble analysert i en gasskromatograf som separerer fettsyrene.

Gasskromatografen var en Agilent 6890N. med 7683 B autoinjektor og flammeioniseringsdetektor (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA). Helium (Linde Gas AS, Oslo, Norge) ble benyttet som bæregass. Fettsyrene ble identifisert etter hver fettsyres unike retensjonstid gjennom en Varian CP7419 kapillærkolonne (50 m x 250 µm x 0,25 µm nominal) hvor temperaturen var 240°C ved injektoren og 250°C ved detektoren. Retensjonstiden ble deretter sammenlignet med kjente standarder for å identifisere fettsyrene. FAME-standardene som ble benyttet til identifikasjon var GLC 502 (Nu-Chek Prep, Inc., Elysian, MN, USA) og PUFA-1, PUFA-2 og PUFA-3 (Supelco, Bellefonte, PA, USA).

Fettsyrene blir bestemt som både arealprosent og mengde fettsyre per 100 g prøve.

Arealprosenten regnes ut etter formel 3.

Formel 3: Sammensetning av fettsyrer i areal (%)

$$\text{Sammensetning (\%)} = \frac{\text{Arealet til den enkelte fettsyretoppen i kromatogrammet}}{\text{Totale arealet av alle fettsyretoppene}}$$

For å regne ut mengde fettsyre pr. 100 g prøve bruker man interstandarden (IS) som ble tilsatt i prøven og regnes ut etter formel 4.

Formel 4: Mengde fettsyre (g) pr. 100 g prøve:

$$\left(\frac{\text{Areal topp FA}}{\text{Areal topp IS}} * \frac{\text{Tilsatt IS (g)}}{\text{Vekt prøve (g)}} \right) * 100g$$

Proteininnhold og aminosyreanalyse

Protein og total aminosyre ble analysert gjennom syrehydrolyse og væskechromatografi etter metoden beskrevet av Mæhre *et al.* (2018). Det ble tatt ut ca. 200 mg av filet til 15 ml sentrifugerør som ble blandet med 0,7 ml destillert H₂O og 0,5 ml 20 mM DL Nor-leucin (IS). Videre ble det tilsatt 1,2 ml konsentrert saltsyre (37% (Honeywell Fluka, Charlotte, NC, USA)). Prøvene ble så flushet med nitrogen gass i 15 sekunder for å hindre oksidasjon. Deretter ble prøvene satt i varmeskap (Heratherm OMS180, Fisher Scientific, USA) i 24 timer på 110°C.

Etter ca. et døgn i varmeskap ble prøvene tatt ut og avkjølt før 1000 µl ble overført til eppendorf sentrifugerør hvor prøvene ble sentrifugert på 14.000 rpm (Centrifuge 5424 R, Eppendorf, Tyskland) i 5 minutter for å fjerne partikler. Videre ble 100 µl ble overført til analyserør og ble dampet tørr ved hjelp av nitrogen gass. Dette løses ut med 1 ml loading buffer (Lithium loading buffer, pH 2,2, Biochrom Co., Cambridge, Storbritannia). Prøvene ble så overført til en aminosyreanalysator (Biochrom 30+, Biochrom Co., Cambridge, UK) som benytter en litiumcitrat-ekvilibrert kolonne og postkolonne-derivatisering med ninhydrin. De derivatiserte aminosyrene ble detektert spektrofotometrisk ved 440 og 570 nm og ble analysert med programvaren Chomeleon (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) som identifiserer aminosyrene ved å sammenligne dem med to fysiologiske aminosyrestandarder (Amino acid standards, physiological – acids og neutrals og Amino acid standards, physiological – basics, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO USA).

Vann- og askeinnhold

Vann- og askeinnhold ble bestemt gravimetrisk ved å bruke AOAC 950.46b og AOAC 938.08 (AOAC, 2019). For vanninnhold ble det laget tre paralleller av hver prøve hvor ca. 5g. fiskefilet fra NQC ble tørket i varmeskap (105°C) til vekten var konstant (ca. 24T).

Vanninnholdet bestemmes gjennom formel 5:

Formel 5: beregning av vanninnhold i filet:

$$\frac{\text{Vekt prøve (før tørking)} - \text{Vekt prøve (etter tørking)}}{\text{Vekt prøve (før tørking)}} * 100\%$$

De vannfrie prøvene ble så brukt videre til å bestemme askeinnholdet, hvor prøvene forbrennes ved 540°C i 16 timer og veies. Askeinnholdet bestemmes etter formel 6:

Formel 6: beregning av askeinnhold i filet:

$$\frac{\text{Vekt prøve (etter tørking og forbrenning)}}{\text{Vekt prøve (før tørking og forbrenning)}} * 100\%$$

Statistiske sammenligninger

SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, USA. Versjon 28.0.0.0) ble brukt for alle statistiske analyser i oppgaven. Først ble resultatene testet for normalfordeling (Shapiro-Wilk test) etterfulgt av en ANOVA test for å se etter signifikant forskjell mellom resultatene. Prøvene som ikke var normalfordelt ble testet med en ikke-parametrisk test (Mann-Whitney U test). Statistisk signifikans ble satt til $p < 0,05$.

Andre metoder

Biologisk fôrfaktor forteller oss hvor mange kg fôr som trengs for å produsere 1 kg fisk. Her er all biomasse tatt med i beregningen. Biologisk fôrfaktor beregnes etter følgende formel:

Formel 7: Beregning av biologisk fôrfaktor

$$\text{Biologisk fôrfaktor} = \frac{\text{Mengde forbrukt fôr i kg}}{\text{Tilvekst i kg}}$$

Økonomisk fôrfaktor fortelles oss forholdet mellom forbruk av fôr i kg i forhold til hvor mye fisk som faktisk går til salg/slakt. Altså blir død-fisk og vrak ikke tatt med da de ikke bidrar til salg. Økonomisk fôrfaktor beregnes etter følgende formel:

Formel 8: Beregning av økonomisk fôrfaktor

$$\text{Økonomisk Fôrfaktor} = \frac{\text{Mengde forbrukt fôr i kg}}{(\text{Biomasse ved slakt} - \text{Biomasse på utsatt smolt})}$$

For å vurdere kvaliteten på lipidene i laksen kan to separate indikatorer beskrevet av Ulbricht og Southgate (1991) anvendes. En indeks for fettets eller fettsyrenes bidrag til prosessen ved åreforkalkning «index of atherogenicity» (IA) og en indeks for fettets bidrag til blodproppdannelse eller koagulasjon «index of thrombogenicity» (IT). IA og IT med verdi > 1 er uønskelig da det kan være helseskadelig (Ouraji *et al.*, 2009; Stancheva *et al.*, 2014). IA og IT beregnes henholdsvis fra formel 9 og 10.

Formel 9: Beregning av IA:

$$IA = \frac{(C12:0 + (4 * C14:0) + C16:0)}{(\sum MUFA + \sum n - 6 + \sum n - 3)}$$

Formel 10: Beregning av IT:

$$IT = \frac{(C14:0 + C16:0 + C18:0)}{\left[(0,5 * \sum MUFA) + (0,5 * \sum n - 6 + (3 * \sum n - 3) + \left(\frac{\sum n - 3}{\sum n - 6} \right)) \right]}$$

Resultater

Vekt, kondisjon og sammensetning

Funnene presentert i Tabell 2 viser at gjennomsnittsvekt og kondisjonsfaktor, fettinnhold, samt innhold av vann og aske. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i vekt eller kondisjonsfaktor. Det ble heller ikke observert forskjeller under filetering av fisken. Det er imidlertid en signifikant forskjell i innhold av fett på ca. 10% hvor den økologiske inneholder $9,9 \pm 0,6$ g/100 g og konvensjonell på $11,2 \pm 0,5$ g/100 g. Vann og askeinnholdet er likt og var på rundt 67% vann og 1,2% aske for både økologisk og konvensjonell laks.

Tabell 2: Viser vekt, sløyd med hode i gram (g), kondisjonsfaktor, fettinnhold (g/100g), vann(g/100g), aske (%) og totalt proteininnhold (g/100g) for økologisk (n=10) og konvensjonell (n=10) oppdrettslaks.

Parameter	Økologisk	Konvensjonell
Vekt (g)	4589 ± 302^a	4503 ± 255^a
Kondisjonsfaktor	$1,1 \pm 0,1^a$	$1,1 \pm 0,1^a$
Fettinnhold (g/100g)	$9,9 \pm 0,6^a$	$11,2 \pm 0,5^b$
Vann (g/100g)	$67,0 \pm 1,8^a$	$66,4 \pm 0,9^a$
Aske (%)	$1,2 \pm 0,1^a$	$1,2 \pm 0,0^a$
Protein (g/100g)	$165,1 \pm 17,4^a$	$165,9 \pm 7,6^a$

Signifikant forskjell ($p < 0,05$) mellom resultatene er markert med ulike bokstaver på samme linje.

Lipider

Tabell 3 viser at den økologiske laksen inneholder $27,1 \pm 3$ % SFA, $38 \pm 1,6$ % MUFA og $34,7 \pm 2,8$ % PUFA hvor $15 \pm 1,5$ % av disse er LC PUFA. Den konvensjonelle laksen inneholder $16,3 \pm 0,9$ % SFA, $52 \pm 0,6$ % MUFA og $31,9 \pm 1$ % PUFA, hvorav $8,1 \pm 0,4$ % er LC-PUFA. SFA domineres av C16:0 hos både den økologiske og den konvensjonelle laksen. Av MUFA inneholder den økologiske laksen mest av C18:1 n-9 med $16,6 \pm 0,4$ % mens de øvrige finnes i lavere mengder. Den konvensjonelle laksen domineres også av C18:1 n-9 som her utgjør hele $40 \pm 0,3$ %. Totalt sett har den konvensjonelle laksen mer PUFA enn den økologiske, men mye av dette er C18:3 n-3 (ALA) og C18:2 n-6 (LA), som er typiske fettsyrer fra planteriket. Hvis vi ser på LC-PUFA n-3 har den økologiske laksen et høyere innhold av samtlige fettsyrer (EPA, DPA og DHA) og da en bedre n-6/n-3 ratio på 0,8 mens

den konvensjonelle ligger på 0,9. Det totale innholdet av fettsyrer er noe lavere i økologisk laks med $6,8 \pm 2$ g /100 g sammenlignet med konvensjonell laks som har $8,9 \pm 1$ g/100g, noe som kan forventes med bakgrunn i det noe lavere fettinnholdet.

Tabell 3. Gjennomsnittlig fettsyreinnhold i økologisk (n=10) og konvensjonell (n=10) oppdrettslaks, oppgitt i mengde (g/100g) og sammensetning gitt som areal %, \pm standardavvik (SD).

Fettsyre	Økologisk n=10		Konvensjonell n=10	
	Mengde (g/100g)	Sammensetning (%)	Mengde (g/100g)	Sammensetning (%)
C14:0	$0,3 \pm 0,1^a$	$4,8 \pm 0,7$	$0,2 \pm 0,0^b$	$2,2 \pm 0,1$
C16:0	$1,1 \pm 0,2^a$	$17,5 \pm 1,7$	$0,9 \pm 0,1^b$	$10,6 \pm 0,5$
C18:0	$0,3 \pm 0,1^a$	$4,8 \pm 0,6$	$0,3 \pm 0,0^a$	$3,1 \pm 0,2$
C20:0	ND	ND	ND	ND
Sum SFA	$1,6 \pm 0,4$	$27,1 \pm 3$	$1,4 \pm 0,1$	$16,3 \pm 0,9$
C16:1 n-7	$0,3 \pm 0,1^a$	$3,9 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,0^b$	$2,5 \pm 0,1$
C18:1 n-9	$1,3 \pm 0,7^a$	$16,6 \pm 0,4$	$3,6 \pm 0,4^b$	$40,0 \pm 0,3$
C18:1 n-7	$0,2 \pm 0,0^a$	$2,4 \pm 0,0$	$0,3 \pm 0,0^b$	$2,9 \pm 0,0$
C20:1 n-9	$0,4 \pm 0,1^a$	$5,9 \pm 0,5$	$0,3 \pm 0,0^a$	$3,4 \pm 0,1$
C22:1 n-11	$0,5 \pm 0,2^a$	$8,1 \pm 0,4$	$0,2 \pm 0,0^a$	$2,5 \pm 0,1$
C22:1 n-9	ND	ND	ND	ND
C24:1 n-9	ND	ND	ND	ND
Sum MUFA	$2,7 \pm 1,1$	$38,0 \pm 1,6$	$4,6 \pm 0,4$	$52,0 \pm 0,6$
C18:2 n-6 (LA)	$1,0 \pm 0,2^a$	$13,9 \pm 0,7$	$1,3 \pm 0,1^b$	$14,1 \pm 0,3$
C18:3 n-3 (ALA)	$0,2 \pm 0,1^a$	$3,1 \pm 0,3$	$0,7 \pm 0,1^b$	$7,3 \pm 0,3$
C18:4 n-3 (SDA)	$0,1 \pm 0,0^a$	$1,5 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,0^b$	$0,9 \pm 0,0$
C20:2 n-6 a	$0,1 \pm 0,0^a$	$1,5 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,0^b$	$1,0 \pm 0,0$
C20:3 n-3 a	ND	ND	ND	ND
C20:5 n-3 (EPA)	$0,3 \pm 0,1^a$	$5,2 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,0^b$	$2,8 \pm 0,2$
C22:5 n-3 (DPA)	$0,2 \pm 0,0^a$	$2,3 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,0^b$	$1,3 \pm 0,1$
C22:6 n-3 (DHA)	$0,5 \pm 0,1^a$	$7,5 \pm 0,9$	$0,4 \pm 0,0^b$	$4,0 \pm 0,1$
Sum PUFA	$2,3 \pm 0,5$	$34,7 \pm 2,8$	$2,9 \pm 0,2$	$31,9 \pm 1,0$
PUFA n-3	$1,3 \pm 0,3$	$19,9 \pm 2,0$	$1,6 \pm 0,3$	$16,8 \pm 0,7$
LC PUFA n-3	$1 \pm 0,2$	$15 \pm 1,5$	$0,8 \pm 0$	$8,1 \pm 0,4$
n-6/n-3	0,8		0,9	
Sum Fettsyre	$6,8 \pm 2$		$8,9 \pm 1$	

ND = under deteksjonsgrensen. Signifikant forskjell ($p < 0,05$) i mengde fettsyre markeres med forskjellig bokstav på samme linje.

Aminosyrer

Tabell 4 viser at innholdet av aminosyrer i økologisk og konvensjonell laks var tilnærmet likt. Økologisk laks inneholdt $165,1 \pm 5,3$ mg/g protein, $75 \pm 2,7$ mg av disse er EAA som gir en prosentvis andel essensielle på 45,4%. Den konvensjonelle laksen inneholdt $166,4 \pm 7,6$ mg/g protein, $76,2 \pm 4$ mg av disse var EAA som gir den en prosentvis andel essensielle på 45,8%.

Tabell 4: Totalt innhold av aminosyre (mg AA/g filet) for økologisk (n=10) og konvensjonell (n=10) oppdrettslaks. Verdiene er gjennomsnittet av hver gruppe \pm standardavvik (SD).

Aminosyrer	Økologisk	Konvensjonell
Essensielle aminosyrer		
Threonine	$8,3 \pm 0,3^a$	$8,5 \pm 0,3^b$
Valin	$9,5 \pm 0,3^a$	$9,9 \pm 0,4^b$
Metionin	$5,6 \pm 0,2^a$	$5,5 \pm 0,7^a$
Isoleucine	$8,5 \pm 0,3^a$	$8,9 \pm 0,4^b$
Leucine	$13,8 \pm 0,5^a$	$14,2 \pm 0,5^a$
Fenylalanin	$7,6 \pm 0,2^a$	$7,5 \pm 0,6^a$
Lysin	$16,7 \pm 0,6^a$	$16,9 \pm 0,7^a$
Histidin	$4,9 \pm 0,2^a$	$4,9 \pm 0,4^a$
Ikke-essensielle aminosyrer		
*Asparaginsyre	$13,4 \pm 0,5^a$	$13,6 \pm 0,6^a$
Serine	$6,7 \pm 0,2^a$	$6,7 \pm 0,3^a$
*Glutamat	$24,7 \pm 0,9^a$	$25,3 \pm 1,0^b$
Prolin	$5,5 \pm 0,2^a$	$5,7 \pm 0,2^b$
Glysin	$6,8 \pm 0,2^a$	$6,8 \pm 0,3^a$
Alanin	$9,6 \pm 0,3^a$	$9,8 \pm 0,4^a$
Cystein	$0,4 \pm 0,1^a$	$0,4 \pm 0,1^a$
Tyrosin	$6,9 \pm 0,2^a$	$6,2 \pm 1,4^a$
Arginin	$16,1 \pm 0,6^a$	$15,6 \pm 1,4^a$
TAA	$165,1 \pm 5,3$	$166,4 \pm 7,6$
EAA	$75 \pm 2,7$	$76,2 \pm 4,0$
% EAA	45,4	45,8

*Tryptofan blir denaturert under syrehydrolyse mens Glutaminsyre og Asparagin deaminerer under syrehydrolyse og er derfor inkludert i Glutamat og Asparaginsyre. Signifikant forskjell ($p < 0,005$) på samme linje markeres med forskjellig bokstav på samme linje.

Diskusjon

Formålet med studiet var å undersøke næringsinnholdet for økologisk og konvensjonell oppdrettslaks og å sammenligne dem. Økologisk produksjon av laks har strenge krav knyttet til hele produksjonen (Økologiforskriften, 2017), og viktigst for denne studien; krav til fôret laksen spiser. Det fremgår av økologiforskriften at en dagsrasjon for økologisk laks kan «bestå av høyst 60 % økologiske planteprodukter». Videre fremgår det at det skal prioriteres å bruke «økologiske fôrprodukter fra akvakulturproduksjon», «fiskemel og fiskeolje fra slakteavfall fra økologisk akvakultur» og «fiskemel og fiskeolje og ingredienser fra fisk fra avskjær fra fisk som allerede er fanget for konsum i bærekraftige fiskerier» (Økologiforskriften, 2017, artikkel 25k).

Planen var å utføre samme analyser av næringsinnhold av fôr som ble gjort på laks. Det var imidlertid ikke mulig å skaffe fôrprøver fra oppdretteren eller tilsvarende fôr fra fôrlevrandørene. Vi vet imidlertid at økologisk fôr skal inneholde en større andel marint råstoff enn konvensjonelt fôr og dette vil gjenspeiles i laksen. Det var Ewos som hadde levert fôr til Brødrene Karlsen/Flakstadvåg AS og siden det ikke var mulig å få tak i prøver av fôr ble produktdatablad for hver av fôrtypene fra denne produsenten benyttet som grunnlag for diskusjonen. Se vedlegg 1 og 2.

Vann og aske

Vanninnholdet i en filet vil vanligvis sammen med fett utgjøre ca. 80% av det totale innholdet (Haard, 1992). Altså vil fisk med lite fett i muskelen inneholde mer vann og fisk med mye fett inneholde mindre vann. Dette er som nevnt tidligere på grunn av at fett ikke binder vann. Laks er ifølge Hard kategorisert som en klasse B fisk, altså middels fet og med et høyt proteininnhold. Haard anslår 5-15% fett og dermed 75-65% vann. Andre faktorer som kjønnsmodning kan også påvirke vanninnholdet. Både den økologiske og konvensjonelle laksen inneholdt ca. 67% vann, henholdsvis $\pm 0,9$ og $1,8\%$. Det ble ikke funnet signifikant forskjell mellom økologisk og konvensjonell for verken vann eller aske.

Esaiassen fant derimot signifikant forskjell i vanninnhold. Esaiassen fant et vanninnhold for økologisk laks på $65,3 \pm 1,8\%$ og konvensjonell på $61,3 \pm 1,2\%$. Jensen, som sammenlignet vill, oppdrettet og rømt laks, fant et lignende innhold for konvensjonell oppdrettets laks på $61,4 \pm 1,6\%$, mens resultatene her var høyere for både økologisk og konvensjonelt oppdrettet laks på ca. 67% vann. Dette henger trolig sammen med et høyere fettinnhold hos Esaiassen og Jensen.

Askeinnholdet, etter forbrenning, forteller oss noe om hvor mye mineraler det er i muskelen. Fiskemuskel vil stort sett inneholde alle mineraler man finner i «vann-habitatet» da de tar opp mineraler gjennom skinnet, maten og av å drikke sjøvann. Det fremkommer spesifikke forskjeller for innhold av mineraler i fôret til laksen fra databladene, med askeinnhold på henholdsvis ca. 100 g pr kg for økologisk og 65 g pr kg for konvensjonelt fôr (vedlegg 1 og 2). Dette gjenspeiles derimot ikke i resultatene hvor både økologisk og konvensjonell laks har et askeinnhold på 1,2% i filetene. Innholdet av de enkelte mineraler, metaller og sporstoffer ble ikke analysert slik at vi ikke vet om disse er forskjellig mellom gruppene.

Sammenlignet med andre tidligere studier finner vi lite forskjell i askeinnhold. Både Esaiassen *et al.* (2022) og Jensen *et al.* (2020) finner et askeinnhold på 1,2%, og Esaiassen, hvor økologisk og konvensjonell oppdrettslaks blir sammenlignet, fant det i likhet med dette studiet ingen signifikant forskjell i aske.

Fettinnhold i økologisk konvensjonell oppdrettslaks

Ved analyse av fettinnhold vet vi at ulike løsemidler fungerer optimalt på ulikt fett. Vi kan dele fettene inn etter polaritet; ikke-polart fett som triglyserider, og polart fett som fosfolipider og frie fettsyrer (Ramalhosa, 2012). Det økologiske fôret skal inneholde mer marint råstoff, som igjen trolig inneholder mer polare lipider da vi kan anta at kildene til f.eks. fiskemel har beitet på krepsdyr som ofte inneholder mye fosfolipider. Videre vet vi at planteoljer ofte inneholder store mengder upolare triglyserider slik at fisken i vår studie antas å ha fått fett av ulik polaritet, eller ulikt innhold av fettklasser, i fôret. Her kunne bruk av ulike metoder som Sostare *et al.*, (2018) og Folchs *et al.* (1957), som er basert på ulike løsemidler, gitt ulike resultater. Som nevnt fikk vi ikke anledning til å analysere fôret, men begge metodene ble prøvd ut på laks. Matayash sin metode ble valgt bort grunnet varierende resultater mellom paralleller og innhold av ulike fettklasser ble ikke analysert i laksemuskel da tidligere arbeid ikke viste noen forskjeller i fettklasser i prøver av rød muskel fra laks foret med vegetabilsk eller marint basert fôr (Nanton *et al.* 2006).

Et av målene med forsøket var å undersøke om det var forskjell i fettinnholdet mellom økologisk og konvensjonell oppdrettslaks. Vi fant et noe lavere fettinnhold i den økologiske fisken kontra den konvensjonelle, med et innhold på henholdsvis $9,9 \pm 0,6$ og $11,2 \pm 0,5$ (g/100g). Fettinnholdet vil variere basert på diett, fôrtilgang og aktivitetsnivå. Det kan også variere både på kjønnsmodning, antall døgn på sult før slakt og alder. Dette kommer frem i data presentert av Havforskningsinstituttet hvor vi ser minimumsverdier rundt 3% med

maksimumsverdier på 22% fett for målingene på laks i 2019 (Sjømatdata, 2022). I dette forsøket så vi også at fettinnholdet varierte på individnivå, samtidig som de fleste prøvene var svært lik i fordelingen av fettsyrer for både økologisk og konvensjonell laks. Dette viser at til og med innad i en merd, hvor man kan anta at all fisk har tilnærmet lik tilgang på fôr og like økologiske forhold, kan fettinnholdet variere fra individ til individ. Sammenlignet med en studie av Jensen *et al.* (2020) ligger prøvene i dette forsøket noe under i fettinnhold, samtidig som vanninnholdet er høyere. Jensen fant et gjennomsnittlig fettinnhold på 17,9% og vanninnhold på 61,4% (konvensjonell oppdrettet atlantisk laks), begge er om lag 6% unna målingene fra dette forsøket. Denne trenden går igjen og historisk hvor vi kan se variasjon i fettinnhold mellom 2005, 2012 og 2020 på henholdsvis 18,8% - 12,3% - 17,9% (Hamilton *et al.*, 2005; Jensen *et al.*, 2012; Jensen *et al.*, 2020) samt i sjømatdata. Samtidig fant Esaiassen *et al.*, i 2022 økologisk laks med et fettinnhold på 13,4 % og konvensjonell laks på 16,9 %.

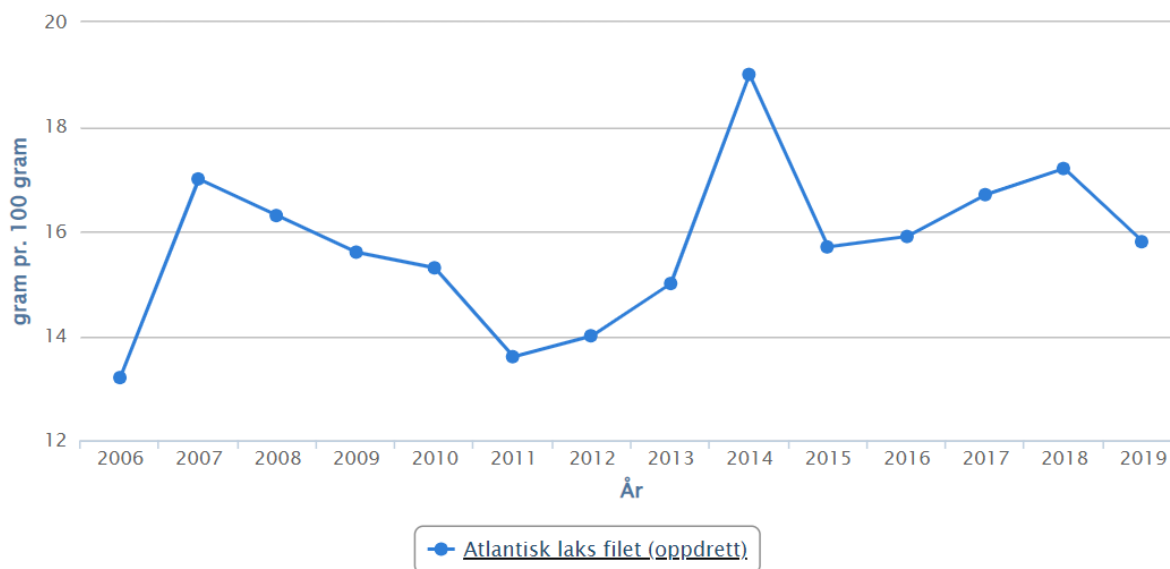
Fra vedlegg 1 og 2 ser vi at det økologiske fôret (EWOS Harmony Debio 1000) inneholder 310-350 g fett mens det konvensjonelle fôret (EWOS Rapid HP 1000) inneholder 340-380 g fett pr. kg. fôr. Dette forklarer noe av hvorfor den konvensjonelle laksen har et høyere innhold av fett. Det er derimot vanskelig å vurdere direkte hvordan fettsyresammensetningen påvirkes av fôrene da fettsyresammensetningene av fôret ikke angis i produktdatabladet. Vi ser derimot også at fôret til den konvensjonelle laksen inneholder mer energi enn det økologiske fôret, noe som sannsynligvis skyldes det noe høyere fettinnholdet. Det er også verdt å nevne at et av kravene for økologisk produksjon er lavere tetthet innad i en merd (maks 10 kg/m³), noe som kan bidra til et lavere fettinnhold da fysisk aktivitet kan være økt (Økologiforskriften, 2017, Artikkel 25f).

Tidligere studier har vist relativt store variasjoner i innhold av fett i laksemuskel hos oppdrettet laks (både konvensjonell og økologisk). Gjennom årene har fettinnholdet tilsynelatende gått noe opp og ned avhengig av hvor laksen stammer fra, samt metodikken i forsøkene. Lundebye *et al.* (2017) fant i 2017 et fettinnhold på 14%, mens Jensen *et al.* (2012) fant et lavere fettinnhold på rundt 12 %. Nyere studier viser også relativt stor variasjon mellom resultatene hvor fettinnholdet varierer mellom 9-18% (Jensen *et al.*, 2020; Molversmyr *et al.*, 2021; Esaiassen *et al.*, 2022). Molversmyr anvendte imidlertid homogenisert hel filet mens Esaiassen og Jensen anvendte, som i dette studiet, NQC. Havforskningsinstituttet gjør utallige målinger som publiseres på sjømatdata, også her ser vi stor variasjon i fettinnhold som kan sees i figur 4.



Totalt fettinnhold (etylacetat) Sammenlikning, historisk utvikling

☰ Last ned



hi.no

Figur 4 viser gjennomsnittlig fettinnhold på oppdrettslaks (*Salmo Salar L.*) fra 2006 til 2019. Bildet er hentet fra Sjømatdata, (2022).

Fettsyresammensetning

Fettsyresammensetningen av fett i fileten vil i stor grad påvirkes av fiskens diett, og vi vet som nevnt at det i det økologiske fôret er en større andel marint råstoff enn i det konvensjonelle fôret. Dette kommer også frem i resultatene hvor det finnes signifikante forskjeller mellom de aller fleste fettsyrene. For SFA ser vi en noenlunde lik mengde i g/100 g mens den prosentvise fordelingen skiller seg mer ut hvor den økologiske har 27% SFA og den konvensjonelle har 16%. For begge er Palmitinsyre (C16:0) den dominerende fettsyren. Palmitinsyre er en vanlig fettsyre i planter, og det er derfor naturlig å finne denne i begge fiskene. Det som derimot er noe overraskende, er at det er mer i den økologiske. Dette kan skyldes bruk av fiskemel fra en fiskeart som inneholder mye Palmitinsyre, som ulike sildefisk, makrell og annen fôrfisk (Gruger *et al.* 1964). Dette ser vi også i tidligere studier hvor det ble funnet mer SFA i økologisk laks enn i konvensjonell laks som hadde henholdsvis 20,5 % og 14,1 % SFA (Esaïassen *et al.*, 2022). Innholdet i den konvensjonelle ligner også på resultatene fra andre studier som har rapportert et innhold av SFA på 15,05 % og 14,98 % (Jensen *et al.*, 2020; Molversmyr *et al.*, 2021).

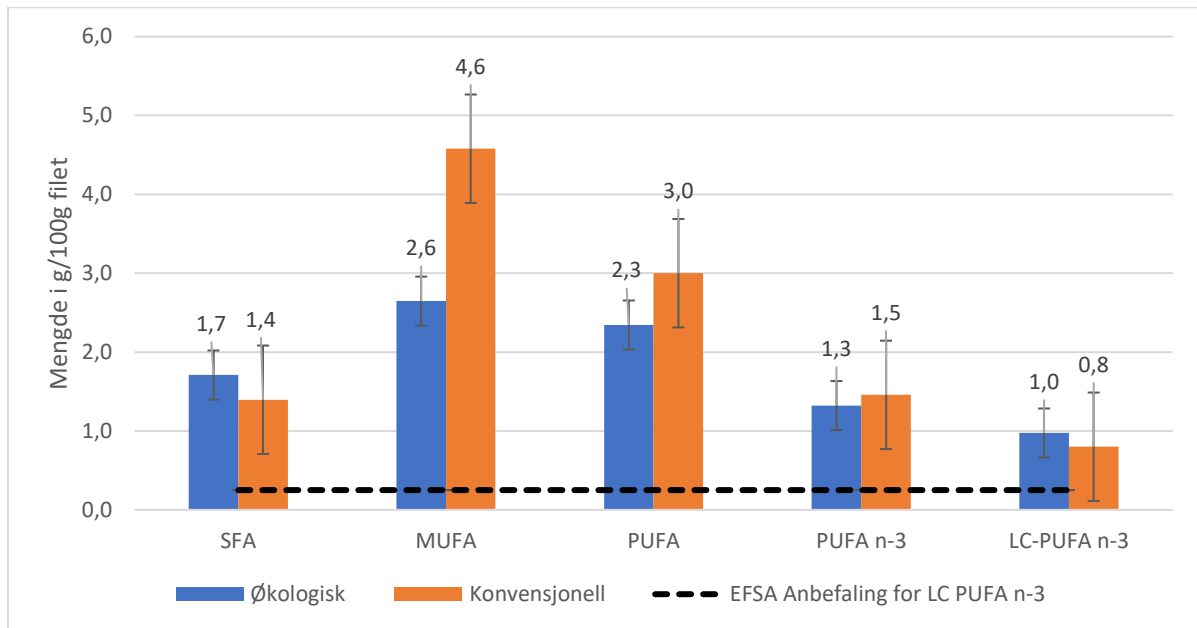
For MUFA ser vi en større, men forventet forskjell mellom den økologiske og konvensjonelle laksen. Den konvensjonelle laksen inneholder opp mot dobbelt så mye MUFA som den

økologiske i vekt, og har en prosentvis forskjell på henholdsvis $52 \pm 0,6 \%$ og $38 \pm 1,6 \%$. Dette skyldes i stor grad innholdet av oljesyre (C18:1n-9), som trolig stammer fra et høyere innhold av plantebasert fett i fôret til den konvensjonelle laksen som kan inneholde opp mot 20% rapsolje, som igjen kan inneholde opp mot 60% oljesyre (Aas *et al.*, 2019). Dette stemmer igjen overens med trenden fra tidligere studier hvor vi ser et innhold i økologisk og konvensjonell på henholdsvis 44,6 % og 56,2 % (Esaiassen *et al.*, 2022). I andre studier varierer imidlertid innholdet noe i forhold til våre resultater. Jensen *et al.* (2020) fant et innhold på 40,9 % mens Molversmyr *et al.* (2021) fant et innhold på 55,4 %.

Forskjellene i innholdet av PUFA er også forventet på bakgrunn av laksens diett. Selv om den konvensjonelle laksen har et høyere totalt innhold av PUFA, har den økologiske et høyere innhold av de marine LC-PUFA EPA, DPA og DHA. LA (C18:2 n-6) står for omlag 14% for både den økologiske og konvensjonelle, mens den konvensjonelle inneholder rundt 4 prosentpoeng mer av ALA (C18:3 n-3). Dette er essensielle fettsyrer for fisk og mennesker, men som ofte finnes i store mengder i vegetabiliske proteinkilder da både raps- og linfrøolje inneholder mye ALA. I laksefôr finnes kun 0,3% linfrøolje som inneholder rundt 50% LA, men opp mot 20 % rapsolje (Aas *et al.* 2019; Lande, 2022). Det totale innholdet av LC-PUFA n-3 er noe høyere i den økologiske laksen, rundt 1 g/100 g, mot at det ble funnet 0,8 g/100 g i den konvensjonelle. Vi ser derimot at selv om den konvensjonelle laksen har mer PUFA og PUFA n-3 i mengde har den økologiske laksen en større andel PUFA, PUFA n-3 og LC-PUFA n-3. Dette gir den også et bedre n-6/n-3 forhold som er fordelaktig for konsumentene. Trenden fra tidligere studier sammenlignet med SFA og MUFA fortsetter også for PUFA. Esaiassen *et al.* (2020) rapporterer et innhold for økologisk laks på 33,2 % og konvensjonell på 28,9 %. Molversmyr *et al.* (2020) ligger veldig nært på 29,6 % for konvensjonell laks og Jensen *et al.* (2020) skiller seg ut med 41,9 % for konvensjonelt oppdrettet laks.

European Food Safety Authority (EFSA) har kommet med anbefalinger på hvor mye LC-PUFA n-3 fettsyrer vi trenger og burde få i oss for å opprettholde et sunt kosthold. Figur 5 viser grafisk fordelingen av fettsyrer i gruppene SFA, MUFA, PUFA og LC-PUFA n-3 for økologisk og konvensjonell laks. Som nevnt kan vi her se at den konvensjonelle har mer PUFA enn den økologiske, men at den økologiske laksen inneholder mer av de marine LC-PUFA (EPA, DPA og DHA). EFSA anbefaler et daglig inntak av LC-PUFA n-3 på 250 til 500 mg, altså ukentlig inntak på 1750 mg til 3500 mg (EFSA, 2012). For å oppfylle EFSAs anbefaling trenger man da henholdsvis 175-350 g økologisk filet og 250-430 g konvensjonell filet. Videre har den konvensjonelle laksen et høyere innhold av ALA (C18:3n-3) og LA

(C18:2n-6) som gir den en større mengde av både PUFA og PUFA n-3. Både ALA og LA er også essensielle fettsyrer vi er avhengig av for både cellemembranfunksjon og andre fysiologiske funksjoner (Lande, 2020). ALA og LA har får vi imidlertid i store mengder fra andre kilder i kostholdet vårt, som totalt gir oss et ufordelaktig n-6/n-3 forhold (Jiang *et al.*, 2021). Etersom økologisk laks inneholder mer LC-PUFA n-3 og mindre PUFA n-6 gir den økologiske laksen helsegevinster fremfor den konvensjonelle.



Figur 5 viser gruppering av fettsyrer mettede fettsyrer (SFA), Monoumettede (MUFA), Flerummettede (PUFA), Flerummettede omega-3 (PUFA n-3) og Langkjedete flerummettede omega-3 (LC-PUFA n-3). Anbefalingen fra EFSA er 250-500 mg LC-PUFA n-3 pr dag, vises som stiplede linjer. (EFSA, 2012).

Beregning av IA og IT etter Ulbricht og Southgate (1991) viste at både økologisk og konvensjonell laks er godt innenfor målet om å være under 1, og indikerer at både økologisk og konvensjonelt oppdrettet laks kan regnes som sunn og helsefremmende mat for mennesker.

Tabell 6: Viser index of atherogenicity (IA) og index of thrombogenicity (IT) for økologisk og konvensjonell laks (Molversmyr *et al.*, 2021; Ulbricht og Southgate,1991).

Parameter	Økologisk	Konvensjonell
Index of atherogenicity (IA)	0,45	0,22
Index of thrombogenicity (IT)	0,23	0,16

Fôrfaktor

Oppdretteren informerer om at den økologiske fisken var i sjøen fra 12. juni 2020 frem til 21. september 2021, mens den konvensjonelle var i sjøen fra 14. mai 2020 frem til 20. september 2020. Oppdretter opplyser også om utfôring og tilvekst på fisken som kan vises i tabell 5. Til tross for noe lengre tid i sjøen har den konvensjonelle laksen langt bedre økonomisk og biologisk fôrfaktor. Den økologiske fisken har derimot oppnådd lik vekt som den konvensjonelle (sløyd vekt) etter noe kortere tid i sjøen. En tidligere studie sammenlignet vekst på atlantisk laks med fôr som inneholdt ulik mengde EPA og DHA og fant at et høyere innhold av EPA og DHA kan gi bedre vekst, mer robust fisk og bedre helse, og samtidig oppnå lik fôrfaktor som fisk som fikk fôr med lavere innhold EPA og DHA (Lutfi, *et al.*, 2021).

Det kommer også frem i data gitt av oppdretteren at den økologiske fisken har hatt noe bedre tilvekst enn den konvensjonelle da den har oppnådd lik vekt på litt kortere tid. Den økologiske fisken har likevel en lagt dårligere fôrfaktor. Dette skyldes høy dødelighet i merden hvor den økologiske laksen stammer fra. Ettersom biologisk fôrfaktor tar med i beregningen all biomasse som er produsert i merden, inklusivt vrak og død-fisk, mens den økonomiske kun tar med slaktet vekt virker det som om oppdretter har hatt dødelighet sent i utsettet. Det er imidlertid vanskelig å kommentere fôrfaktoren utover dette da den kan påvirkes av faktorer som sykdom og stress som det ikke finnes data på i dette forsøket.

Tabell 5: Viser biologisk fôrfaktor og økonomisk fôrfaktor for økologisk og konvensjonell oppdrettet laks for hele utsettet, samt antall dager i sjøen (dager) for både.

Parameter	Økologisk	Konvensjonell
Biologisk fôrfaktor	1,17	1,04
Økonomisk fôrfaktor	1,39	1,05
Varighet utsett (dager)	466	494

Biologisk fôrfaktor er hvor mye fôr som brukes i forhold til total biomasse produsert.

Økonomisk fôrfaktor er hvor mye fôr som brukes pr. kg. slaktet fisk (Misund, 2022).

Vi vet fra tidligere forskning at fisk med en plantebasert diett kan mangle viktige vitaminer og mineraler som vitamin B og fosfor. Plante proteiner har ofte et lavt innhold av B vitaminer samtidig som fisken har vanskelig for å fordøye fosfor fra planter ettersom fisk ikke har enzymet fytase. Det reduserte innholdet av vitamin B kan også til dels være med å forklare bedre tilvekst på den økologiske fisken da vitamin B er essensielt for metabolismen i fisk. (N, Daniel, 2018).

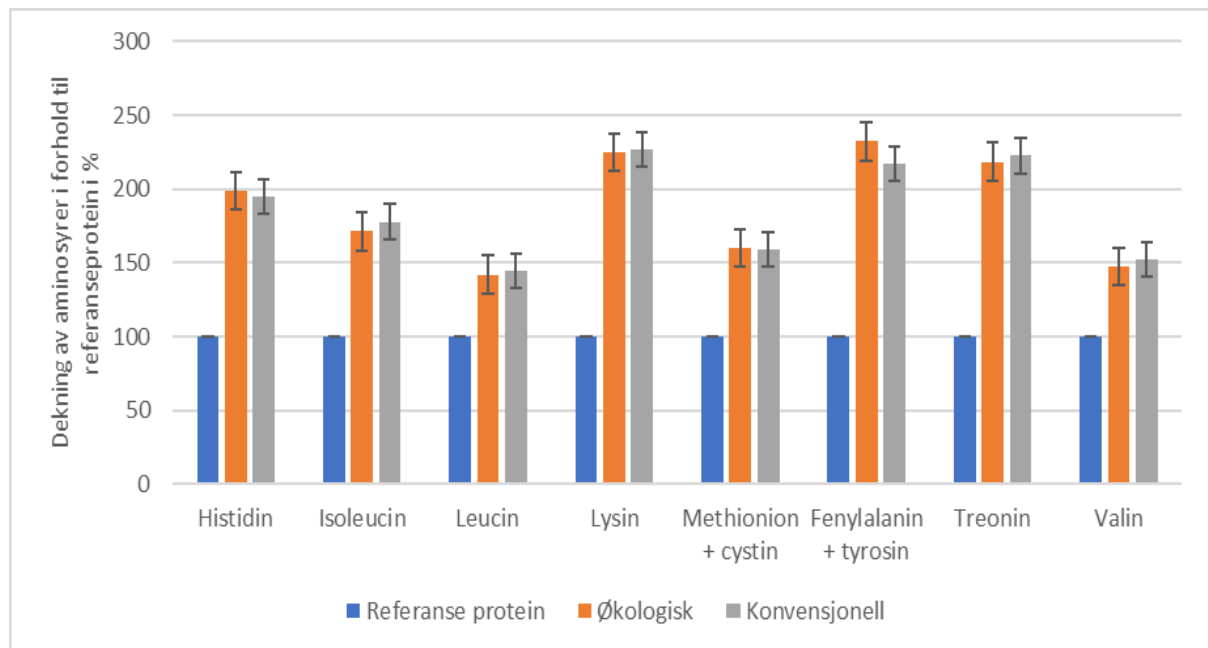
Aminosyrer og protein

Proteininnholdet i økologisk og konvensjonell laks ble funnet å være henholdsvis 16,5 g/100 g og 16,6 g/100 g. Videre var det ikke signifikante forskjeller mellom de fleste av aminosyrene. Fra vedlegg 1 og 2 kommer det frem at begge gruppene, økologisk og konvensjonell laks har fått tilnærmet lik mengde protein fra fôret, men det er ikke spesifisert mengde av råstoff eller mengder av ulike aminosyrer. En ting vi likevel vet med sikkerhet er at det økologiske fôret ikke inneholder syntetiske aminosyrer. Når det er sagt viser databladene at proteininnholdet i begge fôrene er relativt like, eller i hvert fall inneholder en tilstrekkelig mengde utover opptakskapasitet til laksen, da totalt innhold og % EAA er tilnærmet lik på ca. 45%.

Tidligere studier har vist at valg av metode i proteinberegning kan påvirke resultatene. Blant flere mulige metoder ble aminosyreanalyse brukt i dette forsøket. Denne metoden er anbefalt både av FAO (2003) og Mæhre *et al.* (2018). En av ulempene med metoden er at den sure hydrolysen av proteinet kan bryte ned enkelte aminosyrer helt eller delvis. Dette gjør at man kan underestimere mengden protein i et produkt, noe som kan forklare det noe lavere resultatet funnet her i motsetning til Havforskningsinstituttet sine målinger i 2019 og 2018 som fant et proteininnhold på konvensjonell oppdrettslaks til 19,8 g protein pr. 100 g filet (Sjømatdata, 2019). Det er ikke spesifisert hvilken metode som ble brukt av Havforskningsinstituttet. Et senere studie av Esaiassen *et al.* (2022) viser et proteininnhold for økologisk og konvensjonell oppdrettslaks på 146 ± 7 og 140 ± 7 mg henholdsvis pr. gram filet ved bruk av samme metode som i dette forsøket.

Proteiner er essensielle næringsstoffer for vekst, og dermed også en viktig ingrediens i dyrefôr. Kvaliteten på protein bestemmes vanligvis etter faktorer som fordøyelse, absorpsjon og assimileringskapasitet. Herunder innhold og andel av EAA, kjemisk score og vurdering av begrensende proteiner (Schaafsma, 2012). Proteiner fra pelagisk fisk eller marine dyr er ofte gode proteinkilder da de inneholder mye EAA. Den kjemiske scoren bestemmes ut fra mengden EAA i proteiner i forhold til et referanseprotein foreslått av FAO/WHO/UNU. Vanligvis vil proteiner fra animalske kilder ha en kjemisk score på 1, mens proteiner fra korn vanligvis varierer fra 0,4 til 0,6. Bønner, belgfrukter og nøtter ligger normalt en plass mellom disse (FAO, 2007). Marint råstoff er av høy kvalitet og fiskemel fra pelagisk fisk har ofte en kjemisk score over referanseproteinene til FAO/WHO, som også indikerer at kvaliteten på proteinet er overlegen i forhold til de fleste landplanter. Tryptofan ble denaturert under

syrehydrolysen før analysen og det kan derfor ikke vurderes om dette var en begrensende aminosyre. Figur 6 viser hvor mye aminosyrer økologisk og konvensjonell filet inneholder sammenlignet med anbefalt referanseprotein (FAO, 2007). Som det kommer frem av figuren inneholder både økologisk og konvensjonell laks godt over referanseverdiene for EAA og kan dermed vurderes som gode proteinkilder.



Figur 6: Viser innholdet av EAA (mg/g protein) i økologisk (n=10) og konvensjonell (n=10) laks i forhold til referanseproteinet foreslått av FAO (2007).

Både protein- og aminosyreinnholdet varierer lite og er i tråd med tidligere studier (Nanton *et al.* 2006; Jensen *et al.* 2020). Det er imidlertid også studier som viser noen forskjeller og som ikke følger samme trend som i dette studiet (Jensen *et al.* 2012; Esaiassen, 2020). Historisk data fra Havforskningsinstituttet er ikke komplett, men viser at proteininnholdet har lagt på mellom 19 og 20 g protein /100 g filet (Sjømatdata, 2022).

Konklusjon

Økologisk og konvensjonell atlantisk oppdrettslaks har signifikante forskjeller i fettinnhold og i fettsyresammensetningen i NQC filet. Et høyere innhold av marine råstoff i det økologiske fôret gjenspeiles i fileten og vi ser et høyere innhold av marine LC-PUFA n-3 samt mindre av omega-6 fettsyrene vi finner i terrestriske planter. Dette resulterer også i et bedre n-6/n-3 forhold i den økologiske laksen enn i den konvensjonelle laksen. Selv om både økologisk og konvensjonell laks vil kunne dekke et ukentlig behov for EPA og DHA, vil den økologiske være å foretrekke da den helhetlig er et sunnere alternativ. Proteininnholdet er likt, og det er liten forskjell i mengden av enkelte aminosyrer. Både den økologiske og konvensjonelle laksen inneholder tilstrekkelig med essensielle aminosyrer for å oppfylle anbefalingen til FAO (2007), og begge kan anses som gode proteinkilder.

Referanser

- Aas, T. S., Ytrestøyl, T., og Åsgård, T. (2019). Utilization of feed resources in the production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway: An update for 2016. *Aquaculture Reports*, 15. pp. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100216>
- Aas, T. S., Ytrestøyl, T., og Åsgård, T. (2022). Utnyttelse av fôrressurser i norsk oppdrett av laks og regnbueørret i 2020. Faglig sluttrapport. *Nofima, rapport 2/2022*. pp. 1-15 <https://hdl.handle.net/11250/2977260>
- Adhikari, S., Schop, M., de Boer, I. og Huppertz, T., (2022). Protein Quality in Perspective: A Review of Protein Quality Metrics and Their Applications. *Nutrients*, 14(5), pp. 1-31. <https://www.mdpi.com/2072-6643/14/5/947/htm>
- AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International, 21 ed.; AOAC International: Rockville, MD, USA, 2019.
- Bang, H., Dyerberg, J. og Nielsen, A., (1971). PLASMA LIPID AND LIPOPROTEIN PATTERN IN GREENLANDIC WEST-COAST ESKIMOS. *The Lancet*, 297(7710), pp.1143-1146. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(71\)91658-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(71)91658-8)
- Christie, W.W. og Han, X., (2010) The preparation of methyl and other esters of fatty acids. *Lipid Analysis*. 4th edition; Oily Press; Dundee, Scotland.: pp. 146-152
- Colombo, S., Wacker, A., Parrish, C., Kainz, M. og Arts, M., (2017). A fundamental dichotomy in long-chain polyunsaturated fatty acid abundance between and within marine and terrestrial ecosystems. *Environmental Reviews*, 25(2), pp.163-174. <https://doi.org/10.1139/er-2016-0062>
- Damodaran, S (2017). Food Proteins: An Overview i, Food proteins and their applications. Eds. Damodaran, S. og Paraf, A., 1. Utg. New York: Marcel Dekker, pp.1-25.
- Daniel. N, 2018. A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, Vol.6(2), p.164

- EFSA, (2012). Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *EFSA Journal*, 10(7) p. 11. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2815>
- Esaiassen, M., Jensen, T. K., Edvinsen, G. K., Otnæs, C. H. A., Ageeva, T. N., og Mæhre, H. K. (2022). Nutritional value and storage stability in commercially produced organically and conventionally farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Norway. *Applied Food Research*, 2(1), pp.1-7 100033- .
<https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100033>
- Esmail Lufti, Gerd M. Berge, Grete Bæverfjord, Trygve Sigholt, Marta Bou, Thomas Larsson, Turid Mørkøre, Øystein Evensen, Nini H. Sissener, Grete Rosenlund, Lene Sveen, Tone-Kari Østbye og Bente Ruyter. (2021). Increasing dietary levels of the n-3 long-chain PUFA, EPA and DHA, improves the growth, welfare, robustness and fillet quality of Atlantic salmon in sea cages. *British Journal of Nutrition*. pp. 1-17.
<https://doi.org/10.1017/S0007114522000642>
- FAO. (2003) Food Energy—Methods of Analysis and Conversion Factors; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy. [Internett] Hentet 14.03.2022 fra: <https://www.fao.org/3/y5022e/y5022e00.htm>
- FAO. (2007). In Protein and amino acid requirements in human nutrition: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation, World Health Organisation, technical report series, no. 935. Geneva: World Health Organization. Tilgjengelig fra: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO_TRS_935_eng.pdf?ua=1
- Fiskeridirektoratet, 2021. Akvakulturstatistikk: matfiskproduksjon av laks, regnbueørret og ørret. [Internett] Tilgjengelig fra: <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Akvakulturstatistikk-tidsserier/Laks-regnbueoerret-og-oerret/Matfiskproduksjon> Hentet 12.02.2022
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G.S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1):497-509.
[https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)64849-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)64849-5)

- Gruger, E., Nelson, R. og Stansby, M., 1964. Fatty acid composition of oils from 21 species of marine fish, freshwater fish and shellfish. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 41(10), p.665. <https://doi.org/10.1007/BF02661403>
- Haard, N., (1992). Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International*, 25(4), pp.289-307. [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(92\)90126-P](https://doi.org/10.1016/0963-9969(92)90126-P)
- Hamilton, M., Hites, R., Schwager, S., Foran, J., Knuth, B. og Carpenter, D., 2005. Lipid Composition and Contaminants in Farmed and Wild Salmon. *Environmental Science Technology*, 39(22), pp.8622-8629. <https://doi.org/10.1021/es050898y>
- Jensen, I., Maehre, H., Tømmerås, S., Eilertsen, K., Olsen, R. og Elvevoll, E., (2012). Farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) is a good source of long chain omega-3 fatty acids. *Nutrition Bulletin*, 37(1), pp.25-29. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-3010.2011.01941.x>
- Jensen, I. J., Eilertsen, K. E., Otnæs, C. H. A., Mæhre, H. K., og Elvevoll, E. O. (2020). An update on the content of fatty acids, dioxins, PCBs and heavy metals in farmed, escaped and wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Norway. *Foods*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/FOODS9121901>
- Jiang, L., Wang, J., Xiong, K., Xu, L., Zhang, B. og Ma, A., (2021). Intake of Fish and Marine n-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Risk of Cardiovascular Disease Mortality: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Nutrients*, 13(7), pp. 2342- <https://doi.org/10.3390/nu13072342>
- Lande, Britt: fettsyrer - ernæring i Store medisinske leksikon på snl.no. Hentet 13. februar 2022 fra https://sml.snl.no/fettsyrer_-_ern%C3%A6ring
- Lundebye, A.-K., Lock, E.-J., Rasinger, J. D., Nøstbakken, O. J., Hannisdal, R., Karlsbakk, E., Wennevik, V., Madhun, A. S., Madsen, L., Graff, I. E., og Ørnsrud, R. (2017). Lower levels of Persistent Organic Pollutants, metals and the marine omega 3-fatty acid DHA in farmed compared to wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Environmental Research*, 155, pp. 49-59. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.01.026>

- Matyash, V., Liebisch, G., Kurzchalia, T., Shevchenko, A. og Schwudke, D., 2008. Lipid extraction by methyl-tert-butyl ether for high-throughput lipidomics. *Journal of Lipid Research*, 49(5), pp.1137-1146. <https://doi.org/10.1194/jlr.d700041-jlr200>
- Misund, Bård: fôrfaktor i Store norske leksikon på snl.no. Hentet 28. april 2022 fra <https://snl.no/f%C3%B4rfaktor>
- Molwersmyr, E., Devle, H., Naess-Andresen, C. og Ekeberg, D., (2022). Identification and quantification of lipids in wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and salmon feed by GC-MS. *Food Science & Nutrition*, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2911>
- Mæhre, H., Jensen I., Elvevoll, E., Eilertsen, K. (2015). ω -3 Fatty Acids and Cardiovascular Diseases: Effects, Mechanisms and Dietary Relevance. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(9). pp.22636-22661 <https://doi.org/10.3390/ijms160922636>
- Mæhre, H., Dalheim, L., Edvinsen, G., Elvevoll, E. og Jensen, I., (2018). Protein Determination—Method Matters. *Foods*, 7(1), pp.1-10. <https://doi.org/10.3390/foods7010005>
- Nanton, D., Vegusdal, A., Rørå, A., Ruyter, B., Baeverfjord, G., Torstensen, B. (2006). Muscle lipid storage pattern, composition, and adipocyte distribution in different parts of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed fish oil and vegetable oil. *Aquaculture*, 265(1-4) pp. 230-243.
- Olsen, R. L. (2017) Lipidkjemi med vekt på fisk. Kompendium, 4.utg. Norges fiskerihøgskole, UiT Norges arktiske universitet.
- Ouraji, H., Shabanpour, B., Kenari, A., Shabani, A., Nezami, S., Sudagar, M. og Faghani, S., 2009. Total lipid, fatty acid composition and lipid oxidation of Indian white shrimp. *Fenneropenaeus indicus* fed diets containing different lipid sources. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(6), pp.993-997. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3545>

Ramalhos, M., Paíga, P., Morais, S., Rui Alves, M., Delerue-Matos, C. og Oliveira, M., 2012. Lipid content of frozen fish: Comparison of different extraction methods and variability during freezing storage. *Food Chemistry*, 131(1), pp.328-336.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.123>

Schaafsma, G., (2012). Advantages and limitations of the protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS) as a method for evaluating protein quality in human diets. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), pp.S333-S336.

<https://doi.org/10.1017/S0007114512002541>

Sjømatdata, 2022. Havforskningsinstituttet. Hentet 25. april 2022 fra

<https://sjomatdata.hi.no/#/seafood/6586>

Sostare, J., Di Guida, R., Kirwan, J., Chalal, K., Palmer, E., Dunn, W. og Viant, M., 2018. Comparison of modified Matyash method to conventional solvent systems for polar metabolite and lipid extractions. *Analytica Chimica Acta*, 1037, pp.301-315.

<https://doi.org/10.1016/j.aca.2018.03.019>

Stancheva, M., Merdzhanova, A., Dobрева, D. og Makedonski, L., 2014. Common carp (*Cyprinus caprio*) and European catfish (*Sillurus glanis*) from the Danube River as sources of fat soluble vitamins and fatty acids. *Czech Journal of Food Sciences*, 32(No. 1), pp.16-24. <https://doi.org/10.17221/31/2013-CJFS>

Ulbricht, T. L. V., og Southgate, D. A. T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338, pp. 985-992. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-m](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-m)

Wu, G., 2009. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids*, 37(1), pp.1-17. <https://doi.org/10.1007/s00726-009-0269-0>

Økologiforskriften. (2017). *Forskrift om økologisk produksjon og merking av økologiske landbruksprodukter, akvakulturprodukter, næringsmidler og fôr.*

Lovdata. https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-03-18-355/**

Appendix

Vedlegg 1



EWOS Harmony Debio

Complete feed for Atlantic Salmon
Feed certified for use in organic production

Composition g/kg feed

	Debio 250	Debio 500	Debio 1000	Debio 2500
Protein :	430-470	370-410	350-390	350-390
Fat :	230-270	290-330	310-350	320-360
Water :	50-80	50-80	50-80	50-80
Ash :	90-120	80-110	70-100	70-90
Fibre :	10-15	10-20	10-20	10-20
N-free extract :	100-150	130-160	140-180	140-180

Energy , MJ/kg :

DE, MJ/kg typical :	19.7	21.0	21.3	21.5
DP/DE, g/MJ typical :	20.2	16.5	15.3	14.7

Raw materials :

Fishmeal from trimmings, fishmeal from whole fish, fish oil from trimmings, fish oil from whole fish, organic certified plant oil, organic certified wheat, organic certified soya meal, organic certified sunflower meal, organic certified guar meal, organic certified beans, organic certified peas, minerals, vitamins, pigment source (Panaferd AX)

Organic status :

Feed certified compliant with the requirements of Regulations (EC) No 834/2007 and 889/2008 (GB-BIO-142).

User recommendation :

Feed type	Fish size
250	250-500 g
500	500-1000 g
1000	1000-2500 g
2500	> 2500 g

Subject to minor changes

Date : 19th February 2021

EWOS Ltd.
Westfield
Bathgate
West Lothian
EH48 3BP

Tel. 01506 633 966
Fax. 01506 632 730

Vedlegg 2



EWOS RAPID

Ekstrudert, komplett fullfôr til laks

Sammensetning g/kg fôr:

	HP 1000	HF 1000
Protein	355 - 395	340 - 380
Fett	340 - 380	355 - 395
Vann	50 - 80	50 - 80
Aske	25 - 65	25 - 65
Fiber	5 - 25	5 - 25
Fosfor	6 - 8	6 - 8
Astaxanthin (mg/kg)	50	50
Brutto energi (MJ/kg)	25 - 26	25,5 - 26,5

Råvarer:

Vegetabiliske Oljer, soyaproteinkonsentrat, fiskemel, hvetegluten, fiskeolje, hvete, fababønner, erteproteinkonsentrat, guarmel, mineraler, vitaminer

Bruerveiledning:

Produktnavn	Fiskestørrelse
RAPID HP 1000	1000g ->
RAPID HF 1000	1000g ->

Dato: 13.10.21

Med forbehold om små endringer.

EWOS AS

Adresse: Thormøhlens gate 51 B, 5006 Bergen, Norway

