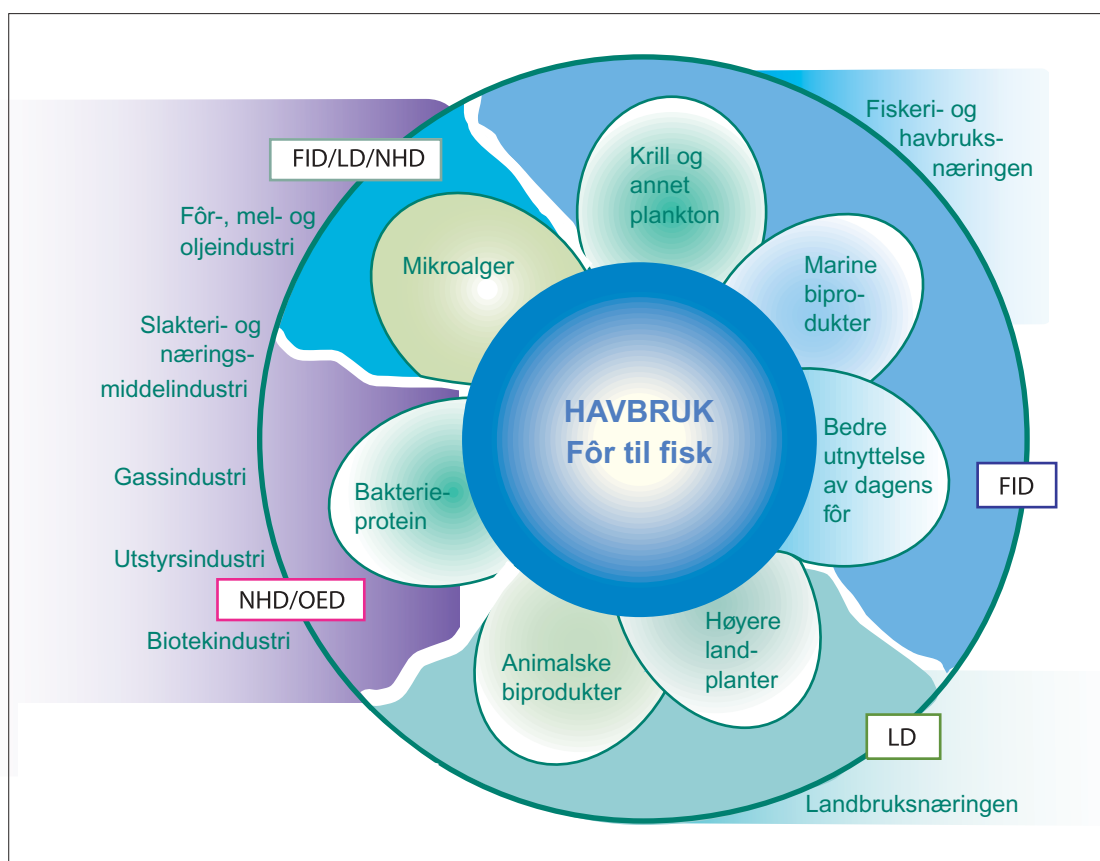


Handlingsplan for FoU-innsats innen fôrressurser til akvakultur

Rapport fra en arbeidsgruppe nedsatt av Norges forskningsråd



Handlingsplan for FoU-innsats innen fôr- ressurser til akvakultur

*Rapport fra en arbeidsgruppe
nedsatt av Norges forskningsråd*



**Norges
forskningsråd**

© Norges forskningsråd 2003

Norges forskningsråd
Postboks 2700 St. Hanshaugen
0131 OSLO

Telefon: 22 03 70 00

Telefaks: 22 03 70 01

Publikasjonen kan bestilles via internett:

<http://www.forskningsradet.no/bibliotek/publikasjonsdatabase/>

eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Internett: bibliotek@forskningsradet.no

X.400: S=bibliotek;PRMD=forskningsradet;ADMD=telemax;C=no;

Hjemmeside: <http://www.forskningsradet.no/>

Grafisk design omslag:	Creuna as
Ill. omslagsside:	Forskningsrådet/ AS Lettindustri
Trykk:	AS Lettindustri
Opplag:	500

Oslo, august 2003

ISBN 82-12- 01846-6

Forord

I løpet av de siste årene er det utgitt flere rapporter som viser til at det kan bli knapphet på viktige marine ressurser som benyttes i fôr til fisk, og at det er viktig å komme fram til nye og alternative ressurser. Forskning og utvikling vil være viktige innsatsfaktorer i dette arbeidet.

På denne bakgrunn nedsatte Forskningsrådet en arbeidsgruppe som fikk i oppgave å lage forslag til en handlingsplan for FoU-innsats om fôrressurser til akvakultur. Resultatet av gruppens arbeid presenteres i denne rapporten.

Gruppen har bestått av:

Professor Magny Thomassen (leder), NLH / Programstyret havbruk

Daglig leder Morten Lund, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond / FHL

Havbruk / Programstyret havbruk

Seniorforsker Birgitta Norberg, Havforskningsinstituttet / Programstyret havbruk

Veterinær Aud Skrudland, Nordvest fiskehelse / Programstyret havbruk

Rådgiver Svein Hallbjørn Steien, SND

Direktør Hans-Petter Næs, Eksportutvalget for fisk

Seniorforsker Grete Skrede, MATFORSK (fra juni 2002)

Gruppen takkes for utført arbeid.

Oslo, juli 2003

Bioproduksjon og foredling

Norges forskningsråd

Innholdsfortegnelse

1. Sammen drag.....	7
2. Innledning	8
Gruppe til å utarbeide handlingsplan.....	9
Mandat	9
3. Status – behov for fôr og tilgang på råvarer.....	10
4. Status – kunnskap.....	12
4.1 Fiskens ernæringsbehov – krav og begrensninger.....	12
Forholdet mellom fett og protein.....	12
Aminosyrebehov.....	12
Fettsyrebehov	12
Mikronæringsstoff	13
Fordøyelighet.....	13
Fettkvalitet.....	13
Antinæringsstoff	13
Avl	14
4.2 Fisk som mat.....	14
Ernæringsmessig kvalitet.....	14
Sensorisk og teknologisk kvalitet.....	14
Marked, mattrygghet og etisk kvalitet.....	15
4.3 Eksisterende, alternative og nye kilder til protein og fett.....	15
Fôrråvarer fra havet	15
Fôrråvarer fra landjorda.....	16
Mikroorganismer	17
4.4 Teknologi knyttet til fôrressurser.....	17
Fangst av krill og annet plankton	17
Dyrking og høsting av alger	17
Produksjon av bakterieprotein.....	18
Prosessteknologi	18
4.5 Igangværende FoU-aktivitet	19
5. Utfordringer – Nye fôrråvarer.....	19
5.1 Generelle oppgaver.....	20
Fiskens behov	20
Fisk som mat.....	21
5.2 Nye råvarer, mulige løsninger på kort og lengre sikt	21
Proteiner	22
Fett.....	23
5.3 Teknologi	23
Fangstteknologi	23
Prosessteknologi	23
Bioteknologi	24
5.4 Oppsummering.....	24
6. Gjennomføring og organisering	26
7. Tids- og kostnadsplan	29
Vedlegg 1. Oversikt over FoU-aktivitet.....	31

1. Sammendrag

Tilgangen på fiskemel og -olje er begrenset. Produksjon er basert på fangst av ressurser som har naturlige, årlige svingninger. I et normalår produseres internasjonalt 6-7 millioner tonn fiskemel og 1,2-1,4 millioner tonn fiskeolje. Av dette produseres om lag 2/3 i Chile og Peru, der årsproduksjonen er sårbar i forhold til værphenomenet El Niño. Det er ingen indikasjoner på at fangstkvantum kan økes.

Fiskemel og -olje er i dag det viktigste råstoffet i fôret til en rekke norske oppdrettsarter. Norsk oppdrettsnæring vil imidlertid møte økt konkurranse om fôrråstoff fra internasjonalt oppdrett og husdyrhold, og ved at en stigende andel av fisk vil gå direkte til humant konsum. Det ventes også økende fokus på bærekraftig forvaltning av verdens fiskeriresurser og det kan markedmessig bli vanskeligere å benytte mulig begrensede ressurser som fôrråvare til akvakultur.

Flere utredninger som er utført i den senere tid konkluderer med at det vil bli mangel på de tradisjonelle fôrmidlene til oppdrett av laksefisk i løpet av få år. Mangel på egnet fett vil bli den første begrensende faktor, men protein til en fornuftig pris vil også komme til å bli mangelvare. Utviklingen i retning av en permanent mangelsituasjon kan gå raskt, og kan i løpet av tre til åtte år skape store problemer for veksten i norsk fiskeoppdrett om vi ikke er beredt med alternative fôrråvarer. De tilpasninger som er mulige på kort sikt, vil neppe gi mer permanente løsninger. Parallelt med å komme fram til løsninger på kort sikt, må det derfor samtidig arbeides med mer langsiktige oppgaver som kan sikre fôrsituasjonen i framtiden

På kort sikt (0 – 5 år) er de mest framtreddende utfordringene knyttet til en bedre utnyttelse av allerede tilgjengelige råvarer. Særlig gjelder dette de essensielle flerumettede fettsyrene av n-3 familien. På lengre sikt er det viktig med en innsats som fokuseres mot kunnskap som er avgjørende for å kunne ta i bruk alternative og nye kilder til fett (0 – 10 år) og protein (0 – 20 år).

Mulige alternative kilder for fôrråstoff kan være høsting av havene på lavere trofisk nivå, som kan innebære utnyttelse av krill og annet plankton samt mesopelagisk fisk, bruk av vegetabiliske råvarer fra landjorda og produksjon av mikroorganismer (mikroalger og bakterieprotein). Kunnskapsstatus så langt peker på at disse alternativene har potensial til å kunne dekke de langsiktige behovene fra en økt akvakulturproduksjon, både nasjonalt og internasjonalt.

Næringsmessig vil det økonomisk sett være en fordel å kunne nytte alle kildene samtidig, ved at man da til en hver tid vil kunne velge mellom flere muligheter. Produksjonen vil også bli mer robust ved at den blir mindre sårbar for naturlige svingninger eller episoder som gir plutselige endringer i akseptable råvarer.

Utvikling av alternative fôrråstoff vil imidlertid gi betydelige utfordringer for næringen, myndighetene og for forskningsmiljøene og er et nasjonalt og et internasjonalt problem. Både offentlig og privat finansiert forskning er nødvendig og må ses i en sammenheng. Det er behov for grunnleggende forskning, anvendt forskning, brukerstyrt forskning og andre næringsrettede tiltak. Det må også legges til rette for internasjonalt samarbeid. Det vil være nødvendig med offentlig medvirkning i alle deler av dette arbeidet, men det offentlige bør ha et særlig ansvar når det gjelder kompetanseoppbyggende tiltak, tiltak

rettet mot forvaltningen og næringsrettet virksomhet som er spesielt risikofylt. Miljøene må kunne arbeide både med de langsiktige løsningene og med aktuelle løsninger på kortere sikt. Forskningsrådet og SND er sentrale offentlige virkemidler i dette arbeidet. For å sikre målrettet og koordinert bruk av offentlige midler bør satsingen foretas av Forskningsrådet og SND i fellesskap Samarbeid og koordinering med ressurser fra Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) vil være viktig.

I Forskningsrådet bør Havbruksprogrammet ha en sentral rolle som pådriver og koordinator i FoU-arbeidet med nye fôrråstoff. Havbruksprogrammet har også viktige oppgaver knyttet til forskning som bidrar til å sikre fiskens ernæringsmessige krav, fiskens helse og velferd, krav til matvaretrygghet og til at produktene er i samsvar med kravene i markedene. Forskning om ulike ressurser må imidlertid i hovedsak knyttes til andre program slik som ressursforskningen, landbruksforskningen og forskning knyttet til olje- og gassressurser.

Samarbeid med næringen blir viktig, og oppdrettsnæringen og fôrindustrien har viktige roller i arbeidet. Også andre deler av næringslivet som fiske og fangst, fiskemel og -oljeindustrien, landbruksnæringen, næringsmiddelindustrien, gassindustrien og utstursindustrien kan få betydelige utfordringer i tilknytning til dette arbeidet.

For 2003 har Forskningsrådet bevilget anslagsvis 35 millioner kroner til prosjekter innen dette området. Det er et klart behov for at denne innsatsen styrkes betraktelig, sammen med økt innsats fra private kilder. Totalt sett er det anslått at innsatsen bør økes til i størrelsesorden 77 mill. kroner allerede innen 2005, og ytterligere trappes opp fram mot 2010. Dette gjelder problemstillinger knyttet til flere ulike områder innen norsk forskning, og det presiseres at anslagene som er presentert her må betraktes som tentative når det gjelder aktiviteter som angår områder som i dag ikke direkte oppfattes som deler av havbruksforskningen.

2. Innledning

Fôr av riktig kvalitet er en betydelig utgiftspost i produksjonen av oppdrettsfisk. Mellom 55 og 60 prosent av kostnadene med å produsere en slakteferdig laks er fôrutgifter. Det har siden starten av lakseoppdrett i Norge foregått en kontinuerlig forbedring av fiskefôr. Grunnlaget for dette har vært et betydelig forsknings- og utviklingsarbeid innenfor området ernæring, fôring, råvarer og fôrproduksjon.

Det har i de senere år kommet signal om at det i økende grad er knapphet på viktige marine råvarer som benyttes i fôr. Dette bidro til at Forskningsrådet i 2000 initierte et utredningsarbeid som kunne gi en status innen området, en vurdering av utsiktene og vurdering av behovene for forskning og utvikling. Arbeidet ble utført av professor Rune Waagbø, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, forskningsdirektør Ole J Torrissen, Havforskningsinstituttet og professor Erland Austreng, Akvaforsk. Utredningen "Fôr og fôrmidler – den største utfordringen for vekst i norsk havbruk" var ferdig i juni 2001.

Med gruppens utredning som bakgrunn inviterte Forskningsrådet til et møte på Gardermoen i oktober 2001. Ulike aktører som arbeider med fôr og ernæring til fisk var

invitert til å delta med kommentarer til gruppens arbeid, innspill om hvordan disse vurderte situasjonen og hvilke prioriteringer de hadde. I løpet av møtet ble det lagt fram en grundig oversikt over hvordan situasjonen oppfattes og over igangværende prosjekter. Situasjonen var om mulig enda mer kritisk enn det som framkom i rapporten, ble det hevdet. Behovet for økt FoU-innsats ble framhevet og det ble klart framholdt at rapporten er et godt grunnlagsdokument for videre arbeid og prioriteringer på dette området.

I mai 2001 kom rapporten "Alternative Dietary Protein and Lipid Sources for Sustainable Production of Salmonids" (Fisken og Havet nr 8 – 2001. Ronald W. Hardy, Dave A. Higgs, Santosh P. Lall og Albert G.J. Tacon).

I januar 2002 forelå det rapport fra et forprosjekt "Verdiskapning for norsk landbruk gjennom å utnytte naturressurser, kompetanse og nasjonale konkurransefortrinn til produksjon av føringredienser til oppdrettsfisk". Forprosjektet ble gjennomført i et samarbeid mellom flere forskningsinstitusjoner, bedrifter og næringsinstitusjoner og med MATFORSK som hovedansvarlig.

Gruppe til å utarbeide handlingsplan

Med bakgrunn i de faglige arbeidene fant Forskningsrådet at det er behov for å utarbeide en handlingsplan for forskning og utvikling på området. Planarbeidet ble forankret i programstyret for Havbruk, og i desember 2001 ble det oppnevnt en arbeidsgruppe for å gjennomføre dette. Gruppen har bestått av:

Professor Magny Thomassen (leder)	NLH / Programstyret havbruk
Daglig leder Morten Lund	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond / FHL Havbruk / Programstyret havbruk
Seniorforsker Birgitta Norberg	Havforskningsinstituttet / Programstyret havbruk
Veterinær Aud Skrudland	Nordvest fiskehelse / Programstyret havbruk
Rådgiver Svein Hallbjørn Steien	SND
Direktør Hans-Petter Næs	Eksportutvalget for fisk
Seniorforsker Grete Skrede	MATFORSK (fra juni 2002)

Fra Forskningsrådets administrasjon har følgende deltatt som observatører: Rolf Giskeødegård, Knut Moksnes (april 2002 til juni 2002), Kristin Danielsen (fra oktober 2002). I løpet av prosessen med handlingsplanen har gruppen innhentet synspunkter og kommentarer fra aktuelle miljøer.

Mandat

Gruppen fikk følgende mandat av Forskningsrådet:

Handlingsplanen skal gi grunnlag for prioriteringer av FoU-virksomhet innen fôr og fôrmidler til fisk med sikte på å komme fram til løsninger på kort og lang sikt. Det skal vurderes hva som bør være oppgaver for det offentlige og hva som bør være oppgaver for næringen. En vurdering av tids- og kostnadsplan for det offentlige arbeidet bør inkluderes.

3. Status – behov for fôr og tilgang på råvarer

Gruppens arbeid har i stor grad basert seg på de 3 rapportene som er nevnt i innledningen. Disse behandler temaet svært grundig og konkluderer med at det vil bli mangel på fôrmidler til oppdrett av laksefisk allerede i løpet av få år. Mangel på egnet fett vil bli den første begrensende faktor, men protein til en fornuftig pris vil også komme til å bli mangelvare. Utviklingen i retning av en permanent mangelsituasjon kan gå raskt, og vil i løpet av tre til åtte år skape store problemer for veksten i norsk fiskeoppdrett om vi ikke er beredt med alternative fôrråvarer. For delvis utbytting av fiskeolje med planteolje har utviklingen gått raskt. Det selges nå en betydelig andel fôr til norsk laks der inntil ca 30 prosent av fiskeoljen er byttet ut med planteolje.

Akvakultur har globalt vært den raskest voksende sektor innen matproduksjon de siste åra. I perioden 1989 til 1998 økte verdens akvakulturproduksjon fra 12,3 til 30,8 millioner tonn, fiskeriene var i samme periode stabile og tilførte mellom 85 og 95 millioner tonn fisk.

Den største delen av akvakulturproduksjonen er planteetende fisk, men en produksjon på ca 4 millioner tonn fisk (laksefisk, ål, marin fisk) og krepsdyr (hovedsakelig reker) har behov for fôr basert på fiskemel og fiskeolje, eller fôr av tilsvarende kvalitet. Årlig produksjonsøkning for disse artene har den senere tid ligget på rundt 10 prosent. I Norge er det forventninger til videre produksjonsøkning både for laksefisk og for arter som torsk og kveite.

Tilgangen på fiskemel og -olje er begrenset. Produksjon er basert på fangst av ressurser som har naturlige, årlige svingninger. I et normalår produseres 6-7 millioner tonn fiskemel og 1,2 – 1,4 millioner tonn fiskeolje. Av dette produseres om lag 2/3 i Chile og Peru, der årsproduksjonen er sårbar i forhold til værphenomenet El Niño. Det er ingen indikasjoner på at fangstkvantum kan økes.

Norsk oppdrettsnæring vil møte økt konkurranse om fôrråstoff fra internasjonalt oppdrett og husdyrhold, og ved at en stigende andel vil gå direkte til humant konsum. Det ventes også økende fokus på bærekraftig forvaltning av verdens fiskeriressurser. Dette kan føre til at det på lenger sikt kan blir mindre fisk tilgjengelig til produksjon av mel og olje. Det kan også bli markedmessig vanskeligere å benytte mulig begrensede ressurser som fôrråvare til akvakultur.

Fra 1988 til 1998 økte andelen av verdens fiskemelproduksjon som benyttes til akvakultur fra 10 til 30 prosent. Det er fremdeles en dominerende andel av produksjonen som benyttes til kylling, svin og storfe. Den totale tilgangen på fiskemel vil i en tid framover være tilstrekkelig for å dekke behovet, men økt konkurranse om fiskemel vil kunne gi økte priser og mer ustabile leveranser.

Det har i en viss grad vært tatt i bruk vegetabiliske proteinkilder i fiskefôr. Dette har medført en reduksjon i innblanding av fiskemel, men denne utviklingen har den siste tiden stoppet opp. Det er flere årsaker til dette, bl.a. en fôrkvoteordning i Norge som favoriserer fiskemel som den mest konsentrerte proteinkilden med gunstigst aminosyreprofil, manglende kunnskap om de ernæringsmessige og teknologiske utfordringer knyttet til bruk av vegetabiliske proteiner, og forbud mot bruk av produkter fra landdyr på grunn av usikkerhet knyttet til fôrbåren overføring av sykdommer mellom husdyr.

Det er et akutt behov for alternative fettkilder for videre vekst. Energibehovet kan dekkes fra vegetabiliske oljer, men bl.a. en nødvendig tilførsel av svært langkjedete n-3 fettsyrer begrenser innblandingsnivået av vegetabiliske oljer.

I tillegg til pris-/tilgang problematikken, vil også økt fokus på matvaretrygghet legge et press på bruk av fiskemel og -olje. Marint fett kan inneholde uønskede organiske forurenninger. Mest kjent er dioksin og PCB, men også andre som bromerte flammehemmere og ulike pesticider ventes å komme mer i søkelyset. For å holde sluttproduktet på et nivå innenfor forventede framtidige legale grenser for matvaretrygghet, er det nødvendig med utvikling av ny renseteknologi.

Markedsmessige hensyn for sluttprodukter bør i stadig økende grad tas hensyn til ved vurdering av alternative fôrråvarer til fisk. Ulike forbrukergrupper kan stille krav som: fisken skal være naturlig, produksjonen skal være bærekraftig, sporbarhet skal være tilstede, hensyn til matvaretrygghet skal ivaretas, markedets krav vedrørende GMO skal tas hensyn til, fisk fôret på alternative råvarer skal være like sunn og av samme kvalitet og smak som med tradisjonelle råvarer, og krav til fiskehelse og velferd må ivaretas. Forbrukerkravene er ikke alltid knyttet til vitenskapelig dokumenterbare forhold, og de kan være innbyrdes motstridende. Kravene er like fullt svært viktige for markedsaksept for produktet.

Det er i dag usikkert hvordan holdninger til for eksempel genmodifisering vil utvikle seg i framtiden. Det ventes bl.a. nye merkeregler der all bruk av genmodifiserte råvarer i mat og fôr skal deklarerer. Dette er til forskjell fra i dag hvor det kun er tilstedeværelse over visse nivåer som skal angis. En kan imidlertid ikke se bort fra at markedets holdninger til GMO vil kunne endre seg over tid i retning av større aksept for GMO. Dette kan føre til økende interesse for å endre egenskapene til både planter og mikroorganismer slik at de blir mer tilpasset kravene som stilles til fôrråvarer.

Animalske biprodukter har i de senere år ikke vært benyttet på grunn av usikkerhet knyttet til matvaretrygghet, markedsmessige konsekvenser og arbeid med nye internasjonale retningslinjer. Det ventes at EU i løpet av kort tid vil vedta retningslinjer for bruk av animalske biprodukter til fôrproduksjon. Dette vil kunne gi økt anvendelse av slike forutsatt at det kan dokumenteres bruk og sporbarhet i henhold til retningslinjene.

I Japan og Canada drives det kommersiell fangst av krill. Hovedmengden av fangstene går til bruk i akvakulturindustrien, enten frossent eller som krillmel. Utnyttelse av dyreplankton som viktig råstoff for vårt fiskeoppdrett, innebærer imidlertid videreutvikling av fangstmetoder, håndterings- og prosesseteknologi.

BioProtein basert på naturgass produseres i Norge i dag. Produksjonskapasiteten på ca 10.000 tonn og produktet har EU-godkjenning til bruk i laksefôr.

I tabell 1 er det vist eksempler på dagens prisnivå på kommersielt tilgjengelige fôrråvarer. Det framgår at prisen på krillmel og omega 3 fra alger ligger på et meget høyt nivå i dagens situasjon.

Tabell 1. Eksempler på prisanslag på kommersielt tilgjengelige fôrråvarer

Kommersielt tilgjengelige fôrråvarer	Prisanslag. (per kilo)
Fiskemel	5 – 6 kr / kg
Ekstrahert soyamel	2 kr / kg
Krillmel	10+ kr / kg
BioProtein	5 – 6 kr / kg
Fiskeolje	4 – 5 kr / kg
Rapsolje	4 – 5 kr / kg
Omega 3 fra alger	40 – 140 kr / kg

4. Status – kunnskap

4.1 Fiskens ernæringsbehov – krav og begrensninger

Kunnskap om fiskens behov for næringsstoffer er absolutt nødvendig både for å kunne optimalisere bruken av dagens ressurser, samt for å kunne vurdere mulighetene for å utnytte utradisjonelle og nye fôrråvarer.

En grundig oversikt over kunnskapsstatus på dette området finnes i delrapport 1 ”Fiskens krav og begrensninger” av rapporten: ”Landbruksbasert fôr til oppdrettsfisk”. Temaet er også berørt i utredningene ”Fôr og fôrmidler – den største utfordringen for vekst i norsk havbruk”, kap. 5, og i ”Alternative dietary protein and lipid sources for sustainable production of salmonids”. Her presenteres derfor kun en kort oppsummering.

På kort sikt vil behovene for protein og oljer til laks og ørret i påvekstfasen i sjø være den dominerende faktor nasjonalt, mens behovene hos kveite og særlig torsk forventes å spille en stadig viktigere rolle på noe lengre sikt. Rovfisk, som alle disse artene er, ser ikke ut til å ha et spesifikt behov for eller særlig god evne til å utnytte karbohydrater. Protein og fett blir derfor de viktigste komponentene i fôret.

Forholdet mellom fett og protein

Generelt vil behovet for næringsstoffer variere i løpet av fiskens liv. For laks og regnbueørret er mye kjent om optimale mengdeforhold mellom fett og protein i påvekstfôr. Også hos kveite og torsk finnes det en del kunnskap om effekt av varierende proteinnivå og protein-/fett forhold. Den ernæringsmessige kunnskapen for disse artene er likevel fremdeles mangelfull når det kommer til påvekstfasen, og dette er et felt som vil kreve mer kunnskap for en optimal utnyttelse av tilgjengelige ressurser i framtiden.

Aminosyrebehov

Ved en framtidig økt bruk av ulike proteinkilder vil kunnskap om behov for essensielle aminosyrer bli stadig viktigere. Til tross for mange års forskningsinnsats er behovstall for kun tre essensielle aminosyrer publisert hos laks. For stor kveite finnes kun noen data for aminosyren lysin. Siden behovstall fremdeles mangler for de fleste aminosyrer er mulighetene for en nøyaktig optimalisert utnyttelse av forskjellige proteinråvarer ennå ikke til stede.

Fettsyrebehov

Laks som andre fiskeslag er ikke i stand til å syntetisere fettsyrer av n-3 og n-6 familien *de novo*, og de essensielle fettsyrene må derfor tilsettes fôret. Behovet for essensielle fettsyrer er beskrevet hos yngel av atlantisk laks, men er ennå ikke fastsatt for større laks. Dette er kun studert hos chum salmon, hvor resultatene tydet på at behovet i sjøvann tilsvarte behov påvist i ferskvannsfasen.

Essensielle fettsyrer er viktige som bestanddeler av membraner og som utgangspunkt for dannelse av hormonlignende signalsubstanser. Det er derfor grunn til å forvente at fôrets fettsyresammensetning påvirker både biokjemiske, fysiologiske og helsemessige prosesser i fisken.

Det er godt dokumentert at EPA og DHA er essensielle fettsyrer for marine fiskearter. Ingen direkte behovsestimater er imidlertid publisert for kveite eller torsk i påvekstfasen, data fra andre arter antyder behov i størrelsesorden 0,5-1 % av fôret. Det finnes sterke indikasjoner på at disse fettsyrene er av betydning for pigmentering hos kveitelarver, mens lite er kjent om fysiologiske og helsemessige effekter hos større kveite.

Det finnes allerede en forholdsvis god dokumentasjon på at veksthastighet og dødelighet hos laks blir lite påvirket av innholdet av planteoljer i fôret så lenge det kvantitative behovet for n-3 fettsyrer tilfredsstilles. Dette er imidlertid et lite utforsket område for flere av de aktuelle nye oppdrettsartene.

Mikronæringsstoff

Tilgjengeligheten for fisken av mikronæringsstoffer i fôret vil i stor grad kunne påvirkes av andre fôrkomponenter. Et eksempel er fytinsyrens kompleksbinding med toverdige ioner som kan medføre redusert tilgjengelighet av viktige mineraler som sink, mangan og jern i tarmen, og dermed utilstrekkelig opptak for normal mineralisering i fisken. Ved økt bruk av nye, og mindre kjente råvarer vil det derfor være et stort behov også for økt kunnskap om mulige interaksjoner med opptak og omsetning av mikronæringsstoff i oppdrettsartene.

Fordøyelighet

En rekke proteinkilder av forskjellig opprinnelse eller behandlingsgrad er testet hos laks og på dette området finnes det relativt mye kunnskap. Det finnes også kunnskap om årsaker til påviste problemer jfr. antinæringsstoffer. Bare tre alternative proteinkilder til fiskemel; soyaproteinkonsentrat, fullfet soyabønnemel og hvetegluten, er rapportert utprøvd hos kveite.

Studier har vist at fordøyelse av protein og aminosyrer er effektiv hos dagens aktuelle arter. For laks er det imidlertid vist betydelige variasjoner fra et fôrmiddel til et annet. En av hovedgrunnene til variasjon i proteinfordøyelighet er ulike varmebehandlinger, noe som peker mot at optimalisering av prosessbetingelser vil være et viktig område å arbeide med for å øke utnyttelsen av begrensede ressurser for proteinråvare.

Fiskeoljer og de fleste vegetabiliske oljer har en høy fordøyelighet (90-95 %), mens fett med høyt smeltepunkt blir dårlig fordøyd. Dette er bra kartlagt hos ørret og laks, og lignende forhold ser også ut til å gjelde for kveite og torsk.

Fettkvalitet

Oljekvalitet er bl.a. et spørsmål om harskning og oksidativ stabilitet. Hos laks fører harsk fôrolje til redusert appetitt og langsommere vekst. Harskning av fôrolje fører raskt til tap av viktige næringsstoffer som vitamin E og kostbare pigmenter som astaxanthin. Dette kan ha konsekvenser både for fiskehelse, slaktekvalitet og økonomi.

Antinæringsstoff

Antinæringsstoffer er forbindelser som forstyrrer fordøyelsen og/eller fysiologien hos dyr som spiser dem. Toleransegrensene for proteinasehemmere er studert i laksefisk.

Glukosinolater er vist å gi metabolske forstyrrelser hos fisk. Saponiner i matvekster som soya er lite potente som antinæringsstoffer og antakelig uproblematisk i fiskefôr.

Laksefisk ser ut til å tåle hvetegluten. Soyafôret laks er vist å kunne utvikle tarmbe-

tennelse, men årsak og betydning av dette for vekst, helse og fôrutnytting er foreløpig usikker. Det er også uklart om andre planteråvarer enn soya gir tilsvarende intoleranse-reaksjoner. Fiberrik kost er vist å gi endringer i tarmcellene som kan utgjøre et problem i framtiden om slike komponenter økes betraktelig i fiskefôr.

Avl

Avl på egenskapen fôrutnyttelse er ikke kommersielt igangsatt til tross for at det er dokumentert at dette kan bidra til å spare fôrressurser. Avl for å komme fram til individer som bedre takler fôr basert på proteinkilder som inneholder tungtfordøyelige fiberfraksjoner, antinæringsstoffer ol. er framsatt som en mulighet, men det har ennå ikke vært gjennomført studier som kan dokumentere eventuelle genetiske variasjoner knyttet til dette problemkomplekset.

Det har vært gjennomført studier uten at man har greid å påvise en genetisk variasjon i fettsyremønster i laks og regnbueørret. Disse artene har en begrenset evne til å omdanne kortere n-3 fettsyrer til de lange og sterkt umettede EPA og DHA, men muligheten for at avlsarbeid skal kunne gi økt evne til omdannelse, kan være til stede. Marin fisk er kjent for å mangle/ha en svært lav omdannelseskapasitet.

4.2 Fisk som mat

Ved økt bruk av alternative fôrråvarer er det viktig å kjenne til hva som vil kunne endre enkelte kvalitetsegenskaper hos fisken, slik at kundenes ønsker og behov i størst mulig grad kan imøtekommes.

Ernæringsmessig kvalitet

Aminosyresammensetningen i fiskemuskel er i hovedsak bestemt av dens genetiske instruksjoner, og ikke av proteinkilden så lenge tilgang på essensielle aminosyrer sikres. Derimot er lagerfettet hos fisk i stor grad et speilbilde av fôrfettet. Fett i de strukturelle komponenter i fisken er strengere styrt av biologiske behov. For laks og regnbueørret bekrefter flere studier det generelle bilde av en nær sammenheng mellom fettsyresammensetning i fôr og i fisk. Endringer av fettsyresammensetning i fisk kan ha helsemessige konsekvenser for konsumentene. Det er påvist at slike endringer kan introduseres i tidsrommet før slakting, men detaljer rundt innleiring/utvaskingshastigheter er fremdeles ikke godt kartlagt. Det finnes noen få studier rundt disse forhold også hos kveite og torsk, men her er kunnskapsgrunnlaget fremdeles sparsomt.

Sensorisk og teknologisk kvalitet

Mulige relasjoner mellom endret fettsyresammensetning og andre kvalitetsvariable som farge, lukt, smak, tekstur og lagringsstabilitet har blitt utforsket til en viss grad hos laks. Forholdsvis store endringer i kroppsfettets sammensetning ser ut til å være mulig uten at dette fører til dramatiske påvirkninger av disse kvalitetsparametrene. Kunnskapsbasen er imidlertid ennå for fragmentert til at dette kan fastslås med sikkerhet.

Kvalitetsvariable som farge, lukt og smak vil kunne påvirkes både positivt og negativt av forskjellige komponenter i fôret, komponenter til stede i mindre mengder og som selv er smaks-/lukststerke eller som kan gi opphav til dannelse av slike forbindelser i fisken. Dette er et område som vil måtte komme sterkere i fokus i en situasjon med bruk av et vidt spekter av alternative protein- og fettkilder.

Marked, mattrygghet og etisk kvalitet

Det er en forutsetning for aksept i markedene at produktene tilfredsstillende markedets krav til trygg mat og at produksjonen skjer innen de etiske rammer som markedet krever. Fettsyrespekteret er sterkt knyttet til oppfatning av ernæringsmessig kvalitet, og det å unngå dramatiske endringer i innhold og fordeling, særlig av lange n-3 fettsyrer, oppfattes i dag som avgjørende for forbrukernes oppfatning av oppdrettsfisk som sunn mat.

Forhold knyttet til "etisk kvalitet" får økende oppmerksomhet. Bruk av fisk som fôr til fisk kan oppfattes som problematisk i relasjon til tanker omkring en bærekraftig forvaltning av begrensede ressurser. Høsting av marine råvarer på et lavere trofisk nivå innebærer utnyttelse av biologiske ressurser som ikke per i dag brukes direkte til humant konsum slik som fisk og vegetabiliske jordbruksprodukter. Produksjon av fisk basert på råvarer fra landjorda kan av enkelte kundegrupper i en slik sammenheng tenkes å bli oppfattet som positivt, mens andre kundegrupper kan oppfatte dette som uetisk og unaturlig. Betydningen av dette for aktuelle forbrukergrupper er lite studert.

Problemer med relativt høye nivåer av enkelte miljøgifter (dioksin, tungmetaller) hos fisk fanget i utsatte soner, samt opphoping av skadelige forbindelser særlig i avskjær og biprodukter, kan begrense mulig utnyttelse av disse kildene til fôr. Miljøgiftene akkumuleres i næringskjeden og konsentrasjonene er derfor lavere i de lavere trofiske nivå. Oppmerksomhet rundt disse temaene i media kan skape bekymring og usikkerhet om forbrukernes oppfatninger om oppdrettsfisk som trygg mat. Lignende problemer vil kunne oppstå ved bruk av vegetabiliske fôrmidler, usikkerhet omkring bruk av genmodifiserte organismer, og bruk av animalske proteinkilder knyttet til BSE-problematikk. Her er kunnskapsgrunnlaget forholdsvis sparsomt både med hensyn til overføring av eventuelle skadelige komponenter fra fiskefôr til fiskekjøtt, og når det gjelder betydningen for forbrukernes oppfatning og valg i en kjøpsituasjon.

4.3 Eksisterende, alternative og nye kilder til protein og fett

Disse temaene er svært grundig belyst i de tidligere nevnte utredningene. Særlig henvises til kapittel 6 i "Fôr og fôrmidler – den største utfordringen for vekst i norsk havbruk", og til delrapport 1-6 av "Landbruksbasert fôr til oppdrettsfisk".

Hovedkonklusjonene fra disse utredningene er at både høsting av havene på et lavere trofisk nivå, bruk av vegetabiliske råvarer fra landjorden så vel som produksjon av mikroorganismer (mikroalger og bakterieprotein) har potensialer til å kunne dekke behovene fra en økt akvakulturproduksjon både nasjonalt og internasjonalt. Det framgår også klart i rapportene at det er utfordringer som krever ny kunnskap knyttet til alle disse mulige råvarekildene. En meget kortfattet oppsummering er gitt nedenfor. Ellers henvises til de ovenfor nevnte utredninger.

Fôrråvarer fra havet

Endret beskatningsmønster og økt kunnskap kan bidra til en bedre utnyttelse av dagens marine råvarer til fiskefôr. Bedre utnyttelse av oppfiskede ressurser og avfall fra oppdrettsnæringen kan også bidra. Dersom behovene framover skal dekkes av råvarer fra havet, er man imidlertid avhengig av å høste på et lavere trofisk nivå. Ut fra dagens

kunnskap peker særlig fangst av krill og annet dyreplankton seg ut som viktige bidragsytere til fôr fra havet, men også mesopelagisk fisk kan være en interessant ressurs.

Dyreplanktonartene i norske havområder utgjør dietten gjennom hele eller deler av livssyklus for de ville bestander av fiskeartene som i dag brukes i oppdrett. I den marine næringskjede utgjør planktonproduksjonen 99 prosent av den totale produksjonen. Potensialet for høsting er derfor stort og kan gi betydelige mengder mel, olje og astaxanthin. Det er utviklingsbehov knyttet både til fangst, konservering og prosessmetoder. Eventuelle problemer knyttet til innhold av kitin og fluor i noen arter må undersøkes. I tillegg er det også forvaltningsmessige og etiske utfordringer ved bruk av disse ressursene.

Teoretisk er produksjonsgrunnlaget for et fiskeri på lavere trofiske nivå nærmest ubegrenset. Et fiskeri på enkeltarter eller artskomplekser av dyreplankton vil imidlertid skje innenfor et relativt avgrenset geografisk område og på en bestemt tid på året. Dessuten vil dette uttaket trolig falle sammen i tid og rom med beitevandringene til de store planktonspisende fiskebestandene. Store uttak vil dermed kunne få lokale effekter på dyreplanktonbestandene og dermed også på fiskebestandene som er direkte avhengige av dyreplanktonet som næringsgrunnlag. For å unngå negative effekter i økosystemene og på de i dag kommersielt utnyttede fiskebestandene, er det nødvendig å øke vår kunnskap om forekomstene av plankton, artenes biologi og å utvikle nye forvaltningsmodeller.

De lavere trofiske nivå i næringskjeden inneholder lavere konsentrasjoner av bioakkumulerte miljøgifter enn kommersielle fiskebestander. Et høyt, naturlig innhold av astaxanthin vil ytterligere bedre den naturlige profilen til laksefisk fra oppdrett og vil også kunne bedre økonomien i oppdrettet.

Forråvarer fra landjorda

Så lenge tørrfôr har hatt posisjon som fiskefôr har det vært et visst innslag av vegetabiliske fôrmidler. Disse kan tilpasses og drøye de marine protein og fettressursene. Dagens laksefôr inneholder inntil 30 prosent vegetabiliske fôrmidler. Ved å bruke forressurser fra landjorda er de kvantitative begrensningene små. Det viser seg imidlertid å være problemer knyttet både til protein- og fettkvaliteter. Tilgangen på vegetabiliske oljer overstiger langt behovet for fett til fiskefôrproduksjon. Et høyt innhold av polyumettede fettsyrer av n-6 familien, samt mangel på de karakteristiske "marine" fettsyrene av n-3 familien (EPA og DHA) antas imidlertid å legge både fysiologiske og kvalitetsmessige begrensninger på bruken av vegetabiliske oljer i fiskefôr. Vegetabiliske fôrvarer inneholder også uønskede forbindelser som begrenser bruken direkte eller på grunn av høye kostnader knyttet til forbehandling og oppgradering. Det kreves en betydelig forskningsinnsats for å finne egnede vekster som både har optimalisert innhold av aktuelle næringsstoff og redusert innhold av uønskede komponenter.

En teknologisk utvikling som muliggjør prosesserer for å fjerne slike komponenter, er også nødvendig ved siden av forskning om fiskens respons på nye fôrmidler. En videreutvikling av arbeidet for å produsere plantemateriale med minimal bruk av plantevernmidler enten gjennom integrert produksjon eller ved økologisk produksjon, blir også viktig når landbruksbaserte råvarer skal tas i bruk i større omfang i fiskefôr

Mikroorganismer

Mikroalger er de viktigste primærprodusentene i havet og i mange ferskvanns-økosystemer. Proteininnholdet er generelt relativt høyt, men med noe lavt innhold av svovelholdige aminosyrer. Lipidinnhold og innhold av EPA/DHA varierer sterkt. Fôringredienser med høyt innhold av flerumettede fettsyrer basert på mikroalger er kommersielt tilgjengelig i dag, men produksjon av mikroalger for å løse mangelen av fôr er med dagens kunnskap og teknologi langt fra å være økonomisk lønnsomt.

Bakterieprotein (encelleprotein) synes å utgjøre en lovende framtidig ressurs. Produksjon av bakterieprotein fra naturgass som karbon- og energikilde bør være et attraktivt konsept for gassnasjonen Norge samtidig som det kan bidra vesentlig til å løse oppdrettsnæringens framtidige proteinbehov. Dagens kapasitet for produksjon må oppskaleres betydelig for at bakterieprotein skal kunne utgjøre et reelt og forutsigbart alternativ til konvensjonelle proteinkilder. Oppskalering er også nødvendig for å få produksjonskostnadene ned.

Dagens kunnskap om bruk av bakterieprotein som fôr til fisk er basert på forsøk med laks, men dagens produkter synes å ha de nødvendige egenskaper for å kunne bli et basisfôrmiddel også for marine fiskearter.

4.4 Teknologi knyttet til fôrressurser

Fangst av krill og annet plankton

Av de større dyreplanktonartene er det bare krill som det drives kommersiell fangst på i dag. To ulike fangstmetoder har blitt brukt, not og pelagisk trål. Av disse vurderes pelagisk trål som den mest framtidsrettede redskapen. Fangst av små organismer som krill med trål må baseres på filtreringsprinsippet siden de har svært begrenset bevegelsesevne. Kommersiell fangst, for eksempel utenfor Canada, tas i løpet av en meget kort fangstsesong og svært nær overflata.

Dyrking og høsting av alger

Planktonalger dyrkes normalt med tilførsel av karbondioksid og mineralnæring og med lys som energikilde. Det er etablert produksjonsteknologi og storskala produksjonsanlegg for planktonalger basert på "rørkultur"-prinsippet og med lys som energikilde. Prosessen omfatter oppdyrking, vekst, høsting og eventuelt tørking. I Tyskland er det utviklet et dyrkingssystem for mikroalger i regulert klima og bruk av naturlig lys. Disse algene er rike på protein og brukes innen helsekost og i fôr til fjørfe. For produksjon av marine alger brukes det stort sett åpne systemer i tropiske områder. Der produseres bl.a. astaxanthin (helsekost). Det er ingen kommersiell produksjon av flerumettede fettsyrer (PUFA) basert på autotrofe mikroalger, men noe på heterotrofe. Mange alger kan vokse på organiske forbindelser. En framtidig produksjon av algebiomasse med organisk stoff som energikilde, kan bli en mulighet.

Vi kjenner i dag ikke til hvordan et økonomisk forsvarlig dyrkingssystem for mikroalger for produksjon av PUFA under norske klimabetingelser bør utformes. Viktige faktorer ved valg av tekniske løsninger vil være: best mulig utnyttelse av naturlig og kunstig lys, optimalisering av produksjon, høsting samt behandling av algemassen.

Produksjon av bakterieprotein

Teknologien som nå er utviklet for norsk produksjon av bakterieprotein, BioProtein, med basis i metanotrofe bakterier og naturgass, må anses som et stort industrielt framskritt. Det pågår allerede framstilling av differensierte produkter beregnet på forskjellig bruk med utgangspunkt i basis BioProtein. Oppskalering av produksjonen fra dagens nivå kan by på teknologiske utfordringer, og forskningsmessig oppfølging er nødvendig. En interessant mulighet vil være å tilpasse denne teknologien til proteinproduksjon med andre mikroorganismer og andre vekstmedier.

Prosessteknologi

Den fôrteknologiske utviklingen vil være avgjørende for hvordan og i hvor stor grad vi skal kunne bruke enkelte formidler. Forskning og utvikling på dette området har fram til i dag i stor grad foregått i regi av de enkelte fôrprodusenter og i fiskemel- og fiskeolje-industrien. I disse miljøene er kunnskapsgrunnlaget stort, mens den offentlig tilgjengelige kunnskapsbasen er mangelfull.

Framstilling av fôrråvarer

Framstilling av fôrmidler som egner seg for fiskefôr byr på mange og store utfordringer, avhengig av hvilke kilder produksjonen baserer seg på. Dagens produksjon av høykvalitets fiskemel og -olje er eksempler på at forskning og produktutvikling har gitt gode resultater.

Krillfangster blir i dag prosessert om bord som frossen hel krill, kokt pillet krill eller krillmel. Krillmel til fiskefôr blir produsert slik at vannløslige forbindelser ikke blir tatt vare på. Ved å frakte fangsten til land før prosessering blir det enklere å ta vare på hele fangsten, men høy autolyseaktivitet i krill setter nye krav til fangstbehandling og prosessering.

Vegetabilske råvarer som for eksempel soya, tas i økende grad i bruk i fiskefôr. Andre vegetabiliske kilder som raps/rybs, erter og bønner, har også et betydelig potensiale for økt utnyttelse. Begrensningene knytter seg til uønskede komponenter som proteaseinhibitorer, fytinsyre, fiberkomponenter (NSP og oligosakkarider), tanniner, og for erter og bønner en høy stivelsesandel. Disse komponentene vil redusere mulighetene for å bruke store mengder vegetabilsk protein i fiskefôr. Det er i dag god kunnskap om hvordan proteaseinhibitorer kan fjernes ved hjelp av behandling med varme og fuktighet. Derimot er det mindre avklart hvordan andre uønskede stoffer som fytinsyre, tanniner og til dels fiberkomponenter kan fjernes med metoder som er økonomisk mulige i industriell skala.

Framstilling av ferdig fôr

Norsk industri med støtte fra norsk forskning er internasjonalt ledende på flere områder innen fôrproduksjon, bl.a. ved bruk av ekstruderteknologi og utvikling av metoder for å produsere fettrikt fôr (vacuumcoating). Dette arbeidet har ledet til forbedret kvalitet på fiskefôret, ernæringsmessig så vel som teknologisk. Den videre utvikling i denne industrien vil ha stor betydning for hvordan og i hvor stor grad vi kan basere fiskefôret på nye råvarer. En dreining av fiskefôrproduksjonen mot økte mengder råvarer av vegetabilsk eller mikrobiell opprinnelse vil gi nye utfordringer. Mulighetene for bruk av prosesser i fôrfabrikkene, som kan fjerne uheldige komponenter i enkelte råvarer samtidig som de ivaretar og om mulig forbedrer råvarenes positive egenskaper, er ennå ikke tilstrekkelig undersøkt.

4.5 Igangværende FoU-aktivitet

Forskningsrådet støtter forskning om nye fôrstoff gjennom virkemidler som forskerprosjekter, brukerstyrte innovasjonsprosjekter og strategiske program. Forskningsrådet har bidratt til etableringen av Aquaculture Protein Center (APC), som er et senter for fremragende forskning. Også andre nasjonale finansieringskilder som SND, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond, Jordbruksmidlene og Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter bidrar med støtte til denne forskningen.

Fôrselskapene og annen industri har egen forskning på området. Internasjonalt er det aktivitet bl.a. gjennom EU-prosjekter der norske forskningsinstitusjoner, fôrselskap og annen industri deltar.

Det har vært ønskelig å få en oversikt over relevant arbeid som er i gang. I vedlegg 1 er det gitt en kort oversikt over aktuelle igangværende FoU-prosjekter. Midler over institusjonenes grunnbevilgning og midler som industrien bruker til egen forskning kommer i tillegg.

5. Utfordringer – Nye fôrråvarer

Basert på de foreliggende utredninger, og de oppsummeringer av dagens situasjon som er gitt foran, kan det konkluderes med at behovet for ny kunnskap er stort. Dette gjelder en rekke områder, helt fra grunnleggende kunnskap om oppdrettsartenes og råstoffartenes biologi via markedsmessige og forvaltningsmessige forhold til utvikling av bedre og nye teknologiske løsninger for fangst, dyrking og prosessering. Ved prioritering av begrensede forskningsressurser er det derfor viktig å tenke helhetlig og søke å få til en balansert utvikling som ikke skaper unødige flaskehalsen verken på kort eller lang sikt. På kort sikt (0 – 5 år) peker utfordringer knyttet til en bedre utnyttelse av allerede tilgjengelige råvarer seg ut. Særlig gjelder dette de essensielle flerumettede fettsyrene av n-3 familien. På lengre sikt er det viktig at en har en innsats som fokuseres mot kunnskap som er avgjørende for å kunne ta i bruk alternative og nye kilder til fett (0 – 10 år) og protein (0 – 20 år). For norsk akvakultur vil kunnskapsbehov knyttet til produksjon av stor laks og regnbueørret i sjø stå sentralt på kort sikt, mens forhold knyttet til produksjon av andre oppdrettsarter først og fremst torsk og kveite, vil få gradvis økende betydning.

5.1 Generelle oppgaver

Uavhengig av hvilke arter som blir aktuelle i oppdrett og hvilke råvarer og fôrproduksjonsteknologi som benyttes til framtidens fiskefôr er det en rekke generelle oppgaver som må ivaretas gjennom FoU.

Fiskens behov

Grunnleggende ernæringsfysiologi og behovsstudier

Kunnskap om fiskens behov for hoved- og mikronæringsstoff ved hurtig vekst er grunnlag for alle vurderinger angående fôr og fôrressurser. Kontinuerlig grunnleggende arbeid for å øke kunnskapen på dette feltet vil fortsatt være viktig for laksefisk og må intensiveres for torsk og kveite.

Økt kunnskap om behov og omsetning av fett i vekstfasen, særlig knyttet til de essensielle n-3 fettsyrene og samspill med andre fettsyrer, peker seg ut som kritisk på kort sikt, mens mer detaljert kunnskap knyttet til aminosyrebehov og proteinomsetning vil være absolutt nødvendig på noe lengre sikt for en optimal utnyttelse av ulike proteinråvarer.

Helse og velferd

Ernæring har direkte påvirkning på fiskens helse og velferd. Dette må i økende grad vektlegges ved all dokumentasjon av ernæringsmessige endringer i fôr og ved vurdering av nye fôrråvarer og teknologier. På dette området peker forhold knyttet til antinæringsstoffer seg ut som svært sentrale, men også flere andre enkeltkomponenter kan ha effekt på fiskens helse.

Avlsmessig tilpassing av fisk

Avl har vært benyttet til å utvikle fisk som vokser raskere og utnytter fôret bedre. Det kan ved hjelp av avl være mulig å tilpasse fisk til alternative råvarer. Dette krever en langsiktig satsning på videreutvikling av kunnskap og metoder både for laksefisk og for andre aktuelle arter.

Fisk som mat

Mattrygghet

Konsumentene av fisk er i økende grad opptatt av mattrygghet. Innhold av miljøgifter i fisk og risiko for overføring av sykdommer, kan være nært knyttet til fôret. Det er behov for mer kunnskap om risiko for overføring av sykdommer via fisk. Kunnskap om muligheter for rensing av råvarer for uønskede forbindelser må også utvikles. Nye råvarer må dokumenteres på dette området.

Markedskunnskap

Forbrukernes valg av produkt påvirkes både av egenskaper ved produktet, slik som innhold av fett og farge, smak og lukt, samt av inntrykket av at produktet er helsebringende, rent og bærekraftig produsert. Det er en forutsetning at vi har kunnskap om hvordan markedet vil oppleve en endring i fôrråvarer knyttet til alle sider ved produksjon og til produktene. Dette er viktig både for å kunne tilpasse produktutvikling i markedet og for å kunne kommunisere mest mulig effektivt med markedet. Det synes i dag som om denne kunnskapen er langt fra fullstendig, og det vil kreves ytterligere forskningsinnsats på området. Samtidig er det viktig at markedshensyn blir ivaretatt i kommunikasjon mellom forskning, industri, næring og forbruker.

Bærekraftig produksjon

Dagens fôrproduksjon er ressurskrevende og ved å hente råvarer fra mange ulike kilder vil en kunne oppnå en mer bærekraftig produksjon. Bedre utnyttelse av fangst og biprodukter og ny teknologi innen fôrproduksjon kan redusere ressursinnsatsen. Det vil ikke være aksept for bruk av råvarer som kommer fra overfiska eller trua bestander. Kunnskap om bestander og forvaltningsregimer vil derfor stå sentralt dersom fangst av nye arter utvikles for fôrproduksjon. Utfordringen ved fangst på lavere trofisk nivå vil være å få til et økologisk riktig uttak som tar hensyn til at disse artene er selve næringsgrunnlaget for fisk, fugl og sjøpattedyr. Kunnskap som muliggjør et økende bruk av vegetabiliske råvarer kan bidra til redusert press på marine bestander.

Formelle krav

Råvarer og ingredienser som benyttes i fiskefôr må være i samsvar med krav i ulike markeder. Det må finnes system med tilstrekkelig kapasitet og kompetanse slik at formelle godkjenninger ikke blir en flaskehals i utviklingen. Det er en lang og omfattende prosess å få nye ingredienser godkjent til bruk i fiskefôr. Kunnskap om hvilke krav som stilles og dokumentasjon for å vise at råvarene oppfyller kravene vil være sentralt i utviklingen.

5.2 Nye råvarer, mulige løsninger på kort og lengre sikt

For å bedre ressurs situasjonen på kort sikt vil en i første rekke måtte utnytte eksisterende kilder mer optimalt. På lenger sikt må det utvikles nye råvarer til fiskefôr. Dette kan være både produksjon av råvarer som kan dekke hovednæringsstoff, eller spesialprodukter som kan dekke spesielle behov.

Proteiner

På kort sikt er det totalt sett tilstrekkelig med protein tilgjengelig, men økt etterspørsel etter fiskemel kan bli kostnadsdrivende for fiskefôr, og gi ustabile og økende priser. Det er også usikkerhet knyttet til forurensinger. Kunnskap som kan bidra til bedre utnyttelse og mindre avhengighet av fiskemel er derfor ønskelig.

Tilgjengelige vegetabiliske proteiner vil kunne dekke deler av fiskens proteinbehov, men stor innblanding med de produkter som er økonomisk interessante i dag vil kunne skape problemer. Aminosyreprofil og fordøyelighet er stort sett mindre optimal enn for fiskemel, og kjente og ukjente antinæringsstoffer kan virke uheldig på fiskens produksjonsegenskaper og helse. Det blir derfor viktig å framskaffe mer kunnskap om antinæringsstoff når det gjelder sortsvalg og behandling av råvarene.

Det er en mindre produksjon av bakterieprotein (BioProtein) i Norge. Økt kunnskap om optimalisering av resepter med hensyn på forholdet mellom BioProtein og andre råvarer kan gi bedre utnyttelse. Produksjonen av BioProtein bør kunne oppskaleres og utnyttes videre som en del av satsingen med å ta norsk gass i bruk i norsk industri. Slik oppskalering krever betydelig forskningsmessig oppfølging for å unngå at det oppstår unødige og uheldige flaskehalsen innen produksjon eller praktisk bruk av produktene. Det antas at de største forskningsbehov vil knytte seg til behov for kvalitetsutvikling og dokumentasjon, ikke minst i forhold til godkjenningsproblematikk og anerkjennelse i fôrindustrien. Hensynet til behovet for generell markedsaksept tilsier også at det blir en viktig oppgave å dokumentere effekter av BioProtein på produktkvalitet, i.e. fettinnhold, smak, lukt og struktur i fiskekjøtt.

Bedre utnyttelse av bifangst og avskjær fra fiskeindustrien kan bli et viktig bidrag. Dette krever kunnskap om egnede konserveringsmetoder som kan gi effektiv oppbevaring, innsamling og utnyttelse i fôrproduksjonen.

Animalske biprodukter er en vesentlig ressurs som i dag ikke utnyttes på grunn av usikkerhet omkring mulig smitteoverføring. Sikker dokumentasjon som konsumentene har tillit til vil kunne gjøre det mulig å utnytte denne store og velegnede råvarekilde. Dette betinger også at sporbarhet, lagring og prosessering er i tråd med det regelverk som EU nå er i ferd med å få på plass. Det er imidlertid også betydelige ernæringsmessige utfordringer knyttet til dette.

På lengre sikt vil det bli et sterkt behov for alternative og nye proteinråvarer. Krill og plankton kan tenkes å bli en vesentlig kilde. Det finnes i dag både teknologi og løsninger som vil kunne være lønnsomme innen relativt kort tid. Innsatsen innen FoU vil imidlertid måtte være betydelig for å kunne ta i bruk disse på en bærekraftig og økonomisk måte. Vegetabiliske protein vil sannsynligvis på lenger sikt kunne være en stabil og rimelig proteinkilde. En interessant oppgave vil være å utvikle sorter som er bedre tilpasset fiskens næringsbehov (høyt proteininnhold, optimal aminosyresammensetning) og som har lavere innhold av uheldige komponenter (fytinsyre, fiber o.a.).

Dyrking av mikroorganismer fra land og hav er på lang sikt en mulighet med et stort potensiale, særlig med tanke på utnyttelse av våre rike gassressurser. Utfordringene er imidlertid betydelige, både på den teknologiske siden og i forhold til mikroorganismenes biologi og tilpasninger til oppdrettsartenes toleranse og behov.

Fett

Fett skal bidra med essensielle fettsyrer (EPA/DHA) og med energi. De essensielle fettsyrene skal dekke laksen behov, men det er også ønskelig at innholdet av disse i fiskekjøttet er størst mulig da dette er helsemessig gunstig for konsumentene.

På kort sikt vil økte mengder av disse fettsyrene kunne framskaffes via bedre utnyttelse av bifangst og avfall fra fiskeindustri og fiskeoppdrett. Dette krever kunnskap om egnede konserveringsmetoder som kan gi effektiv oppbevaring, innsamling og utnyttelse i fôrproduksjon. Det er også viktig at metodene er tilpasset gjeldende lover og regler. Bruk av ulike fettkilder i ulike faser av fiskens liv kan være en måte til å utnytte begrensede ressurser optimalt, men dette fordrer mer kunnskap om fiskens behov i de ulike livsfasene. Det benyttes i dag innblanding av vegetabiliske oljer som energigiver i norsk fôrproduksjon. For å kunne utnytte denne muligheten best mulig er det nødvendig med mer kjennskap til effekter på produkter og konsumentenes reaksjoner på dette.

På lengre sikt er det et absolutt behov for nye råvarer som kan gi økt tilgang på EPA/DHA, økt energitilgang og redusert belastning av miljøgifter. Marine biprodukter, bifangst og fangst av mesopelagisk fisk, men først og fremst høsting av krill og plankton eller dyrkning av marine mikroorganismer kan gi økt tilgang på EPA/DHA. Vegetabiliske oljer vil være viktige som energikilde. Gjennom videreføring av dagens sorter ut fra akvakulturnæringens behov vil vegetabiliske oljer kanskje også kunne bidra med essensielle fettsyrer. Ny teknologi kan videre utvikles i skjæringspunktet mellom landbruk og energiindustri for å produsere fettsyrer fra mikroalger.

Syntetisk framstilt EPA/DHA bør også vurderes både fra teknologisk og økonomisk side.

5.3 Teknologi

Fangstteknologi

Det ligger betydelige teknologiske utfordringer i utviklingen av et kommersielt fiskeri på krill og andre planktonarter. En slik utvikling må skje i nært samarbeid med fiskerier næringen.

Bortsett fra for krill har det ikke vært regulær høsting av dyreplankton fra havet. Selv for store organismer som krill er fangstteknologi lite utviklet. For mindre arter som rauåte er det ingen etablert fangstteknologi utover vanlig overflatetråling med enkel redskap. Det er en utfordring å utvikle teknologi for høsting av bestander på større dyp. Energiforbruk ved fangst er et viktig kriterium. All fangst av dyreplankton krever effektiv kartlegging av bestander, men velegnede metoder er foreløpig ikke etablert.

Prosessteknologi

Det er behov for å opprettholde og videreutvikle tekniske miljø knyttet til fôrproduksjon i Norge. Dette gjelder både produksjon av fiskefôr og prosessering av råvarer. Langsiktig og risikofylt forskning knyttet til prosess og teknologi vil være avhengig av statlig finansiering og kompetanse på høyt nivå. Mangel på kontinuitet i teknisk kompetanse og forskning kan bli en flaskehals i framtidig norsk fôrutvikling.

For vegetabiliske proteiner blir det en svært viktig oppgave å øke kunnskapen om antinæringsstoffer, og mulighetene for å fjerne disse gjennom bruk av egnet prosessering,

for eksempel enzymbehandling og fermenteringsteknologi. Metodene må velges ut fra virkning på næringsverdi, bruksegenskaper og kostnad. Uheldige komponenter skal uskadeliggjøres uten at livsviktige næringsstoffer ødelegges eller får redusert fordøyelighet. Dette er et interessant område med stort potensial for kompetanseutvikling innen norsk industri, også med tanke på eksport av produkter eller lisensiering.

Ved fangst og utnyttelse av dyreplankton til fiskefôr må fangst og stabilisering av råvaren sees under ett. Det må etableres teknologi for fjerning av vann og salt, fordi i alle fall høy konsentrasjon av salt er uforenelig med mange anvendelser. Et vanninnhold på 90 prosent vil representere store ekstra kostnader i den videre foredlingen. Videre må det etableres en effektiv teknologi for konservering og raffinering som sikrer råstoffkvalitet og som er tilpasset produksjonsprosessene for det videre produktet. Behovene kan være ulike for et eventuelt nisjeprodukt og for en råvare til fiskefôr. Voksester, pigmenter og kitin er eksempler på slike nisjeprodukter. Plankton inneholder høye nivå av proteolytiske enzymer og går lett i oppløsning etter fangst. Disse forhold resulterer i at en stor andel av tørrstoffet vil foreligge i væskefasen under prosessering til mel og olje og vil derfor kreve utvikling av alternative prosessløsninger. Produktenes fôrteknologiske egenskapene må også undersøkes for å sikre at de prosessløsninger man velger gir et produkt som fungerer godt under framstilling av ekstrudert fiskefôr.

Bioteknologi

Plantefett inneholder lite langkjedede, umettede fettsyrer. Både ryps og raps vil være enkle å transformere ved genteknologi og vil være et godt utgangspunkt for studier for endring av fettsyresammensetning. Videre er innhold av uønskede antinæringsstoffer og av aminosyrer i ulike proteinvekster områder hvor raske genetiske endringer er ønskelige. Ved hjelp av funksjonell genomforskning kan en avdekke det genetiske potensialet for fettsyre-, aminosyre-, og karbohydratsammensetning i plantene. Slik generell kunnskap vil være viktig også ved tradisjonell sortsforedling. Produksjon av gunstig umettet fett (EPA, DHA) ved hjelp av mikroalger vil kunne optimaliseres ved hjelp av genteknologi. Bakterielle enzymer for bruk innen prosessteknologi til nedbrytning av antinæringsstoffer og modifisering av næringsstoffer vil kunne spesialtilpasses gjennom genteknologiske teknikker anvendt på bakteriene. Innenfor bioteknologi kan grunnlag for medvirkning fra norske miljøer også være gjennom patenter og rettigheter.

5.4 Oppsummering

Kunnskapsstatus så langt peker på at både høsting av havene på et lavere trofisk nivå, bruk av vegetabiliske råvarer fra landjorden så vel som produksjon av mikroorganismer (mikroalger, BioProtein) har potensialer til å kunne dekke de langsiktige behovene fra en økt akvakulturproduksjon både nasjonalt og internasjonalt. Det viser seg imidlertid å være både forskningsmessige og utviklingsmessige utfordringer, om enn noe ulike, knyttet til alle disse mulige råvarekildene. Dette er forsøkt oppsummert i tabell 2.

Tabell 2. Forskningsmessige og utviklingsmessige utfordringer knyttet til mulige fôrråvarer

Kilde	Fordeler	Ulemper	Økt FoU-behov
Fangst av dyreplankton (krill, raudåte etc)	Stor tilgang Kilde for både fettsyrer som det er mangel på og protein. Kilde til naturlige fargestoff Mindre problem med miljøtoksiske komponenter ved høsting på lavere trofisk nivå	Egnethet noe usikker Betydelige utfordringer knyttet til forvaltning, fangst og prosessering	+++
Dyrking av alger	Kilde til fettsyrer som det er mangel på Kan benytte overskuddsenergi og CO ₂ Mindre problem med miljøgifter Dyrking gir bedre kontroll enn fangst.	Betydelige utfordringer knyttet til teknologi og prosessering Pris p.t. svært høy.	+++
Bruk av høyere landplanter	Rimelig Stor tilgang	Antinæringsstoff Fettsyresammensetning Utfordringer knyttet til sortvalg og prosessering	+++
BioProtein	Kjent teknologi Godkjent i fiskefôr Kan utnytte norsk naturgass Kan redusere avhengighet til fiskemel	Utfordringer knyttet til oppskalering av produksjon	++
Animalske biprodukter	Tilgang på essensielle aminosyrer Kjent teknologi og egnethet Kan redusere avhengighet til spesielle fiskemelkvaliteter	Utfordringer knyttet til mattrygghet og regelverk	++
Marine biprodukter	Tilgang på både essensielle fettsyrer og protein Kjent teknologi og egnethet	Utfordringer knyttet til mattrygghet Innsamling og logistikk Begrenset volum nasjonalt	++

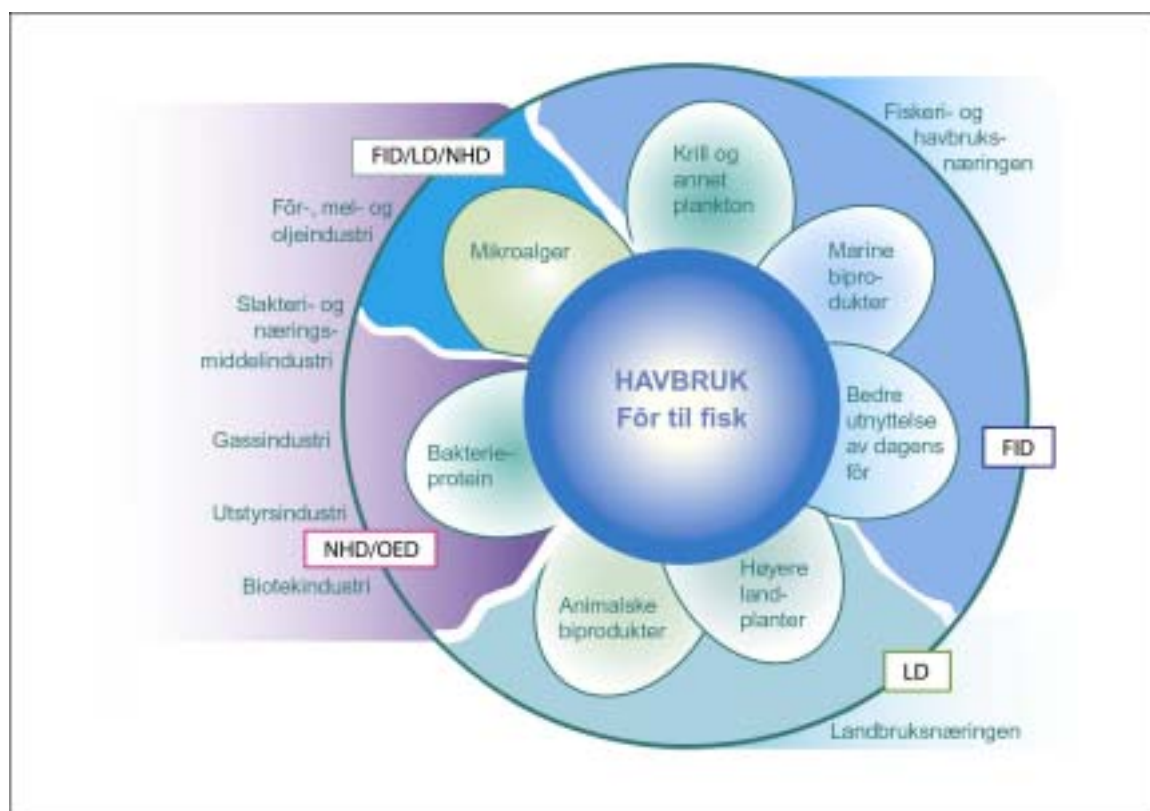
For oppdrettsnæringen vil en utvikling av alle disse kildene være en fordel økonomisk sett ved at man til enhver tid vil kunne velge mellom flere muligheter. Produksjonen vil også bli mer robust ved at man blir mindre sårbar for naturlige svingninger i tilgang (El Niño) eller episoder som gir plutselige endringer i akseptable råvarer.

Nasjonalt sett har vi spesielle ressursmessige fordeler på den marine siden samt i tilknytning til bruk av våre gassressurser som substrat eller energikilde ved dyrking av mikroorganismer. Oversiktighet og gode muligheter for kontroll vil også kunne ansees som et visst fortrinn i forhold til en nasjonal produksjon av fett og protein fra høyerestående planter. Nærheten til oppdrettsnæringen, den store kunnskapsbasen om oppdrettsorganismenes behov som er bygget opp i næringen og i norske forskningsmiljøer, førselskapenes prosesskompetanse og utstyr- og teknologimiljøenes sterke stilling vil også være et sterkt nasjonalt fortrinn. Til sammen viser dette at Norge har forutsetninger til å bygge opp en internasjonalt ledende kunnskapsbasert næring innen dette området.

6. Gjennomføring og organisering

Begrensningene i ressurstilgangen fra marine råstoffer til fôr er et nasjonalt og internasjonalt problem og angår ulike brukergrupper som primærprodusenter, foredlingsindustri og forbrukere. Norge har betydelige forutsetninger for å kunne ha en ledende rolle i arbeidet med fôr til oppdrett: havbruk er et viktig og voksende næringsområde i Norge, Norge er blant de internasjonalt ledende innen oppdrett av laks, store fôrprodusenter har forskning og utvikling om fôr til fisk lagt til Norge, vi har forskningsmiljøer som er blant de internasjonalt ledende innen fiskeernæring og det er en betydelig forståelse for og interesse for å arbeide med havbruksnæringsproblemer og muligheter blant norske FoU-miljøer. Det vil være betydelige utfordringer både for næringen og forvaltningen å kunne ta i bruk nye og alternative fôrråstoffer til oppdrett. Det vil involvere flere sektorer av næringslivet slik som fiskerinæringen, landbruksnæringen, gassindustrien, fôrindustrien, slakteindustrien, næringsmiddelindustrien, fiskemel- og fiskeoljeindustrien, bioteknologiindustrien og teknologi- og utstyrsindustrien. De departementene som er og bør bli mest knyttet til området er Fiskeridepartementet, Landbruksdepartementet, Nærings- og Handelsdepartementet og Olje- og Energidepartementet. Dette er illustrert i figur 1.

Figur 1. Illustrasjon av hvordan utvikling og produksjon av nye og alternative fôrråstoffer til oppdrett involverer både næringsliv og myndigheter.



Ny kunnskap og nye muligheter kan bidra til at norsk næringsliv og norske fagmiljøer kan bli internasjonalt ledende på flere av disse områdene. Eksempler på slike områder er: dyrking av bakterieprotein basert på utnyttelse av våre rike gassressurser, høsting av marine ressurser på lavere trofisk nivå samt utvikling av disse til anvendelige fôrråvarer. I tillegg vil norske miljøer måtte være internasjonal ledende på forskning knyttet til de grunnleggende behov hos våre aktuelle oppdrettsarter og deres egenskaper som mat.

Samtidig er det å forvente at det vil skje en økning i forskning som berører mange av disse områdene også internasjonalt, og det vil bli en utfordring for norske miljøer å utvikle egen kompetanse og gode internasjonale nettverk for å kunne utnytte den totale kunnskapsmassen optimalt.

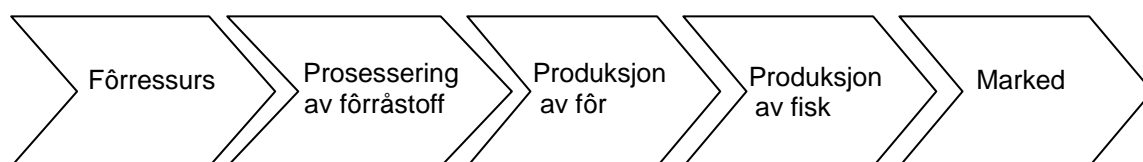
På felter som produksjon av bakterieprotein og dyrking av mikroalger forgår det mye både av grunnleggende og mer anvendt karakter internasjonalt. Utfordringene for de norske miljøene blir å tilpasse dette til norske forutsetninger

Gjennom valg av arter og sorter, undersøkelse av egnethet og bruk av tradisjonelle eller moderne metoder for planteavl kan norsk jordbruk være i stand til å dekke deler av behovet for råvarer til fiskefôrproduksjon. Det internasjonale potensialet er enda større, og det vil med basis i førstehånds kunnskap om våre oppdrettsarters behov være en stor mulighet for norske miljøer i å utvikle og patentere teknologi for å behandle norske og internasjonale råvarer.

Både offentlig og privat finansiert forskning er nødvendig og må ses i en sammenheng. Det er behov for grunnleggende forskning, anvendt forskning, brukerstyrt forskning og andre næringsrettede tiltak. Forskningsrådet og SND er sentrale offentlige virkemidler. For å sikre målrettet og koordinert bruk av offentlige midler i hele virkemiddelkjeden, bør satsingen ivaretas av Forskningsrådet og SND i fellesskap. Dette bør kunne gjennomføres innenfor de avtaler om samarbeid som finnes mellom de to institusjonene. Medvirkning fra Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) vil være avgjørende og det må legges vekt på at den nasjonale satsingen ses i sammenheng med internasjonale midler som for eksempel EU-prosjekter.

Det er viktig med bruk av offentlig medvirkning i alle deler av programmet, men det offentlige må ha et særlig ansvar for grunnleggende og problemløsende FoU langs hele verdikjeden (figur 2), inkludert teknisk FoU knyttet til produksjon av fôr og prosessering av råvarer. Det vil være viktig at det er god kobling mellom biologisk og teknologisk FoU. En del kjernekompetanse ligger utenfor Norge og det er viktig med internasjonalt samarbeid. Det offentlige har også viktige oppgaver knyttet til kunnskap om fisk som mat og om forvaltning og bruk av ressursene.

Figur 2. Verdikjeden fôr



Forskningen om nye fôrressurser angår flere forskningsområder og program og Havbruksprogrammet bør ha en sentral rolle som koordinator og pådriver i arbeidet med nye fôrstoff. Havbruksprogrammet har også viktige oppgaver knyttet til forskning som bidrar til å sikre fiskens ernæringsmessige krav, fiskens helse og velferd, krav til matvaretrygghet og til at produktene er i samsvar med kravene i markedene. Forskning om ulike ressurser må imidlertid i hovedsak knyttes til andre program slik som ressursforskningen, landbruksforskningen og forskning knyttet til olje- og gassressurser. Nasjonalt vil også bedre utnyttelse av biprodukter bli en viktig oppgave. Mer detaljerte planer bør innarbeides i alle de relevante programmene handlingsplaner, og samarbeid mellom disse programmene i Forskningsrådet blir viktig og bør styrkes.

Forskningsmiljøene må gis anledning til å arbeide med langsiktig forskning og derigjennom få styrket sin stilling både faglig, utstyrsmessig og med nødvendig infrastruktur. Dette vil også innebære behov for samarbeid på tvers av institusjonsgrenser. Den nylig opprettede ordningen Senter for fremragende forskning, der det nå er bevilget midler til et Aquaculture Protein Centre (APC), er eksempel på en slik satsing.

På lignende måte bør det også tas sikte på å øke FoU-innsatsen som kan bedre det faglige grunnlaget for bruk av ulike fettkilder. En satsing der aktuelle miljøer går sammen om å etablere et utvidet og styrket samarbeid innen dette området ("Aquaculture oil center"), kunne gi grunnlag for et nasjonalt og internasjonalt tyngdepunkt innen fettforskning. Dette vil kunne bidra til framgang for forskningen innen feltet som kan bli viktig i det videre arbeidet med å utvikle fôrressurser til havbruksnæringen.

7. Tids- og kostnadsplan

Det må legges opp til en FoU-innsats som kan bidra til løsninger på kort sikt og en mer langsiktig innsats som strekker seg 10 – 20 år framover i tid. Anslagsvis har Forskningsrådet for 2003 bevilget til sammen 35 mill kroner til forskning om fôr og fôrressurser. Bevilgningene innbefatter forskerprosjekter og brukerstyrte innovasjonsprosjekter, strategiske programmer (SIP) og Senter for fremragende forskning (SFF). Midler som institusjonene bruker av grunnbevilgningen kommer i tillegg, likeledes midler som industrien bruker til egen forskning og midler fra FHF.

Økt forskningsinnsats vil være viktig i arbeidet med å skaffe nok fôr til oppdrettsnæringen, og det er nødvendig med en enhetlig og sammenhengende satsing som også ivaretar et langsiktig perspektiv. Det offentlige vil ha betydelige oppgaver knyttet til dette forskningsområdet både til grunnleggende forskning og implementering. I tabell 3 er det gitt forslag til økonomiske rammer for denne forskningen fram til år 2010. Tallene må betraktes som tentative, særlig gjelder dette tall for aktiviteter som angår områder som i dag ikke direkte oppfattes som deler av havbruksforskningen.

Tabell 3. Oversikt over Forskningsrådets bevilgninger for 2003 og utvalgets forslag for perioden 2004 – 2010. (Beløp i mill. kroner.)

	2003	2004	2005	2010
1. Generelle oppgaver	16,8	20	25	30
<i>Fiskens ernæringsbehov, helse, avl</i>	12,9	15	18	20
<i>Fisk som mat, etikk, marked</i>	3,9	5	7	10
2. Førråvarer	15,0	26	38	48
<i>Optimal bruk eksisterende råvarer</i>	0,9	5	8	3
<i>Nye førråvarer fra havet</i>	4,8	7	10	15
Næringskjeder, forvaltning	3,0	4	5	5
Biologisk utprøving	1,8	3	5	15
<i>Nye førråvarer fra landjord</i>	4,4	7	10	15
Foredling, dyrking	0,7	3	5	10
Biologisk utprøving	3,7	4	5	5
<i>Mikroorganismer</i>	4,9	7	10	15
Bakterier	3,5	4	5	8
Mikroalger	1,4	3	5	7
3. Teknologi	3,1	8	14	22
<i>Teknologi for fangst</i>	1,0	4	8	12
<i>Teknologi, forbehandling</i>	0,3	2	3	5
<i>Fôrteknologi og utstyr</i>	1,8	2	3	5
Sum	34,9	54	77	100

Som understreket i kapittel 5 vil det uavhengig av hvilke råvarer og hvilken fôrproduksjonsteknologi som vil bli benyttet framover, være en rekke generelle forskningsoppgaver som særlig det offentlige vil ha et ansvar for å finansiere. Dette gjelder både forhold angående oppdrettsartenes biologi, og kvalitet og markedsadgang til produktene. Dette er områder som også i dag har et bredt fokus innenfor den offentlig støttede havbruksforskningen, men med nye arter på veg inn i norsk oppdrett, med økende fokus på mattrygghet og med et spekter av nye, til dels lite utprøvde førråvarer er dette et område hvor

innsatsen må økes betraktelig. Det foreslås derfor en opptrapping til en fordobling av innsatsen i 2005 til 2010.

Optimal bruk av eksisterende råvarer vil måtte få sterk fokus de første årene (2003-08). Dette er et område hvor både det offentlige, men også næringen selv (fôrindustri, fiskeindustri, slakterier, prosessindustri) må bidra til. Området har hatt en del offentlig støtte den siste tiden, men et akutt behov for bedre utnyttelse av tilgjengelig n-3 fett tilsier en markant økt innsats de nærmeste årene.

For å sikre tilgangen av protein på lengre sikt, og særlig på n-3 fett, vil forskning omkring mulighetene for høsting på et lavere trofisk nivå i havet være svært viktig. Det er allerede bevilget en del midler til dette området, men omfanget må her etter hvert økes sterkt. Oppgavene her er i hovedsak knyttet til miljø og ressurs-, og til fangstteknologiforskningen, og mer nøyaktige estimater over behovene for offentlige midler vil måtte utarbeides i disse områdenes planer. På fangst- og prosess-siden bør det også kunne forventes innsats fra private midler.

Som omtalt i kapittel 5 framstår råvarer fra landjorda på noe lengre sikt som en viktig stabil og rimelig proteinkilde. Blant annet gjennom opprettelsen av Aqua Protein Center er det en innsats av offentlige midler på dette området, men også her er det på lengre sikt nødvendig med en økning. Særlig gjelder dette spørsmål knyttet til planteforedling, dyrking samt forprosessering. Nøyaktige estimater for omfanget av nødvendig offentlig støtte vil måtte utarbeides i programmer knyttet til landbruksforskningen.

Protein fra mikroorganismer, BioProtein, er allerede i bruk i fiskefôr, og mikroorganismer kan, spesielt for Norge som gassnasjon, vise seg å være en potensielt viktig kilde både til protein og n-3 fett på noe lengre sikt. Både industrimidler og offentlig innsats vil være nødvendig. Den offentlige innsatsen vil være knyttet til flere forskningsområder, og det totale omfanget av midler er vanskelig å anslå, men en økning er også her nødvendig. Som en nasjon med høyt kompetente teknologiske forskningsmiljøer bør det satses på at Norge skal være ledende i utviklingen av teknologi knyttet til produksjon og prosessering av fôrråvarer til oppdrettsnæringen. Her gjelder det også at en betydelig del av den offentlige forskningsinnsatsen vil sogne til andre områder enn de som tradisjonelt har blitt dekket av havbruksforskningen. I de nærmeste årene vil særlig fangstteknologi og forprosessering av planteråstoffer være naturlige satsingsområder, og en økt innsats både av offentlige og private midler på disse områdene er nødvendig.

Totalt sett er det nødvendig med en sterk økning i både offentlige og private midler til forskning innen råvarer til fiskefôr. Innenfor de områdene som i dag omfattes av havbruksforskningen er det behov for en dobling av innsatsen allerede innen 2005, med ytterligere økning mot 2010. Anslagene over behovene innen de andre områdene er som presisert usikre, men en økt innsats også her er sterkt påkrevet for at norsk havbruk skal få tilgang på rimelig og godt fungerende råstoff i framtiden. Samtidig vil en slik omfattende og bred innsats by på store muligheter for norsk industri til utvikling av nye prosesser og produkter, og patent- og lisensinntekter knyttet til disse. Det er derfor viktig at mer konkrete planer og kostnadsrammer for forskning knyttet til nye fôrråvarer innarbeides i disse områdenes programplaner

Vedlegg 1. Oversikt over FoU-aktivitet

(Midler over institusjonenes grunnbevilgning og midler som industrien bruker til egen forskning kommer i tillegg)

1. Fiskens ernæringsbehov, helse, avl

Forskerstyrte prosjekt

- *Fôrfettets betydning fra startfôring til foredling*. Strategisk program, AKVAFORSK
- *Energi utnyttning i fisk*. Strategisk program, AKVAFORSK
- *Kostnadseffektivt fôr til oppdrettstorsk*, AKVAFORSK
- *Lipid metabolisme i Atlantisk laks. Effekt på gen regulering og membranfunksjon*, AKVAFORSK
- *Funksjonell utvikling av tarm hos marine fiskelarver – hormonell kontroll, fordøyelse og opptak av aminosyrer, peptid og proteiner*, Zool. Inst. Univ. i Bergen
- *Effekt av samspill mellom økt energitilgang og vaksinerings på IPN og PD hos laks i sjø*, AKVAFORSK
- *Aquaculture Protein Centre*

Brukerstyrte prosjekter

- *Fiskehelse og velferd – alternative lipider i fisk*
- *Effekt av å erstatte fiskemel med vegetabiliske proteiner i fôr til Atlantisk torsk*
- *Effektiv avl for bedre fôrutnyttning hos laks*

EU prosjekter med norsk deltakelse

- *Researching alternatives to fish oil for aquaculture (RAFOA)*
- *Feed and aquatic animals that contains cultivated marine microorganisms as alternatives for fish oil (PUFAFEED)*
- *Gasrtointestinal Functions and food intake regulation in Salmonids: Impact of dietary Vegetable Lipids (GUTINTEGRITY)*

2. Fisk som mat, etikk og marked

Forskerstyrte prosjekt

- *Fôrfettets betydning fra startfôring til foredling*. Strategisk program, AKVAFORSK
- *Sporbarhet og fysiologiske effekter ved bruk av modifiserte planteingredienser i fôr til Atlantisk laks*. Strategisk program, NIFES/NVH/VI
- *Absorpsjon og retensjon av fluor i Atlantisk laks, regnbueørret og torsk*, NIFES
- *The effects of differently fed salmon in the diet, on markers of atherosclerotic activity in patients with coronary heart disease*, NIFES
- *Framtidens laks og helseeffekter*, Inst. for klinisk biokjemi, Haukeland sykehus/AKVAFORSK

Brukerstyrte prosjekter

- *Bioaktive fettsyrer i fôret til laks*

EU – prosjekter med norsk deltakelse

- *Researching alternatives to fish oil for aquaculture (RAFOA)*
- *Cloning and functional analyses of fish peroxisome proliferator – activated receptors: The transcriptional control of lipid metabolism in farmed species (FPPARS)*

3. Fôrråvarer

Forskerstyrte prosjekt

- *Utnyttelse av zooplankton som bioressurs for fiskefôr. Strategisk program, NTNU*
- *Adaption to the Ecosystem: Co-evaluation of life history of Calanus and herring in the Norwegian Sea. Havforskningsinstituttet.*
- *Plankton climatology in North Norwegian waters – concepts, mechanisms and monitoring. NFH.*
- *Krill som fôrressurs for oppdrettet fisk, HI*
- *Protein produsert fra naturgass – en ny fôrressurs for fisk og husdyr, Strategisk program, NLH*
- *Optimalisert produksjon av mikroalger som fettrik fôrkilde til akvakultur, NLH*
- *Marine mikroorganismer som kilde for DHA til bruk i startfôring av torskelarver, SINTEF Fiskeri og havbruk*
- *Adapting the fatty acid composition of rapeseed to meet future feed needs for farmed fish, NLH*
- *Aquaculture Protein Centre*

Brukerstyrte prosjekter

- *Ernæringsmessig kvalitet av kolmule*
- *Utvidet kunnskap om blåskjell som fiskefôrressurs*
- *Biokjemisk karakterisering og konservering av krill og amfipoder*

EU-prosjekt med norsk deltakelse.

- *Feed and aquatic animals that contains cultivated marine microorganisms as alternatives for fish oil (PUFAFEED)*
- *Perspectives of plant protein use in aquaculture: Biological, Environmental and Socioeconomic consequences (PEPPA)*
- *“By-products from cod-fish. Utilization and stabilization of by-products from cod species”*

4. Teknologi

Forskerstyrte prosjekt

- *Utnyttelse av zooplankton som bioressurs for fiskefôr, NTNU Strategisk program*
- *Aquaculture Protein Centre*

Brukerstyrte prosjekter

- *Anvendelse av råensilasje til produksjon av spesialkvalitet fiskemel*
- *Optimalisering av Gelly Feed*
- *Ny type fiskefôr basert direkte på marint råstoff*