



# Kapittel 3

Havbruk

# 3.1

## Kan plankton brukes som fiskefôr?

Marin plankton som krill og raudåte utgjør en betydelig biomasse. Flere forsøk har vist at det kan være gunstig å benytte dem som ingredienser i fiskefôr. Ikke bare er de betydelige kilder for marint fett og protein, men de kan også redusere mengden miljøgifter som finnes i enkelte marine produkter i dag. Det er imidlertid også utfordringer knyttet til bruk av disse råstoffene. Dette gjelder spesielt innholdet av fluor og tungmetaller, hvor både effekter og opptak må undersøkes og dokumenteres. Videre må biomasse og bestander dokumenteres for å få best mulige anbefalinger om uttak.

Figur 3.1.1

Krill (*Meganyctiphanes norvegica*).  
Krill (*Meganyctiphanes norvegica*).

Rolf Erik Olsen  
rolf.erik.olsen@imr.no

Mari Moren  
mmo@nifes.no  
NIFES

Tor Knutsen  
tor:knutsen@imr.no

Gro-Ingunn Hemre,  
ghe@nifes.no  
NIFES

Produksjonen i fiskeoppdrett har økt så mye i løpet av de siste to tiårene, at man nå begynner å få problemer med å skaffe til veie tilstrekkelig med fiskemel og fiskeolje som er de viktigste bestanddelene i fôret. Selv om det er vanskelig å spå om fremtiden, regner de fleste eksperter med at det vil bli mangel på en eller begge av disse fôringrediensene i løpet av de nærmeste 5–15 årene. For å bøte på denne situasjonen, har man over lengre tid forsøkt å skifte ut fiskemel og olje med ulike plante produkter. Dette har i en viss grad vært vellykket. Spesielt i laks er det nå mulig å erstatte store deler av fiskemelet med plantemel uten at man ser noen klare negative

effekter. Men ved høye utskiftninger får fisken problemer. Spesielt er det mage-tarmsystemet det går utover, slik at man kan finne ulike former for betennelsesreaksjoner. Det er også mulig å bruke store mengder med planteoljer til laks uten at den ser ut til å lide av det. Men dersom man bruker slike oljer, vil innholdet av de såkalte marine n-3-fettsyrene bli lavt i kjøttet. Det er disse fettsyrene som er spesielt gunstige å innta dersom man vil unngå problemer med hjerte-karsykdommer.

### Behov for alternative førkilder

Dersom man ønsker tilførsel av mer marint protein og fett, er det derfor nødvendig å finne alternative kilder fra det marine miljø. De eneste store ressursene som nå er tilgjengelige i havene, er de som finnes i lavere trofiske nivåer, altså i ulike former for krill og plankton. I Antarktis har det lenge vært stor interesse for fiske på antarktisk krill, først og fremst arten *Euphausia superba*. I Nordatlanten finnes også store mengder av krill og plankton som har potensial som råstoffkilder for både fett og protein. Her er det først og fremst amfipoder (*Themisto libellu-*



Foto: Line Arntsen, Havforskningsinstituttet

la), krill (*Thysanoessa inermis* og *Meganyctiphanes norvegica*) (Se Figur 3.1.1) samt raudåte (*Calanus finmarchicus*) man har konsentrert seg om. Dersom disse kan brukes i stedet for fiskebaserte råstoffer, kan man forsyne oppdrettsnæringen med råstoffer langt inn i dette århundret.

Etter hvert har man vist i flere fôringsforsøk på arter som laks, torsk og kveite at disse har potensial som førkilder. Selv om det ennå foregår forsøk, tyder alle resultater så langt på at fisken vokser like godt, eller i noen tilfeller bedre, når inntil 60 % av fiskemelet erstattes med krillmel (Figur 3.1.2). Det samme gjelder når fiskeolje erstattes med olje som kommer fra raudåte (Figur 3.1.3). Det som er interessant i dette tilfellet, er at raudåteolje inneholder fett i form av voksestre, som ikke er egnet som oljekilde for mennesker. Så det fisken gjør, er at den omformer fett som er "usunt" for oss, til sunt fett som vi kan få i oss når vi spiser laksen.

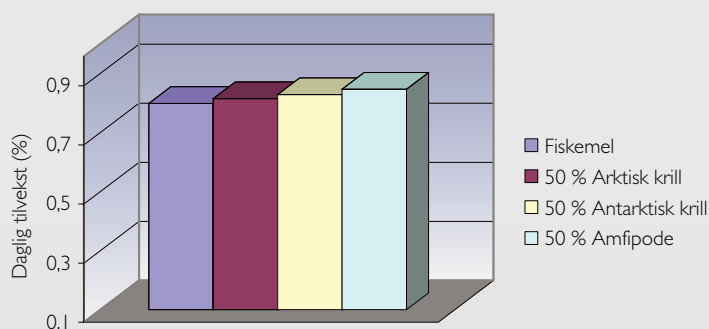
En annen fordel med å hente fett fra lavere trofiske nivåer er at mengden miljøgifter er langt mindre. Mange av disse miljøgiftene har den egenskapen av de akkumuleres hver gang de spises av fisk eller plankton som er høyere opp i næringskjeden. Og siden fisk befinner seg høyt oppe, kan man finne fisk hvor mengden av slike stoffer er relativt høyt. Dersom man så hopper over dette trinnet og gir oppdrettsfisk dietter som er basert på plankton, vil derfor innholdet av miljøgifter være vesentlig lavere.

#### Ulike utfordringer

Men det er også flere utfordringer forbundet ved bruk av organismer fra lavere trofiske nivåer. Ett velkjent problem er at mange inneholder store mengder fluor, som først og fremst kommer fra skallene der fluor inngår i en kjemisk struktur som gjør skallet hardere ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ). Tidligere arbeid for å finne nytteverdi av krill stanset opp på slutten av 1970-tallet, da det viste seg at regnbueørret tok opp fluor når de ble gitt fôr som inneholdt krill. Dette var fisk som gikk i fersk- eller brakkevann. Fluor i fôr til saltvannsfisk har vist seg å være et mindre problem. Vi har gitt kveite, torsk og laks fôr hvor inntil 100 % av melet var krillmel. Det ble ikke observert noen økning av fluornivå i verken bein, muskel, gjelle, nyre eller skinn/skjell, sammenliknet med fisk som var gitt et fôr laget av fiskemel (Figur 3.1.4, fluor i prøver fra laks).

Dessuten kan enkelte krillararter inneholde relativt høye mengder av uønskede metaller, og dette er til dels reflektert i melene (Tabell 3.1.1). For eksempel finner man høye kadmiummengder i mel produsert fra arktiske amfipoder. For enkelte krill-

Daglig tilvekst i laks over 160 dager føret på krill og amfipoder

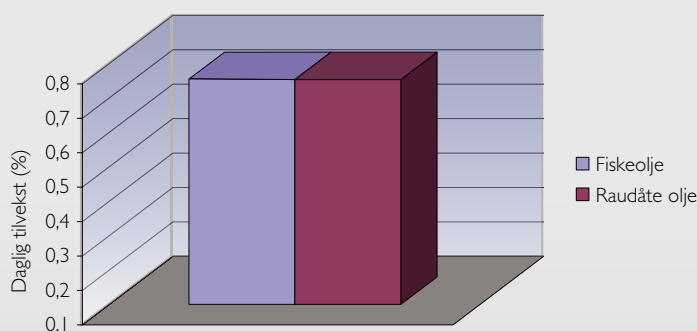


Figur 3.1.2

Gjennomsnittlig daglig tilvekst hos laks på dietter hvor om lag 50 % av fiskemelet er erstattet med mel fra krill eller amfipoder.

Average daily growth in Atlantic salmon on diets where 50 % of the fishmeal was substituted with meals from amphipods or various krill species.

Daglig tilvekst hos laks over 140 dager føret på dietter tilsatt fiskeolje eller raudåteolje.

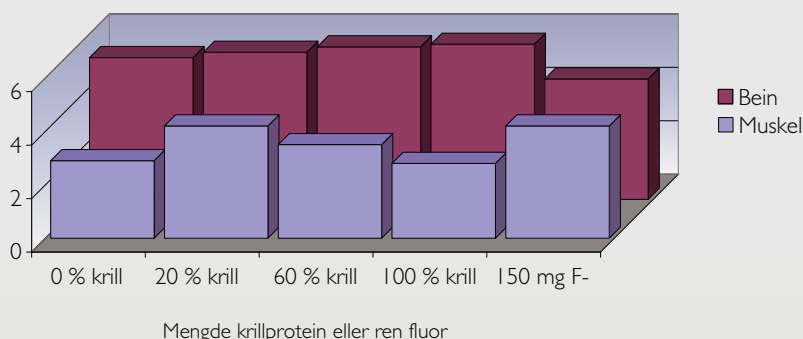


Figur 3.1.3

Gjennomsnittlig daglig tilvekst hos laks på dietter tilsatt fett fra raudåte eller fiskeolje.

Average daily growth in Atlantic salmon on diets containing fish oil or oil from copepods.

Fluor i kjøtt og bein hos laks føret med krill eller ren fluor



Figur 3.1.4

Innhold av fluor (mg per kilo vev av våtvekten) i prøver fra laksemuskel og laksebein.

Økende mengde krill i føret gir ikke signifikant økning av fluor i bein- eller muskelprøver. Fôr tilsatt fluor i form av NaF ga heller ikke økte fluornivåer, sammenliknet med gruppen som hadde fått vanlig fiskemelsbasert fôr.

Content of fluoride (mg per kg tissue wet weight) in muscle or bone tissue from Atlantic salmon. Increased amounts of krill in the diets do not increase the level of fluoride in the tissues. Diets added pure NaF do affect tissue fluoride levels compared with fish fed on fishmeal-based diets.

**Tabell 3.1.1**

Innhold av kopper, sink, arsen, kadmium, kvikksølv og bly i mel produsert fra arktisk og antarktisk krill og amfipoder (mg kg<sup>-1</sup> tørrvekt) sammen med EUs øvre grenseverdier for føringredienser (mg kg<sup>-1</sup> 88 % tørrvekt).

*Content (mg per kg dry weight) of copper, zinc, arsen, cadmium, mercury and lead in meals produced from Arctic and Antarctic krill and amphipods compared with EU upper limits for feed ingredients (based on 88 % dry weight of material).*

	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
Antarktisk krill	46	51	4.0	0.61	0.008	0.09
Arktisk krill	22	81	9.4	1.4	0.009	0.22
Amfipoder	8.2	58	11	12	0.04	0.16
EUs øvre grenser	25*	200*	15	2	0.5	10

\*Grenseverdiene gjelder ferdig fôr. Det er ikke satt øvre grense for disse i fôrmidler da de også er essensielle mineraler (i små mengder).

larter har man også observert relativt høye mengder kopper. Kopper og kadmium kan bli begrensende faktorer i forhold til dagens lovverk, dersom funnene gjenspeiler normale verdier i disse artene. Andre potensielle arter bør også undersøkes, siden dette synes å variere, blant annet på grunn av forskjeller fra fangstområde til fangstområde. Det kan derfor være nyttig å kartlegge artene bedre for å vurdere hvordan de egner seg som føringredienser.

#### Metodeutvikling i fokus

I dag drives det liten eller ingen fangst på plankton i De nordiske hav og Barentshavet. Noe raudåte fanges imidlertid lokalt på kysten, og brukes i hovedsak som fôrtilsetning beregnet på å øke pigmenteringen i laks. I farvannet rundt Antarktis drives derimot et fiske etter krill hvor en rekke nasjoner er involvert, også Norge. For sesongen 2004–2005 ble det tatt i størrelsesorden 165 000 tonn krill av en total TAC (total fangstkvote) på ca. 4 millioner tonn. I dette fisket har man i hovedsak benyttet tradisjonelle finmaskede pelagiske tråler.

Utvikling av ny trålteknologi har imidlertid blitt forsert de siste årene. Dette gjør at fisket på den ene siden er blitt mer effektivt, men også mer attraktivt fordi det nå er mulig å oppnå en langt høyere kvalitet på råstoffet som tas om bord.

Uten tvil vil denne utviklingen fortsette. Det vil føre til økt utnyttelse av krillbestandene i Antarktis og vil svært sannsynlig øke interessen for planktonressurser i nordatlantiske farvann. Fra et forskningssynspunkt er vi svært oppmerksomme på at utnyttelsen av plankton kan ha uheldige konsekvenser for økosystemene generelt og planktonspisende fisk spesielt. Derfor må vi blant annet utvikle metoder for å kvantifisere de store pelagiske fiskebestandenes konsum med hensyn til plankton. Dessuten må vi styrke kunnskapen om fordeling og reproduksjonsbiologi, og ikke minst etablere sikrere metoder for å mengdemåle viktige planktonbestander i årene som kommer.

#### The utilisation of marine plankton as feed for farmed fish

The future of carnivorous fish farming relies on ample supplies of protein and lipid sources. Marine plankton and krill species constitute a major biomass in all seas, and several studies have shown that it is feasible to exploit these for fish-feed production. Not only are they good sources for marine protein and fat, but they will also lower the level of environmental toxins found in some marine resources today. Future challenges are mainly concerned with the high level of fluoride and heavy metals shown in some of these species, and where the impact on fish health and product quality needs to be established. Further exploitation also relies on proper environmental monitoring; stock estimation and well-funded recommendations for catch volumes.