

SØKEROM

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

IKKE TIL UTLÅN

FISKERIDIREKTORATET
BIBLIOTEKET

- 9 JULI 1997

A RSMELDING 1996

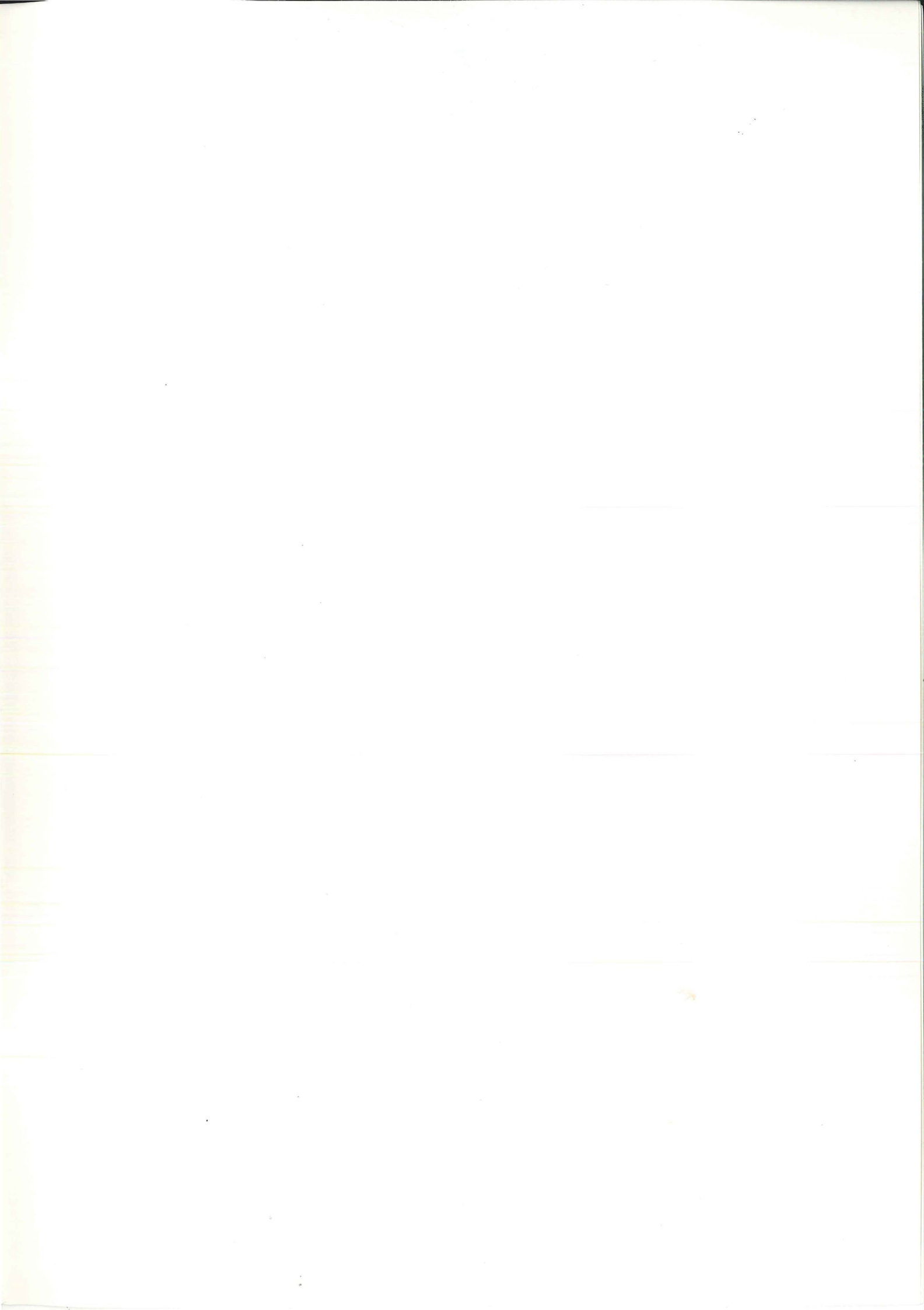


828/64197

*Det populære fisketorget i hjertet av Bergen tiltrekker seg tusenvis av turister i sommersesongen, og er en utmerket «ambassadør» for norske fiskeprodukter.
(Foto: Dag Paulsen).*

INNHOOLD

FORORD	5
INSTITUTTETS ORGANISATORISKE PlassERING	6
LEDELSE OG ORGANISERING.....	8
RÅDETS BERETNING.....	9
INSTITUTTETS PERSONALE	11
REGNSKAP.....	12
FORSKNINGSSTRATEGI	13
FORSKNINGSRESULTATER	16
STRATEGISKE FAGINNLEGG:	
EFFEKT AV SULT PÅ VEKST, ERNÆRINGSSTATUS OG HELSE HOS STOR LAKS	23
BALANSERT FOR TIL LARVER OG YNGEL AV KVEITE.....	25
VEKSTFOR TIL LAKS PRODUSERT DIREKTE FRA AVSKJÆR	27
MARINE BIPRODUKTER - EN VIKTIG RESSURS	29
FORSKNINGSPROSJEKTER	31
UTDANNING OG UNDERVISNING:	
HØYERE UNDERVISNING	33
FORSKERUTDANNING	33
HOVEDFAGSUTDANNING	34
NASJONALT OG INTERNASJONALT SAMARBEID	34
RÅD OG UTVALG	35
PUBLIKASJONER:	
INTERNASJONALE PUBLIKASJONER	36
NORSKE ARTIKLER	38
POPULÆRVITENSKAPELIGE ARTIKLER.....	38
RAPPORTER	38
FOREDRAG OG PLAKATER	39
ENGLISH SUMMARY	41



FORORD

FORSKNING, EN INVESTERING FOR FREMTIDEN?

1996 fremstår som et godt år for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Instituttets ansatte har med stor entusiasme i dette året gjennomført flere forskningsprosjekter enn tidligere, som dokumenteres i prosjektporteføljen og i regnskapet. Denne høye forskningsaktiviteten avspeiles også i opptak av antall dr. scient. kandidater. Ved utgangen av 1996 har instituttet 11 kandidater som har fått godkjent sine dr. grads opplegg ved Det mat.-nat. fakultet. I tillegg har instituttets kvalitetssikringsarbeid gjennom fire år ført til at instituttet har fått 38 av sine analysemetoder for næringsstoffer akkreditert. Dette er de samme analysemetodene som Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har fått tillagt nasjonal referansefunksjon for i regi av Statens laboratorietjenester for næringsmiddelanalyser (SLaN), som er et nettverkssamarbeid mellom flere statlige spesiallaboratorier og kommunale laboratorier.

Biprodukter – ernæringsmessig godt råstoff

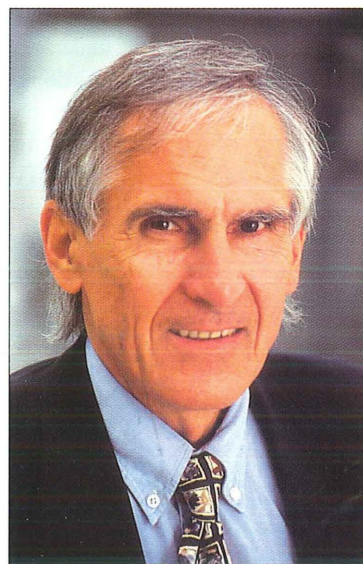
I Norge har det lenge vært en politisk målsetting å øke utnyttelsen av biprodukter for på den måten å øke verdiskapningen i fiskeriene. En best mulig total utnyttelse av biproduktene vil også ha en betydelig miljøeffekt. Fiskerinæringen produserer årlig ca 800.000 tonn biprodukter, ca. 400.000 tonn fra pelagisk fisk og ca. 400.000 tonn fra torskefisk. En større og større andel av pelagisk fisk fileteres og anvendes til humant konsum og biproduktene er lett tilgjengelige. Når det gjelder biprodukter fra torskefisk så utnyttes det i dag ca. 25 % av dette, mens resten dumpes

hovedsaklig til havs. Graden av ilandføringen av biprodukter er imidlertid stekt knyttet til pris på råstoff som igjen er knyttet til etterspørsel og pris på det ferdige produkt. Forskning og utvikling av gode produkter vil være nøkkelen til graden av ilandføring av biprodukter.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt initierte høsten 1995 et prosjekt sammen med Austevollbedriften AS Kvernsmolt og Norges forskningsråd med problemstilling om laks vokste like godt på et fôr produsert direkte fra sildeavskjær som på et tradisjonelt kommersielt fôr. Industrien ønsket klare svar på problemstillingen i løpet av 1996, og det har instituttet vært i stand til å gi dem. Resultatene fra forsøk med stor laks viste at det var ingen forskjell i fôrutnyttelse mellom laks som spiste forsøksfôr og kontrollfôr, samt at proteinfordøyelsen var høy (se egen artikkel). Resultatene var så entydig positive at Austevollbedriften ønsker å bygge en ny fabrikk for produksjon av fiskefôr fra biprodukter av sild i løpet av 1997.

Dette vil gi perspektiver om økt verdiskapning spesielt i foredlingsindustrien, der biprodukter er et dårlig betalt produkt. I tillegg til at hensynet til miljøet og ressursutnyttelsen blir i varetatt, vil det også kunne redusere behovet for alternative protein- og fettkilder i fremtiden.

Produkter til bruk i næringsmiddel- og fôrindustrien vil mest sannsynlig gi den beste verdiskapningen innen biproduktsektoren på grunn av pris og volum, selv om det kan oppnås svært gode priser på nisjeprodukter rettet mot farmakologi- og bioteknologiområdet.



Direktør Kåre Julshamn.
(Foto: Dag Paulsen)

Den fremtidige målsettingen for utnyttelse av biproduktene fra marin fisk bør være å forene forskningsinnsatsen på disse to produkttypene. Her kreves det en strategisk satsning fra fiskerimyndigheter og Forskningsråd på koordinering av norsk forskningskompetanse for å kunne bidra til å nå de politiske mål knyttet til total utnyttelse av biprodukter. Kompetanseoppbyggingen bør skjer i et begrenset antall miljøer som har utfyllende kompetanse. Dette bør være myndighetenes ansvar. En slik nasjonal satsning vil virkelig være en investering for fremtiden.

Kåre Julshamn

Kåre Julshamn
Direktør

INSTITUTTETS ORGANISATORISKE Plassering

INSTITUTTETS HISTORIE

1947 Avdeling for vitaminundersøkelser ble opprettet som et ledd i utbyggingen av Fiskeridirektoratets kjemisk-tekniske forskningsinstitut (Fiskerilaboratoriet). Formålet var å stå for utarbeiding og utføring av vitaminanalyser av betydning for fiskerieringen.

1975 Avdelingen ble omorganisert til Fiskeridirektoratets vitamininstitut. Dette skjedde i forbindelse med rasjonaliseringen av fiskeriforskningen, noe som førte til at den fiskeriteknologiske forskning ved Fiskerilaboratoriet ble overført til Fiskeriteknologisk forskningsinstitut (FTFI) i Tromsø.

1983 Navneskifte til Fiskeridirektoratets ernæringsinstitut.

1993 Utvalg nedsatt av Fiskeridepartementet, med instituttchef Per Prante, Norconserv som leder for å utrede instituttets målsetting, arbeidsoppgaver, forskningsprofil samt organisatoriske tilknytning.

1995 Fiskeridepartementet besluttet at instituttet fortsatt skal være knyttet til Fiskeridirektoratet, og med eget budsjettkapittel i Fiskeridepartementets budsjett.

En utvidelse av virksomheten ved instituttet kom med opprettelsen av Norges Fiskerihøgskole (NFH) som en avdeling ved Universitetet i Bergen (UiB) i 1972. I denne sammenheng ble instituttets leder professor II og en forsker

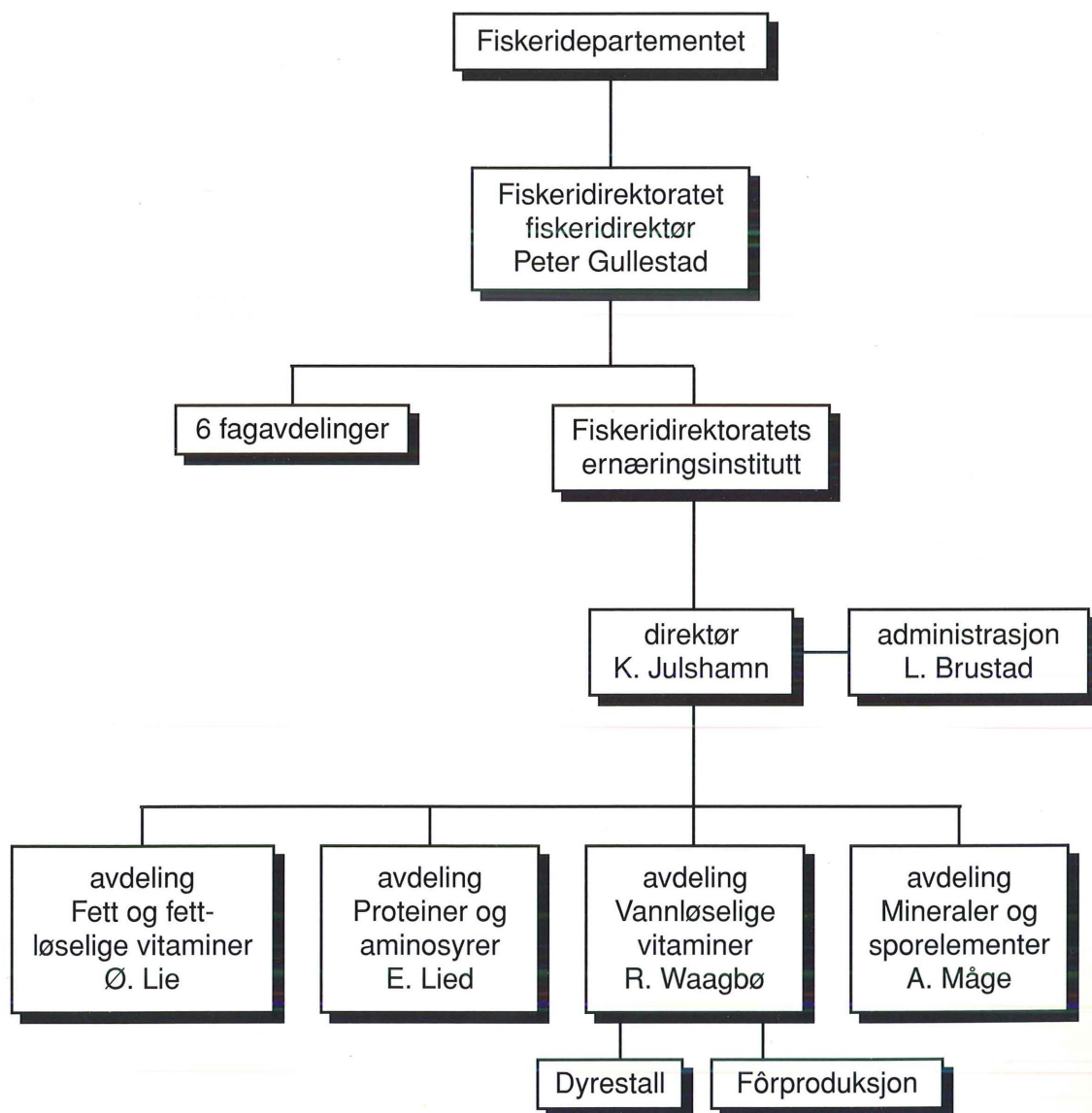
dosent II, siden professor II ved UiB. Videre ble en stipendiatstilling ved UiB lagt til Fiskeridirektoratets ernæringsinstitut. En av instituttets forskere var professor II i ernæringsfysiologi ved det Medisinske fakultet, UiB frem til 1992. Norges Fiskerihøgskole ble i 1989 overført til Tromsø. Det Matematisk-Naturvitenskapelige Fakultet overtok imidlertid ansvaret for instituttets virksomhet under Norges Fiskerihøgskole inntil en institutttilknytning ved UiB ble avklart.

I 1990 ble instituttets virksomhet vedrørende utdanning av cand. scient. og dr. scient. studenter knyttet formelt til Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB. I 1992 ble nok en stipendiatstilling knyttet til instituttet.



Fiskeridirektoratets ernæringsinstitut har en sentral beliggenhet på Nordnes i Bergen. (Foto: Dag Paulsen)

Organisasjonskart for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt



I 1994 ble emner tilsvarende 13 vekttall undervist ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt godkjent av Det Matematisk-Naturviten-

skapelige Fakultet, UiB. Emnene er i første rekke rettet mot ernæringsbiologi hovedfag, men studenter med andre hovedfag samt dr. scient.

kandidater ved andre institutter, kan også ta emnene under Det mat.-nat. vitenskapelige fakultet.

L EDELSE OG ORGANISASJON

Administrasjon:

Direktør, dr.philos. Kåre Julshamn

Fiskeridirektoratets ernæringsinstituttet er organisert i følgende avdelinger (se organisasjonskart):

1. Fett/fettløselige vitaminer og karbohydrater (forsker, dr.philos. Øyvind Lie)
2. Mineraler og sporelementer (forsker, dr.scient. Amund Måge)
3. Protein/aminosyrer (forsker, dr.philos. Einar Lied)
4. Vannløselige vitaminer (forsker, dr.scient. Rune Waagbø)

En slik organisering er hensiktsmessig fordi den fordeler ansvaret for å opprettholde avansert analytisk kompetanse på områder som metodisk er noe forskjellig. I en bred anlagt ernæringsforskning henger imidlertid disse områdene sammen.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstituttets råd:

Fiskeridepartementet oppnevnte nytt råd for instituttet i 1993 med funksjonstid frem til 1997. Rådet har følgende sammensetning:

1. Forskningssjef Johannes Opstvedt, Sildeolje- og sildemelindustriens forskningsinstitutt (SSF), Bergen (leder), Forskningssjef Edel Elvevoll, Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning (Fiskeriforskning), Tromsø (varamedlem)
2. Avd. dir. Kari Bjørnbæk, Det kgl. Fiskeridepartement, Oslo (medlem), Førstekonsulent Andreas Stokseth, Det kgl. Fiskeridepartement, Oslo (varamedlem)
3. Professor Grete Botten, Senter for helseadministrasjon, UiO, Oslo (medlem), Professor Christian Drevon, Avdeling for kostholdsforskning, UiO, Oslo (varamedlem)
4. Kvalitetsleder Kristin Ellingvåg, Stolt Sea Farm A/S, Averøy (medlem), Prosjektleder Mette Helseth, Fiskerinæringens landsforening, Ålesund (varamedlem)
5. Salgssjef Øystein Pettersen, Lenvik Seafood A/S, Tromsø (nestleder), Ass.dir./eksportdir. Gunnar W. Iversen, Hallvard Lerøy A/S, Bergen (varamedlem)
6. Forsker Kjartan Sandnes, Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt, Bergen (medlem/permisjon), Forsker Øyvind Lie, Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt, Bergen (varamedlem; har møtt)
7. Fiskeridirektøren, Bergen (medlem), Avd.dir. Rolv Behrens, møtte for Fiskeridirektøren på møtene i 1996

RÅDETS BERETNING

Nytt Råd for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt ble oppnevnt høsten 1993 for en periode på 3 år. Ved utløpet av 1996 var dermed dette Rådets funksjonstid ute. Rådets oppgave er gitt i mandatet:

1. Drøfte opplegget for instituttets virksomhet og drift og bidra til at dets mål realiseres
2. Behandle langtidsprogram, instituttets budsjettforslag, årsberetning og regnskap
3. Drøfte instituttets arbeid, herunder dets faglige virksomhet. Bidra til at fiskeridirektoratets oppdrag og behov for tjenester gis den nødvendige prioritet
4. Medvirke til samarbeid med andre institusjoner og bedrifter

Rådet har således et meget omfattende ansvarsområde. Som faste punkter behandles forslag til forskningsprogram og budsjett, årsberetning og regnskap. Siden Rådet ikke kan treffe vedtak, gis beslut-

ninger i form av anbefalinger til instituttets administrasjon og Fiskeridepartementet.

Å vurdere instituttets virksomhet i forhold til målsetningen, slik den er gitt i instituttets formålsparagraf, er Rådets viktigste gave. Samtidig er dette også en meget krevende oppgave siden omsetning av målsetningen til praktiske tiltak vil måtte ta hensyn til de endringer fiskerinæringen og samfunnet for øvrig gjennomgår. Instituttets virksomhet vil også i stor utstrekning være bestemt av de økonomiske rammevilkårene slik de kommer til uttrykk i tildelingsbrevene i Stortingsproposisjonene. Spesielt vil forholdet mellom basisbevilgning og inntjening fra eksterne samarbeidsprosjekter påvirke instituttets forskningsprofil. Rådet har ved flere anledninger gitt uttrykk for at samarbeidsprosjekter med næringslivet er positivt for instituttet. På den andre siden vil forsterkt innslag av oppdragsforsk-

ning svekke instituttets stilling som nasjonalt forskningsinstitutt med forvaltningsmessig ansvar. Det er derfor viktig at instituttet sikres grunnfinansiering som anvendes til forskning og andre oppgaver innenfor de prioriterte områder.

Rådet har funnet at instituttets virksomhet i stor grad er i samsvar med målsetningen. Likevel har flere av Rådets medlemmer i løpet av funksjonstiden pekt på områder hvor de mener at en viss omprioritering av virksomheten ville være ønskelig. Det er således gitt uttrykk for at innsatsen på fisk som matvare bør styrkes, om nødvendig ved en reduksjon i innsatsen på fiskeernæring og fiskefôr. Matvarer fra fisk tilfredsstiller de fleste krav til et sunt kosthold. Dokumentasjon vedrørende fisk i det humane kosthold er derfor viktig for fiskerinæringens markedsføring av fisk og for den enkelte konsument. For Norge som en stor fiskerinasjon,



Yrende folkeliv på det «gamle» Fisketorget i Bergen. (Foto: Dag Paulsen)

bør en sterk forskning på fiske-relaterte ernæringsproblemer være en selvfølge. Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har et spesielt ansvar i denne sammenheng. Rådet har med tilfredshet kunnet konstatere at forskningen på fisk i den humane ernæring er blitt styrket i løpet av de senere år.

Som for andre næringsgrener er kompetanse gjennom forskning en viktig konkurransefaktor også for den tradisjonelle fiskerinæring. I likhet med andre små og mellomstore bedrifter har de enkelte foretak bare begrenset mulighet til å drive forskning i egen regi. Det arbeidet instituttet utfører på produktdokumentasjon innen programmene »Database for fremmedstoffer» og «Ernæringskvalitet av sjømat» er et godt eksempel på næringsrettet fiskeriforskning. Det er en nasjonal målsetning å øke foredlingsgraden av fisk. Dette krever forskning på marked og prosess. Det er også behov for parallell forskning på virkningen av prosess og næringsverdien av de ferdige produkter. Dette er et forsømt område nasjonalt og globalt og representerer en interessant forskningsmessig utfordring for instituttet.

Instituttet utfører en betydelig forskning på ernæring og fôr til fisk i oppdrett. For de nasjonale interesser er det viktig at mest mulig av denne forskning er grunnleggende og åpen. Instituttet har vært benyttet som et kompetansesenter i forbindelse med forvaltningen av Forskriften for fiskefôr og er tiltenkt en enda større rolle ved overgang til ny forskrift. Også i den forbindelse er det viktig med en fri og grunnleggende forskning.

Det har lenge vært alminnelig enighet om at fisk kan spille en viktig rolle når det gjelder å bedre ernærings-situasjonen for millioner

av under- og feilernærte mennesker. Betydningen av fisk i kostholdet er ytterligere bekreftet gjennom nyere kunnskap om betydningen av fettsyrene i fiskefettet for barns fysiske og mentale utvikling. Det er imidlertid en kjensgjerning at noen land har fiskeresurser som er underutnyttet samtidig som det i de samme land er befolkningsgrupper med under- og feilernæring. Årsakene til at utnyttelsen av fiskeresursene som mat til den lokale befolkning ikke er tilfredsstillende, er kompleks. Forbedrede metoder for lagring og transport er viktig. Like viktig er det å innarbeide fisk i de lokale matvaner. Dette krever medvirkning både fra lokale myndigheter og internasjonale organisasjoner. Det er derfor viktig å demonstrere den ernæringsmessige betydning av fisk og finne den optimale anvendelse. Rådet ser derfor positivt på den U-lands relaterte ernæringsforskningen som etterhvert er kommet i gang ved instituttet. Oppdrett av karnivor fisk som ikke er avhengig av animalsk protein, kan være en viktig måte til å forbedre matforsyningen i mange U-land. Med sin sterke posisjon på ernæringsforskning innen fiskeoppdrett kan instituttet bidra med kompetanse på dette området.

Instituttet utfører en stor og viktig oppgave i undervisning av studenter innen ernæring ved Universitetet i Bergen, og har ansvaret for undervisning i emner som tilsvarer 13 vekt-tall. Interessen fra studentene til disse emner er voksende, noe som førte til at instituttet i 1996 oppnådde sitt største antall hovedfagseksamener og doktorgradstudenter. For å styrke undervisningen arbeides det med opprettelse av en professorstilling ved Institutt for fiskeri- og marinobiologi hvor forskningsdelen

legges til instituttet. På bakgrunn av den store betydning undervisning innen fisk som matvare har, gir Rådet denne ordningen sin fulle støtte i saken.

Pålitelige analysemetoder er av grunnleggende betydning for en troverdig forskning. Det er også av stor betydning for pålitelig produktokumentasjon. Instituttet er referanselaboratorium for flere analyser på fisk som mat og fôr, og har et spesielt ansvar når det gjelder å utvikle analysemetoder for fiskeprodukter. For overvåkingsarbeidet om kosthold og ernæring i Norge er dette av stor betydning for Statens Ernæringsråd. Det er derfor viktig at 38 av instituttets sentrale analyser ble akkrediterte i 1996.

Instituttet har godt utbygde kanaler for informasjon til oppdrettsnæringen og informasjonsflyten til denne gren av fiskerinæringen er god. Organiseringen av den tradisjonelle fiskerinæringen er forskjellig fra oppdrettsnæringen, og dette gjør informasjonsarbeidet mere krevende. Rådet har pekt på behovet for å styrke informasjonsflyten til den tradisjonelle fiskerinæringen.

Siden Rådets konklusjoner bare kan gis i form av anbefalinger, er det viktig at kommunikasjonen i begge retninger til de organer som Rådet skal tjene, Fiskeridirektoratet ved Ernæringsinstituttet og Fiskeridepartementet, er så god som mulig. Rådet vil i den forbindelse berømme det gode samarbeidet med instituttets administrasjon. Rådet er gjort kjent med at det arbeides med ny instruks for Rådet. Det avgående Rådet er av den oppfatning at den viktigste forbedring i nåværende instruks vil være å gi Rådet en innflytelse på instituttets drift som bedre står i samsvar med mandatet.

INSTITUTTETS PERSONALE

OVERSIKT OVER PERSONALET PR. 31.12.1996

Fast ansatte:

Direktør :

Julshamn, Kåre (dr. philos)

Forsker :

Espe, Marit (dr. scient., fast ansatt f.o.m. 01.09.)
Hemre, Gro-Ingunn (dr. scient.)
Lie, Øyvind (dr. philos.)
Lied, Einar (dr. philos.)
Måge, Amund (dr. scient.)
Sandnes, Kjartan (dr. philos.) (permisjon)
Waagbø, Rune (dr. scient.)

Avd.ingeniør :

Asphaug, Vibecke
Bargård, Siri
Berg, Torill (90,3%)
Brenna, Jan
Fjeldstad, Leikny
Haugnes, Jorun (50%)
Irgens, Betty (50%)
Solli, Berit Engen (50%)
Stave, Mariann (50 %)

Laborantleder :

Heltveit, Aase
Johannessen, Tove
Kallestad, Idun
Sedal, Laila Oksholm (80 %)
Wessels, Jacob

Laborant :

Kaland, Gunn-Beate (permisjon f.o.m. 19. august)
Erdal, Edel

Fauskanger, Vidar (røkter ved Matre Havbruksstasjon)

Driftstekniker :

Konradsen, Bernt
Skjerve, Nils

Førstesekretær :

Brustad, Linda
Årgårdsvik, Gry Kristin (vikar 16.04-31.08)

Førstefullmektig :

Simonsen, Inger-Marie

Fullmektig :

Årgårdsvik, Gry Kristin (vikar 01.01-05.04)

Renholdsbetjent :

Meyer, Berit (50 %)

Prosjektansatte:

Forsker :

Eckhoff, Karen
Espe, Marit (dr.scient, permisjon t.o.m. 31.07)
Nortvedt, Ragnar (dr.stipendiat)
Hamre, Kristin (dr. scient)
Lorentzen, Mette (dr.stipendiat)
Njaa, Leif R. (redaktør)

Stipendiat :

Andersen, Friede (dr. stipendiat)
Berge, Gerd Eikeland (dr. stipendiat)

Berntsen, Marc (dr. stipendiat)
Eide, Ingvild (dr. stipendiat)
Kirkeeide, Eli-Katrin (dr. stipendiat) (t.o.m. 31.05)
Lygren, Bjarte (dr. stipendiat)
Mæland, Anne (dr. stipendiat)
Torstensen, Bente (dr. stipendiat)

Avd.ingeniør :

Ask, Kjersti (90,3%)
Birkenes, Anita (80%)
Eliassen, Annbjørg
Gjerdevik, Kathrin (permisjon f.o.m. 1. oktober)
Haugnes, Jorun (30%)
Langeland, Kari Elin
Michaelsen, Jone (f.o.m. 25. september)
Solli, Berit Engen (30 %)
Stave, Mariann (50 %)

Ingeniør :

Nordås, Harald
Strømsnes, Hildegunn
Thu Thao, Nguyen

Laborant :

Eidsvik, Tonja Lill (permisjon)
Husebø, Geir
Rygg, Margrethe
Sleire, Jenny (røkter ved Matre Havbruksstasjon)

Lærlinger :

Elvestad, Øystein
Hatlø, Lena

Arbeidsmarkedstiltak:

Bjørvang, Kjell Rune (50 %)

Hovedfagsstudenter

(eksamen 1996 i parentes):

Austad, Tone (mars)
Brønstad, Ingeborg
Eide, Ingvild (februar)
Krogh, Lise Von (mars)
Lied, Gaute Øverås (Fysisk inst./EI)
Meland, Siv (august)
Nordås, Harald (desember)
Olsen, Hanne Jorun
Skov, Marianne
Sørtdal, Kenneth (Kjemisk inst./EI)
Toppe, Jogeir
Torstensen, Bente (mars)
Vangen, Bente
Ørnsrud, Robin
Øygard, Joar (Kjemisk inst./EI)



Ernæringsinstituttets personale i 1996.

B REGNSKAP

A. MIDLER OVER FISKERIDEPARTEMENTETS BUDSJETT KAP. 1023:

	1995	1996
Lønn og godtgjørelse	6.800.000	7.170.000
Varer og tjenester	4.550.000	4.660.000
	<u>11.350.000</u>	<u>11.830.000^{a)}</u>

B. EKSTERNE FORSKNINGSMIDLER^{b)}:

NFR (100 %)	1.362.000	1.201.000
NFR/industri eller rene industriprosjekter	5.386.000	7.923.000
EU		350.000
UiB-stipendiater	550.000	560.000
Eksterne forskningsmidler	<u>7.298.000</u>	<u>10.034.000</u>
SUM A + B	<u>18.648.000</u>	<u>21.864.000</u>

a) Kr. 400.000,- til utskifting av ødelagt utstyr er ikke inkludert

b) For flere detaljer se prosjektoversikt s. 31

FORSKNINGSSTRATEGI FOR PERIODEN 1996–1999

MÅL

- Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt skal framskaffe kunnskap og være premissleverandør til en fiskeri- og havbruksnæring som er i vekst, og som har et betydelig potensial for å styrke sin posisjon som en lønnsom og livskraftig næring. Forskning bidrar i stigende grad til å styre utviklingen, og blir et stadig viktigere redskap til å fremme verdiskaping.

Overordnede målsetting for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er nedfelt i instituttets formålsparagraf:

- å arbeide for norsk fiskerinæring samt være rådgiver for fiskerimyndighetene i ernærings-spørsmål.
- å drive forskning i tilknytning til fisk og andre marine ressurser som næringsmidler i human ernæring og som førmidler.
- å drive ernæringsstudier på akvatiske arter i oppdrett.
- å utvikle analysemetoder for næringsmidler med spesiell vekt på marine produkter.
- å informere om sine forskningsresultater og ellers fremme opplysning om fisk i ernæring.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt skal framskaffe kunnskap og være premissleverandør til en fiskeri- og havbruksnæring som er i vekst, og som har et betydelig potensial for å styrke sin posisjon som en lønnsom og livskraftig næring. Forskning bidrar i stigende grad til å styre utviklingen, og blir et stadig viktigere redskap til å fremme verdiskaping.

Instituttets forskningsområder tar utgangspunkt i overordnede politiske mål, og de behov og utfordringer en samlet fiskeri- og havbruksnæring står overfor. Forskningsinnsatsen vil være rettet mot oppgaver som krever straksløsninger og mot oppgaver av mer langsiktig karakter innen følgende områder:

1. *Fiskeernæring, fôr og fôrressurser*
2. *Ernæringskvalitet av sjømat*

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har som mål å arbeide i den internasjonale forskningsfronten på

disse områdene. Dette forutsetter at analysekompetanse og instrumentpark opprettholdes og videreutvikles. Instituttet arbeider kontinuerlig med å kvalitetsikre sine analysemetoder og fikk høsten 1996 akkreditert 38 av sine analysemetoder. Disse har også instituttet fått tillagt nasjonal referansefunksjon for.

Instituttet vil videreutvikle sitt engasjement i internasjonalt forskningssamarbeid og i bistandsprosjekter innenfor områder hvor instituttet har spesiell kompetanse.

1. FISKEERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER

1.1 Ernæring hos laks

Laks vil fortsatt være den viktigste arten i oppdrett, og forskningsinnsatsen på laks må således videreføres. Fôret utgjør den største variable kostnad (nær 50 %) i produksjon av oppdrettsfisk. Dagens fôr kan imidlertid gjøres bedre og ernæringsmessig rikligere, og forskningsinnsatsen på fôr-

siden er således en nøkkelfaktor for bedret kostnadseffektivitet i næringen. Dette arbeidet består i å bestemme ernæringsbehov og sette sammen næringsstoffene slik at fôret gir optimal vekst og lavest mulig fôrforbruk samtidig som krav til optimal helse og produktkvalitet ivaretas.

Forskning rettet mot ernæringskunnskap og fôr sammensetning i kombinasjon med fôringsstrategi og driftsrutiner vil være viktig for å redusere negative miljøvirkninger av oppdrett. I dette ligger utvikling av fôr som gir bedre fordøyelighet og fôrutnyttelse, samt redusert fôrtautap til det marine miljø.

Forskningsaktiviteten ved Ernæringsinstituttet skal inkludere hele verdikjeden fra råvarer til fôrutnyttelse til produktkvalitet.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Optimalisere fôr sammensetningen til laks med hensyn på vekst, fôrutnyttelse, helse og produktkvalitet

- Utvikle fôr og fôringsrutiner som reduserer negative miljøvirkninger av lakseoppdrett

1.2 Ernæring hos marin fisk

Kultivering av marine fiskearter forutsetter at det utvikles en sikker og kostnadseffektiv produksjon av yngel. Fôr- og ernæringsforskning vil være en nøkkelfaktor for å løse problemet med startfôring og tilvenning til formulert fôr. For kveite er det viktig å ta fatt på forskningsoppgaver innen fôr og ernæring knyttet til matfiskproduksjon. Forskningsinnsatsen må konsentreres om å utvikle fôrtyper og fôringsrutiner som gir optimal fôrutnyttelse, vekst, helse og produktkvalitet.

Oppfôring av levendefangst og låssatt marine arter (f.eks. makrell, sei og torsk) vil være viktig for en stabil råstofftilgang til næringsmiddelindustrien og dermed økt verdiskapning.

Skalldyr er gode næringsmidler med store markedspotensialer og med gode muligheter for oppdrett i norske farvann. Kamskjell er spesielt prioritert ifølge «Havbruksmeldingen». For at kamskjellproduksjonen skal bli en lønnsom næring kreves det blant annet utvikling av formulert fôr.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Optimalisere levendefôr og tilvenningsfôr til kveite
- Utvikle vekstfôr til kveite
- Etablere kunnskap om levendefanget og låssatt marine fiske-slag med hensyn på overlevelse, fôring og kvalitet
- Utvikle formulert fôr til kamskjell

1.3 Optimal utnyttelse av marine fôrressurser

Marine råvarer utgjør hovedandelen i fiskefôr, og Norge er i den fordelaktige situasjon å ha tilgang

på egne fôrressurser (industrifisk) til oppdrett. Men marine fôrressurser må utnyttes optimalt, og det arbeides videre med å utvikle bedre og mer kostnadseffektive fôr basert på direkte bruk av marint råstoff i produksjonen. Foruten kunnskap om ernæring og fôr er dette et forskningsområde som krever teknologisk og ressursbiologisk forskning, samt forvaltning knyttet til de ville bestander.

I Norge dumpes omkring 400.000 tonn fiskeavfall/avskjær. Økt foredling vil føre til en økning av dette volumet. Dumping av fiskeavfall/avskjær representerer et miljøproblem. Avfall/avskjær fra fiskeindustrien representerer imidlertid en viktig biologisk ressurs, som kan anvendes i fôr til fisk eller foredles videre til produkter for anvendelse i matvarer.

Internasjonalt er fôrvarer gjenstand for strenge reguleringer, men disse reguleringene er lite tilpasset fôr til fisk. Forskning er viktig for å gi et vitenskapelig grunnlag for forvaltningen av fôrforskriftene til fisk.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Forbedret utnyttelse av marine fôrressurser
- Fremskaffe kunnskap som gir mulighet til en bedre utnyttelse av biprodukter fra fisk i fôr til fisk
- Øke foredlingsgraden av biprodukter fra fiskeforedlingsindustrien
- Fremskaffe kunnskap om alternative råstoffer til fiskemel for bruk i fôr til fisk

2. ERNÆRINGSKVALITET AV SJØMAT

Ernæringskvalitet må sees i et helsemessig perspektiv og er nært knyttet til kunnskap om produkters

innhold av gunstige og ugunstige stoffer (næringsmiddelkjemisk sammensetning), samt opptak av disse i organismen.

Både underernæring og feil kosthold er en vesentlig årsak til verdens store helseproblemer. Det er alminnelig enighet om at et økt bruk av sjømat i kostholdet er helsefremmende («Helsemeldingen»). En økende helsebevissthet representerer derfor et betydelig potensiale for bruk av fisk og annen sjømat både nasjonalt og internasjonalt. I denne sammenhengen vil produktenes ernæringskvalitet være viktig. Her vil næringsmiddelindustriens og FNLs problemer knyttet til produktkvalitet stå sentralt.

Et rent miljø er en forutsetning for produksjon av sjømat. Dette er også et viktig markedsføringsargument for slike produkter. Det er derfor av avgjørende betydning for Norges framtidige kystnæring at det blir truffet tiltak mot alt som forringer det marine miljø. Det gjelder deponering og utslipp av kjemiske stoffer som virker direkte giftig på akvatiske organismer, likeså naturfremmede stoffer som eventuelt etterspores i produktene. En av de stoffgruppene som er viktig i denne sammenheng er metaller. Flermetallinstrumentet (ICP-MS) er tatt i bruk ved instituttet blant annet i forbindelse med arbeidet knyttet til «Miljødata-basen».

Oppdrett av fisk gjør oss i stand til produktsikring og produktstyring gjennom fôrets sammensetning. Økt kunnskap om sammenhengen mellom fôr og næringsmiddelkjemisk sammensetning av produktet vil bidra til at vi kan fremskaffe de produkter som markedene ønsker. Det må også fremskaffes kunnskap om hvordan uheldige påvirkninger av fôr og



Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt skal bidra til å sikre kvalitet på alle typer produkter som markedsføres under betegnelsen «norsk sjømat». (Foto: Dag Paulsen)

miljø kan influere på fiskens ernæringskvalitet.

Fortsatt vekst i norsk kystnæring krever at sjømatandelen i kostholdet øker både nasjonalt og internasjonalt. En forutsetning for å lykkes i disse markedene er kunnskapsoppbygging i alle ledd i næringen og hos konsumentene. Uansett om sjømat kommer fra oppdrett eller fra tradisjonelt fiske, er det påkrevd med et system som sikrer kvaliteten på produkter som markedsføres under betegnelsen norsk sjømat.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt skal bidra til dette gjennom å formidle sine forskningsresultater og ellers spre kunnskap til næringsutøvere, konsumenter og forvaltning.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Dokumentere sammenhengen mellom miljø og ernæringskvalitet
- Fremskaffe kunnskap om sammenhengen mellom fôr og ernæringskvalitet
- Fremskaffe kunnskap om er-

næringskvalitet av sjømat og foredlingsprosessens betydning for ernæringskvalitet

- Etablere kunnskap om sammenhengen mellom biokjemiske prosesser i fisken og kvalitet
- Øke undervisningstilbudet i ernæringsfag på universitetsnivå
- Bidra til generell kunnskapsoppbygging i fiskeri- og havbruksnæringen
- Videreutvikle nasjonalt og internasjonalt forsknings-samarbeid
- Delta i bistandsprosjekt

FORSKNINGSRESULTATER

Ved siden av våre hovedsatsningsområder har instituttet også dette året lagt ned en stor arbeidsinnsats i metodeutvikling og kvalitetssikring av analysemetoder. Dette arbeidet har blant annet vært utført i et nettverk av nordiske og internasjonale laboratorier. Det nordiske nettverket er organisert gjennom Nordisk metodikkomite for næringsmidler (NMKL) og de internasjonale nettverkene gjennom organisasjonene «Quality Assurance of Information for Marine Environmental Monitoring in Europe» (QUASIMEME) og den Europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN.

Instituttet fikk i november akkreditert 38 analysemetoder for næringsstoffer. Vårt institutt er den eneste institusjonen i Norden som har fått akkreditert et så bredt spektrum av næringsstoffanalyser.

Nye analysemetoder det har vært arbeidet med dette året er D-aminosyrer, uorganisk arsen, oksidi-

asjonsprodukter i tilknytning til autoksidasjon med GC-MS og immunologiske *in vitro* metoder.

Prosessindusert omdannelse av L-aminosyrer til D-aminosyrer kan redusere proteiners ernæringsmessige kvalitet i matvarer. Arbeidet med å innarbeide metode for analyse av D-aminosyrer ble avsluttet i 1996. Arbeidet har vært komplisert, men vellykket. Metoden gjennomgår nå kvalitetssikring, og metodikkens anvendbarhet på produkter med vekt på fisk og fiskeprodukter er under utprøving. Instituttet vil da som det eneste i Norden kunne gjennomføre analyser for D-aminosyrer i fisk og fiskeprodukter.

1. FISKEERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER

1.1. Ernæring hos laks

Effekter av ulike karbohydratkilder på vekst, næringsstoffretensjon og fôrutnyttelse gjennom parr-smolt

fasen er studert. Hovedkonklusjonen er at gelatinisert hvete utnyttes bedre og har et høyere protein sparingspotensiale enn gelatinisert mais og havre. Studiene viser også at laks avmagres, selv ved kontinuerlig fôrinntak, gjennom parr-smolt fasen om våren. En nær sammenheng ble funnet mellom vekststabilitet, fôrutnyttelse, og mellom karbohydratkilde og fôrutnyttelse. Disse studiene fortsetter i samarbeid med Havforskningsinstituttet, der lys - ernæring interaksjonsstudier gjennomføres.

Aktiviteten innenfor proteinforskningen har blant annet vært knyttet til bruk av inndampet ensilasje (proteinkonsentrat) i fôr til laks og studier omkring økt proteinutnyttelse hos laks med vektlegging på studier av aminosyre ubalanse i fôrproteinet. Utvalgte typer proteinkonsentrater av ensilasje er blitt testet i forsøk med laks, hvor fordøyelse og absorber-



Ernæring hos laks er fortsatt et hovedsatsingsområde for instituttets virksomhet. (Foto: Dag Paulsen))

sjonshastighet er blitt studert som mulig årsak til ulik utnyttelse av ensilasjeprotein hos fisk. I disse forsøkene er økende mengder ensilasjeprotein fra ulike råstoff innblandet i fôr til laks, hvoretter absorpsjonsprofilen av aminosyrer i plasma og muskel er blitt fulgt som funksjon av tid. Det er funnet en klar positiv sammenheng mellom mengde ensilasjeprotein i fôret og konsentrasjonen av frie aminosyrer i plasma og muskel hos fisk. Det er imidlertid liten sammenheng mellom konsentrasjon av frie aminosyrer i vevet hos fisken og type ensilasjeråstoff. Som oppfølging av disse studiene ble det igangsatt vekst og fordøyelighetsforsøk for å optimalisere mengde innblandet proteinkonsentrat i fôr til laks. Disse forsøkene har vist at 10-15 % innblanding av proteinkonsentrat er optimalt bedømt ut fra vekst og proteinsyntesemålinger. Innblanding av 20 % eller mer gir en klar negativ effekt på vekst. Forsøkene med å optimalisere innblanding av proteinkonsentrat fra ensilasje i fôr til laks fortsetter inn i 1997.

Prosjektarbeidet for å utvikle en multikammer instrumentering for *in vitro* måling av fordøyelse og absorpsjonshastighet av proteiner som kriterium for proteinkvalitet hos laks har fortsatt i 1996. Dette er et samarbeide mellom instituttet, en industripartner og Fysisk institutt, Universitetet i Bergen. En tar i denne modellen sikte på å kunne simulere proteinfordøyelsen hos fisk. En vellykket utvikling av en slik modell vil i betydelig grad redusere kostnader og tid knyttet til evaluering av fôrproteiner til oppdrettsfisk, og også redusere bruken av fisk til slike evalueringer. Dette arbeidet vil bli ferdigstillet i 1997.

Studier knyttet til balansert innhold av antioksidant vitaminer,

mineraler og flerumettet fett i fôr til laks og betydning for vekst, helse og kvalitet ble startet i 1996. Prosjektets målsetning er å øke kunnskapen omkring samspillet mellom antioksidant mikronæringsstoffer (vitaminer og mineraler) og fett i fôr til laks med tanke på å utvikle spesialfôr som sikrer optimal vekst og helse hos laksen, samt god produktkvalitet. Et fôringsforsøk med multivariat analysedesign ble gjennomført fra juni til desember 1996. Fisken fra forsøket ble undersøkt med hensyn til vekst, ernæringsstatus og red/oksbalanse målt ved konsentrasjon av oksidasjonsprodukter og endogent syntetiserte antioksidant. Eventuelle effekter på immunforsvaret og på enzymer som inngår i antioksidantforsvaret ble studert. Sammenstilling av lipid og antioksidanter i fôret ble knyttet opp imot kataraktproblematikken. Resultatene er under bearbeiding og et oppfølgingsforsøk skal starte medio juni 1997.

Instituttets studier knyttet til problemstillingen katarakt (fordunkling av øyelinsen) hos laksefisk har fortsatt gjennom prosjektet som tar for seg pro- og antioksidanter i fôr til laks, samt gjennom et samarbeid med Nutreco ARC i Stavanger i en studie på B-vitaminene riboflavin og niacin og mineralet sink hos laksesmolt. Forsøkene ble gjennomført i samarbeid med Norges Veterinærhøgskole i Oslo. Det ble i desember satt i gang et forsøk i Glomfjord i samarbeid og støttet av Nordland fylkeskommune, for å undersøke temperaturens betydning for utvikling av katarakt hos lakseparr. I dette forsøket vil utviklingen av katarakt bli forsøkt knyttet til endrete biokjemiske reaksjoner i blodet og øyet hos smoltifiserende og sjøtilvendt laks.

I et industriprosjekt har vi gjennom tre delstudier undersøkt effekter av et jernbindende glykoprotein tilsatt i fôr på laksens helse. Etter siste delstudium som ble gjennomført i år kan vi konkludere med at glykoproteinet ikke virker lovende som immunostimulant tilsatt i laksefôr. «Glykoproteinfôret» gav ingen effekter på lysozymaktivitet, komplement mediert hemolyse, makrofagens drapskapasitet eller dødelighet etter viralt og bakterielt smitteforsøk.

I forbindelse med undersøkelser av laksens immunfunksjoner er det utviklet en metodikk for undersøkelse av mikronæringsstoffers *in vitro* effekt på den aerobe drapskapasiteten til laksens fagocytter. Fagocytene inkuberes i lakseplasma tilsatt ulike konsentrasjoner av mikronæringsstoffer før produksjon av toksiske oksygenforbindelser måles ved hjelp av kjemiluminescens.

I et industriprosjekt (BASF, Tyskland) ble stabiliteten og tilgjengeligheten av ulike vitamin C former hos lakseyngel undersøkt. Vekst, utnyttelse av vitamin C, samt fiskens helse ble påvirket ved lave nivå av vitamin C, men det var ikke forskjell mellom vitamin C formene som ble undersøkt. Forsøket støtter tidligere funn ved instituttet, og med dette kan en ny biotilgjengelig vitamin C kilde snart være på markedet.

Instituttet har i samarbeid med fiskevaksineprodusent gjennomført to forsøk for å undersøke om fôrets sammensetning har betydning for effekten ved orale vaksiner. Orale vaksiner er lite benyttet i dagens oppdrettsfisk fordi effekten ikke er tilfredsstillende sammenliknet med stikkvaksiner. Det er ønskelig å utvikle orale vaksiner fordi dette er kostnadseffektivt, gir færre bivirkninger og gir mindre

produksjonstap som følge av nedklassifisering. Resultatene fra forsøkene viste stor variasjon med hensyn på de målte immunologiske parametrene og dødlighet etter eksperimentelt påført vibriosmitte. Forsøkene og resultatene er ennå ikke fullstendige og arbeidet vil sluttføres og rapporteres i første halvdel av 1997.

Et utredningsprosjektet på effekter av sult og fôring etter sult på vekst, ernæringsstatus og helse hos stor laks ble gjennomført i samarbeid med Havforskningsinstituttets Senter for havbruk, Matre Havbruksstasjon. Målet med utredningen var å belyse effekter av langvarig sult og fôring etter sult på vekst, ernæringsstatus og helse hos stor laks. Utredningen inneholder resultater fra et utført modellstudium på stor laks som er diskutert opp imot litteratur innen delproblemstillingene vekst (kompensatorisk), ernæringsstatus (helse og produktkvalitet), samt helse og motstand mot sykdom. Hovedkonklusjonene er presentert i egen artikkel.

I samarbeid med Nutreco ARC og Universitetet i Bergen, Institutt for fiskeri- og marinbiologi ble B-vitaminene og mineralet sink studert hos laksesmolt som ble holdt ved vanntemperaturer mellom 4 og 20 °C. Resultatene fra forsøket blir rapportert oppdragsgiver i begynnelsen av 1997, og koples senere sammen med Universitetets data på vekst, smoltfysiologi og sårutvikling.

Ryggdeformiteter hos laks synes å være et økende problem innen lakseoppdrett. Instituttet har vært engasjert i et forprosjekt som skulle utrede om ryggdeformitet («korthaler») er en produksjonsrelatert lidelse. I 1996 ble arbeidet videreført i en prosjektgruppe nedsett av NFR hvor konkrete pro-

blemstillinger innen området ble utarbeidet, med tanke på gjennomføring i de neste to år. Instituttet deltar i prosjektgruppen og de planlagte forskningsaktivitetene.

Prosjektet «Mineral- og sporelementbehov hos laks» ble videreført i 1996. Dette året har vi konsentrert oss om publisering. Arbeidet med manganbehov hos laks under startfôring ble ferdigstilt og presentert på det internasjonale fiske-ernæringsmøtet i Texas i august. Behovet ble funnet til å vera i området 7-10 mg/kg. Vi fant i dette arbeidet en negativ korrelasjon mellom mangan i fôr og fosfor som vi vil å gå videre med i forbindelse med beindeformasjonsproblem hos laks. Arbeidet som studerte behovet for tilsetning av mangan i fiskemelsdiett ble publisert i 1996 og vi konkluderte med at det bør tilsettes 15 mg/kg fôr.

Arbeidet med jernomsetning ble videreført. Behovsforsøket som viste at jernbehovet hos laks var i området 60-100 mg/kg er publisert. Videre ble et arbeid som har sett på ulike former for jern sin biotilgjengelighet hos fisk ferdigstilt og akseptert for trykking. Dette arbeidet viste at metallisk jern var svært lite tilgjengelig, mens jernsulfat var middels tilgjengelig og jern i blodmel godt tilgjengelig. Jernkilde-problematikken ble fulgt opp med to forsøk sammen med industrien der vi har sett på blant annet jernoksyd sin tilgjengelighet og funnet denne til og å vere veldig lav. Et annet arbeid der vi studerte interaksjon mellom jern og vitamin C ble ferdigstilt og ulike deler presentert på to internasjonale ernæringsmøte. Dette forsøket ble avsluttet med et smitteforsøk som ikke ga forskjell i sykdom på fisk med svært forskjellige jern-nivå i foret.

1.2. Ernæring hos marine arter Kveite

Marine fiskelarver startføres med levendefôr og i intensivt oppdrett benyttes rotatorier og *Artemia*. Fôrorganismenes ernæringsmessige sammensetning forbedres ved å anrike dem med marine oljer med høyt innhold av omega-3 fettsyrer før utfôring. Slike oljer har imidlertid lett for å harskne. Oksidasjonstabiliteten av ulike anrikingsmedier og effekt av oksidert fett og naturlige antioksidanter på de levende fôrorganismene og på fiskelarvene vil bli undersøkt. SINTEF har hovedansvaret for prosjektet, mens Ernæringsinstituttet deltar med analyser av vitamin C og E, samt oksidasjonsprodukter målt ved GC/MS og som TBARS.

Et større prosjekt på yngelproduksjon av kveite, der ernæring var en av hovedparametrene er beskrevet i egen artikkel.

Det ble utført to forsøk som inngikk i prosjektet «Helårlig storskalaproduksjon av kveiteyngel» i 1996 som del av et dr. scient. arbeid. I samarbeid med SINTEF, Trondheim ble det utført et eksperiment med inkubering av *Artemia* med algen *Isochrysis galbana* for å se om algeinkubering opprettholder eller øker næringsverdien av *Artemia* som fôr til kveiteyngel. Høy algekonsentrasjon (6-12 mg C/l) økte vitamin C nivået i *Artemia* lik innholdet i algen til 1000 mg vitamin C/kg tørrvekt. Algeinkubering av *Artemia* hadde ingen effekt på innholdet av vitamin B₆ fordi innholdet av vitamin B₆ i algen var lavt. Det ble også utført et forsøk på kveiteyngel for å undersøke om liten kveite er i stand til å syntetisere vitamin C. I dette enzymstudiet gjenstår analysearbeid.

I 1996 fant vi i samarbeid med forskere ved Havforskningsinsti-



Til tross for mange tilbakeslag er produksjon av kveite så smått kommet i gang. Ernæringsinstituttet er engasjert i utviklingen av egnet fôr til denne marine arten.

tuttets Havbruksstasjon Austevoll, sammenhenger mellom kveitens fôr og dens slaktekvalitet. Gjennomsnittlig fettinnhold i filet øker fra hale til hode, og øker som funksjon av både fettinnhold i fôr og fiskens størrelse. På bakgrunn av sensoriske tester anbefaler vi at kveiten bør være større enn 2 kg før den slaktes og at fettinnholdet i fôret bør være mellom 20 - 40 % i perioden før slakting. Vi fant også at flytefôr, utviklet ved instituttet, kan introduseres på bunnen av merdene og at kveiten hurtig vender seg til å spise dette. Overskuddsfôr, som fløt opp, hadde så høy fysisk stabilitet at det kunne samles opp i overflaten og gjenfôres uten tap av næringsverdi. Kombinasjonen av et godt kveitefôr og god fôringsstrategi hindrer fôrspill til omgivelsene.

Makrell

Et prosjekt der makrell av ulikt opphav (havmakrell og pir) ble fôret fra september 1994 og til november 1995, har vært gjennomført i samarbeid med flere aktører. Fisken ble fôret til metthet hver dag, med et kommersielt høyenergi fôr utviklet for laks. Fôret inneholdt 30% fett (av tørrstoff), dvs. over 50% av tilgjengelig energi var fra fett, 40% rå-protein, og 14% stivelse og fiber. Fett-kvaliteten var av fiskeoljetype, med et høyt innhold av n-3 fettsyrer og lavt smeltepunkt. Dette er for andre dyr vist å ha en positiv effekt på hjerte-kar systemet. Anrikning av disse fettsyrene i filét er vist i en rekke forsøk med laks der fisken har fått høy n-3 fôr.

Fettdeponering i heil fisk, og i filet er kartlagt for de ulike grupper

gjennom oppfôringsperioden. I tillegg er filétens sammensetning med hensyn på fettsyrer beskrevet. Hvordan en eventuelt anrikning av flerumettet fett (n-3 fettsyrer) i makrellfilét påvirket spisekvaliteten, ble evaluert ved å måle oksidasjonsstatus (TBARS) og innhold av antioksidanter (vitamin E). Makrell ser ut til å ha ubegrenset appetitt, og etter nesten 1 års fôring utviklet fisken typiske «velferdssykdommer» kjent fra mennesker og rotter. I fortsettelsen av prosjektet vil derfor fôringsregimer og fôr evalueres i forhold til dette. Også grunnleggende studier på omsetning av energi i makrell vil inngå.

Torsk

Samarbeidet med Universitetet i Bergen om å bruke ny teknologi

for å finne fôrpreferanser hos torsk ble videreført. Det er nå testet ut fôr med ulik partikkelstørrelse og vanninnhold som parametere.

1.3 Optimal utnyttelse av fôrressurser

Et stort prosjekt der avskjær fra bl.a. sild og makrell er inkludert, har vært gjennomført i samarbeid med industri (se egen artikkel).

Som en del av problematikken rundt bruk av alternative proteinkilder til fiskemel i fôr til laks er det gjennomført flere forsøk med vekt på aminosyre ubalanse i fôrprotein. Problemstillinger knyttet til antagonisme mellom aminosyrene lysin og arginin har vært prioritert. Virksomheten har inkludert både *in vitro* studier av arginin og lysin opptak i tarmsegmenter og forsøk

med laks gitt fôr med ulike forhold mellom disse to aminosyrene. Foruten vekst og retensjon av hovednæringsstoffene er en rekke relevante biokjemiske og kjemiske parametre blitt analysert. Resultatene som i første rekke er basert på vekst, retensjon og måling av metabolitter, indikerer at antagonisme mellom disse to aminosyrene også finnes hos laks, og hvor høyt innhold av aminosyren lysin synes å hemme utnyttelsen av arginin. Dette kan ha betydning for sammensetning av fôr til fisk med hensyn på bruk av ulike proteinkilder. Studier knyttet til opptak av D- og L-methionin i tarmsegmenter hos fisk er igangsatt. Målsetting er å undersøke hvorvidt D-methionin påvirker opptak av L-methionin ved bruk av syntetisk DL-methionin i fôr til laks.

Ernæringsstoksikologi

I 1996 etablerte instituttet et nytt forskningsfelt «Ernæringsstoksikologi hos fisk». Instituttet tar opp dette feltet som en direkte oppfølging av Fiskeridepartementets instruksjon om satsning på forskning tilknyttet fôrforskriftene. Forsøkene kom i gang på høsten der høye nivåer av kobber i fôr til laks ble studert. Forsøk med kadmium er planlagt høsten 1997.

2. ERNÆRINGSKVALITET AV SJØMAT

Kvalitet av laks.

Ernæringsinstituttet har etablert målemetode for collagen i laksemuskel. Målemetodene for collagen og fett brukes i et felles prosjekt sammen med flere andre



I samarbeid med industrien har ernæringsinstituttet gjennomført flere forsøk med bruk av avskjær fra sild og makrell som alternativ proteinkilde i fôr til laks. (Foto: Dag Paulsen)

forskningsinstitusjoner. For å evaluere sammenhengen mellom ulike metoder som blir brukt av de ulike prosjektdeltagerne, er et felles materiale på fersk laks analysert ved alle institusjonene. Databehandling av materiale skjer ved instituttet. Som oppfølging vil de samme metoder brukes for å kvalitetsevaluere røkt laks. Instituttet er deltager i et nytt EU prosjekt knyttet til kvalitet av røkelaks. Arbeidet med dette startes i 1997. Også et prosjekt i samarbeid med industrien gjennomføres, der kvalitet av laks står i fokus.

I 1996 startet et større EU-prosjekt med mål å finne ut om en kan styre inn en ønsket konsentrasjon av selen i fiskemuskel, og videre om dette selenet i så fall er biotilgjengelig. I 1996 ble det kjørt tre forsøk i Norge med henholdsvis torsk, regnbueørret og laks for å finne hvor raskt man kunne bygge inn selen. Vi tok utgangspunkt i «bioselen», selen i gjærform, som skal være en tilgjengelig form av selen. Det viste seg imidlertid at gjær-selen i liten grad ble inkorporert i fiskemuskelen, mens selenomtionin ble det. Utover at dette var et negativt resultat for vår forskning stiller det store spørsmålstegn ved bruken av gjær-selen humant for å øke selenstatus. Prosjektet går videre i 1997 og vi skal nå forsøke å inkorporere en stabil selenisotop Se-74 i fiskemuskel for bruk i humaneræringsforsøk.

Kvalitet av fryselaget sildefilé

Effekt av askorbinsyre på harskning og misfarging av fryselaget sildefilé er undersøkt i et brukerstyrt prosjekt på kvalitet av sild. Silda ble behandlet med askorbinsyre under lagring ombord i snurper og etter filetering. Behandlingen ga en viss beskyttelse mot harskning under innfrysing og den

første delen av lagringsperioden, men hadde liten effekt på farge. Peroksid tall og TBARS ble benyttet som mål på harskning. Dette arbeidet blir videreført i et nytt prosjekt der flere muligheter for kvalitetsforbedring av sildefilé vil bli undersøkt.

Internasjonalt forsknings-samarbeid

Instituttets samarbeide med Senter for Internasjonal Helse, Universitetet i Bergen, og Department of Nutrition and Food Science, University of Ghana, har fortsatt, og etablering av et analyselaboratorium for aminosyrer er gjennomført med vellykket resultat så langt. Teknisk og vitenskapelig personale fra Ghana er blitt opplært ved instituttet og analyse av aminosyrer i matvarer er nå rutinemessig igang. Den videre etableringen av et forskningslaboratorium for protein med vekt på fisk som proteinkilde er videreført. I den anledning ble det i mars 1996 gjennomført et større ernæringsstudium blant skolebarn i alderen 10-12 år i Nord-Ghana for å undersøke i hvor stor grad fisk kan innføres som del i tradisjonelle matvarer, slik som fermentert mais. Dette pilotstudiet viste at 10 % innblanding av proteinpulver av hvitfisk biprodukter fra filéindustrien både økte veksten signifikant og bedret iod-status. Studiet var det første i en serie for å undersøke om og hvordan høykvalitets proteinprodukter produsert fra biprodukter fra norsk fiskeindustri kan anvendes i produkter for humant konsum i det internasjonale nødhjelpsmarkedet og verdens matvareprogram (WFP), og på den måten bidra til verdiskapning i norsk fiskerinæring. Basert på kompetanseoppbyggingen gjennom dette NUFU-finansierte pro-

sjektet vil det i 1997 bli igangsatt et nytt 2-årig brukerstyrt prosjekt med målsetting å utvikle produkter fra marine biprodukter for bruk i tradisjonelle matvarer i utviklingsland med under- og feilernæring.

Innhold av miljøgifter sjømat

Arbeidet med å lage en database for miljøgiftinnhold i sjømat ble videreført i 1996. Databasen ble også presentert under Nor-Fishing '96 i Trondheim i august.

I 1996 ble spesielt artene skrei, brisling, reker og Borgundfjordtorsk undersøkt.

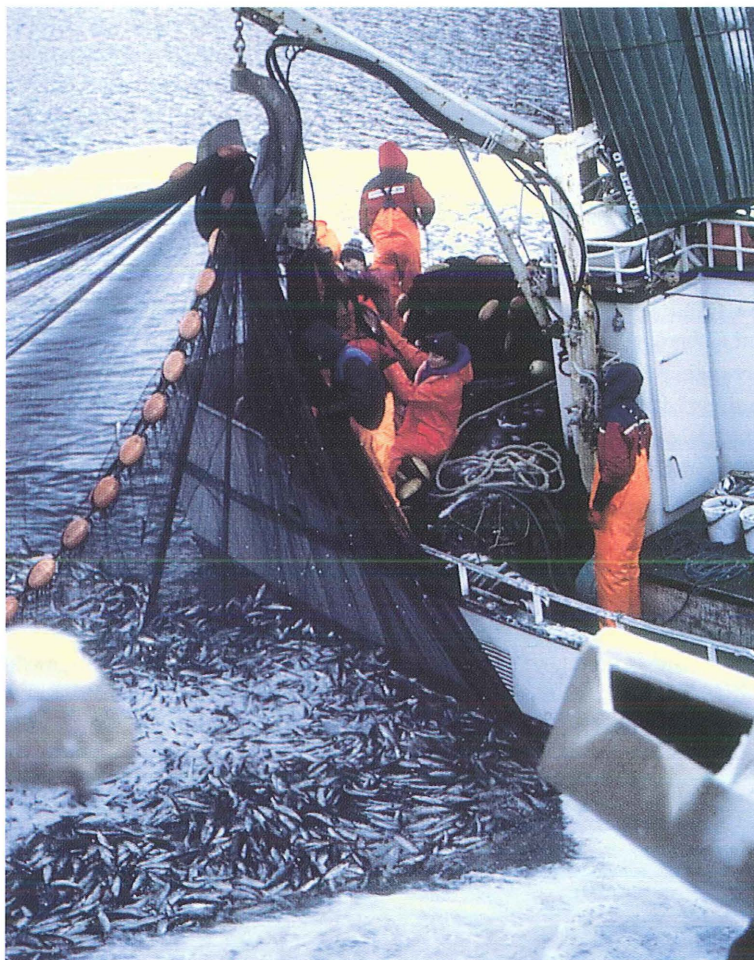
Analysen i forbindelse med prosjektet «Arctic Monitoring and Assessment Program» (AMAP) ble ferdigstilt og resultatene ble presentert i form av en Nordisk Råd-rapport. I dette prosjektet har EI samarbeidet med Havforskningsinstituttet om å analysere miljøgifter i fisk og sediment fra Norskehavet og Barentshavet. Dette arbeidet er også supplert med egne prøver der vi har studert flyndrer fra Barentshavet.

Nordsjø-overvåkning.

I samarbeid med Seksjon for anvendt miljøforskning, Unifob, UiB vant instituttet i 1996 en anbudsrunde om miljøovervåking rundt plattformene i Nordsjøen. Det gjekk ut på analyse av tungmetaller i sedimentprøver. Dette var en kommersiell satsning fra instituttet sin side som skal gi overskudd til annen virksomhet, men vi står fritt til å bruke dataene fra overvåkingen og de gir indikasjoner på generell miljøkvalitet og grunnlag for å studere sammenhengen mellom sedimentkvalitet og sjømatkvalitet.

EU-prosjekt

I det tidligere omtalte prosjektet er det også en viktig del at tilgjenge-



I 1996 ble instituttet engasjert i miljøovervåking rundt oljeinstallasjonene i Nordsjøen. Data fra overvåkingen gir nyttige indikasjoner på generell miljøkvalitet i våre nære havområder.

(Foto: Dag Paulsen)

ligheten av selen fra fisk skal studeres. Prosjektet skal følge selen frå fôr til fisk og vidare fra fisk til menneske.

Vi startet i 1996 også et samarbeid med Senter for internasjonal helse, UiB, på spørsmål knyttet til sink sin rolle for å forhindre diare hos spedbarn i Nepal og India. Dette prosjektet er finansiert både fra EU, NUFU og Utenriksdepartementet.

Andre

Instituttet har også dette året deltatt sammen med KNT, Bergen og Fiskeridirektoratets sentrallaboratorium i et SLaN-prosjekt, hvor vi har ansvaret for analyser av B-vitamin og jod i utvalgte råvarer og halvfabrikata av matvarer (Matvaretabellen).



EFFEKT AV SULT PÅ VEKST, ERNÆRINGSSTATUS OG HELSE HOS STOR LAKS

av
Rune Waagbø

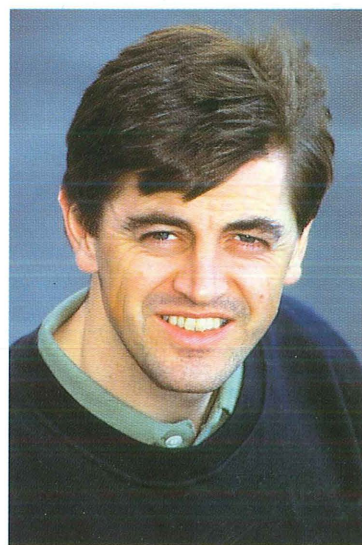
I perioden desember 1995 til januar 1996 ble det gjennomført en seks ukers fôringsstopp i norsk lakseoppdrett som produksjonsregulerende tiltak. Flere rapporter viser til at fôringsstoppen har hatt sin tilsiktede verdi, nemlig redusere produksjonen av laks i 1996 med rundt 40 000 tonn. Det foreligger lite vitenskapelige data som antyder hva en slik sulting har å si for fiskens generelle helsetilstand og hva som skjer etter at fôringen igjen er startet. Fra rapportene er det antydning at enkelte anlegg sliter ettervirkninger fra sultingen, som dårlig vekst og dødelighet, kanskje spesielt i regioner med kaldere vanntemperaturer. Fra forsøk med andre dyr, og fra mennesker som lider av underernæring vet vi at dette har negativ betydning for motstand mot infeksjonssykdommer. Sirkulerende proteiner i blodet hos laks avtar ved sult og ettersom mange av forsvarssystemene består av proteiner kan disse sannsynligvis reduseres i takt med den generelle nedgangen i protein. Hovednæringsstoffene og de enkelte mikronæringsstoffer (vitaminer og mineraler) blir påvirket ulikt i perioder med redusert tilgang som ved fôringsstans. Det er videre en allmenn oppfatning at man bør ha høyere tilskudd av mikronæringsstoffer etter sult. Dette er nødvendigvis ikke riktig fordi transportsystemene (spesielle proteiner) for mikronæringsstoffene også vil være redusert etter langvarig sult. Hvis man da gjenopptar fôring med høye tilskudd av

mikronæringsstoffer vil transportsystemene kunne overskrides, noe som vil kunne ha dramatiske konsekvenser for fiskens helse avhengig av hvilket mikronæringsstoff det gjelder. Dette er også en problemstilling som er kjent fra ernæring av underernærte mennesker.

Det er viktig å få belyst effektene av sult på fiskens helsestatus ut i fra den økonomiske verdien den store fisken representerer, samt ut i fra dyreetiske hensyn. I 1996 ble det derfor, i samarbeid med Havforskningsinstituttets senter for havbruk, Matre havbruksstasjon, gjennomført et pilotprosjekt for å studere effekter av langvarig sult og fôring etter sult på vekst, ernæringsstatus og helse hos stor laks. En rekke forskere og teknikere ved begge institusjonene deltok for å dekke et såvidt bredt felt som prosjektittelen tilsier, både med hensyn på analyser og faglige innspill. Denne artikkelen presenterer konklusjoner fra sultforsøket med stor laks og fra aktuell litteratur med hensyn på de tre delområdene: vekst, ernæringsstatus og helse.

Vekst

Kroppsvekten ble redusert med omlag 8 % ved sulting av laks på 2,5 kg i 13 uker. Tapet skyldes hovedsakelig redusert andel fett i innvolder og muskel. Sulting eller restriktiv fôring gir oppdrettslaksen et slankere utseende, noe som kan være gunstig for enkelte markeder. Sultet laks viser lengdevækst under sult avhengig av ernæringsstatus (kondisjonsfaktor) før sult og det er kanskje også en sammenheng mellom kondisjonsfaktor etter sult



Rune Waagbø.
(Foto: Dag Paulsen)

og etterfølgende kompensasjonsvekst. Fôring etter langvarig sult normaliserer aktivitetene av proteinnedbrytende enzymene trypsin og chymotrypsin i fiskens tarm, men ikke aktiviteten av pepsin. Det gjenstår å undersøke om dette påvirker proteinutnyttelsen etter sult.

Ernæringsstatus

Sammensetningen av hovednæringsstoffer viste lavere fettinnhold (og tørrstoff) i muskel og lever hos sultet fisk sammenliknet med fôret fisk. Fettsyresammensetningen i muskel var ikke forskjellig, slik at fettets gunstige andel av n-3 fettsyrer bevares. Det ble ikke observert signifikante forskjeller i astaxanthin (farge) -konsentrasjon på sultet og fôret fisk ved noen av målingene og sultingen hadde ingen effekt på astaxanthinnivået i muskel. Dette stemmer godt overens med resultater fra andre sult-

forsøk. Vitaminstatus (riboflavin, folinsyre, vitamin A og E) i muskel ble lite påvirket av sulting i 12 uker. Leverstatus av vitamin E og riboflavin sank betydelig, mens lever vitamin A steg under sult. Det synes som om disse vitaminene fulgte sammensetningen av hovednæringsstoffer i leveren. Det var imidlertid ikke kritiske nivå av noen vitaminer i lever (riboflavin, folinsyre, vitamin C, A og E) etter 13 uker sult. På stor laks var det relativt liten påvirkning av sulting på mineralstatus, bortsett fra sink i serum. Det er imidlertid vist en tildels dramatisk endring hos liten laks ved sulting i kortere perioder (6 uker).

Sammenholdt med vitamin- og mineralstatus hos fôret laks synes det ikke å være nødvendig å fôre stor laks med ekstra høye nivå av vitaminer og mineraler etter sult.

Det bør utføres korttidsstudier for å avklare om høye nivå av mikronæringsstoffer i fôret er ugunstig rett etter en sultperiode. Det kan istedet være gunstig å øke ernæringsstatus forsiktig før sulting.

Helse og motstand mot sykdom

De kliniske blodparametrene indikerte liknende reaksjonsmekanismer som for andre dyr som sulter. Enzymanalysene viste ingen organskade som følge av langvarig sult, eller fôring etter sult. Immunsystemet målt ved uspesifikke faktorer viste tidvis redusert aktivitet i løpet av sultperioden sammenliknet med fôret fisk. Det var lavere makrofagaktivitet etter 3 uker sult sammenliknet med fôret fisk og lavere komplementaktivitet etter 13 uker sult. Selv om makrofagaktiviteten varierte under forsøket

var den generelt lavere hos sultet fisk. De ulike immunparametre ble ikke positivt påvirket av høye tilskudd av mikronæringsstoffer i fôret etter sulting. Det var ingen tilsynelatende helsefare forbundet med økte tilskudd av mikronæringsstoffer etter 4 ukers fôring, med unntak av plasma komplementaktivitet som forble like lav som etter sult.

Stor laks med god almenntilstand og ernæringsstatus tåler å sulte i 13 uker. Liten laks bør ikke sultes systematisk. Som resultat av tidvist redusert immunsystem vil også utsatte grupper av fisk (bærere av latente infeksjoner, eksgytere, fisk med skader, stresset fisk) tåle sulting dårligere. Dette er også erfaringer fra den pålagte fôringsstoppen, som ble rapportert fra Statens Dyrehelsetilsyn (1996).

BALANSERT FÔR TIL LARVER OG YNGEL AV KVEITE

av
**Kristin Hamre og
Ingvild Eide**

Produksjon av kveiteyngel er et satsingsområde innenfor norsk marin forskning, bl. a. materialisert som et eget programområde i Norges forskningsråd. Til tross for at det siste 10-året er lagt ned en betydelig forskningsinnsats, er yngelproduksjon fremdeles en flaskehals for utvikling av kommersielt kveiteoppdrett. Storparten av yngelen produseres i dag med naturlig zooplankton som en viktig ingrediens i det første fødetilbudet. Denne produksjonsformen er sesongavhengig, krever store sjøarealer til dyrkning av plankton og har gitt tildels store svingninger i antall yngel som produseres hvert år. Man ønsker derfor å videreutvikle intensive metoder, der yngelen produseres uten bruk av naturlig zooplankton, slik at disse i større grad kan brukes kommersielt.

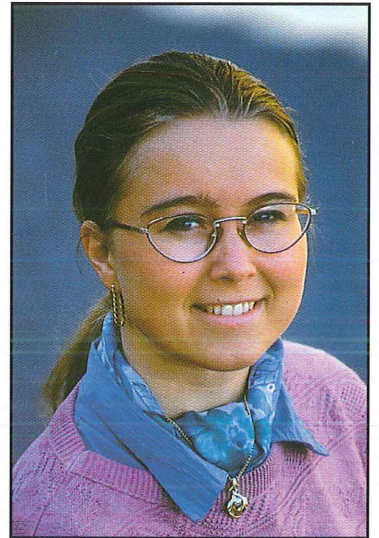


Kristin Hamre.
(Foto: Dag Paulsen)

Etter klekking lever kveitelarven på næringen i plommesekken i ca 30 dager. Ved første fødeopptak er larven avhengig av levendefôr for vekst og utvikling. Levendefôrperioden varer i ca 30 dager, og larven går mot slutten gjennom metamorfose og bunnslår. I løpet av metamorfosen utvikler yngelens tarmsystem seg slik at den blir i stand til å utnytte vanlig formulert fôr.

Intensiv kveiteyngelproduksjon baseres på bruk av saltkrepsen *Artemia* som levendefôr. *Artemia* danner cyster når vannets saltholdighet overstiger et visst nivå. Cystene samles inn fra saltsjøene der *Artemia* lever og er kommersielt tilgjengelige. De klekker når de kommer i vann med riktige betingelser, og de yngre stadiene aksepteres som fôr av kveitelarvene. *Artemia* kan dermed fungere som et årstidsuavhengig levendefôr. Problemet med *Artemia* er at den ernæringsmessige sammensetningen ikke er optimal for kveitelarver, noe som bl.a. gir stort innslag av feilutvikling og feilpigmentering i den ferdig metamorfoserte yngelen. Mangel på den langkjedete omega-3 DHA ble tidlig identifisert som en mulig årsak til feilutvikling i marine larver generelt. Anrikning av *Artemia* med marine oljer før utføring har vist seg å dempe innslag av feilutvikling hos de fleste arter av marin fisk, men feilfri kveiteyngel lar seg vanskelig produsere uten tilleggsføring med naturlig zooplankton. Mye taler for at synsfeltet bør utvides, slik at målet blir å utvikle et levendefôr til kveitelarver, med balansert innhold av både hoved- og mikronæringsstoffer.

Etter levendefôrfasen blir yngelen overført til formulert fôr. Peri-



Ingvild Eide.
(Foto: Dag Paulsen)

oden med tilvenning til dette føret («weaning») er den siste kritiske fasen i yngelproduksjonen og kan være preget av høy dødelighet. Førets kvalitet når det gjelder tekniske egenskaper, smakelighet og ernæringsmessig sammensetning er spesielt viktig i tilvenningsfasen, samtidig som tilvenningsstrategi og oppdrettsbetingelser bør være best mulig tilpasset yngelens behov.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstituttet har vært engasjert i forskning på marine larver og yngel bl. a. gjennom NFR-prosjektet «Helårlig storskalaproduksjon av kveiteyngel» (1994–96), et brukerstyrt prosjekt ledet av Stolt Sea Farm A/S, med Havforskningsinstituttet, SINTEF, AKVAFORSK, Universitetet i Bergen og Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt som samarbeidspartnere. Det er gjort et stort kartleggingsarbeid når det gjelder næringsinnholdet i naturlig zooplankton og anriket *Artemia*. Videre er opptak av vitaminer, fettsyrer og fettklasser fra plommesekken til den voksende

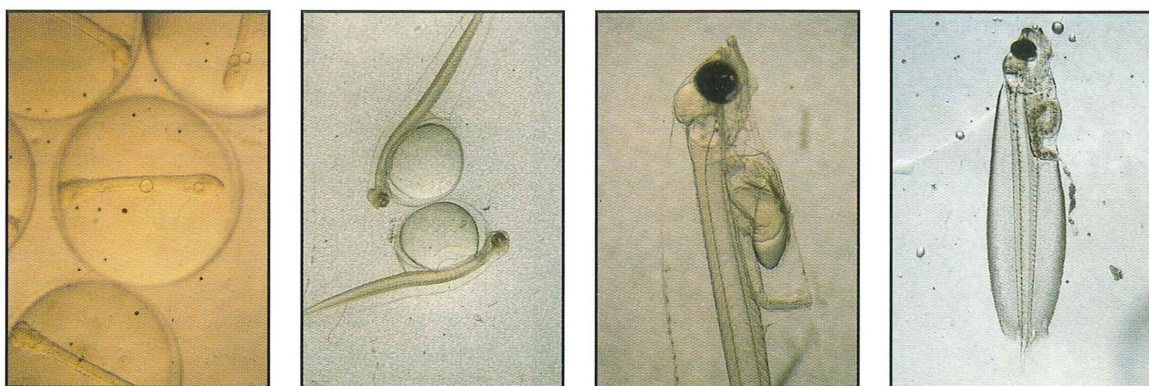
plommeseckklarven undersøkt, for å kunne si noe om hvordan larvene omsetter disse næringsstoffene. Med utgangspunkt i disse undersøkelserne er det laget en vitaminblanding for tilsetning i den kommersielle anrikningsemulsjonen som vanligvis brukes til *Artemia*. Innledende forsøk på Austevoll Havbruksstasjon viste at de vannløselige vitaminene i anrikningsemulsjonen var spesielt vanskelig å få innkorporert i *Artemia*, men ved å bruke vitaminblanding i *Artemia*-anrikningen, fikk fôrdyrene en betydelig forbedret ernæringsmessig kvalitet. Kveitelarver startfôret på *Artemia* anrikt med vitaminmiks, hadde signifikant bedre vekst enn larver fôret med *Artemia* anrikt uten vitaminmiks. Til tross for forskjeller i vitamininnhold i fôrdyrene, ble det ikke funnet signifikante forskjeller i vitamininnhold i larver fra de ulike karene. I et annet forsøk på Austevoll ble *Artemia* anrikt med vitaminmiks, fôret

i ulike mengder til fem startfôringskar. De to karene som fikk mest fôr, hadde signifikant bedre vekst enn de andre, og i karene med størst fôrresjon var den daglige tilveksten hele 12 %. En så høy daglig tilvekst har ikke tidligere vært observert på Austevoll havbruksstasjon, og larvene hadde bedre pigmentering og metamorfoserte tidligere enn vanlig i de karene som fikk store fôrresjoner. Overlevelsen var på over 60% i karene med de høyeste fôrresjonene.

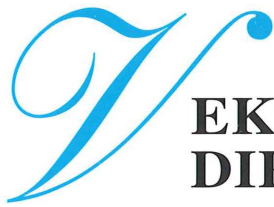
Fiskeridirektorates ernæringsinstitutt deltar nå i NFR-prosjektet «Intensiv yngelproduksjon av kveite – ernæring og yngelkvalitet» sammen med Havforskningsinstituttet og SINTEF. I dette prosjektet ønsker vi å gjennomføre kontrollerte ernæringsforsøk med kveitelarver og -yngel for å fastsette behov og optimal tilsetning av endel utvalgte næringsstoffer. Forsøk på larvestadiet krever at

man utvikler en egen anrikningsemulsjon for *Artemia* med kjent næringsinnhold, der man kan variere nivå av enkeltkomponenter. Denne emulsjonen brukes så til å produsere gradert næringsinnhold i *Artemia* som føres til larvene. Slike forsøk er nødvendige dersom man vil identifisere eventuelle årsaker til feilutvikling.

Fiskeridirektorates ernæringsinstitutt skal i prosjektet også utvikle et weaningfôr basert på mikrobølgeteknologi, i første omgang for kveiteyngel som er ferdig metamorfosert. Når man har et fôr med ønsket teknisk kvalitet og smakelighet vil dette bli brukt til ernæringsstudier, der resultatene eventuelt kan anvendes også i levendefôrfasen. Man vil også undersøke muligheten for tilvenning av yngelen på et tidligere tidspunkt, for dermed å forkorte levendefôrfasen og redusere behovet for *Artemia*.



Utvikling av kveite fra egg til startfôr. (Foto: Kristin Hamre)



VEKSTFØR TIL LAKS PRODUSERT DIREKTE FRA AVSKJÆR

av
Gro-Ingunn Hemre

Utgangspunktet for prosjektet var å undersøke om laks vokser like godt på et fôr produsert direkte fra sildeavskjær som på et tradisjonelt kommersielt fôr, samtidig som laksens helse og produktkvalitet ble ivaretatt. Dersom dette lyktes ville det gi perspektiver om økt verdiskapning spesielt i foredlingsindustrien, der avskjær er et dårlig betalt biprodukt. I tillegg gir bruk av avskjær fra pelagisk fisk til direkte fôrproduksjon perspektiver vedrørende ressursutnyttelse og miljø, og vil kunne redusere behovet for alternative protein og fettkilder i fremtiden.

Prosjektansvarlig organisasjon har vært Austevollbedriften AS Kvernsmolt, og forskningspartnere har vært Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt og Havforskningsinstituttet, med finansiell støtte fra Norges forskningsråd.

Prosjektet omfattet flere deler. Først er avskjær fra sild og makrell karakterisert med hensyn på næringsstoffer og kvalitet (LT kriterier og standard fiskemels kriterier) gjennom et helt år, samt lagringsstabilitet og betydning av ulike lagringsbetingelser. I tillegg har arbeidet gitt grunnlag for å utvikle ideelle mineral- og vitaminblandinger til denne type fôr.

Del to av prosjektet var konsentrert om å lage pellets av god kvalitet, både med hensyn til stabilisering av essensielle næringsstoffer, og med fokus på pelletens tekniske kvalitet. Etter intenst arbeid oppnådde man kunnskap der oksidasjon gjennom prosess var minimalisert, og der innhold av vitaminer (og andre næringsstoffer) i det ferdige fôr var ivaretatt. I denne delen

av prosjektet ble det også identifisert kritiske suksessfaktorer for en stabil pellet med forutsigbar bruddstyrke.

Del tre av prosjektet var selve uttellingen på fisk. Sildeavskjær bidro som eneste proteinkilde. På laks ble avskjærsfôret testet både i stor skala (ved Matre havbrukstasjon) og på individbasis (ved Austevoll havbrukstasjon). Føringforsøkene med kveite ble gjennomført på individbasis (ved Austevoll havbruksstasjon). I alle forsøkene ble det lagt inn kontrollgruppe med kommersielt fôr.

Gjennomføring av forsøk med laks i storskala

Teknologien brukt til å lage avskjærsfôret gir mulighet for en variasjon innenfor karbohydrat-, protein- og fettinnhold som er unik. Vi valgte i dette forsøket å teste variasjon i fettinnhold med spennvidde fra 28 til 47% (på vektbasis), holde protein på behovsgrensen for laks, og balansere fett mot karbohydrat. Sammenstillingen av fôrene i de ulike gruppene gjenspeilet fôr produsert direkte fra avskjær ved ulike sesonger. Et av fôrene var identisk sammensatt som kontrollfôret (protein og fettinnhold).

Fôrfaktorer, fordøyelse og miljøeffekter

I sjøfasen med høy vekst, var også mengde fôr forbrukt relativt til vektøkning (kg tørt fôr/kg vektøkning) svært god og varierte fra 0,8 til 1,1. Ingen forskjeller ble funnet i fôrutnyttelse mellom laks som spiste forsøksfôr og kontrollfôr. Proteinfordøyelsen varierte fra 91–96% både i forsøksfôr og kontrollfôr. Fettfordøyelsen varierte

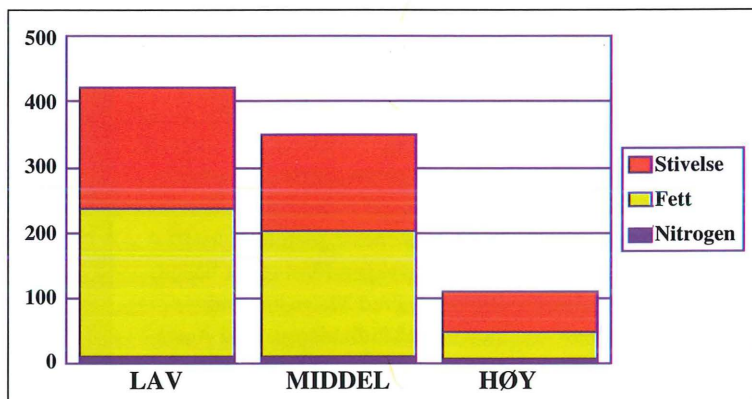


*Gro-Ingunn Hemre.
(Foto: Dag Paulsen)*

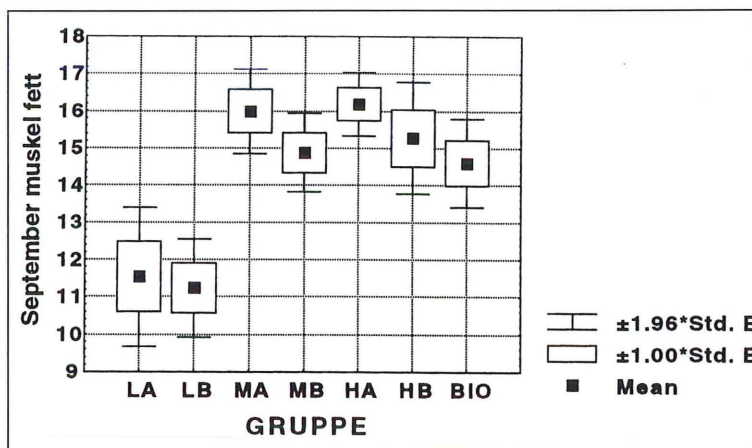
mer, og resultatene viste en nær sammenheng mellom karbohydratnivå i fôret og fettfordøyelse, dvs. det magreste fôret (med høyest karbohydrat) gav signifikant lavest fett- og karbohydratfordøyelse. Dette ble gjenspeilet i beregnet utslipp av ufordøyd materiale fra de ulike gruppene, skissert i figur 1. Reduksjon i totalt utslipp fra over 400 g (karbohydrat + fett) til ca. 100 g, viser at utslipp fra oppdrett i stor grad kan styres ved å bruke riktige fôrsammensetninger. Dette gjelder spesielt dersom man ikke har fôrspill, dvs. bruker flytefôr, og tilpasser ny utføringsteknologi til dette. Ingen forskjeller mellom grupper, og svært lave nitrogenutslipp ble registrert i dette forsøket.

Vekst og proteinutnyttelse

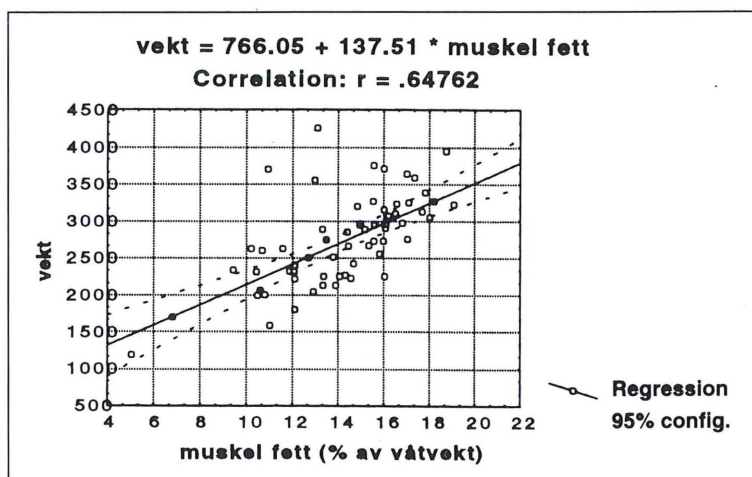
Daglig tilvekst varierte fra 2,1 til 2,6% for forsøksfôrene og kontrollfôret gjennom forsøksperioden fra juni til september. Ingen signifikant forskjell ble funnet i daglig



Figur 1. Viser utslipp av ufordøyd materiale dersom laks føres med lavt fett+høy karbohydrat (Lav), middel nivå av begge (Middel) eller høyt fett + lavt karbohydrat nivå (Høy), pr. kg laks produsert.



Figur 2. Sammenheng mellom fettinnhold og fôr fett i fisk på samme størrelse LA, LB (lav fett), MA og MB (middel fett), HA, HB (høy fett) og bio (kommersiell kontroll)



Figur 3. Sammenheng mellom fiskestørrelse og muskelfett.

tilvekst mellom forsøksfôr og kommersielt fôr, ei heller var det noen sammenheng mellom fettinnhold og daglig tilvekst. Hvor mye av vektøkningen var så ren proteinvekst? I den samme perioden varierte PPV («protein productive value») fra 0,41 til 0,54 i forsøksfôrene, og var 0,51 i kontrollfôret. Det betyr at fisken brukte mellom 41 og 54% av det spiste protein til ren proteinvekst. Her kan man heller ikke finne forskjeller mellom forsøksfôr og kontrollfôr. Svært god proteinvekst gir her en bekreftelse på god proteinkvalitet i alle fôrene.

Fiskehelse og kvalitet på sluttproduktet

Tilnærmet ingen dødelighet ble registrert i forsøksperioden, hverken på forsøksfisk eller kontrollfisk. Også hematologiske verdier lå innenfor normalen for laks av denne størrelsen. Likeså plasma glukose og proteinnivåer, og nivåer av enzymene ASAT, ALAT og LDH, som alle vil være forhøyet dersom laksens metabolisme er stresset. Ut fra disse resultatene har vi konkludert med like god fiskehelse på laks oppfôret på avskjær som på et tradisjonelt kommersielt tørrfôr.

Som en av kvalitetsparametrene ble fettinnhold i sluttproduktet bestemt.

Figur 2 viser fettprosent i filét hos fisk med samme vekt, og en klar sammenheng mellom fettinnhold i filét og fôr er dokumentert. I tillegg ble også en klar sammenheng funnet mellom fiskestørrelse og fettinnhold i filét (figur 3).

Dette prosjektet fortsetter i et oppfølgingsprosjekt, der sesongvariasjoner, pelletstabilitet og kvalitet vil stå i fokus.

MARINE BIPRODUKTER – EN VIKTIG RESSURS

av
Einar Lied

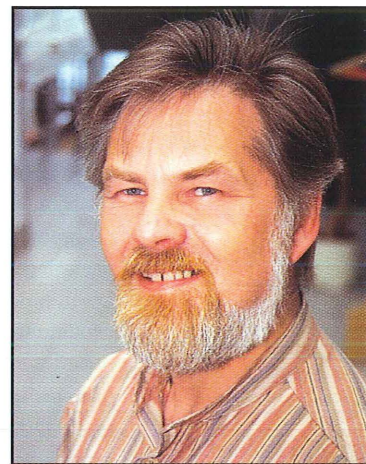
Fiskerinæringen produserer årlig ca 400.000 tonn biprodukter fra torskefisk. Biproduktene består av slo, hoder, rygger, lever, rogn og melke. Av disse biproduktene utnyttes idag bare ca 25 %; det øvrige dumpes, i hovedsak fra fangstbåter til havs. En del av det anvendte råstoffet går inn i produkter for humant konsum; den langt største delen blir imidlertid brukt i fôr, hovedsakelig innen pelsdyrnæringen og havbruksnæringen.

Økt utnyttelse av biprodukter både for å øke verdiskapningen i fiskeriene, ut fra miljømessige hensyn og ut fra ønske om å nå fram til en best mulig totalutnyttelse av våre marine ressurser har lenge vært en politisk målsetting i Norge.

I utredningen «Nasjonal strategi for biprodukter i fiskeri- og havbruksnæringen» er strategien delt inn i 2 delstrategier; (1) prosjekter og (2) administrative tiltak. FoU-virksomhet er lagt inn under hovedområde (1) *prosjekter*, som igjen er delt inn i 7 konkrete strategiske prosjektområder. Sett i en utvikling fram mot en fullstendig tilrettelegging for økt utnyttelse og verdiskapning av marine biprodukter er hvert enkelt av disse prosjektområdene nødvendige. I listen over prosjektområder slik den fremstilles i strateginotatet gis ingen prioritering av områdene. Imidlertid fremkommer en prioritering gjennom det angitte finansieringsbehovet for å iverksette strategien. Av en anslått ramme på 45 mill. kr. er 11 mill. kr. (24%) lagt til «Fangstleddet», 8 mill. kr. (17%) lagt til «Markeder og tekno-

logi for mat, helsekost og andre spesialprodukter», 7 mill. kr. (17%) lagt til «Ensilasje» og 7 mill. kr. (15%) lagt til «Oppdrett».

Et viktig moment for økt utnyttelse av biprodukter er å stimulere til økt ilandføring av produktene. En erkjenner idag at den vesentlige begrensningen i økt utnyttelse av biprodukter ligger i pris for de ulike ilandførte biproduktene (råstoffene). Den underliggende mekanismen for å stimulere til økt ilandføring og utnyttelse av råstoff er derfor utvikling av høykost produkter evt. utvikle nye bruksområ-



Einar Lied. (Foto: Dag Paulsen)



Utnyttelse av biprodukt fra flåte og industri er blitt et prioritert satsingsområde for instituttet. (Foto: Dag Paulsen)

der for produkter fra biprodukter. Selv om spesielle markeder innen farma- og bioteknologiområdet kan gi høye priser på produkter fra biproduktsektoren er det likevel sannsynlig at produkter for anvendelse i næringsmiddel- og fôrindustrien, både på grunn av pris og på grunn volum, vil gi det beste grunnlaget for en øket lønnsomhet innen biproduktsektoren. Ulike proteinpulvere og smakstoffer produsert av avskjær fra filetindustrien gir idag relativt høye priser i markedet; etterspørselen etter slike produkter synes å være økende.

Generelt sett har biprodukter en høy ernæringsmessig verdi, og brukes derfor i en viss utstrekning både innen næringsmiddelindustrien og i fôrindustrien samt som råstoff til en del spesialprodukter. Potensialet for økt bruk, og dermed økt verdiskapning, både i næringsmiddel og fôrindustrien er betydelig; dette fremkommer i flere utredninger omkring temaet.

Forskning er et sentralt virkemiddel for å finne fram til en lønnsom utnyttning av biprodukter, og det er derfor viktig med forskningsvirksomhet rettet inn mot å

avdekke hvilke egenskaper og bruksalternativer som ligger i de ulike råstofftypene. Satsing på FoU relatert til produkter rettet inn mot næringsmiddelsektoren og humant konsum samt fôrindustrien (havbruk og landbruk) er derfor et sentralt element i arbeidet med økt totalutnyttelse av våre marine ressurser. I denne sammenhengen vil FoU innen fagfeltet *ernæring* samt prosess knyttet til *nærings- og fôrmiddelutvikling* være særlig viktig. Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har i mange år hatt en betydelig FoU-aktivitet på området «*utnyttelse av biprodukter*». Eksempler på denne aktiviteten er:

1. Omfattende kartlegging av næringsinnhold i industrifisk og biprodukter fra fiskerier og fiskeindustrien.
2. Bidrag til NOU-rapport over næringsinnhold i ulike typer biprodukter fra filétindustrien (hode, rygg, mage, skinn etc).
3. Effekter av ensilering, typer og nivå av ulike syrer på kvalitet, akseptering og fordøyelighet anvendt i fôr til laksefisk.
4. Undersøkelser over faktorer

som påvirker kvaliteten av fiske-ensilasje, herunder også utvikling av kriterier for å måle kvalitet.

5. Utvikling av nytt fôr til laks basert på biprodukter og mikrobølgeteknikk (i samarbeide med industribedrifter).
6. Optimalisering av produksjon og bruk av proteinkonsentrat (FPC) produsert fra ensilasje anvendt til fiskefôr (i samarbeide med industribedrifter).
7. Utvikling av matvareprodukter med fiskepulver produsert av biprodukter fra filétindustrien (i samarbeide med industribedrifter).

Ernæringsrelatert forskning og utvikling innen fagfeltet *ernæring* samt prosess knyttet til *nærings- og fôrmiddelutvikling* bør gis en prioritert rolle i en nasjonal strategiplan. En slik prioritering vil også være i tråd med den politiske målsetting knyttet til verdiskapning og utnyttelse av biprodukter, og som fremkommer i St. prp. nr. 1 (1996–1997)/Fiskeridepartementet, kap 1023/Norges Forskningsråd/-Næringsmiddelindustriforskning.

FORSKNINGSPROSJEKTER

1. ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER

ERNÆRING HOS LAKS:

Prosjekttittel:

Evaluering av fôrproteiner *in vitro* og *in vivo*

Ekstern finansieringskilde:

Felleskjøpet Havbruk A/S

Prosjektansvarlig:

Einar Lied

Prosjekttittel:

Karbohydrater i fôr til laks

Ekstern finansieringskilde:

NFR

Prosjektansvarlig:

Gro-Ingunn Hemre

Prosjektansatt:

Kari-Elin Langeland, avd.ingeniør

Prosjekttittel:

Vaksinepellet til fisk

Ekstern finansieringskilde:

NFR / INTERVET NORBIO A.S.

Prosjektansvarlig EI:

Rune Waagbø

Prosjektansatt:

Hildegunn Strømsnes, ingeniør

Prosjekttittel:

Balansert innhold av antioksidanter, mineraler og flerumettet fett i fôr til laks. Betydning for vekst, helse og kvalitet.

Ekstern finansieringskilde:

NFR/Felleskjøpet Havbruk

Prosjektansvarlig EI:

Kristin Hamre

Prosjektansatt:

Bente Torstensen, stipendiat

Prosjekttittel:

Biotilgjengelighet av mineraler

Ekstern finansieringskilde:

Felleskjøpet Havbruk

Prosjektansvarlig:

Felleskjøpet Havbruk

Prosjektansvarlig EI:

Amund Måge

Prosjekttittel:

Mineralbehov hos laks

Ekstern finansieringskilde:

NFR

Prosjektansvarlig:

Amund Måge

Prosjektansatt:

Mette Lorentzen, stipendiat

Prosjekttittel:

Jern i laksefôr behov og tilgjengelighet

Ekstern finansieringskilde:

NFR

Prosjektansvarlig:

Amund Måge

Prosjektansatt:

Friede Andersen, stipendiat

Prosjekttittel:

Toksikologisk vurdering av øvre grenseverdier av arsen, kadmium, kopar og jod i fôr til laks

Ekstern finansieringskilde:

NFR

Prosjektansvarlig:

Amund Måge

Prosjektansatt:

Marc Berntssen, stipendiat

Prosjekttittel:

Lysine-Arginine imbalance interferes with the absorption and metabolism of arginine in fish

Ekstern finansieringskilde:

NFR

Prosjektansvarlig:

Einar Lied

Prosjektansatt:

Gerd Eikeland Berge, stipendiat

Prosjekttittel:

Fettsyrenes rolle i osmoregulering i laks (avsluttet juli -96)

Ekstern finansieringskilde:

NFR

Prosjektansvarlig:

Øyvind Lie

Prosjektansatt:

Eli-Katrin Kirkeeide

MARIN FISK

Prosjekttittel:

Helårig storskala produksjon av kveiteyngel

Ekstern finansieringskilde:

Stolt Sea Farm A/S / NFR

Prosjektansvarlig:

Stolt Sea Farm A/S

Prosjektansvarlig EI:

Øyvind Lie

Prosjektansatt:

Ivar Rønnestad, forsker Annbjørg Eliassen, ingeniør (permisjon) Anne Mæland, stipendiat Thu Thao Nguyen, ingeniør Ingvild Eide, stipendiat

Prosjekttittel:

Kvalitetsstyrt fôring av kveite

Ekstern finansieringskilde:
NFR og Austevoll Fiskeindustri

Prosjektansvarlig:
Austevoll Fiskeindustri

Prosjektansvarlig EI:
Rune Waagbø

Prosjektansatt:
Ragnar Nortvedt, forsker

Prosjektittel:
Markedsbasert lagring og oppføring av makrell

Ekstern finansieringskilde:
NFR

Prosjektansvarlig:
Austevoll Fiskeindustri

Prosjektansvarlig EI:
Gro-Ingunn Hemre

Prosjektansatt:
Kjersti Ask, ingeniør

Prosjektittel:
Levende lagring og oppføring av makrell

Ekstern finansieringskilde:
NFR

Prosjektansvarlig:
Gro-Ingunn Hemre

Prosjektittel:
Naturlige antioksidanter, oksiderte lipider og fettsyrekrav i marin yngelproduksjon

Ekstern finansieringskilde:
SINTEF Kjemi

Prosjektansvarlig:
SINTEF

Prosjektansvarlig EI:
Øyvind Lie

FØRRESSURSER:

Prosjektittel:
Inndampet ensilasje som proteinkilde i fôr til oppdrettsfisk.

Ekstern finansieringskilde:
NFR / G.C. RIEBER & CO./Felleskjøpet Havbruk

Prosjektansvarlig:
G.C. Rieber & Co.

Prosjektansvarlig EI:
Einar Lied

Prosjektansatt:
Anita Birkenes, ingeniør, Marit Espe, forsker (permisjon t.o.m. 31.07.96) Harald Nordås, ingeniør

Prosjektittel:
Nytt Fiskefôr

Ekstern finansieringskilde:
NFR/Kvernsnolt A/S

Prosjektansvarlig:
Kvernsnolt A/S

Prosjektansvarlig EI:
Gro-Ingunn Hemre

Prosjektansatt:
Kristin Hamre, forsker, Ragnar Nortvedt, forsker, Jenny Sleire, røkter

2. ERNÆRINGSKVALITET AV SJØMAT

ERNÆRINGSKVALITET:

Prosjektittel:
Matvaretabellen

Ekstern finansieringskilde:
SLaN (Statens laboratorier for næringsmiddelanalyser)

Prosjektansvarlig:
Kåre Julshamn

Prosjektansatt:
Kathrin Gjerdevik (permisjon f.o.m. 03.10) Jone Michalsen

Prosjektittel:
Processing of protein foods to improve nutrition and health

Ekstern finansieringskilde:
Nasjonalt utvalg for utviklingsrelatert forskning og utdanning (NUFU)

Prosjektansvarlig:
Einar Lied

Prosjektansatt:
Mariann Stave

Prosjektittel:
Måling av slaktekvalitet hos oppdrettslaks

Ekstern finansieringskilde:
NFR

Prosjektansvarlig EI:
Gro-Ingunn Hemre

Prosjektittel:
Markedstilpasset produktkvalitet av laks råstoffkvalitet til røkerindustrien

Ekstern finansieringskilde:
NFR

Prosjektansvarlig:
Hydro Seafood Mowi A/S

Prosjektansvarlig EI:
Øyvind Lie

Prosjektansatt:
Karen Eckhoff, stipendiat

Prosjektittel:
God sild

Ekstern finansieringskilde:
NFR/Austevoll Fiskeindustri A/S

Prosjektansvarlig:
Kjartan Sandnes, Austevoll Fiske-
fôr A/S

Prosjektansatt:
Kristin Hamre, forsker
Margrethe Rygg, laborant

Prosjekttittel:
Bedre kvalitet av sildefilet
Ekstern finansieringskilde:
NFR/ P/R Lafisk ANS

Prosjektansvarlig:
Øyvind Lie

Prosjekttittel:
EU-prosjekt; Interaction between
raw material characteristics and
smoking process on quality of
smoked salmon

Ekstern finansieringskilde:
EU

Prosjektansvarlig EI:
Øyvind Lie

ANDRE:
Prosjekttittel
Artic Monitoring and Assessment
Programme

Ekstern finansieringskilde:
Miljøverndepartementet

Prosjektansvarlig:
Havforskningsinstituttet

Prosjektansvarlig EI:
Amund Måge

UTDANNING OG UNDERVISNING

HØYERE UNDERVISNING

Fiskeridirektoratets ernæringsinsti-
tutt er tilknyttet Universitetet i
Bergen via Institutt for fiskeri- og
marinbiologi. Instituttet har for
tiden to professor II stillinger og to
stipendiat- stillinger. Kåre Juls-
hamn og Einar Lied innehar pro-
fessor II stillingene, mens Ingvild
Eide og Bjarte Lygren innehar uni-
versitetsstipendiat stillingene.
Instituttet gir undervisning og stu-
dieplass for hovedfagstudenter
(cand. scient.) i ernæringsbiologi.
Hovedfagsoppgavene gies innen
disiplinene (1) generell ernæring,
(2) næringsmiddelkjemisk analyse
og (3) ernæring hos fisk i oppdrett.
Hovedfagsoppgavene gis innenfor
instituttets satsingsområde.

Instituttet har også undervisning,
veiledning og studieplass til dr.
scient. kandidater.

Det matematisk- naturviten-
skapelige fakultet, Universitetet i
Bergen, godkjente i 1994 ytterligere
tre emner tilsvarende fem vektall:

BE361 Generell ernæring (3
vektall), BE362 Næringsmiddel-
toksikologi (1 vektall) og BE363
Kostholdundersøkelser (1 vektall).
Fra tidligere er følgende emner
godkjente: BE 268 Ernæring hos
fisk (3 vektall) og BE360 Nærings-
middelkjemi og analyse (5 vektall).

Instituttets forskere blir også
benyttet i undervisning ved Uni-
versitetet i Bergen.

Amund Måge gir forelesninger,
veiledning og er sensor ved Miljø-
fag på Geografisk institutt.

Han har hatt undervisning på
følgende kurs: Ressursforvaltning
og Miljøvern, Institutt for Geo-
grafi; Marin forurensning, IFM og

Grunnkurs i Akvakultur, B240.

Øyvind Lie gir forelesninger i
ernæring og fordøyelse (15t) knyt-
tet til fysiologi for medisinerne
(BFY265/266).

Kristin Hamre, Gro-Ingunn
Hemre, Rune Waagbø og Amund
Måge gir forelesninger på kurset:
BFM 240 Grunnkurs i Akvakultur,
med eget kompendium som utfyl-
lende lærestoff.

FORSKERUTDANNING

*Dr. gradsstipendiater i
ernæringsbiologi:*

Friede Andersen:

Iron in Atlantic salmon (*Salmo
salar*) nutrition, requirement and
availability.

Gerd Eikeland Berge:

Lysine/arginine imbalance interfe-
res with the absorption and
metabolism of arginine in fish.

Marc Berntssen:

Evaluation og toxic levels of heavy
metals.

Ingvild Eide:

Metabolism of vitamin D in Atlan-
tic salmon.

Ole Horvli:

Studies on vitamin D in Atlantic
salmon (*Salmo salar*).

Mette Lorentzen:

Utilisation of microminerals from
fish meal based diets in
Atlantic salmon (*Salmo salar*).

Bjarte Lygren:

Effects of oxidative and antioxi-
dative nutrients on immune func-
tions and disease resistance Atlantic
salmon (*Salmo salar*).

Anne Mæland:

Importance of watersoluble vitamins in start feeding of Atlantic halibut.

Ragnar Nortvedt:

A multivariate approach to evaluate feed for adult Atlantic halibut.

Harald Sveier:

Feed protein solubility affects protein retention in fish.

Bente Torstensen:

Interaction between antioxidants (as micro nutrients) and lipids in Atlantic salmon.

**HOVEDFAGS-
UTDANNING**

Cand. scient. eksamen i ernæringsbiologi:

Tone Austad:

Tiamin: Kjemisk analyse og biologisk tilgjengelighet

Ingvild Eide:

Hydroksylering av vitamin D₃ i fisk

Lise Von Krogh:

Betydning av PQQ – pyrroloquinoline quinone – forekomst og tilsetning i fôr for vekst, helse og immunforsvar hos rotter.

Siv-Jorunn Meland:

Biologisk aktivitet av ulike vitamin E - forbindelser hos yngel av Atlantisk laks (*Salmo salar*)

Harald Nordås:

Determination of D-amino acids by a HPLC method. The presence in fermented African maize/fish diets

Bente Torstensen:

Effects of dietary levels of 20:5

(n-3) and 22:6 (n-3) on tissue lipid composition in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) with emphasis on brain and eye

Cand.scient. oppgaver i ernæringsbiologi:

Hanne Jorun Olsen:

In vitro optak av D- og L- methionin i tarmsegmenter hos laks

Marianne Skov:

Effects of protein-energy nutrition on the humoral immune response in Ghanaian children

Jogeir Toppe:

Betydning av fisk som jodkilde i human ernæring ut fra et u-landsperspektiv

Andre hovedoppgaver:

Gaute Øverås Lied:

Utvikling av en multi-kammer modell for *in vitro* måling av fordøyelse og absorpsjonshastighet hos laks

Kenneth Sørdsdal:

Bestemmelse av hydrid - dannede elementer (Se) i biologisk materiale med «Flow injection atomic spectroscopy» (FIAS).

Joar Øygard:

Bestemmelse av uorganisk arsen i marine organismer med atomabsorpsjonspektrometri

M. phil - oppgave:

Seth Adu-Afarwuah:

Effects of protein-energy nutrition on the mucosal immune response in Ghanaian children

**NASJONALT OG
INTERNASJONALT
SAMARBEID**

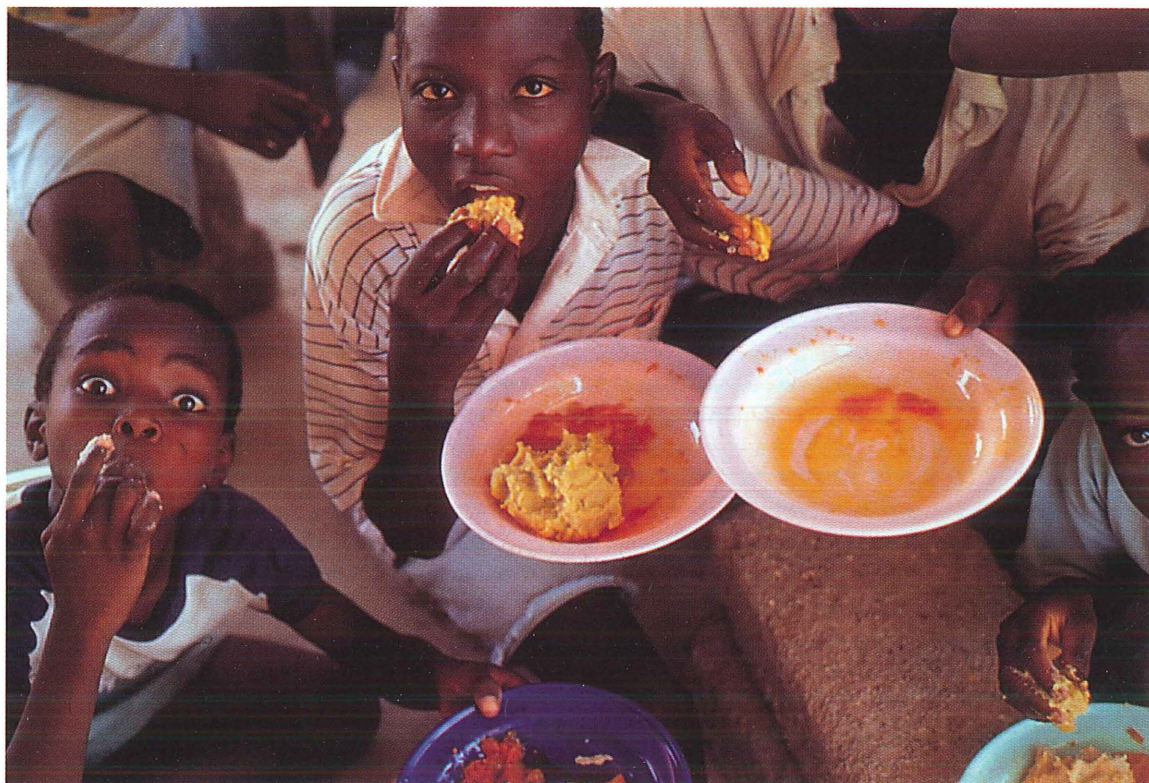
Forskningssamarbeid til andre forskningsinstitusjoner i Norge og i utlandet er avgjørende for instituttets kunnskapsutvikling. Instituttet har således etablert prosjektsamarbeid til en rekke forskningsinstitusjoner som AKVAFORSK, Fiskeriforskning, Norconserv, Norges Veterinærhøgskole, SINTEF og Universitetet i Oslo og industribedrifter som Hordafør, Intervet Norbio A/S, Nutreco, Rieber A/S, Rieber & Co. A/S og Rieber & Søn A/S.

Uformelle kontakter for samarbeid om analysemetoder m.m.: Institutt for klinisk biologi, Haukeland sykehus, Havforskningsinstituttet, Senter for havbruk, Lab. for marin molekylærbiologi.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har sammen med syv forskningsmiljøer og en åleoppdretter utviklet og fått bevilget prosjektet: «Speciation and bioavailability of selenium from processed and tailor made fisheries products». Dette prosjektet blir koordinert fra Netherlands Institute of Fisheries Science i IJmuiden, og har deltakere fra Norwich (UK), Basel (Sveits), Lund (Sverige) og Wageningen (Holland).

Instituttet deltar i Nordisk Industrifond prosjekt (Nordfood) sammen med Technological Institute of Iceland, Havforskningsinstituttet og AKVAFORSK.

Ernæringsinstituttet har deltatt i nettverket «Biomembraner og filetkvalitet» sammen med forskere fra Danmarks Tekniske Universitet, SIK (Institutet för Livsmedel och Bioteknik) og Fiskeriforskning. Nettverket ble finansiert av Nordisk ministerråd og Nordisk forskerutdanningsakademi.



Ernæringsinstituttet vil bidra til å bygge opp et forskningsmiljø innen proteinernæring basert på fisk og bruken av fisk i utviklingsland. I dag har instituttet samarbeid med universitetet i Ghana, der dette bildet er tatt under et feltstudie. (Foto: Einar Lied)

Instituttet har deltatt i Nordisk metodikkomite for næringsmidler (NMKL) i nærmere 40 år. I 1996 arrangerte Norge NMKLs 50. årsmøte i Molde i august. Som formann i den norske nasjonalkomite for NMKL, var Julshamm leder for dette arrangementet. Han ble godt støttet av Einar Lied og Bjarne Aalvik (Fiskeridirektoratets havbruksavdeling).

Det er etablert kontakt med University of Stirling, Storbritania, for utvikling av felles forskningsprosjekt basert på EU-finansiering.

I tilknytning til prosjektsøknader til EUs 4. rammeprogram er det etablert samarbeid med forskningsmiljøene i Brest, Universitetet i Sterling, Netherlands Institute for Fisheries Research, Ijmuiden, Technological Institute of Iceland,

IFREMER (Frankrike), Institute del Frio (IDF), (Spania).

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har samarbeid med University of Ghana, Department of Nutrition and Food Science, Accra. Samarbeidet er konkretisert gjennom et felles prosjekt sammen med Senter for Internasjonal Helse, Universitetet i Bergen. Prosjektet «Processing of protein foods to improve nutrition and health» har som målsetting å bygge opp et forskningsmiljø innen proteinernæring basert på fisk og bruken av fisk i kostholdet i utviklingsland. Prosjektet er finansiert av Norsk Utvalg for Utviklingsrelatert Forskning og Utdanning (NUFU). I denne sammenheng er det også etablert kontakt med FAO og WHO/Ghana. Tre

hovedfagsarbeider i u-landssammenheng er avsluttet og to nye oppgaver vil avsluttes i 1997.

Fagtidsskriftet Aquaculture Nutrition ble etablert som refereetidsskrift med redaktørsete ved instituttet i 1995. Trykningen skjer hos Blackwell Science i Oxford. Tidsskriftet har kommet ut med fire nummer både i 1995 og 1996, som også var målsettingen.

RÅD OG UTVALG

CEN (Comitè Européen de Normalisation).

CEN er en internasjonal organisasjon for de nasjonale standardiseringsforbund i EU og EFTA (18 land), der Norsk almenstandardi-

sering (NAS) er medlem. Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har lederansvar (forsker Øyvind Lie) for en av arbeidsgruppene i CEN (CEN/TC 275/WG 9. Food analyses, Horizontal methods – Fat soluble vitamins) hvor arbeidet består i å standardisere metoder for bestemmesle av de fettløselige vitaminene (A, D og E) i matvarer. Forslag til standardmetoder er ferdig. Gruppens arbeidsområde er utvidet og inkluderer også vannløselige vitaminer.

Ernæringsbiologisk forening.

Ernæringsbiologisk forening er en faglig forening som er åpen for alle som er interessert i ernæring og kosthold. Foreningen ble stiftet i 1977, og består av studenter, stipendiater og fast ansatte ved instituttet. Foreningen holder møter 2 til 4 ganger hvert semester.

Styret 1996:

Leder:	Jogeir Toppe
Kasserer:	Marianne Skov
Styremedlem:	Ingvild Eide
Styremedlem:	Kåre Julshamn
Varamedlem	Bjarte Lygren

Andre:

Gro-Ingunn Hemre er programkoordinator for forskningsprogrammet «Marine arter i oppdrett», Norges forskningsråd.

Kåre Julshamn er formann i den norske nasjonalkomite av Nordisk metodikkomite for næringsmidler (NMKL), organisert under Veterinærinstituttet.

Julshamn er formann i NMKLs komité for Kontaminanter. Han er formann i arbeidsgruppen for validering av kjemiske analysemetoder under Nordisk Ministerråd og medlem i arbeidsgruppene for revisjon av GLP-håndbok for Kjemiske næringsmiddellaboratorier

og utarbeidelse av prosedyre for kontrollkort i den interne Kvalitetskontrollen på Kjemiske næringsmiddellaboratorier, også disse nedsatt av Nordisk Ministerråd. Julshamn er varamedlem i styret for «Resirkulering og utnyttelse av organiske biprodukter» i Norge (RUBIN). Han er også medlem i Statens ernæringsråd og medlem i Statens ernæringsråds fagutvalg for Ernæringsovervåking. I tillegg er han observatør i Institutt for fiskeri- og marinbiologisk (IFM) styre samt medlem i EKSU ved IFM.

Julshamn er varamedlem til hovedstyret i Norsk Kjemisk Selskap.

Øyvind Lie er medredaktør i tidskriftet «Aquaculture Nutrition» (Blackwell Science, Oxford). Han er programkoordinator for programmet «Produksjon av laksefisk» i Norges forskningsråd.

Einar Lied er medlem i den norske nasjonalkomite for Nordisk metodikkomité for næringsmidler (NMKL), organisert under Veterinærinstituttet. Han er medlem i Nordisk Metodikkomite for Næringsmidler (NMKL). Han er oppnevnt som rådgiver for International Foundation for Science, Stockholm. Lied er medlem av arbeidsgruppe nedsatt av Fiskeridepartementet for å se på fiskeriadministrasjonens rolle i forbindelse med forvaltning av biprodukter.

Amund Måge er styremedlem i Norsk selskap for ernæring. Han er også styremedlem i programstyret Økotoksikologi under området Miljø og Utvikling i Norges forskningsråd. Videre leder han programkomiteen for Den 8. Europeiske Ernæringskonferanse på Lillehammer i 1999.

Ragnar Nortvedt var leder for Norsk Kjemisk Selskap sin Faggruppe for Kjemometri frem til 18. april 1996. Han var redaktør sammen med Frode Brakstad, Norsk Hydro Porsgrunn, av spesialnummer av tidsskriftet *Kjemi* (mai 1996) om Kjemometri. Han var også hovedansvarlig for konferansen «Norsk Kjemometricsymposium 1996» på Geilo i april, og sjefsredaktør og medforfatter av boken *Anvendelse av kjemometri innen forskning og industri*. Ragnar Nortvedt har også vært medlem av bedømmelseskomitéer for vurdering av kompetanse ved opprykk og nye stillinger ved Havforskningsinstituttet.

Rune Waagbø: Medlem i prosjektgruppe i NFR-forprosjektet «Korthale – en produksjonslidelse» ledet av Statens veterinære laboratorier/Veterinærinstituttet, Oslo.

Medlem av NFR utnevnt arbeidsgruppe (nov.1996) med oppgave å utarbeide et prosjektopplegg for å belyse og løse problemene knyttet til deformasjoner hos fisk.

Medlem av CEN/TC 275/WG 9 med ansvar for å utarbeide standardisert metode for mikrobiologisk bestemmelse av riboflavin i matvarer.

PUBLIKASJONER

INTERNASJONALE PUBLIKASJONER

ABSIL, M.C.P., BERNTSEN, M. AND GERRINGA, L.J.A.

The influence of sediment, food and organic lagands on the uptake of copper by sediment-dwelling bivalves.

Aquat.Toxicol., 34: 13–29

**ANDERSEN, V., MAAGE, A.
AND JOHANNESSEN, P. J.**

Heavy metals in blue mussels (*Mytilus edulis*) in the Bergen Harbor Area, Western Norway. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 57, 589–596.

**ANDERSEN, F., MAAGE, A.
AND JULSHAMN, K.**

An estimation of dietary iron requirement of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. Aquaculture Nutrition, 2, 41–47.

**ASIEDU D. K., FRØYLAND,
L., VAAGENES, H., LIE, Ø.,
DEMOZ, A. AND BERGE, R. F.**

Long-term effect of tetradecylthioacetic acid: a study on plasma lipid profile and fatty acid composition and oxidation in different rat organs. Biochemica et Biophysica Acta, 1300, 86–96.

**BJERKÅS, E., WAAGBØ, R.,
SVEIER, H., BRECK, O.,
BJERKÅS, I., BJØRNESTAD,
E. AND MAAGE, A.**

Cataract development in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in fresh water. Acta Vet. Scand., 37, 351–360.

**FRØYLAND, L., VAAGENES,
H., ASIEDU, D. K., GARRAS,
A., LIE, Ø. AND BERGE, R. K.**

Chronic administration of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid as ethyl esters reduced plasma cholesterol and changed the fatty acid composition in rat blood and organs. Lipids, 31, no. 2, 169–178.

**GARCIA-RIERA, M.P. AND
HEMRE, G-I.**

Glucose tolerance in turbot, *Scophthalmus maximus* (L.). Aquaculture Nutrition, 2, 117–120.

**GARCIA-RIERA, M.P. AND
HEMRE, G-I.**

Organ responses to 14C-glucose injection in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L.), acclimated to diet of varying carbohydrate content. Aquaculture Research, 27, 565–571.

**HEMRE, G.-I. AND KROG-
DAHL, Å.**

Effect of handling and fish size on secondary changes in carbohydrate metabolism in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture Nutrition, 2, 249–252.

**HEMRE, G-I. AND
WAAGBØ, R.**

Effect of gelatinized wheat and maize in diets for large Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on glycogen retention, plasma glucose and fish health. Aquaculture Nutrition, 2, 33–39.

**JULSHAMN, K. AND GRAHL-
NILSEN, O.**

Distribution of trace elements from industrial discharges in the Hardangerfjord, Norway: A multivariate data analysis of saithe, flounder and blue mussel as setinel organisms. Marine Pollution Bulletin, 32, No. 7, 564–571.

**JULSHAMN, K., MAAGE, A.
AND LARSEN, E.H.**

Studies of critical factors in the determination of arsenic in Standard Reference Materials

of Marine origin by ETAAS: NMKL interlaboratory study. Fresenius J. Anal. Chem. 355, 304–307.

**LORENTZEN, M., MAAGE, A.
AND JULSHAMN, K.**

Maganese supplementation of a practical, fish meal based diet for Atlantic salmon parr. Aquaculture Nutrition, 2, 121–125.

**STANGE, K., MAAGE A. AND
KLUNGSØYR, J.**

Contaminants in fish and sediments in the North Atlantic Ocean. Tema Nord 1996:522, Nordisk Ministerråd, København, 79 sider

**WILLUMSEN, N, VAAGENES,
H., LIE, Ø., RUSTAN, A. C.
AND BERGE, R. K.**

Eicosapentaenoic acid, but not docosahexaenoic acid, increases mitochondrial fatty acid oxidation and upregulates 2,4-dienoyl-CoA reductase gene expression in rats. Lipids, 31, no. 6, 579–592.

**WAAGBØ, R., BJERKÅS, E.,
SVEIER, H., BJERK, O., BJØR-
NESTAD, E. AND MAAGE, A.**

Nutritional status assessed in groups of smolting Atlantic salmon, *Salmo salar* L., developing cataracts. Journal of Fish Diseases, 19, 365–373.

**WAAGBØ, R. AND
SANDNES, K.**

Effects of dietary vitamin C on growth and parr-smolt transformation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture Nutrition, 2, 65–69.

NORSKE ARTIKLER

HEMRE, G.-I.

Karbohydrater i fiskefôr – uheldig med høye nivå.
Akvanomen nr. 6, 10.

MÅGE, A.

Mikronæringsstoff. Norsk Fiskeoppdrett (3A): 34–36.

MÅGE, A.

Førforskrifter: Godt samspel mellom forskning og forvaltning nødvendig.
Fiskets Gang (6): 26–27.

MÅGE, A.

Fisk og sjømat; helse frå havet.
Bellona Magasin, 7, 40.

MÅGE, A., BRENN, J., JULSHAMN, K., SCHARMANN, G., BØE, B. AND KLUNGSØYR, J.

Marin miljødatabase: Vi held tempoet!
Fiskets Gang, (7/8): 49–51.

NORTVEDT, R. OG BRAKSTAD, F.

Kjemometri spesial 1996
Kjemi, nr. 5.

NORTVEDT, R.

3.1 Akvakultur. Anvendelse av kjemometri innen forskning og industri, 339–352.

NORTVEDT, R. OG KLUNGSØYR, J.

3.2 Havforskning.
Anvendelse av kjemometri innen forskning og industri, 353–362.

NORTVEDT, R. OG KVAAL, K.

3.3 Vurdering av næringsmiddelkvalitet.
Anvendelse av kjemometri innen forskning og industri, 363–380.

POPULÆRVITENSKAPLIGE ARTIKLER

BRAKSTAD, F., LUNDSTEDT, T., NORTVEDT, R. OG SCHANCHE, J.-S.

Kjemometri i brukernes perspektiv. Kap. 4.4 : Kjemometri i brukernes perspektiv – Anvendelse av kjemometri innen forskning og industri (Red. R. Nortvedt, F. Brakstad, O.M. Kvalheim og T. Lundstedt). Tidsskriftforlaget Kjemi, Oslo, ISBN 82-91294-01-1, s. 553–565.

GRUNG, B., NORTVEDT, R., TOFT, J. OG WESTAD, F.

Terminologi, notasjon og algoritmer. Appendix I : Terminologi, notasjon og algoritmer – Anvendelse av kjemometri innen forskning og industri (Red. R. Nortvedt, F. Brakstad, O.M. Kvalheim og T. Lundstedt). Tidsskriftforlaget Kjemi, Oslo, ISBN 82-91294-01-1, s. 569–578.

HAMRE, K.

Mikronæringsstoffer og filetkvalitet. Foredrag på ernæringskurs for fiskeoppdrettere arrangert av Stiftelsen Havbrukskunnskap. 6–7 februar.

WESTAD, F. OG NORTVEDT, R.

Grunnleggende statistikk. Appendix II : Grunnleggende statistikk – Anvendelse av kjemometri innen forskning og industri (Red. R. Nortvedt, F. Brakstad, O.M. Kvalheim og T. Lundstedt). Tidsskriftforlaget Kjemi, Oslo, ISBN 82-91294-01-1, s. 579–593.

RAPPORTER

ALBREKTSSEN, S. OG MÅGE, A.

Biotilgjengelighet av ulike mineraltyper og bruk av ulike mineralnivå ved startfôring av lakseyngel. Rapport FK 06/96, Felleskjøpet Havbruk, Dirdal. 19 sider.

GJERDEVIK, K., NIELSEN, J. OG POLDEN, A. N.

SLaN-prosjekt Matvaretabellen 95. Analyse av brødprodukter. EI rapport 4/96.

GJERDEVIK, K.

«NY MATVARETABELL». Undersøkelse av B vitaminer og vitamin C i TINE meieriprodukter. RAPPORT 2. EI rapport 5/96.

HEMRE, G. I. OG SANDNES, K.

1996. Faglig sluttrapport: Nytt fiskefôr.

LYGREN, B. & WAAGBØ, R.

The influence of dietary lactoferrin and ascorbic acid on immune functions and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*).
EI report No. 2/96 (Restricted distribution)

MÅGE, A. & BERGE, G. E.

Zinc gluconate as a zinc source for Atlantic salmon.
EI report No. 1/96 (Restricted distribution)

NORTVEDT, R. OG TUENE, S.

Fôring av kveite.
Sluttrapport til Norges forskningsråd, nr. 104826/110, 8 s. + IV vedlegg.

**NORTVEDT, R. OG
WAAGBØ, R.**

Pelletkvalitet. Kap IIIc i: G.-I. Hemre og K. Sandnes (red.) Nytt Fiskefôr. Faglig sluttrapport til NFR, 138 s. (Konfidensiell)

**STANGE, K., MAAGE, A. AND
KLUNGSØYR, J.**

Contaminants in Fish and Sediments in the North Atlantic Ocean. TemaNord 1996:522. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 79 pp.

**TORRISEN, O., BERLAND,
H., WAAGBØ, R., NORTVEDT,
R. OG HAMRE, K.**

Stabilitet av mikronæringsstoffer gjennom prosess. Kap IIIb i: G.-I. Hemre og K. Sandnes (red.) Nytt Fiskefôr. Faglig sluttrapport til NFR, 138 s. (Konfidensiell)

WAAGBØ, R. & MAAGE, A.

Effects of four commercial diets on the development of cataracts in Atlantic salmon smolts.

EI report No. 3/96 (Restricted distribution)

WAAGBØ R. (RED.). M. FL.

Effekt av sult på vekst, ernæringsstatus og helse hos stor laks. EI Rapport 1996. 40 sider.

**FOREDRAG OG
PLAKATER**

ANDERSEN, F.

Hvordan velge riktig fôr – Mineral/sporelementer – Betydning i fôr til laks. Stiftelsen Havbruksskunnskaps, Ernæringskurs, Bergen, 6.–7. februar.

**ANDERSEN F., LYGREN B.,
MAAGE A. & WAAGBØ R.**

Interaction between iron and vitamin C in a fish meal diet fed for Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt. The role of trace elements for health promotion and disease prevention. Annual meeting 1996 of European Academy of Nutritional Science, Copenhagen, Denmark 22–24. august.

**BRAKSTAD, F., KVALHEIM,
O.M., LUNDSTEDT, T. AND
NORTVEDT, R.**

Chemometrics in research and industry – A new Scandinavian textbook with accompanying data sets. Poster, presentert ved:

- 1) konferansen «25-årsjubileet for kemometri», Göteborg, 3.–6. juni 1996.
- 2) messen «Analysdagarna», Stockholm, 10.–13. juni 1996.
- 3) 2nd NordFood Conference, Reykjavik, 17.–21. august 1996.

**EL-MOWAFI, A.F.A. AND
MAAGE, A.**

Manganese requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) during start feeding. VII International Symposium on Nutrition and Feeding of Fish, College Station, Texas, USA, Aug, 11.–15.

**HAMRE K., HJELTNES B.,
HOLM J.CHR. & HEMRE G.I.**

Mortality of captive mackerel (*Scomber scombrus*) fed a formulated, high fat diet. Haematological, histological and physiological characterisation. Poster presented at the VII International Symposium on Fish Physiology. Oslo, 3–6 August.

**HAMRE K., HJELTNES B.,
HOLM J.CHR., HEMRE G.I &
LIE Ø.**

Kvalitet av markedsbasert lagret og oppfôret makrell. Programkonferanse Marine arter i oppdrett. Bergen 5.–6. november.

HAMRE, K.

Opptak av -, - and -tocopherol i organer hos Atlantisk laks. Det VII norske fiskeernæringsseminar. Asker 4.–5. mars.

HEMRE G. -I.

1996. Effekt av fôring med ulike melkilder på smoltkvalitet. 7. Norske Fiskeernæringsseminar, Leankollen, Oslo.

HEMRE G.-I. & HANSEN T.

1996. Utilisation of dietary starch sources and tolerance to glucose loading in Atlantic salmon, during parr-smolt transformation. Symposium on Feeding and Nutrition in Fish, Texas, USA.

HEMRE G.-I.

1996. Vekst, fôrutnyttelse, lagring av næringsstoffer og effekter på miljø ved bruk av mikrobølgeprodusert fôr til laks. Fagseminar, Austevoll.

**HEMRE G.-I. OG
AUSTRENG E.**

1996. Hovednæringsstoffer i fôr til laks. Ernæringskurs for oppdrettere v. Stiftelsen Havbruksskunnskap, Bergen.

HEMRE G.-I.

1996. Ernæringens betydning for lakseoppdrett. Programkonferanse, Produksjon av laksefisk, Norges forskningsråd, Bergen. *Invitert foredrag.*

JULSHAMN, K.

Ny forskning knyttet til analysemetoder av tungmetaller. NMKLS årsmøte, Molde 22. – 27. august 1996.

JULSHAMN, K.

Bioteknologi – eksempler på instituttets forskning innen bioteknologiområdet. Bioteknologistyret, NFR 19. september.

LIE, Ø.

Standardisation of methods for determination of fat soluble vitamins in foodstuffs – Work done by CEN/TC/275/WG9. Symposium ASFILAB – A.O.A.C. Europe, Paris, France, 18.–19. april.

LYGREN B. & WAAGBØ R.

The *in vitro* effects of micronutrients on the chemiluminescent response of Atlantic salmon (*Salmo salar*) phagocytes. The first Symposium on Methodology in Fish Diseases Research, Aberdeen, Scotland, 26–27 september.

LYGREN, B., ANDERSEN, F., MAAGE, A. AND WAAGBØ, R.

Non-specific immunity and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed high and low levels of iron and two

forms of vitamin C. VII International Symposium on Nutrition and Feeding of Fish, College Station, Texas, USA, Aug, 11.–15.

LYGREN B., ANDERSEN F., MAAGE A. AND WAAGBØ R.

Some antioxidant- and nonspecific immune parameters in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolt fed two levels of iron and two forms of vitamin C. Muntlig presentasjon på VII International Symposium on Nutrition and Feeding of Fish, College Station, Texas, USA, august 11–15.

MÆLAND, A.

Vannløselige vitaminer og ernæring hos larver og yngel av kveite. Marine arter i oppdrett – programkonferanse, Hotell Terminus, Bergen, 5.–6. november

MÅGE, A.

Mikronæringsstoff. Foredrag på Ørretkonferansen, Stiftelsen Havbrukskunnskap, Bergen, 10.–11. februar.

NORTVEDT, R.

Kvalitetsvurdering av sild fra båt til marked. Presentert ved Norsk Kjemometrisymposium, Geilo, 17.–19. april.

NORTVEDT, R. AND TUENE, S.

Fillet quality of three size groups of Atlantic halibut given different fat contents in the diet. Presented at The VII International Symposium on Nutrition and Feeding of Fish, Texas, August 11–15.

STANGE, K., MÅGE, A AND KLUNGSØYR, J.

Organiske miljøgifter og tungmetaller i Barentshavet og Norskehavet. Årsmøte i Norske Havforskeres Forening, Tromsø, 30. oktober – 1. november.

WAAGBØ R.

Mikronæringsstoffer – oversikt over vitaminer og betydningen av disse for vekst og helse. Kurs «Hvordan velge riktig fôr?» i regi av Stiftelsen Havbrukskunnskap, Comfort Hotell Holberg, Bergen, 6. februar.

WAAGBØ R.

Helse og ernæring – en oversikt over Ernæringsinstituttets prosjekter med relasjon til Havforskningsinstituttets program 12 «Fiskehelse – Bioteknologi». Havforskningsinstituttets programsamling, Solstrand 16. april.

ENGLISH SUMMARY

Organisation

The Institute of Nutrition was established in 1947, and was organised as a part of the Directorate of Fisheries. A change in organising was reviewed in 1994 by a committee appointed by the Royal Norwegian Ministry of Fisheries. In accordance with the committee's recommendation the Ministry of Fisheries decided that the Institute of Nutrition should remain organised as a part of the Directorate of Fisheries. The Institute has a close co-operation with the University of Bergen (UoB).

STAFF 1996:

The Institute of Nutrition staff:	60
Man – labour years	53
Personnel in permanent position	26
Project employees	27
Personnel with an university degree	19
Master students in collaboration with UoB	9

Financing

The total budget for 1996 was NOK 21.8 mill., NOK 11.8 mill. as basic funding from Ministry of Fisheries, NOK 1.2 mill. from The Norwegian Research Council (3 public research projects), NOK 0,3 mill. from EU-FAIR programme (1 project) and NOK 8.3 mill. from The Norwegian Research Council in collaboration with industry (24 projects), University of Bergen and others. The income for 1996 showed a strong increase compared with the income of 1995 (page 11).

Research

The research at the Institute of Nutrition aims to: 1) generate knowledge for the benefit of the Norwegian fisheries and aquaculture industries, and to be an advisor for the Ministry of Fisheries and the Directorate of Fisheries, 2) conduct research related to fish and other marine resources as feed ingredients and as food for human consumption, 3) establish accurate and reliable methods for food and feed analyses in samples of marine origin and 4) publish scientific results nationally and internationally and to encourage seafood consumption.

Key research areas are:

1) Fish nutrition, feed and marine feed resources in aquaculture

Atlantic salmon is economically by far the most important species in Norwegian fish farming. The feed expenses vary and may exceed 50 % of the total production costs. The research has focused on nutritional requirements for vitamins, minerals and trace elements and optimisation of the energy yielding components to give high growth without inducing any negative effects on fish health or product quality.

Nutritional studies on halibut has been carried out in a project managed by the fish farming industry. The project has focused on production of halibut fry. Our contribution to the project has been to implement and further develop basic nutritional knowledge in the production of halibut fry.

Research related to an improved utilisation of marine offals and by-products has been highligh-

ted at the Institute of Nutrition for several years. The present year a project was continued in co-operation with the industry in order to utilise by-products from the herring industry as feed for salmon and halibut. The results so far has been promising.

2) Nutritional quality of seafood

The research has been focused on 1) interactions between salmon and halibut feed composition and fillet quality, 2) nutritional quality of fish products (nutrients as well as unwanted chemical substances), 3) nutritional quality of processed sea food and 4) interactions between environment and sea food quality.

The main research tools at the Institute of Nutrition are food analyses chemical as well as microbiological methods. The Institute of Nutrition aims to be national leading on nutrient analyses and got accreditation for 38 different analytical methods in sea foods and other foodstuffs in November, 1996. The analytical methods include analyses of protein, amino acids, fat, fatty acids, vitamins (water soluble- and fat soluble vitamins), minerals and trace elements.

Academic production (key figures 1996):

- 16 articles in international refereed journals
- 16 articles in Norwegian journals and books
- 10 commissioned reports in Norwegian or English
- 8 lectures or posters presented at international conferences
- 9 lectures and reports in Norwegian

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

Postboks 1900 – 5024 Bergen Nordnes

Tlf. 55 23 80 00

ISSN 0365-8252

ISBN 82-91067-09-8