

elis. 2

Fjernlager

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

A RSMELDING 1997

FISKERIDIREKTORATET
BIBLIOTEKET

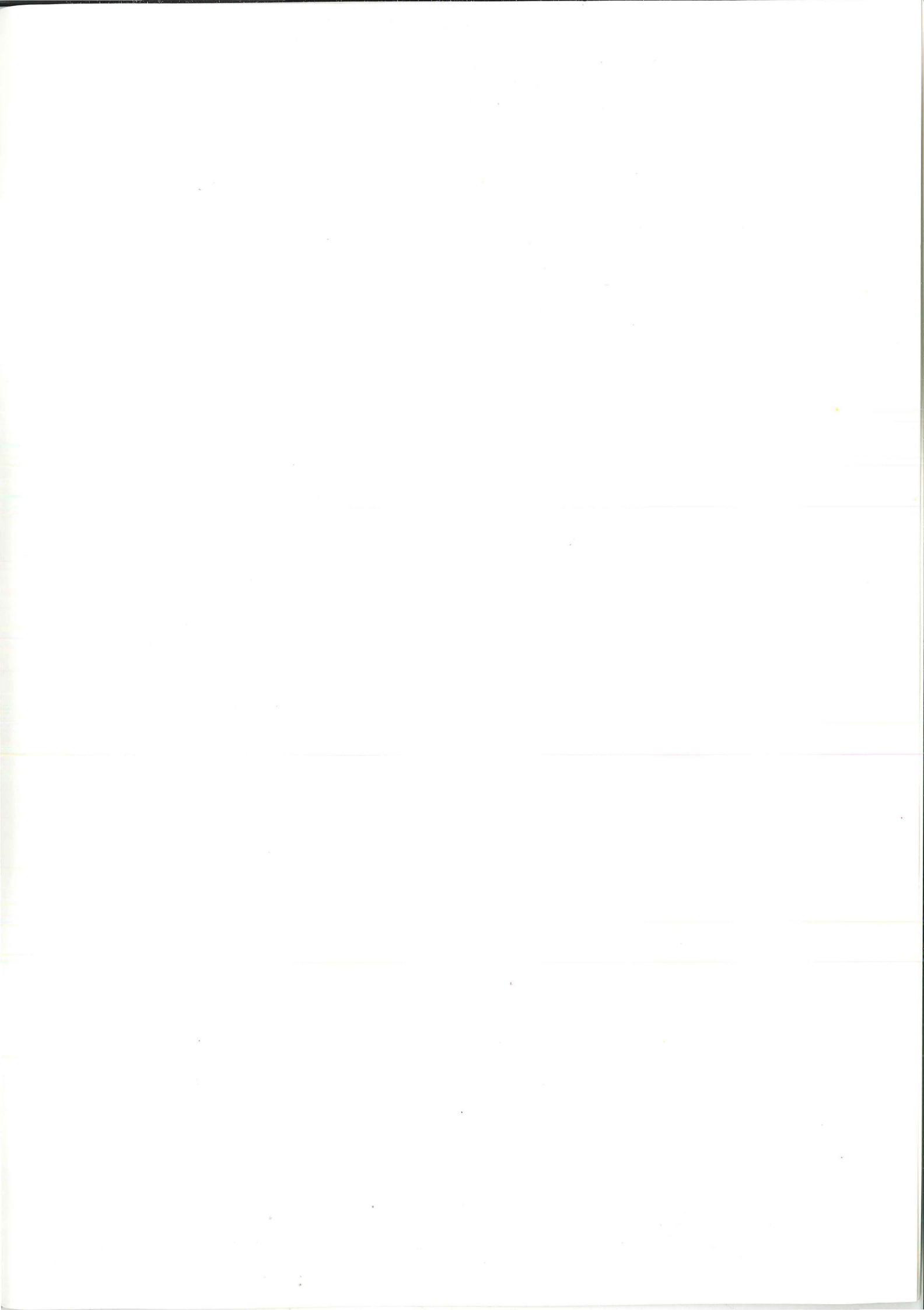


494 / n 5811

*Fra Zachariasbryggen i Bergen.
(Foto: Dag Paulsen)*

INNHOOLD

FORORD	5
JUBILEUMSÅR	5
INSTITUTTETS ORGANISATORISKE Plassering	6
INSTITUTTETS PERSONALE	7
REGNSKAP	8
FORSKNINGSSTRATEGI 1997–2000	9
FORSKNINGSRESULTATER	11
Fettomsetning i laks	11
Modell studier av opptak av aminosyrer i tarm hos laks	13
Fettsyresammensetning i forskjellige organer hos atlantisk laks (salmo salar) – effekt av diettsammensetning	15
Vitamin D metabolisme hos laks	17
Anvendelse av ulike karbohydratkilder i fôr til smoltifiserende laks	19
Ernæringens betydning for laksens immunsystem – en beskrivelse av vår aktivitet	21
Jern i fôr til atlantisk laks – behov, tilgjengelighet, interaksjoner og helse	23
Toxicological evaluation of the upper limits of dietary copper in Atlantic salmon (salmo salar)	25
Kan marin fisk syntetisere vitamin C ?	26
Mot formulerte fôr til kveitelarver?	28
Sunn og sikker mat «miljødatabase»	30
Økning av seleninnholdet i laksefilet kvalitetsstyring gjennom bruk av spesialfôr i en kort periode før slakting	32
Slaktekvalitet hos kveite og laks	34
Muskelkvalitet påvirkes av tilvekshastighet og lagringstid på is	36
Effekt av kadmium i fôr på biokjemiske og fysiologiske responser samt benutvikling hos laks	37
Fokus på folat – mikrobiologisk bestemmelse og biotilgjengelighet	40
FORSKNINGSPROSJEKTER	41
I ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER	41
II KVALITET OG BRUK AV SJØMAT	42
UNDERVISNING, RÅD OG UTVALG	43
PUBLIKASJONER:	44
INTERNASJONALE PUBLIKASJONER	44
FOREDRAG/PLAKATER INTERNASJONALE MØTER	47
POPULÆRVITENSKAPELIGE ARTIKLER	49
FOREDRAG/PLAKATER NASJONALE MØTER	49
RAPPORTER	51
ANDRE FORMIDLINGSOPPGAVER	53



FORORD

JUBILEUMSÅR

Året 1997 har vært et merkeår for Ernæringsinstituttet. Vi har markert at det er 50 år siden instituttet ble opprettet etter vedtak i Stortinget 9 juni 1947. I tillegg er det 25 år siden instituttet ble knyttet til Norges Fiskerihøgskole og dermed også tok del i utdanning innen ernæring. Senere er vår undervisningstilknypning endret og vi er nå knyttet til Universitetet i Bergen via Institutt for Fiskeri og Marinbiologi. Instituttet har utviklet seg betydelig i løpet av disse årene og fremstår i dag som et anerkjent og velorganisert forskningsinstitutt både nasjonalt og internasjonalt.

Instituttet har helt siden opprettelsen arbeidet for norsk fiskerier næring. De første årene var forskningsaktiviteten først og fremst rettet mot tranindustrien og problemstillinger knyttet til vitamin A og D. Dette utviklet seg videre til å gjelde et bredt spekter av næringsstoff knyttet til hele produktspektret fra fiskerier næringen og forskning knyttet til sjømat i humanernæring. Instituttet var tidlig ute med forskning knyttet til den gryende havbruksnæringen. Den første internasjonale publikasjon innen dette feltet ble publisert så tidlig som i 1969. Dette arbeidet har utviklet seg videre og instituttet er i dag internasjonalt langt fremme inne fagfeltet fiskeernæring og har også redaktøransvar for et internasjonalt tidsskrift på dette feltet (Aquaculture Nutrition).

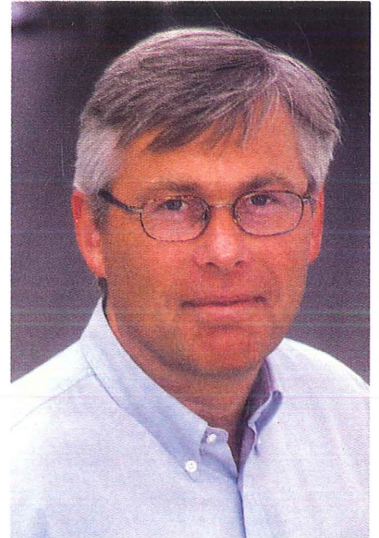
En viktig faktor i å utvikle norsk fiskerier næring er utdanning. I den sammenheng har tilknytningen til Universitetet i Bergen utviklet seg positivt ved at Instituttet nå har ansvaret for emner tilsvarende 13 vekttall innen områdene fiskeernæring, næringsmiddelkjemi og analyse, generell ernæring, næringsmiddel toksikologi og kostholdsundersøkelser. I tillegg kommer et

nytt emne «Kvalitet av sjømat» som dermed gir en økt bredde i undervisningstilbudet. Det er utdannet mer enn 50 kandidater med hovedfag i ernæringsbiologi og flere enn 20 har tatt sin dr. grad innen dette feltet. Dette er viktige bidrag til å øke kompetansen også for fiskerier næringen.

Instituttets ansatte har hatt et travelt år. Det er gjennomført en rekke forskningsprosjekter, knyttet til forvaltningsmessige oppgaver, og sammen med industri og andre forskningsmiljø nasjonalt og internasjonalt. En rekke eksempler på resultater er gitt i årsmeldingen. Dette har kun vært mulig å gjennomføre ved en dyktig og lojal stab av medarbeidere på alle plan i instituttet. I tillegg har en etterlederskifte gjennomgått en intern reorganisering. I denne prosessen har innsatsen fra alle ansatte vært viktig for å få en optimal struktur på instituttet i tråd med dagens behov.

Opgavene fremover står i kø, og for å løse disse er innsatsen og entusiasmen fra alle nødvendig for fortsatt positiv utvikling av instituttet. Et mål som oftest brukes på forskningsinstitutter er antallet internasjonale publikasjoner som kommer ut fra instituttet, her har vi en kraftig økning (16 i 1996 og 26 i 1997). Dette er en flott utvikling og potensialet for fortsatt forbedring er tilstede. I tillegg har vi også en rekke viktige forvaltningsoppgaver som ikke er like lett å måle med publikasjoner, men som er viktig for den næringen vi skal tjene.

Selve jubileet ble markert ved å holde åpent hus for bergenserne torsdag 21 august. De ansatte og hovedfagsstudentene gjorde en formidabel innsats i å lage et arrangement som viste et tverrsnitt av hva instituttet arbeider med og hvilke resultater vi kan vise til. Dette ble avsluttet med kåseri av professor



Direktør Øyvind Lie.
(Foto: Dag Paulsen)

Kaare Norum og Ingrid Espelid Hovig. Dagen etter ble det holdt et faglig seminar som ble avsluttet med en jubileumsmiddag for innviterte gjester. Totalt sett ga dette en verdig markering av instituttet. Instituttet fremstår som et livskraftig forskningsinstitutt som i høy grad lever opp til målsettingen om å «fremskaffe 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». Og med den økende verdiskapning som norsk fiskerier næring viser og når en vet hvor viktig forskningen er for å videreutvikle næringen går Ernæringsinstituttet inn i de neste 50 år med stor entusiasme og optimisme.

Øyvind Lie

Øyvind Lie
Direktør

INSTITUTTETS ORGANISATORISKE Plassering

Administrasjon:

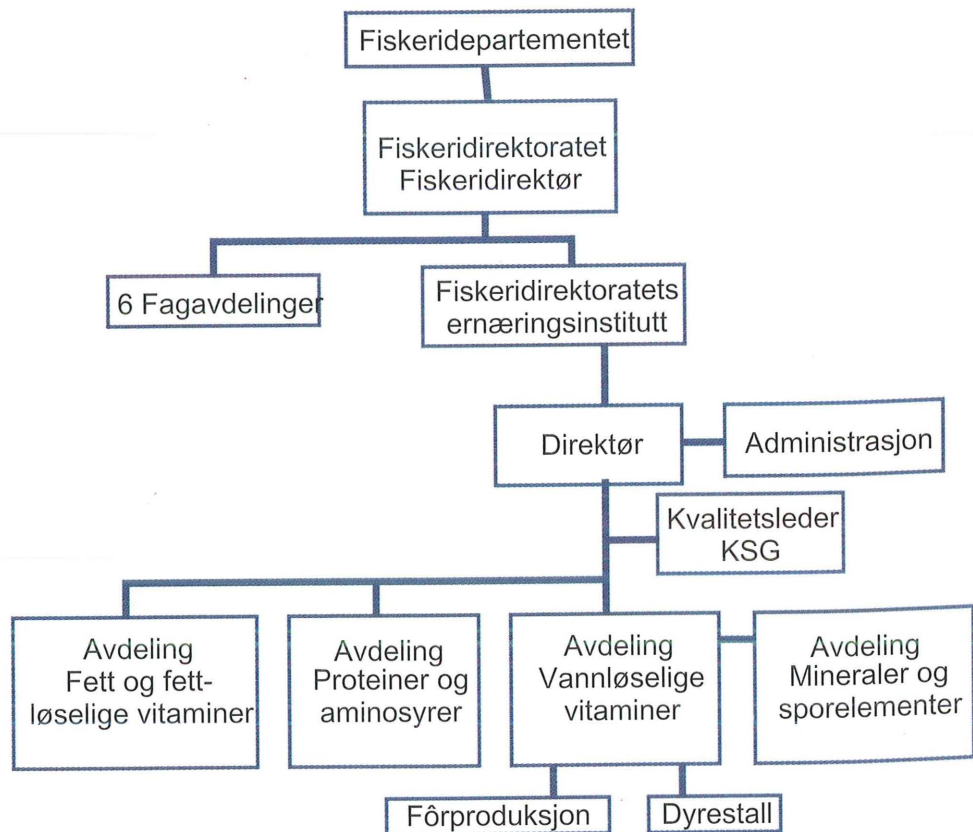
Direktør, dr.philos. Kåre Julshamm til 31/5-97, deretter dr. philos Øyvind Lie.

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

1. Fett/fettløselige vitaminer og karbohydrater (forsker, dr.philos. Øyvind Lie/Gro-Ingunn Hemre fra 1/6-97).
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).

Det ble i siste halvdel av 1997 startet et arbeid med å gjennomgå den interne organiseringen av instituttet. Dette har gitt en annen organisering som ble iverksatt fra 1/1-98.



INSTITUTTETS PERSONALE

OVERSIKT OVER PERSONALET PR. 31.12.1997

Fast ansatte:

Direktør:

Lie, Øyvind (f. o.m. 1. juni)
Julshamn, Kåre (t.o.m. 31. mai)

Forsker:

Espe, Marit (dr. scient)
Hemre, Gro-Ingunn (dr. scient)
Julshamn, Kåre (dr. philos)
(f.o.m. 1. juni)
Lie, Øyvind (dr. philos)
(permisjon f.o.m. 1. juni)
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
Brenna, Jan
Fjeldstad, Leikny (permisjon
f.o.m. 10. desember)
Haugnes, Jorun (50%)
Irgens, Betty (50%)
Solli, Berit Engen (50%)
Stave, Mariann (50%)

Laborantleder:

Heltveit, Aase
Johannessen, Tove
Kaland, Gunn-Beate B. (80%)
Kallestad, Idun (80%)
Sedal, Laila Oksholm (80%)
Wessels, Jacob

Laborant:

Erdal, Edel (fagarbeider)
Fauskanger, Vidar (røkter
ved Matre Havbruksstasjon)

Driftstekniker:

Johansen, Marit
(vikar f.o.m. 6. oktober)
Konradsen, Bernt
(permisjon f.o.m. 25. august)
Skjerve, Nils

Førstesekretær:

Brustad, Linda (sluttet 31. august)
Årgårdsvik, Gry Kristin
(vikar, sluttet 12. desember)

Saksbehandler:

Fjeldstad, Leikny (f.o.m. 10.
desember)

Sekretær:

Simonsen, Inger-Marie (80%)

Renholdsbetjent:

Meyer, Berit

Prosjektansatte:

Forsker:

Bjørlykke, Tone (f.o.m. 1.
oktober t.o.m. 23. november)
Eckhoff, Karen (permisjon)
Frøyland, Livar (dr. philos)
Haldorsen, Anne-Katrine
Lundebye (dr. scient)
Hamre, Kristin (dr. scient)
Nortvedt, Ragnar (dr. scient)
Lorentzen, Mette (dr.stipendiat)
Njaa, Leif R. (redaktør)

Stipendiat:

Andersen, Friede (dr. stipendiat)
Berge, Gerd Eikeland
(dr. stipendiat)
Berntsen, Marc (dr. stipendiat)
Brodtkorb, Bente Torstensen
(dr. stipendiat)
Eide, Ingvild (dr. stipendiat)
Kjellefeld, Mariann (dr.
stipendiat, Odontologisk inst.)
Lorentzen, Mette (dr. stipendiat)
Lygren, Bjarte (dr. stipendiat)
Mæland, Anne (dr. stipendiat)
Skov, Marianne (dr. stipendiat)
(f.o.m. 22. september)

Vitenskapelig assistent:

Toppe, Jogeir
(f.o.m. 1. juni-31. august)
Nordås, Harald
(sluttet 31. desember)

Avd.ing.

Ask, Kjersti (90,3%)
Birkenes, Anita (80%)
Gjerdevik, Kathrin (permisjon)
Eliassen, Annbjørg
(permisjon f.o.m. 22. oktober)
Haugnes, Jorun (30%)
Langeland, Kari Elin
Michaelsen, Jone
Solli, Berit Engen (30%)
Stave, Mariann (50%)
Thu Thao, Nguyen

Ingeniør:

Strømsnes, Hildegunn
(sluttet 31. august)

Laborantleder:

Rygg, Margrethe

Laborant:

Eidsvik, Tonja Lill (permisjon)
Husebø, Geir
Sleire, Jenny (80%) (røkter
ved Matre Havbruksstasjon)

Lærlinger:

Elvestad, Øystein
Hatløy, Lena
Jensen, Morten
(f.o.m. 15. september)

Gjestestipendiat:

Isabel Aidos
(f.o.m. september)

Arbeidsmarkedstiltak:

Bjørvang, Kjell Rune (50%)

Hovedfagsstudenter:

Adu-Afarwuah, Seth (Senter
for Internasjonal Helse/FEI)
Brønstad, Ingerborg
Børufsen, Cathrine
(Kjemisk inst./FEI)
Fjermestad, Astri
Haugen, Trine (IFM/Austevoll
Havbruksstasjon/FEI)
Jonsen, Øystein
Liaset, Bjørn
Lied, Gaute Øverås
(Fysisk inst./FEI)
Olsen, Hanne Jorun
Skov, Marianne
(Avlagt eksamen juni)
Sørsdal, Kenneth
(Kjemisk inst. / FEI)
Toppe, Jogeir
(Avlagt eksamen mai)
Torpe, Eili Kristin (Kjemisk
inst., tatt opp i desember)
Tuwor, Georg (Senter for
Internasjonal Helse/FEI)
Vangen, Bente
Ørnsrud, Robin
Øygard, Joar
(Kjemisk inst./EI) (Avlagt
eksamen desember)
Aadland, Eli Kristin

B

REGNSKAP

A. MIDLER OVER FISKERIDEPARTEMENTETS BUDSJETT KAP. 1023:

	1996	1997
Lønn og godtgjørelse	7170.000	7.433.000
Varer og tjenester	4.660.000	5.152.000
	11.830.000	12.585.000

B. EKSTERNE FORSKNINGSMIDLER:

NFR (100 %)	1.201.000	3.993 000
NFR/industri, EU, ren industri og diverse prosjekter	8.273.000	5.689 000
Sum UiB: Prof. II, stipendiater og annum	560.000	974 000
Eksterne forskningsmidler	10.034.000	10.656 000
SUM A + B	21.864.000	23.241 000

FORSKNINGSSTRATEGI FOR PERIODEN 1997–2000

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 føremidler.
- 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.

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. *Kvalitet og bruk 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 kvalitets sikre sine analysemetoder og fikk høsten 1996 akkreditert 38 av sine analysemetoder. Disse har også instituttet fått tillagt nasjonalt referanseansvar for.

1. FISKEERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER

Forskningsaktiviteten ved Ernæringsinstituttet skal inkludere hele verdikjeden fra råvarer til fôrutnyttelse til produktkvalitet. Instituttet har fått en viktig rolle som kompetansesenter og faglig rådgiver knyttet til Lov om fôrvarer. Nye forskrifter om tilsyn med fôr til fisk er under utarbeiding. 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.

1.1 Ernæring hos laksfisk

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 riktigere, og forskningsinnsatsen på fôrsiden er således en nøkkelfaktor for bedret kostnadseffektivitet i næringen.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Optimalisere fôrsammensetningen til laks med hensyn på vekst, fôrutnyttelse, helse og produktkvalitet
- Utvikle fôr og fôringrutiner som reduserer negative miljøvirkninger av lakseoppdrett
- Vurdere toksikologiske virkninger av høye verdier av nærings- og fremmedstoffer i fôr til laksefisk

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

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Optimalisere levendefôr og tilvenningsfôr til kveite
- optimalisere vekstfôr til kveite
- Etablere kunnskap om levendefanget og låssatt marine fiske-slag med hensyn på overlevelse, fôring og kvalitet
- 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 (industri-fisk) 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 forsknings-område som krever teknologisk og ressursbiologisk forskning, samt forvaltning knyttet til de ville bestander.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Fremskaffe kunnskap som gir mulighet til en bedre utnyttelse av biprodukter fra fiskeindustrien
- Fremskaffe kunnskap om alternative råstoffer til fiskemel for bruk i fôr til fisk

2. KVALITET OG BRUK 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. En økende helsebevissthet representerer derfor et betydelig potensiale for bruk av fisk og annen sjømat både nasjonalt og internasjonalt. I denne sammenhengen vil produktens ernæringskvalitet være viktig.

2.1 Kvalitet av sjømat

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 «Miljødatabasen».

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 miljø kan influere på fiskens ernæringskvalitet.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Dokumentere sammenhengen mellom miljø og ernæringskvalitet («Miljødatabasen»)
- Fremskaffe kunnskap om sammenhengen mellom fôr og ernæringskvalitet
- Fremskaffe kunnskap om ernæringskvalitet av sjømat og for-edlingsprosessens betydning for ernæringskvalitet
- Etablere kunnskap om sammenhengen mellom biokjemiske prosesser i fisken og kvalitet

2.2 Bruk av sjømat

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 oppgaver:

- Øke undervisningstilbudet i ernæringsfag på universitetsnivå
- Bidra til generell kunnskapsoppbygging i fiskeri- og havbruksnæringen
- Videreutvikle nasjonalt og internasjonalt forskningssamarbeid
- Delta i bistandsprosjekt

FORSKNINGSRESULTATER

Det er i denne delen av årsmeldingen gitt en del eksempler på instituttets forskning, både hva vi arbeider med og hvilke resultater som er fremkommet. Forøvrig vises det til publikasjonslisten, særtrykk kan bestilles fra instituttet.

FISKEERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER

Fettomsetning i laks

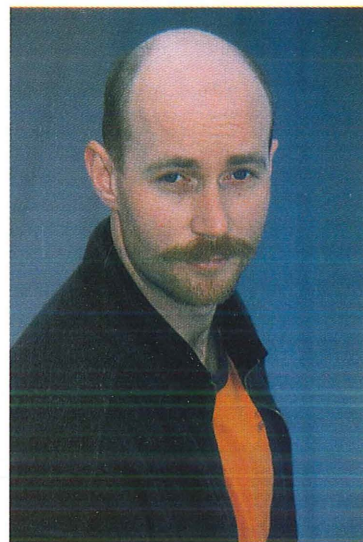
av
Livar Frøyland

Utviklingen på fôr har gått mot økt innhold av fett, fra 10–15% i 1980 til godt over 30% i dag. Med forbedret fôrteknologi vil sannsynligvis fettinnholdet øke mot 45% eller mer, noe som stiller store krav til den organismen som skal utnytte og omsette slike fôr. Til tross for en stadig økende mengde fett i fiskefôr, har det vært lite fokusert på om fisken er i stand til å utnytte dette fettstoffer. Videre må man spørre seg – hvilken fett (olje) kilde skal man benytte for å få optimal vekst og kvalitet på filéten? Dette spørsmålet er ikke minst blitt aktualisert i og med dagens råvaresituasjon. For å svare på disse spørsmålene må man forstå grunnmekanismene som regulerer fettomsetningen hos fisk. Disse mekanismene er for en stor del kartlagt hos pattedyr, slik

at et viktig mål blir å implementere metoder og kunnskap fra pattedyr forskningen over til fisk. Først når vi kjenner de regulerende faktorene, ikke bare innenfor fettomsetning, men metabolismen hos fisk generelt, vil vi bli i stand til å skreddersy fôr som er tilpasset fiskens metabolisme og som utnytter fiskens vekst potensiale.

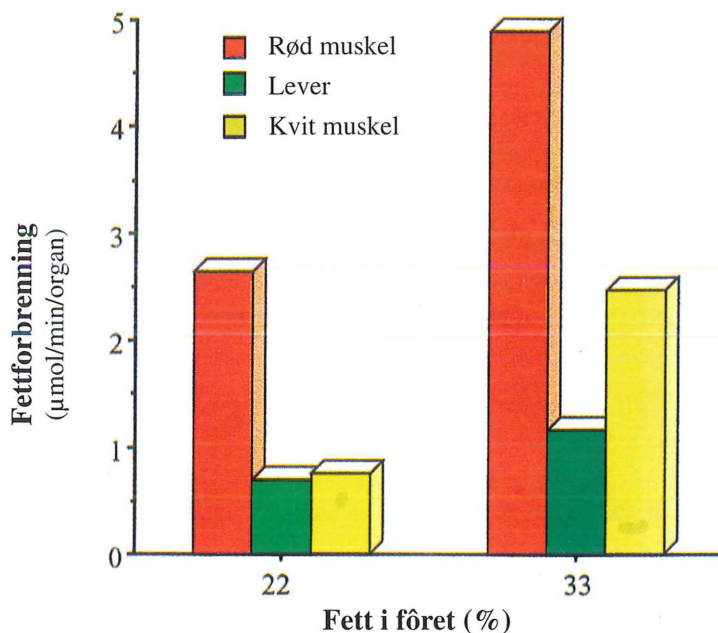
Bakgrunn

Fett er først og fremst en viktig energi kilde, i tillegg er noen fettsyrer helt nødvendige for normal utvikling, også hos laks. Videre er innholdet av de flerumettede omega-3 fettsyrene i filét et viktig moment, da kliniske studier har vist positive effekter vedrørende vår helse ved inntak av disse fettsyrene. Spesielt har en funnet en gunstig effekt ved at omega-3 fettsyrer motvirker hjerte- og kar sykdommer og flere former for kreft, bl.a. brystkreft og tykktarmskreft.



Livar Frøyland.
(Foto: Dag Paulsen)

Sjømat generelt, men spesielt fisk og fiskeoljer (tran) er en naturlig kilde til disse viktige omega-3 fettsyrene og for folk flest antakelig også den viktigste. Med tanke på det stigende forbruket og eksporten



Figur 1 viser den totale fettforbrenningen i lever, rød- og hvit muskel hos laks som har fått to nivåer av fett i fôret.

av oppdrettslaks er det derfor et viktig helsemessig og salgs argument å sørge for å få et optimalt innhold av disse fettsyrene i filét. Hva er det som avgjør om omega-3 fettsyrene i fôret blir lagret eller brukt som energikilde? For å svare på dette spørsmålet må en ta i betraktning at det i fiskens celler som hos andre dyr (inklusive mennesker) finnes to typer forbrenningsovner for fett, mitokondrier og peroxisomer. Når mitokondriene forbrenner fett genereres energi (ATP) som så kan nyttes til å drive andre reaksjoner i cellene, mens i peroxisomer frigis energien som varme. Videre er det slik at i

laks som hos andre dyr har disse to forbrenningsovnene ulik preferanse for ulike fettsyrer, noe som bestemmes av lengden på fettsyrene. Mitokondrier forbrenner korte-, middels- og lange fettsyrer mens peroxisomene forbrenner svært lange fettsyrer. Videre er det vist at hos pattedyr blir mer enn 90% av fettene forbrannt i mitokondriene. Som det fremgår ovenfor er det derfor av stor betydning å finne ut hvor fettene blir forbrannt hos laks. Dette fordi vi ønsker at det fettene som inngår i fôret blir dirigert mot mitokondriene som gir energi til å drive andre reaksjoner i cellen.

Hvilke organer er viktigst i reguleringen av fettforbrenningen hos laks?

Vi har startet med studier av fettforbrenning i ulike vev hos laks og har så langt studert de viktigste enzymene i hjerte, lever, rød- og hvit muskel. Det råder stor enighet om at lever og spesielt rød muskulatur har en stor evne til å forbranne fett, mens den hvite muskulaturen ikke innehar særlig stor evne til å utnytte fett som energi kilde. Vi har funnet at den hvite muskulaturen sannsynligvis spiller en større rolle i den totale fettomsætningen enn tidligere antatt, noe som en kan se ut i fra Figur 1.

Summary

Currently, salmon feed contains 35–40% fat but with improving technology the amount of fat in feed will most likely increase further. To date, little work has been done to determine whether fish are capable of utilizing fat as an energy source. In Mammalia, different dietary oils (fat sources) have been shown to stimulate or decrease fatty acid catabolism, e.g., fish oil possesses hypolipidemic effects whereas corn oil does not. How will different oils affect fatty acid catabolism (β -oxidation) in fish? To answer this question we are implementing methods from the Mammalian system in order to determine the β -oxidation capacities in various tissues from fish. β -oxidation of fatty acids occurs in two distinct organelles, i.e., peroxisomes and mitochondria. In contrast to mitochondrial β -oxidation, peroxisomal β -oxidation is not coupled to a phosphorylating system, thus energy is lost as heat. Mitochondria are more abundant than peroxisomes in most animal cells and under normal conditions mitochondria oxidize more than 90% of the fatty acids. So far we have found that in the overall catabolism of fat, it is the red- and white muscle that dominates. Up to now the fatty acid oxidation capacity in white muscle has been underestimated. We have found that white muscle responds by increasing the fatty acid oxidation capacity with an increasing fat content in the diet. Thus, white muscle seems to be an important tissue in overall fatty acid catabolism.

MODELL STUDIER AV OPPTAK AV AMINOSYRER I TARM HOS LAKS

av
Gerd Eikeland Berge

Balansert aminosyresammensetning i fôrproteiner har betydning for fôrkvalitet. Kunnskap på dette området er særlig viktig ved bruk av alternative proteinkilder i fôr til fisk. Interaksjoner mellom ulike aminosyrer og hvilke effekter dette kan ha på vekst er lite studert hos fisk. Ubalanse mellom lysin og arginin har derimot lenge vært kjent hos fjørfe og gris; høye nivåer av lysin gir redusert utnyttelse av arginin og redusert vekst. En redusert utnyttelse som følge av høyt lysinnivå kan indikere interaksjoner mellom aminosyrene på absorpsjons- eller metabolsk plan, eller begge deler.

Studier av aminosyreopptak over tarmcellene er svært kompleks. Flere transportsystemer som kan ha overlappende spesifisitet, er involvert. Frie aminosyrer transporteres over tarmcellene via Na⁺ uavhengige transportmekanismer (facilitert transport) eller Na⁺ avhengige mekanismer (sekundært aktiv transport). En antar at bare en mindre del går over membranen via umettbare mekanismer eller diffusjon. I tillegg har en et bærermediert opptak av di- og tri-peptider.

For å studere absorpsjonskinetikk har ernæringsinstituttet, i samarbeid med veterinærhøgskolen i Oslo, bygget opp en *in vitro* metode ved for opptaksstudier i tarm hos laks. Metoden, som er en modell, kalles «everted sleeves method», og har lenge vært i bruk i ulike varianter og på ulike dyr. Tarmen dissekeres ut umiddelbart etter avlaving av fisken og vevet holdes i live ved hjelp av fysiologiske løsninger. Opptaket av aminosyrer blir målt ved bruk av radioaktivt merket markører i inkubasjonsløsningene. Oppsett for målingene er vist i Figur 1. Metoden er egnet til å studere aktivt og passivt opptak, og en kan beregne opptakskinetiske parametre. Resultatene sees i sammenheng med målte fysiologiske konsentrasjoner av frie aminosyrer i tarm hos fisk.

Det er antatt at de basiske aminosyrene arginin og lysin har samme opptaksmekanisme over tarmens epitelceller. En kan derfor tenke seg at høye nivå av den ene aminosyren kan påvirke opptaket av den andre. Resultater fra våre forsøk til nå indikerer en hemming av argininopptaket ved høye konsentrasjoner av lysin. I tillegg til studier av lysin og arginin er det utført studier av opptak/interaksjo-



Gerd Eikeland Berge.
(Foto: Dag Paulsen)

ner av L- og D- methionin. Dette er en aktuell problemstilling da tilsetning av methionin i fiskefôr er aktuelt ved bruk av proteinkilder med et lavt innhold av methionin. Rent L-methionin er svært dyrt, og derfor brukes det ofte en blanding av L- og D som tilsetning.

Sammen med vekstforsøk og andre vekstrelaterte parametre kan absorpsjonsstudier bidra til økt kunnskap om betydningen av aminosyreubalanse på vekst hos fisk.

Summary:

Imbalance of amino acids in feed proteins may affect growth in fish due to either a metabolic or absorptive mechanism, or both. An in vitro «everted sleeves» method has been established to study the absorptive mechanism in Atlantic salmon.

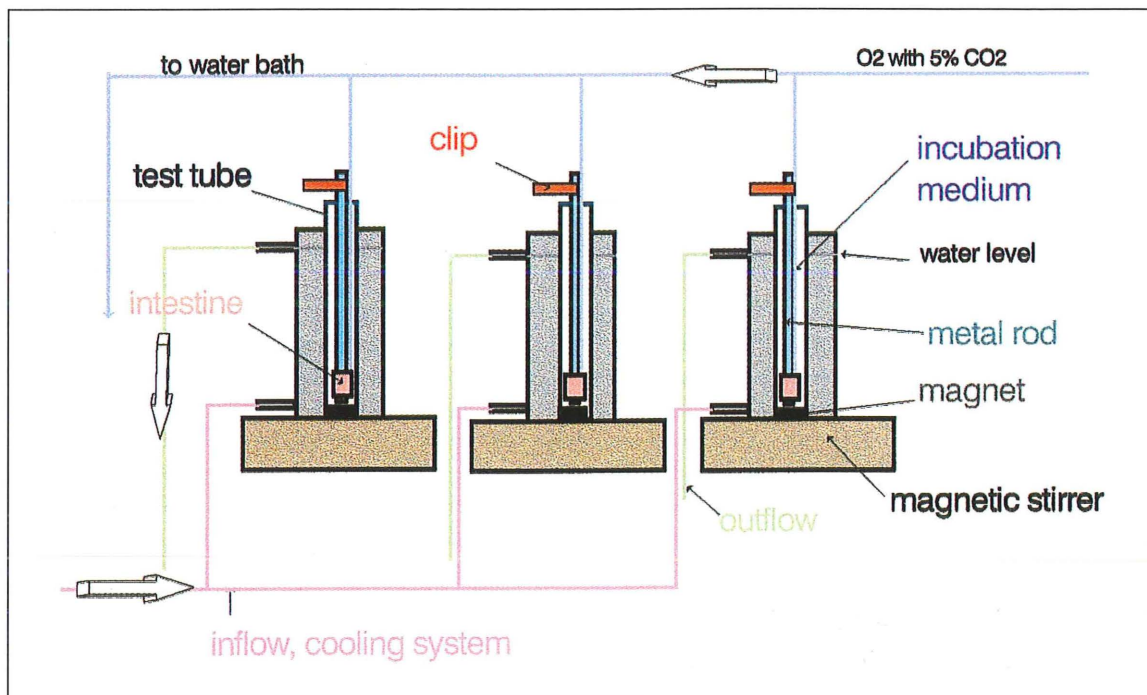


Figure 1. The figure illustrates the applied equipment for the «everted sleeves» method. The method is used at our institute to study the in vitro amino acid uptake in the intestine of Atlantic salmon.

FETTSYRESAMMENSETNING I FORSKJELLIGE ORGANER HOS ATLANTISK LAKS (*SALMO SALAR*) – EFFEKT AV DIETTSAMMENSETNING.

av
Bente T. Brodtkorb

Startføringsforsøk med Atlantisk laks (*Salmo salar*) har vist at filét, øye og hjerne responderer veldig forskjellig på fettsyresammensetning i dietten (figur 1). Filét (figur 1A (se neste side)) reflekterer nesten fettsyresammensetningen i dietten, mens øye (figur 1B) påvirkes i liten grad av dietten fettsyresammensetningen. I hjerne (figur 1C) finner man samme fettsyresammensetning i alle diettgruppene til tross for at fettsyresammensetningen i diettene er temmelig forskjellig. Man kan ut ifra dette tenke seg at det må eksistere spesifikke opptakmekanismer for fettsyrer i hjerne og øye, og at fettsyresam-

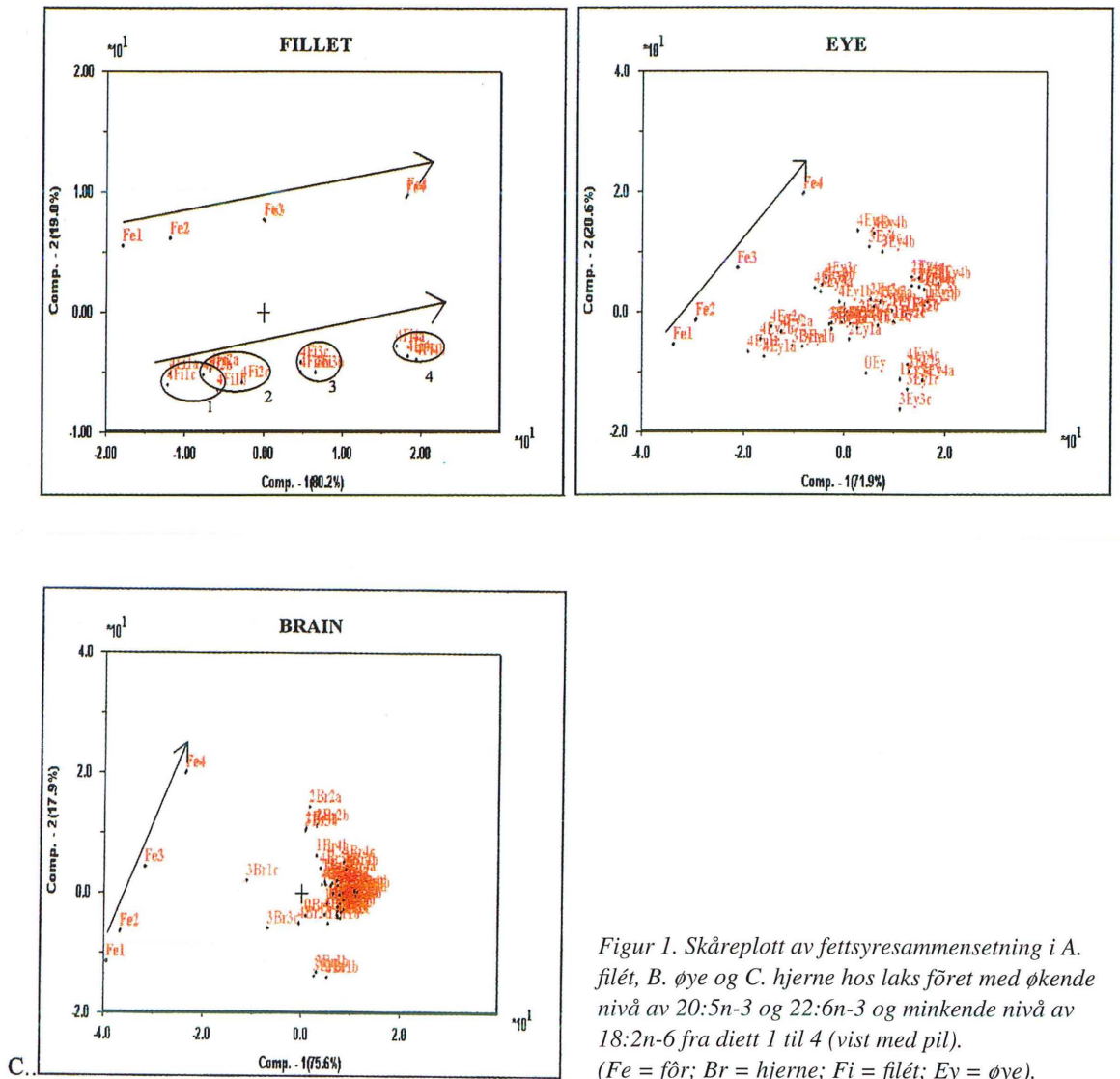
mensetningen i disse organene muligens er genetisk bestemt. Fettsyrer transporteres i blodet i lipoproteiner, og fettsyrene spaltes av de større lipid-molekylene i lipoproteinene vha lipoprotein lipase i kapillærårene. Det er derfor ønskelig å arbeide videre med problemstillinger omkring transport og opptak av fett og fettsyrer hos laks for å få økt forståelse omkring mekanismene for hvorfor forskjellige organer responderer så forskjellig på dietten fettsyresammensetning. Videre ønsker vi å undersøke om også andre næringsstoffer, som pro- og antioksidanter i fôret, i noen grad virker inn på lipidsammensetningen av lipoproteinene og dermed i neste omgang om det påvirker fettsyresammensetningen i laksens forskjellige organer.



Bente T. Brodtkorb.
(Foto: Dag Paulsen)

Summary:

The fatty acid composition of fillet, eye and brain are influenced by the dietary fatty acid composition in a very different manner. The fillet fatty acid composition almost directly reflects the dietary fatty acid composition (Figure 1A), whereas the eye (Figure 1B) and brain (Figure 1C) fatty acid composition seem to be more stable, thus less susceptible to dietary influence. Dietary lipids are transported by lipoproteins to various organs. It is therefore interesting to further investigate the role of lipoproteins in a possible specific fatty acid uptake mechanism and the route of dietary fatty acids, especially concerning brain and eye. A possible effect of other dietary nutrients, such as pro- and antioxidants, on salmon fatty acid composition are also of interest.



Figur 1. Skåreplott av fettsyresammensetning i A. filét, B. øye og C. hjerne hos laks føret med økende nivå av 20:5n-3 og 22:6n-3 og minkende nivå av 18:2n-6 fra diett 1 til 4 (vist med pil). (Fe = fôr; Br = hjerne; Fi = filét; Ey = øye).

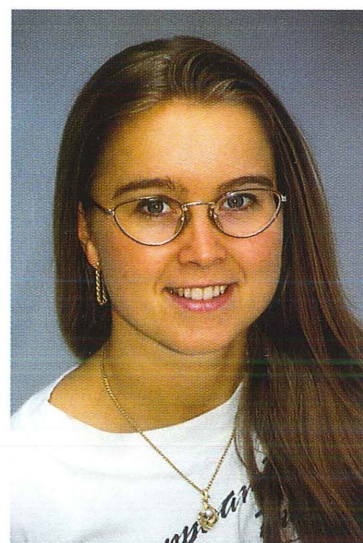
VITAMIN D METABOLISME HOS LAKS

av
Ingvild Eide

Fisk er vår desidert viktigste kilde til vitamin D gjennom kosten, og spesielt filet fra fet fisk som laks, makrell og kveite bidrar til å opprettholde kroppens vitamin D nivå. Hos mennesker blir vitamin D hydroksylert i leveren og nyren før metabolitten 1,25dihydroksy-vitamin D ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) bindes til vitamin D reseptorer i ulike målceller og sørger for økt kalsiumnivå i serum. Fisk får også økt kalsiumnivå i serum etter vitamin D tilførsel, og metabolismen av vitaminet har også vist seg å ha mange fellestrekk med det vi finner hos mennesker. I et studium av laks, makrell, kveite og torsk fant vi hydroksylaseaktivitet i organer som lever, nyre, hodenyre, gjeller, milt og tarm (laks, Figur 1). Det viste seg at hydroksylasene hos fisk var mye mindre organspesifikke, og at det ble produsert flere ulike metabolitter i de fleste organene. Den metabolitten som dominerte i de fleste organene i de fleste artene, var $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, i motsetning til i humant vev der

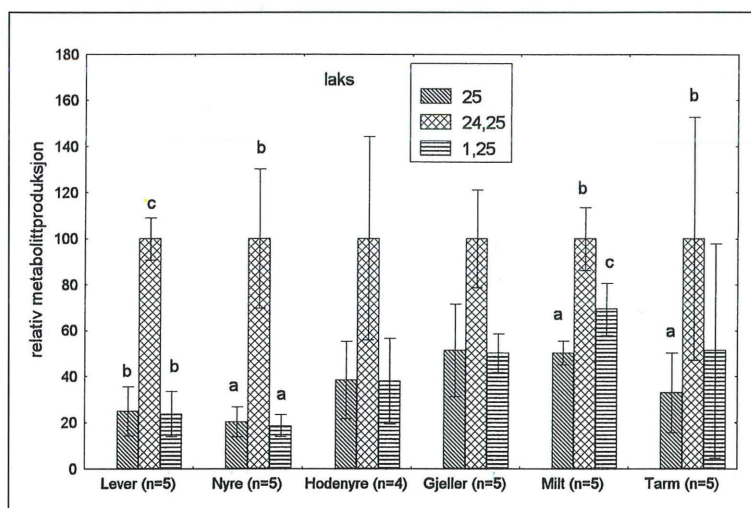
$1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ er hovedproduktet. Denne ulike håndteringen av vitamin D i dietten kan være en av årsakene til at fisk tåler vesentlig større doser vitamin D enn det mennesker gjør. Vi gjennomførte et studium med farmakologiske doser vitamin D i føret til en gruppe startfôringslaks, men fant ingen vekt eller lengdereduksjon hos fisk i denne gruppen sammenliknet med kontrollgruppen. Det har vært foreslått at ubalanse i kalsium- og vitamin D-omsetningen kan være en av årsakene til de økende forekomstene av ryggradsdeformiteter hos hurtigvoksende oppdrettslaks, men man har ennå ikke klart å stadfeste denne hypotesen. I et multivariat oppsett med smoltifiserende laks vil vi undersøke om samspillet mellom parametrene vitamin D, kalsium, vitamin K og CO_2 kan være medvirkende til ryggradsdeformitetene, og hvilke parametre som eventuelt ikke har betydning. Dette forsøket er et samarbeid med flere andre forskningsinstitusjoner.

Smoltifiserende laks gjennomgår en forandring i osmoreguleringen fra et liv i ferskvann med fare for salttap til et liv i sjøvann med fare



Ingvild Eide. (Foto: Dag Paulsen)

for saltoverskudd. Kalsiumnivået i vannet øker minst en 10-gang ved skifte av habitat, og vi er interessert i om vitamin D metabolismen av den grunn endres i løpet av smoltifiseringsperioden. $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ er kjent for å senke kalsiuminntaket hos torsk, og i et samarbeid mellom Ernæringsinstituttet og Institutt for Fiskeri- og marinbiologi ønsker vi å undersøke om nivået av denne metabolitten øker ved laksens overgang fra ferskvann til saltvann.



Figur 1. Relativ metabolittproduksjon (snitt SD) per gram vev for seks organer inkubert med $^{14}\text{CD}_3$ hos laks. Antall paralleller er angitt i parentes for hvert organ. 25 = 25OHD_3 , 24,25 = $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ og 1,25 = $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$. a,b,c angir signifikante forskjeller innbyrdes i et organ.

Summary:

The hydroxylated metabolite, $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, was the dominating vitamin D compound produced in salmon tissue when incubated with $^{14}\text{CD}_3$ (Figure 1, liver, kidney, head kidney, gills, spleen and intestine, respectively). This metabolite is known to reduce calcium absorption in cod intestine.

On the contrary, the more well-known $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ is hypercalcemic. We are currently investigating the possible function of $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ in Atlantic salmon smolts' preparation for life in calcium rich seawater. We are also examining the negative effects associated with vitamin D toxicity.

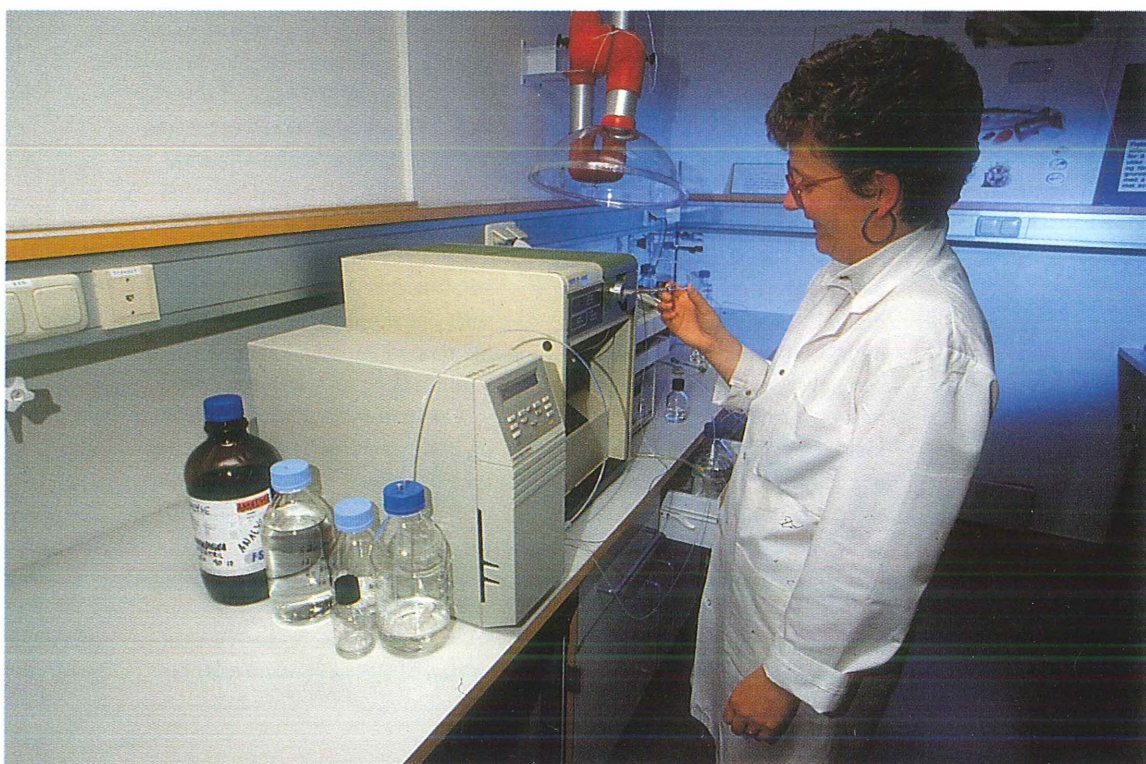


Foto: Mentz Indergaard, Norges forskningsråd.

ANVENDELSE AV ULIKE KARBOHYDRATKILDER I FÔR TIL SMOLTIFISERING AV LAKS

av
**Gro-Ingunn Hemre
 & Tom Hansen**
 (Matre Akvakultur-
 stasjon)

Nivåene for karbohydrat i fôr til laks har sunket fra tidligere til å ligge rundt 20–30% til dagens innblanding på 10–15% av fôrets tørrstoffinnhold. 10–15% er et innblandingsnivå som ligger nær opptil det optimale, dvs. en høy karbohydratfordøyelighet og bortimot fullstendig forbrenning av det absorberte karbohydrat vil kunne oppnås med denne innblandingsmengde. Spørsmålet blir så, er det noen forskjell i utnyttelsespotensiale for ulike karbohydratkilder, og hvilke effekt vil ulike karbohydratkilder ha for fôrutnyttelse og fiskens evne til å kunne regulere

blodglukose? Dagens laksefôr varierer i innhold av bl.a. hvete, mais, disse to i blanding, eller en blanding av disse sammen med flere andre karbohydratkilder. I det foreliggende forsøk er det testet effekt av hvete-, mais- og havrestivelse i en av de faser i laksens livssyklus som er mest kritisk – smoltifisering.

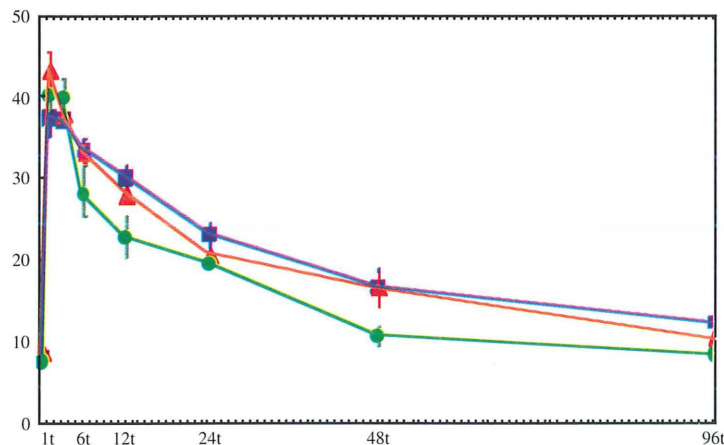
Triplikate kar med laks ble gitt fôr inneholdende enten 10% stivelse fra hvete, mais eller havre. Alle stivelsene var gelatinisert. Likevel er det i forsøk vist at absorpsjonshastighet varierer mellom disse stivelsestypene, der mais absorberes svært hurtig, hvete har en medium absorpsjonshastighet, og havre en svært sen absorpsjonshastighet. Det er også vist at rundt 10% innblanding av gelatinisert stivelse vil gi en fordøyelighetskoeffisient på rundt 90%. Etter en vekstperiode på 3 mnd. var sluttvekt i alle grup-



Gro-Ingunn Hemre.
 (Foto: Dag Paulsen)

per lik. Fiskene gitt hvetestivelse hadde derimot en fôrfaktor på 1,1, mens både mais og havrefôret fisk hadde en fôrfaktor på 1,6. Tatt i betraktning svært lav vanntemperatur og delvis sen veksthastighet regnes en fôrfaktor på 1,1 som god. For hver enhet vektøkning trengte fisk fôret med hvete litt over halvparten av den proteinmengden som mais og havrefôret fisk. Dette tolkes som en langt bedre proteinsparende effekt av hvetestivelse enn av de to andre stivelsestypene ved så kalde vanntemperaturer og gjennom smoltifisering. Fiskens helse var imidlertid god i alle grupper, og ingen variasjon ble funnet i hematologiske verdier eller enzymaktiviteter i blod. Trass i fôrinntak hver dag, og en daglig tilvekst på rundt 0,2% forbrukte laksen kroppsreserver fra fett og glykogen (avmagring) gjennom denne vårfasen med lave temperaturer. Muskelfett var sunket fra 5% til rundt 3%, og

mmol/L



Figur 1. Blodglukose i laks gitt en injeksjon på 1g glukose/kg kroppsvekt. x-aksen viser timer etter injeksjon, y-aksen viser konsentrasjon av glukose i blod. Grønn = laks adaptert til maisstivelse, rød = laks adaptert til hvetestivelse og blå = laks adaptert til havrestivelse.

muskel glykogen fra 1,7 mg/g til 1 mg/g (fiskestørrelse 150 gram), mens leverglykogenlagre var sunket fra 27 mg/g til under 20 mg/g. Etter 3 mnd. tilvenning til de ulike stivelsestyper ble laksens glukosetoleranse testet. En hurtig respons på glukoseinjeksjon ble

funnet i alle grupper (figur 1). Maisfôret fisk, som var tilvendt hurtig absorberende stivelse, viste en raskere regulering av blodglukose (48t) enn fisk tilvendt hvete (medium absorpsjonshastighet) og havre (sen absorpsjonshastighet), der det tok 4 døgn før blodglukose

var normalisert. Alle grupper viste en respons i fettkomponenten triacylglycerol (TAG) i blod etter glukoseinjeksjon, på linje med det man finner for andre dyr og for mennesker, der en hurtig økning i blodglukose gir en reduksjon i TAG nivåer i blod.

Summary:

Gelatinized wheat, corn and oats were evaluated as starch sources in diets for Atlantic salmon in a 54 day feeding trial from March to May, during which time the fish underwent a parr-smolt transformation. Rearing temperature averaged 2°C. At the end of the feeding period, selected fish from each group were injected with glucose to test whether starch source adaptation influenced the glucose regulation capacity of the fish. All diets contained equal amounts of starch energy, crude protein and crude lipid. In spite of the very low water temperatures, significant growth with specific growth rates of 0.2 and a similar condition factor of 1.2 for all groups were obtained. Lipid and glycogen stores in whole body, muscle and liver decreased as a consequence of parr-smolt transformation, season or water temperature. The feed conversion ratio was found to be substantially improved in fish fed wheat starch compared to corn and oat. After glucose loading and during the first 3 h of recovery, a decrease in plasma triacylglycerol levels was observed. Glucose loading resulted in peaking of plasma glucose after 1h, with values ranging from 40–45 mM, followed by a slow return to initial values within 2 days in corn starch adapted fish, and 4 days in wheat and oat starch adapted fish.



ERNÆRINGENS BETYDNING FOR LAKSENS IMMUNSYSTEM – EN BESKRIVELSE AV VÅR AKTIVITET

av
Bjarte Lygren

Som hos mennesker kan også laksens immunceller gjenkjenne sykdomsfremkallende mikrober og eliminere disse ved påfølgende immunreaksjoner. Immunsystemet påvirkes av en rekke faktorer inkludert ernæringsstatus (fig. 1). Mye tyder på at samspillseffekter mellom næringsstoffer kan være årsak til endel tilsynelatende motstridende resultater i litteraturen innen dette forskningsfeltet. Vi har

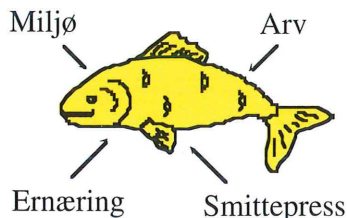
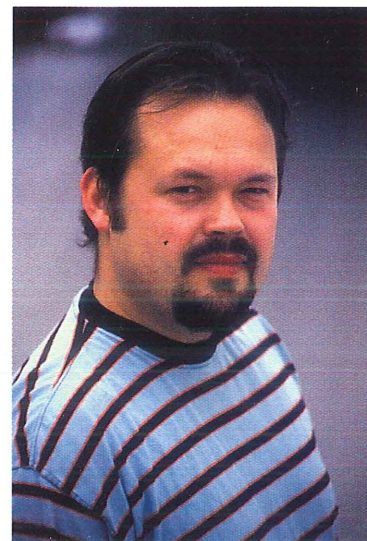


Fig. 1. Faktorer som innvirker på laksens helse

derfor, i samarbeid med industrien, gjennomført et multivariat studium for å undersøke dette nærmere. I tillegg til tradisjonelle *in vivo* studier arbeider vi også med *in vitro* teknikker der næringsstoffer tilsettes direkte til immunceller i forbindelse med måling av bestemte celleresponser. Vi har undersøkt effekten av mikronæringsstoffer på «drapskapasiteten» til fagocytiske celler (spiseceller) i laksens immunsystem ved bruk av en slik *in vitro* teknikk. Som eksempel er effekten av kobber vist i fig. 2. Det er også viktig å studere samspillet mellom ernæring og miljø. Vi har nylig gjennomført et forsøk der vi ønsket å finne ut om forskjeller i vannets oksygenmetning og vitamin E nivå i føret innvirker på laksens sykdomsresistens og immunrespons. Effekter på det spesifikke immunsvaret etter stikkvaksinering er vist i fig. 3. Vi har også i samarbeid med industrien undersøkt effekten av å tilsette et immun-



Bjarte Lygren.
(Foto: Dag Paulsen).

stimulerende glykoprotein til laksens fôr. Immunostimulanter styrker uspesifikke forsvarsmekanismer og kan inkluderes i vaksiner eller blandes direkte i føret i situasjoner med økt sykdomsrisiko.

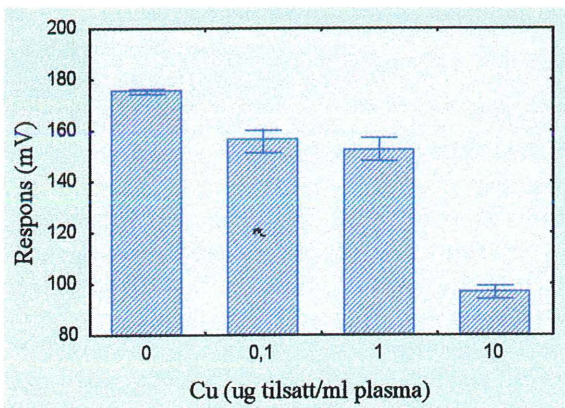


Fig. 3. Antall celler som produserer antistoff (APC) mot furunkulosebakterien seks uker etter vaksinering, fra laksen føret med høyt eller lavt vitamin E nivå i føret og behandlet med eller uten oxygenovermetning (+/-ox) i vannet, målt ved ELISPOT teknikk.

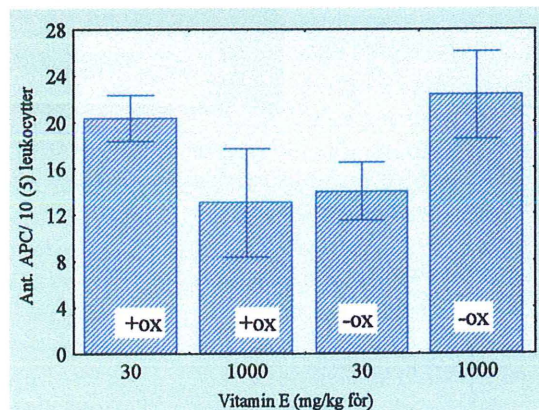


Fig. 2. «Drapskapasiteten» til laksefagocytter inkubert i plasma med ulike kobbernivåer målt ved kjemiluminescens.

Summary:

This presentation summarizes some examples of our research activity in Atlantic salmon nutritional immunology. Our latest research projects include; a multivariate feeding trial where we examined the effects of six micronutrients and dietary lipid on some nonspecific defence factors, in vitro studies examining the influence of pro- and antioxidant micronutrients on phagocytic activity, an investigation of the immunostimulatory capacity of bovine lactoferrin supplemented to the diet and a study on the impact of vitamin E and dissolved oxygen concentration on the resistance against furunculosis and the immune response following vaccination.



Foto: Mentz Indergaard, Norges forskningsråd.



JERN I FÔR TIL ATLANTISK LAKS – BEHOV, TILGJENGELIGHET, INTERAKSJON OG HELSE

av

Friede Andersen

Jern er et livsnødvendig grunnstoff for de fleste levende organismer, og inngår blant annet i transport av oksygen og i energiomsetningen i cellene. Kunnskap om jernmetabolismen hos laks har vært liten, men en går ut i fra at flere av de mekanismene man kjenner fra andre vertebrater også gjelder for fisk. En viktig forskjell er imidlertid at laksen lever i et akvatisk miljø. Det er derfor viktig å få kunnskap om jernomsetningen hos laks for å kunne gi gode anbefalinger om jernnivå i fôr.

Utgangspunktet for prosjektet var å studere omsetningen av jern hos Atlantisk laks (*Salmo salar*) med vekt på behov og tilgjengelighet av ulike kjemiske former av jern. Det ble videre undersøkt samspillseffekter mellom jern og andre mikronæringsstoffer som mangan, sink, kobber og vitamin C, samt effekten av jerntilsetning på noen helseparametre.

Tre fôringsforsøk er gjennomført. I forsøkene I og II ble syntetiske dietter tilsatt graderte mengder jern benyttet, mens i forsøk III ble det fôret en ekstrudert fiskemelsdiett med eller uten jerntilsetning og med en stabil eller en ustabil form av vitamin C.

Behov

Resultater fra forsøk I viste de kritiske jernnivåene i fiskens vev, dvs de nivåer hvor fiskens jernlager ikke er tilstrekkelig for å dekke behovet for jern. Det synes som om en konsentrasjon på mindre 65 mg jern/kg våt vekt i lever og 10

mg jern/kg våt vekt i helfisk er for lavt for å opprettholde syntesen av hemoglobin (Fig 1). Ut i fra responskurvene for ulike statusindikatorer ble minimumsbehovet for jern estimert. Behovet varierte ut ifra hvilken statusindikator som var grunnlaget for behovsestimaten. Den beste indikatoren synes imidlertid å være konsentrasjon av jern i lever, siden leveren er det viktigste lagringsorgan for jern. Minimumsbehovet som ble estimert på grunnlag av responskurven for jern i lever var 85 mg jern/kg. Det reelle jernbehovet under praktiske forhold kan imidlertid være betydelig høyere da mange faktorer har innvirkning på jernbehovet. I en fiskemelsdiett kan andre fôringsredienser som for eksempel soya og kalsium virke hemmende på jernopptaket. Førfaktoren er oftest lavere ved bruk av praktiske dietter enn syntetiske dietter. Forbedret fôrfaktor vil kunne øke jernbehovet, noe som gjør det problematisk å sammenligne syntetiske dietter med praktiske fôr. Dette bekreftet også resultater fra forsøk III hvor fisk fôret med en fiskemelsdiett uten jerntilsetning ikke var i stand til å opprettholde jernstatus. Denne dietten hadde et jerninnhold på 160 mg/kg. Etter 20 uker hadde denne fisken et jernnivå i lever som tilsvarte det kritiske nivået på 65 mg jern/kg (Fig 1). Dette bekreftes også av en signifikant positiv korrelasjon mellom jern i lever og hemoglobin i blodet hos denne gruppen. Det anbefales derfor en tilsetning på minst 50 mg jern/kg i en fiskemelsdiett.

Tilgjengelighet

Resultater fra forsøk II viste at hemjern har en bedre tilgjengelig-

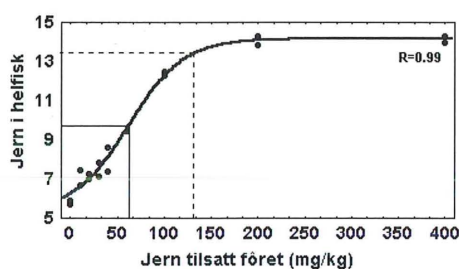
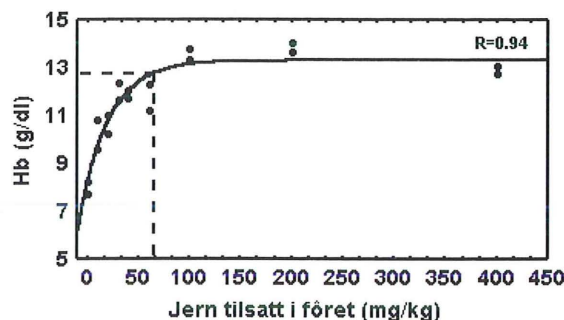
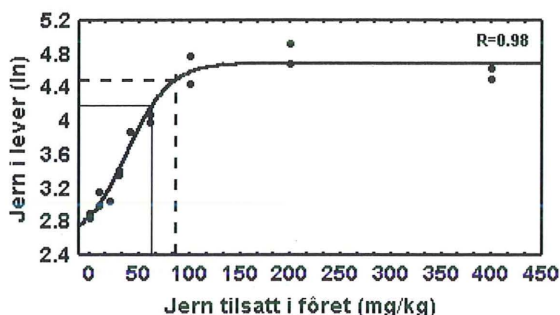


Friede Andersen.
(Foto: Dag Paulsen)

het enn jernsulfat, mens jern i elementær form er utilgjengelig for fisken, med unntak av svært høye konsentrasjoner. Lave nivå av elementært jern så ut til å redusere tilgjengeligheten av det naturlig eksisterende jernet i fôret. Økende tilsetning av jernsulfat i fôret utover behovet økte ikke laksens jernstatus. Dette kan tyde på at laks er i stand til å regulere absorpsjonen av jern ut i fra behov, og at faren for å absorbere for mye jern er liten, noe som også er vist i forsøk I og forsøk III. Jernstatus hos laks fôret med dietter tilsatt hemjern økte med økende jerntilsetning, noe som tyder på at absorpsjon av hemjern ikke er regulert i forhold til jernstatus. Videre forskning er imidlertid nødvendig for å kunne trekke klare konklusjoner.

Interaksjoner

Jerntilsetning i fôret syntes ikke å påvirke fiskens status av andre



Kritiske jernnivå i fiskens vev

Lever < 65 mg jern/kg våt vekt

Helfisk < 10 mg jern/kg våt vekt

Fig. 1. Kritiske jernnivå hos Atlantisk laks føret en kasein/gelatin diett tilsatt graderte mengder jern. Det nivået av jern tilsatt i dietten hvor Hb konsentrasjonen i blodet synker (63 mg jern tilsatt) er brukt til å estimere kritiske jernnivåene i lever og helfisk.

mineraler som sink og kopper, mens fisk med jernmangel føret med dietter tilsatt jern fikk redusert mangan status. Dette kan tyde på at fisk med jernmangel prefererte opptak av jern på bekostning av mangan.

Forsøk I viste at økende jernnivå i føret reduserte fiskens vitamin C status. Forsøk III viste imidlertid at denne effekten hovedsakelig var knyttet til forhold i dietten og ikke i fisken. Ved å benytte stabile vitamin C former (som i dag er standard) vil jerntilsetning ha liten eller ingen effekt på vitamin C status. Men det er likevel

viktig å være klar over dette forholdet tatt i betraktning at andre næringsstoffer i føret også kan påvirkes av jern. Utfordringen videre er derfor å finne jernformer som er tilgjengelig for fisken og dekker fiskens behov uten å påvirke føret forøvrig.

Vekst og helse

Ut i fra resultatene fra forsøkene ser det ikke ut som jern har effekt på vekst, hverken ved høye eller lave konsentrasjoner. Det var heller ingen dødelighet i noen av gruppene i forsøkene. Tilsetning

av 400 mg jern i en fiskemelsdiett hadde ingen effekter på de ikke-spesifikke immunparameterene som ble målt i dette forsøket. Heller ikke marginal jernstatus synes å ha innvirkning på det ikke-spesifikke immunsystemet. Sammenhengen mellom jern og helse er heller ikke klarlagt hos mennesker til tross for intensiv forskning gjennom mange år. Det er derfor klart at videre forskning på sammenhenger mellom jern og helse hos fisk er påkrevet før en kan trekke endelige konklusjoner.

Summary:

The minimum iron requirement of Atlantic salmon is estimated to be 85 mg/kg using hepatic iron concentration as a status indicator. However, in practical farming conditions there are several factors which affect the iron requirement. A fishmeal based diet without iron supplementation may not maintain iron status, and requires a supplementation level of at least 50 mg iron/kg.

A whole body iron concentration below 10 mg/kg wet weight and a hepatic iron concentration below 65 mg/kg wet weight indicate subclinical iron deficiency, since these tissue iron levels are insufficient to maintain blood Hb concentration.

TOXICOLOGICAL EVALUATION OF THE UPPER LIMITS OF DIETARY COPPER IN ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR*)

by
Marc H.G. Berntssen,
Ph.D.-student

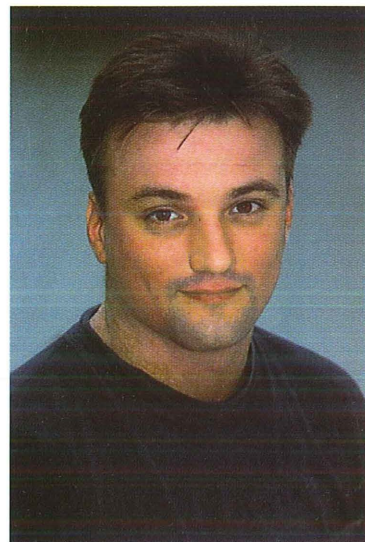
Copper is known to be an essential mineral for fish and is therefore often supplemented to the commercial fish feeds, reaching maximum levels of 34 mg Cu/kg feed. In fish nutrition, few studies have focused on the possible negative effects of heavy metal supplementation to commercial feeds. Little is known about; a) toxic effects on fish, b) accumulation of dietary metals to parts of the fish used for human consumption and c) the excretion of heavy metals through faeces which could affect the sediment concentrations.

Norway, being a member of the EØS, generally follows the legislations of the EU. In feed legislation, emphasis has been seaced on the upper limits of feed ingredients, and the upper limit for dietary Cu has been set at 35 mg/kg feed. The upper limits of dietary minerals have been based on agricultural data as opposed to aquacultural evaluations, despite fundamental differences in bioavailability, sensitivity to toxic compounds, and metabolism in mammals and

fish. It is therefore important that toxicological evaluations of the upper limits of feed supplements are made with emphasise on aquatic animals.

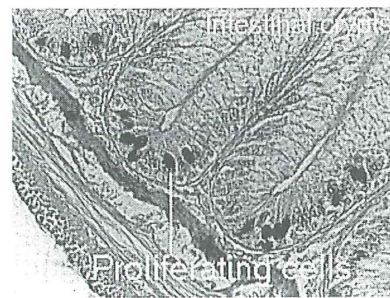
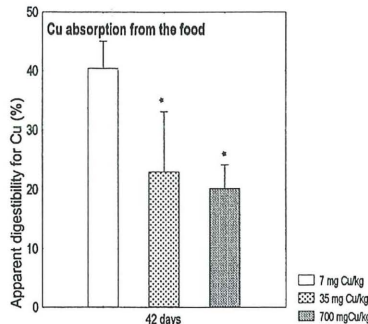
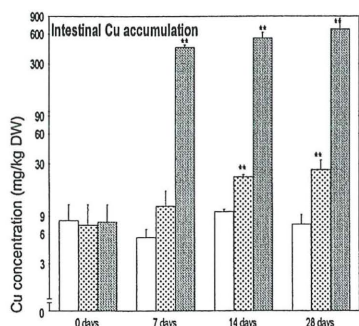
The Institute of Nutrition cooperates with NIVA-Oslo and the University of Nijmegen, The Netherlands on studies to examine dietary copper toxicity in Atlantic salmon. In order to investigate toxic dietary metal concentrations, biochemical and physiological parameters are being used in addition to Cu absorption, accumulation and effects on growth. Biochemical and physiological parameters are used as «early warning» signals of dietary mineral toxicity. These parameters include the synthesis of special metal-binding proteins (metallothioneins) and intestinal cellular responses such as cell proliferation and cell death.

Our studies have shown that the upper limit of 35 mg Cu/ kg feed causes a significant increase in intestinal cell turn over and an onset of stress responses in the fish. Furthermore, indications of impaired growth at this dietary Cu concentration have been found. Dietary Cu does not seem to accumulate in body organs except in the intestine. Thus, contamination



Marc H. G. Berntssen.
(Foto: Dag Paulsen)

of fish products used for human consumption by copper from feed is a likely to occur. The uptake of Cu from feed was found to be most effective at dietary Cu concentrations of 10 mg Cu/ kg feed (40%), at a concentration of 35 mg Cu/kg feed the uptake of Cu decreased substantially (to 20–25%). From these data it would be advisable to lower the upper limit of dietary Cu in order to avoid toxic responses in the fish, and to reduce the excretion of Cu to the aquatic environment.



KAN MARIN FISK SYNTETISERE VITAMIN C?

av
Anne Mæland

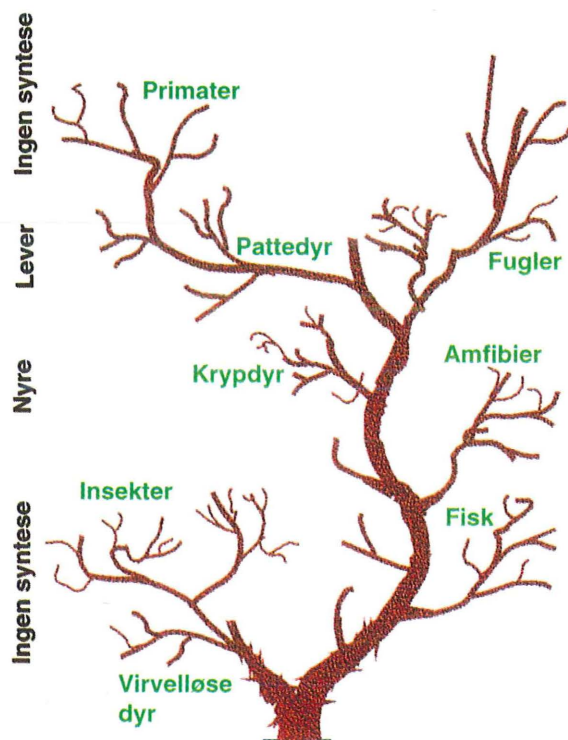
De fleste pattedyr med unntak av primater, flaggermus og marsvin kan syntetisere vitamin C utfra en kjemisk forløper, L-gulonolakton. Også amfibier, krypdyr og noen fugle- og fiskearter kan syntetisere vitamin C, mens virvelløse dyr ikke kan danne vitamin C selv (Figur 1). I lever eller nyre hos alle vitamin C syntetiserende arter finnes det et enzym, L-gulonolaktonoksidase (GLO), som katalyserer det siste trinnet i syntesen av vitamin C.

Fisk som ikke kan syntetisere vitamin C må få tilført vitamin C gjennom maten de spiser. Vitamin

C i naturlig form er ustabil og ødelegges raskt når det blir utsatt for fuktighet, lys, luft og varme. Det finnes lite naturlig vitamin C i råstoff til fiskefôr, og det som finnes vil tapes under forproduksjon og lagring. Vitamin C tilsettes derfor i dag til fôret i en stabil form hvor fosfatgrupper er bundet til vitaminet. Med unntak av regnbueørret er det ikke undersøkt om fiskearter i de kaldere farvann har evne til å syntetisere vitamin C. Dermed har en ikke med sikkerhet kunnet si at alle våre fiskearter i oppdrett har behov for vitamin C. Vi ønsket å undersøke om forskjellige arter fra våre farvann har GLO aktivitet og derfor er selvforsynt med vitamin C.



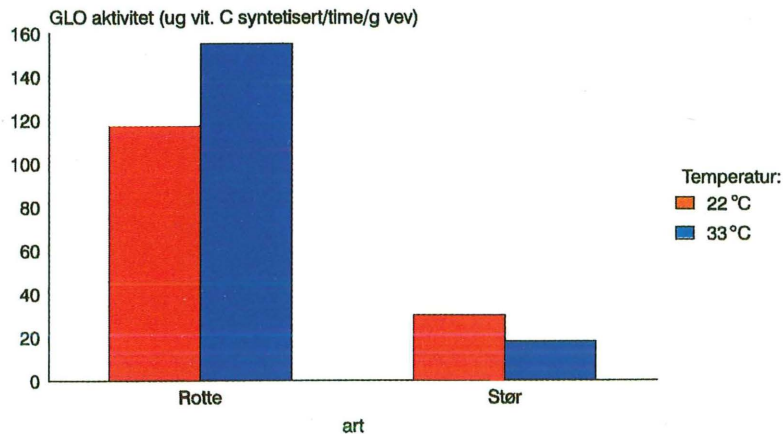
Anne Mæland.
(Foto: Dag Paulsen)



Figur 1.
Oversikt over dyregruppers evne til å danne vitamin C og i hvilket organ syntesen foregår.

Innledende studier hvor enzymreaksjonen ble kjørt ved 22 og 37 C viste at høyest enzymaktivitet hos stør er ved 22 C i motsetning til hos rotte hvor det er høyest GLO aktivitet ved 37 C (Figur 2). Det ble samlet inn lever- og nyrevæv av kveite, piggvar, torsk, ål, makrell, sild, stør og pigghå. Evne til å syntetisere vitamin C ble undersøkt ved en enzymreaksjon, hvor en økning i vitamin C konsentrasjon måles etter en viss tid. Rottelever ble brukt som positiv kontroll.

Resultater er gitt i tabell 1. Ifølge resultatene våre kan pigghå og stør danne vitamin C i nyrene, men ikke i leveren. Dette er også vist for andre arter av stør og bruskfisk. Det ble i forsøket vist at laks, kveite, piggvar, sild, ål, torsk og makrell ikke kan lage vitamin C selv. Disse artene må derfor få vitamin C tilført via maten de spiser, enten det er i oppdrett eller levendefangning og lagring av villfisk.



Figur 2.
GLO enzym aktivitet i rotte lever og stør nyre ved to forskjellige temperaturer

art	ug vitamin C syntetisert/time/g vev ± SD	
	lever	nyre
Pigghå (<i>Squalus acanthias</i>)	0	84 ± 23
Stør (<i>Acipenser ruthenus</i>)	0	30 ± 9
Ål (<i>Anguilla anguilla</i>)	0	0
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	0	0
Laks (<i>Salmo salar</i>)	0	0
Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	0	0
Makrell (<i>Scomber scombrus</i>)	0	0
Kveite (<i>Hippoglossus hippoglossus</i>)	0	0
Piggvar (<i>Scophthalmus maximus</i>)	0	0
Rotte	61 ± 7	0

Tabell 1.
Evne til å syntetisere vitamin C hos noen fiskearter målt ved enzymaktivitet

Summary:

Vitamin C is synthesised in livers or kidneys in most mammals, amphibians, reptiles and in some birds and fish species. All vitamin C producing tissue contains the enzyme L-gulonolactone oxidase, which catalyses the final step in vitamin C synthesis. In the present experiment vitamin C synthesis was examined in livers and kidneys from dogfish, sterlet, eel, herring, Atlantic salmon, cod, mackerel, Atlantic halibut and turbot. Rat liver was used as a positive control. L-gulonolactone activity was only detected in kidneys from sterlet and dogfish. These results shows that all of the marine teleosts in this experiment require dietary supplementation of vitamin C.

MOT FORMULERTE FÔR TIL KVEITELARVER?

av
Kristin Hamre

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har kartlagt den ernæringsmessige sammensetningen av kveitelarvens naturlige byttedyr, copepoder, og arbeider med å forbedre sammensetningen av Artemia slik at den i større grad skal dekke larvenes ernæringsbehov. Parallelt blir det utviklet et formulert fôr basert på varmebehandling, med sikte på å forkorte eller erstatte levendefôrfasen. Foreløpige resultater viser at en betydelig reduksjon av levendefôrfasen er innen rekkevidde. Det fins relativt lite kunnskap når det gjelder behov og omsetning av hoved- og mikronæringsstoffer hos ung kveite.

Ernæringsinstituttets engasjement innenfor forskning på kveitelarver og -yngel har i 1977 vært knyttet til prosjektet «Intensiv produksjon av kveiteyngel – ernæring og yngelkvalitet», som er finansiert av Norges forskningsråd, og et samarbeid med Havforskningsinstituttet,

SINTEF, AKVAFORSK og Fiskeriforskning.

Mye forskning har vært lagt ned når det gjelder å gjøre oppdrett av kveite til en næring. Fremdeles gjenstår endel ubesvarte spørsmål, særlig på larve- og yngelstadiet, før man kan oppnå en reproduserbar produksjonen. De senere år har strategien vært å utvikle en intensiv produksjonslinje for larver og yngel, basert på saltreka Artemia. Denne er kommersielt tilgjengelig i form av cyster som klekkes i laboratoriet før de føres ut til larvene.

Artemia har imidlertid ikke riktig ernæringsmessig sammensetning for kveitelarver. Dette er en viktig årsak til den manglende forutsigbarhet i produksjonen og at en stor andel av yngelen blir feilutviklede og feilpigmenterte. Artemia inneholder for eksempel ikke nok langkjedete omega-3 fettsyrer til å dekke larvenes behov. Man anriker derfor Artemia med emulsjoner basert på marint fett, før de føres ut til larvene. Hittil har man i stor grad brukt kommersielt tilgjengelige emulsjoner. Sammensetningen av disse er bare delvis kjent, og kan variere over tid. I forskningssammenheng var det



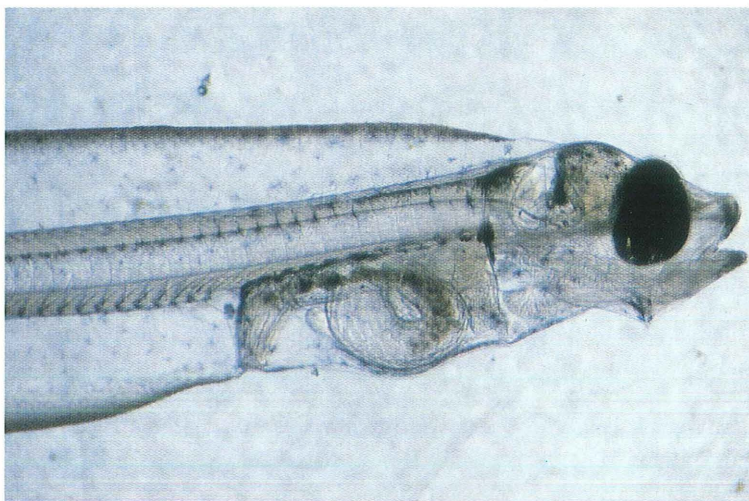
Kristin Hamre.
(Foto: Dag Paulsen)

derfor helt nødvendig å utvikle en egen emulsjon for å få full kontroll med næringsinnholdet. Basisen for en slik emulsjon er nå utviklet av SINTEF innenfor prosjektet «Intensiv yngelproduksjon av kveite». Emulsjonen er basert på en olje som inneholder nesten 50% DHA, den viktigste essensielle fettsyren for kveitelarver. Den må tilsettes balanserte nivå av andre næringsstoffer dersom Artemia skal bli et fullverdig fôr for kveitelarver.

Ernæringsinstituttet utførte i perioden 1994–96 en omfattende kartlegging av innholdet av mikronæringsstoffer i kveitelarvenes naturlige byttedyr, copepoder, sammenlignet med innholdet i Artemia. Resultatene har dannet grunnlag for utvikling av en vitaminblanding som gir Artemia riktiger sammensetning. Kombinasjonen av vitaminblanding og nyutviklet emulsjon er nå under utprøving på kveitelarver ved Austevoll havbruksstasjon, Havforskningsinstituttet. Foreløpige resultater tyder på at



Fig. 1. Formulert fôr til kveiteyngel.



(Foto: Kristin Hamre)

dette konseptet i alle fall gir like gode resultater som de kommersielle emulsjonene. Dette gir oss muligheter til å arbeide videre med å tilpasse sammensetningen av Artemia til larvenes behov.

Parallelt med arbeidet på levendefôr blir det gjort forsøk med sikte på å utvikle et formulert fôr tilpasset kveitelarver. Et slikt fôr vil forenkle yngelproduksjonen

vesentlig, fordi man får kontroll med fôrets ernæringsmessige sammensetning og slipper å holde levende fôrorganismer i kultur. Kveitelarvens tarmsystem er ferdig utviklet først etter metamorfose. Utfordringen blir derfor å lage et fôr med næringskomponenter som larvene kan fordøye og absorbere. Samtidig må fôrets tekniske egenskaper være slik at det blir til-

gjengelig for larvene, i praksis må det ha tilnærmet nøytral oppdrift hvis det skal brukes til de minste larvene. Sammen med det faktum at larvene må ha svært finpartikulært fôr, stiller dette store krav til fôrets lekkasje-egenskaper.

I første omgang er det aktuelt å lage et fôr som kan brukes i siste del av larvestadiet, når larvene kan holdes i kar med lav vannstand. Man omgår da problemet med fôrets synkehastighet, og larvens tarmsystem er kommet lengre i utviklingen enn hos de aller yngste stadiene. En halvering av perioden da larvene tilbys levendefôr er innen rekkevidde, og vil kunne redusere behovet for Artemia med ca. 80%.

Når det gjelder ernæringsbehov hos kveite-larver og -yngel, er det få publiserte data, og mer kunnskap vil være en forutsetning for utvikling av gode og kostnads-effektive fôr. I dette arbeidet kan Ernæringsinstituttet bidra med utstrakt erfaring fra ernæringsstudier med laks, og et godt utbygget analyseverktøy.

Summary:

Most marine fish larvae in culture are offered live feed during the period between firstfeeding and metamorphosis. Development of better farming practices, and nutrition during this period is critical for further development of commercial halibut farming. The Institute of Nutrition has studied the nutrient composition of copepods, the main prey items of Atlantic halibut larvae in the wild. The data are being used to improve enrichment protocols for Artemia, and for development of a formulated diet which will shorten or replace the period in which fishlarvae are offered live feed.

KVALITET OG BRUK AV SJØMAT

SUNN OG SIKKER MAT «MILJØDATABASE»

av
Kåre Julshamm

Bakgrunn

I den rike del av verden er feil kosthold en vesentlig årsak til store helseproblemer. Økt bruk av sjømat kan være med på å redusere disse problemene. Økende bevissthet om kosthold vil kunne føre til økt markedspotensiale for sjømat (ref. St. meld. 48, 1994/95). Estimater for økningen de neste årene er beregnet til 2.5 % per år. Utvalget av matvarer i den industrialiserte verden er enormt og konkurransen er dermed sterk mellom de forskjellige matvaregruppene. Skal norsk sjømat være konkurranse-dyktig vil det være av betydning at norsk sjømat markedsføres som sikker og sunn mat. Det betyr at det 1) dokumenteres gode data for tilstedeværelse av positive næringsstoffer som det allerede er «mangel» på i befolkningen og helseeffekter av disse og 2) data som viser at sjømat er sikker mat, det vil si ikke inneholder for høye verdier av fremmedstoffer.

I Norge kommer det til tider data fra forurensede steder «hot spots» i dagspressen, der fremmedstoffer/miljøgifter i sjømat blir trukket frem. Ofte er sannhetsverdien i disse oppslagene bekymringsverdig lav samt at de fanges lett opp av utenlandske medier. For å møte slike «hot spots» er det helt nødvendig å ha dokumentasjon om våre viktigste fiskerier og tilstedeværelsen av ulike fremmed-

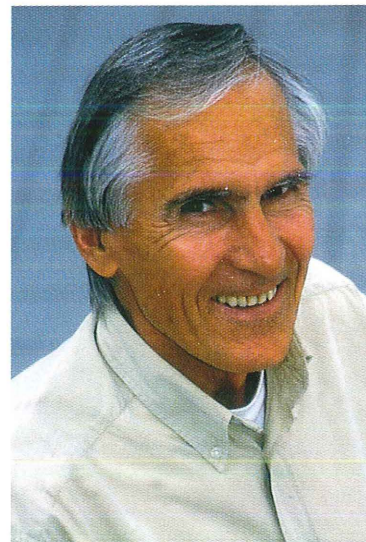
stoffer, og hvordan disse verdiene er i forhold til det som er akseptert som maksimalt inntak før det slår negativt ut på folks helse (PTWI= provitional tolerable weekly intake).

Målsetting

Å fremskaffe data for fremmedstoffer i fisk og annen sjømat som beskriver den uforurensede marine ressurs. Beskrivelsen skal være så omfattende at eksisterende og fremtidige problemer kan håndteres på grunnlag av etablert kunnskap om innhold av uorganiske og organiske fremmedstoffer samt radioaktive stoffer.

Resultater

Analyseaktiviteten knyttet til Miljødatabasen utføres på kommersielt viktige fiskeslag samt oppdrettsfisk. Fangstområdene for disse er Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen. Så langt er følgende arter inkludert: torsk, skrei, makrell, sild, reker, tobis, brisling, sei og oppdrettslaks. Følgende fremmedstoffer er analysert: 50 metaller (ikke alle av disse er fremmedstoffer; analysert ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt), 15 organiske fremmedstoffer (analysert ved Fiskeridirektoratets sentrallaboratorium) og radioaktivt cesium (analysert ved Havforskningsinstituttet). Felles for alle de analyserte komponentene er at de ligger langt under de verdiene som mange land har definert som øvre grense for fri omsetning av sjømat. Det er allikevel betenkelig at



Kåre Julshamm.
(Foto: Dag Paulsen)

naturfremmede syntetiske stoffer, som for eksempel PCB, kan påvises i fisk i Barentshavet. Dette retter søkelyset på betydningen av arbeidet med å fase ut slike fremmedstoffer.

Framdriftsplaner

Planene for 1998 vil inkludere analyse av artene: hyse, uer, lange og brosme. Det er planer om at ca. 20 arter skal være inkludert i databasen. De viktigste artene må imidlertid prøvetas og analyseres ofte, for eksempel hvert 3. til hvert 5. år. Et godt datagrunnlag for fremmedstoffer i fisk og annen sjømat vil gi Norge et konkurransefortrinn ved eksport, i motsatt fall vil en dårlig dokumentasjon av disse stoffene skape klare handelshindringer.

Summary:

The aim of the project is to provide data that describe the marine resources living in unpolluted waters. The description shall be sufficiently detailed to permit the handling of existing and future problems on the basis of established knowledge concerning the concentrations of inorganic pollutants (about 50 metals not only heavy metals), organic pollutants (about 15 substances) and radioactive cesium. The information will be used to document good nutritive quality/health, and also to promote fair trade in the export of fish and other seafoods.

Very low levels of heavy metals, organic pollutants and radioactive cesium were found in the edible part of the fish species analysed.



Foto: Mentz Indergaard, Norges forskningsråd.



ØKNING AV SELENINNHOLDET I LAKSEFILET – KVALITETSSTYRING GJENNOM BRUK AV SPESIALFÔR I EN KORT PERIODE FØR SLAKTING

Sammendrag
av
Mette Lorentzen

Fisk har generelt høyt seleninnhold og er en viktig kilde til selen i kostholdet, spesielt i områder der seleninnholdet i jordsmonnet er lavt og med påfølgende lavt seleninnhold i korn og andre landbruksprodukter. Det har imidlertid vært vist at seleninnholdet i filet hos oppdrettslaks bare er halvparten av det en finner hos vill fisk. Kan selenkonsentrasjonen i fiskefilet økes, og er det mulig å kunne garantere seleninnholdet på f.eks. 0.5 ± 0.1 mg/kg våtvekt ved bruk av spesialfôr i en kort periode før slakting.

I et tidligere forsøk, utført med lakseunger, ble det vist at det er mulig å øke seleninnholdet i muskelen ved å tilsette selenometionin i fôret. Selenometionin vil kunne følge metabolsmeveiene både til selen og til aminosyren metionin. Ettersom det ikke skilles mellom metionin og selenometionin i metabolismen, vil selen, gitt som selenometionin, kunne bygges inn uspesifikt i proteiner. Denne innbyggingen av selen er ikke underlagt homeostatisk kontroll, og en betydelig økning i selenkonsentrasjonen i muskel vil derfor kunne være mulig.

På grunn av høy pris vil imidlertid tilsetning av selenometionin

fordoble prisen på fôret. Selenometionin er heller ikke på listen over stoffer som er tillatt brukt i fiskefôr. Et alternativ er derfor å bruke selenrik gjær. Selenrik gjær er framstilt ved å la gjærceller vokse i et medium der selen er tilstott i form av selenitt. Gjærcellene vil kunne omdanne selenitt til organisk bundet selen, bl.a. i form av selenometionin.

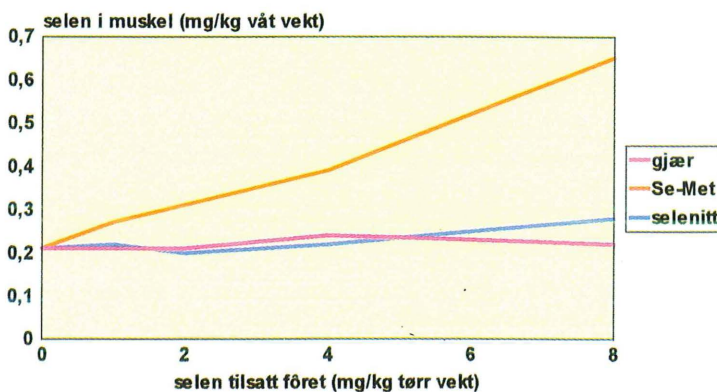
Ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har selenrik gjær, selenitt og selenometionin blitt prøvd ut som selentilsetning i fôr med slakteferdig fisk i kortvarige forsøk. Det ble vist at selenometionin effektivt øker selenkonsentrasjonen i muskel, mens selenitt bare i svært liten grad hadde effekt.

Dette var som forventet. Bruk av selenrik gjær var derimot ikke fullt så enkelt. For det første har gjær en svært karakteristisk lukt. Ved



Mette Lorentzen.
(Foto: Dag Paulsen)

høy innblanding i fôret (8%) nektet fisken (regnbueørret) å spise fôret. Det fins dessuten p.t. ikke metoder



Selen i muskel hos Atlantisk laks gitt fôr tilsatt hhv. selenitt, selenometionin og selenrik gjær fire uker før slakting.

Summary:

Experiments carried out at the Institute of Nutrition have shown that the selenium concentration of fillets of Atlantic salmon (1–2 kg) could be doubled through addition of dietary selenomethionine for a period of four weeks. Selenized yeast may be used as a source of selenomethionine. It should, however, be emphasised that the yeast must be produced correctly and that the dietary yeast content is limited in order to prevent reduced appetite of the fish.

for bestemmelse av den kjemiske formen til selen i gjær eller vev. I hvilken grad gjærcellene faktisk har omdannet selenitt til selenometionin kan dermed ikke kontrolleres. Det er kanskje verd å nevne at slike gjærpreparater selges som «organisk selen» i svært kostbare helsekostpreparater. Et slikt preparat ble utprøvd som selenometionin kilde til laks. Det ble ikke funnet noen effekt på selenkonsentrasjonen i muskel. Så enten kan ikke laks fordøye gjær, eller så inneholdt ikke denne gjæren selenometionin. Ettersom vi har funnet økning i muskelselen når det ble brukt selenrik gjær produsert i laboratoriet, konkluderer vi med at den kommersielle gjæren som ble brukt ikke var framstilt på en korrekt måte og derfor ikke hadde omdannet selenitt til selenometionin.



*Foto: Mentz Indergaard,
Norges forskningsråd.*

SLAKTEKVALITET HOS KVEITE OG LAKS

av
Ragnar Nortvedt

I 1997 ble det satt fokus på slaktekvalitet hos både kveite og laks, dog med forskjellig innfallsvinkel. Eksperimentelle studier i samarbeid med Havforskningsinstituttets Havbruksstasjon Austevoll, tok for seg fettdeponering og smakelighet hos kveite i et NFR-finansiert-prosjekt under programmet «Marine arter i oppdrett». I et prosjekt under NFR-programmet «Produksjon av laksefisk» ble det i samarbeid med Havforskningsinstituttet, Akvaforsk, Fiskeriforskning og SINTEF Teknisk Kjemi, fokusert på metoder for måling av slaktekvalitet hos laks.

Slaktekvalitet hos kveite

Ved slakting 4. leveår varierer individvektene rundt 3–14 kg. Filetens vektandel av total våtvekt ligger på 54 (+1) % for 2.4 kg kveite, og nærmere 60 % for større fisk. Kveiten er opportunistisk i fødevalg, men filet kvaliteten påvirkes av føret. Fettinnhold i filet øker fra hale til hode. Både fiskens størrelse og fettinnholdet i føret samvirker positivt med hensyn på sen-

soriske egenskaper. To kilos fisk viste således bedre sensoriske egenskaper enn mindre kveite. Filet fra fisk på 2.7 kg, som fikk føre med 20–40 % fett (av tørrstoff), hadde friskere og mer syrlig smak og en saftigere konsistens enn fisk av samme størrelse som fikk 10 % fett i føret. Vesentlige ansamlinger av fett finnes i rød muskulatur og langs buk og ryggfinne (Figur 1).

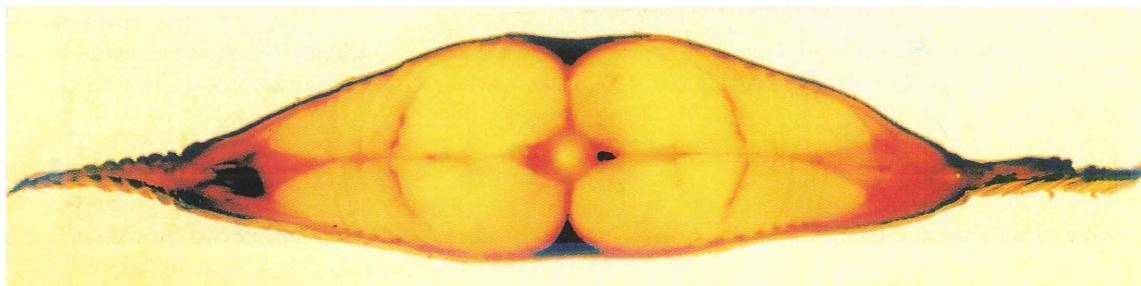
Matvaregrossister og sous-vide kjøkken stiller gradvis strengere krav til dokumentasjon av matvarekvalitet. Langs en fremtidig storskala filet- eller kotelettlinje for kveite vil det derfor være svært nyttig å kunne dokumentere fiskens næringsmiddelkjemiske sammensetning «online». I 1997 har vi etablert kalibreringsmodeller mellom standard kjemiske analyser av disse parametrene og hurtiganalyser ved hjelp av nær infrarød spektroskopi transmisjonsmålinger (NIT) av homogenisert kveitefilet. Ved hjelp av NIT-instrumentet kan eksempelvis fett nå bestemmes med like god presisjon og tilnærmet like god nøyaktighet som standard kjemiske analyser innen få minutter, noe som normalt tar over ett døgn.



Ragnar Nortvedt.
(Foto: Dag Paulsen)

Metoder for måling av slaktekvalitet hos laks

En multivariat sammenligning av ulike kjemiske og instrumentelle metoder viste bedre overensstemmelse mellom observerte og predikerte fettverdier fra NIR analyse av hel filet ($r = 0.94$) enn mellom kjemiske og NMR (nuclear magnetic resonance) analyser ($r = 0.64$) av Norsk standard snitt (NQC). Røntgentomografi-målinger av fettfordeling viste god overensstemmelse med NIR registreringer av fett i laksefilet.



Figur 1. Kotelettsnitt av kveite. Legg merke til fettansamlingene langs finnekantene. Dette fett kan enkelt separeres fra den øvrige fileten ved å føre fingeren langs muskelkanten i fiskens lengderetning. (Foto: Stig Tuene)

Summary:

The slaughter quality of both Atlantic halibut and Atlantic salmon was examined in different projects in 1997, financed by the Norwegian Research Council. The best sensoric score was obtained from halibut > 2.0 kg, fed 20–40 % fat (d.w.) in the diet.

A multivariate screening of chemical and instrumental methods, applied on Atlantic salmon fillet, showed a high correlation between chemical analysis and both NIR spectroscopy and X-ray tomography and a lower correlation with NMR analyses.

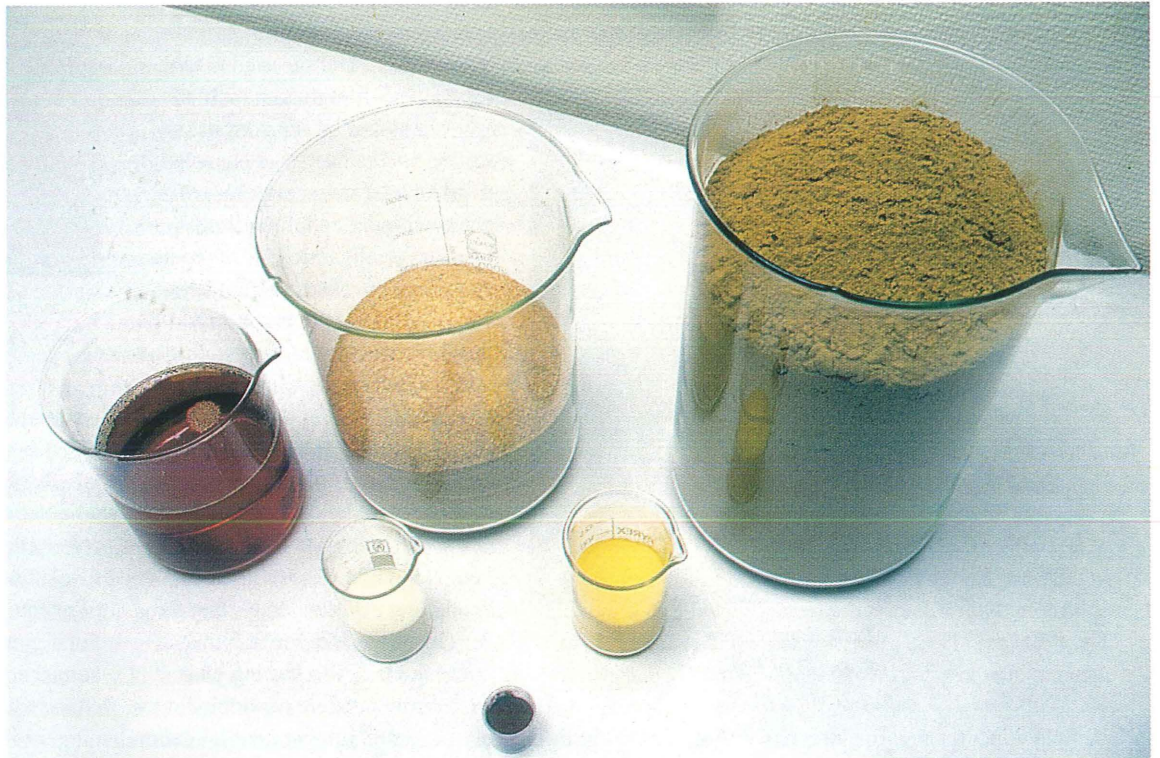
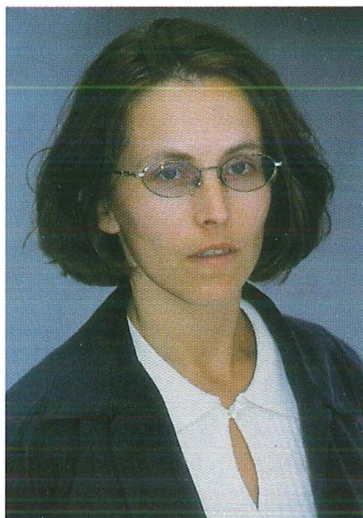


Foto: Mentz Indergaard, Norges forskningsråd.

MUSKELKVALITET PÅVIRKES AV TILVEKSHASTIGHET OG LAGRINGSTID PÅ IS

av
Marit Espe og Isabel Aidos

Føringstiden i sjø er nærmere halvert de senere år. Dette er oppnådd gjennom endrete føeringsregimer, genetisk seleksjon og endret sammensetning av føret. Ved bruk av

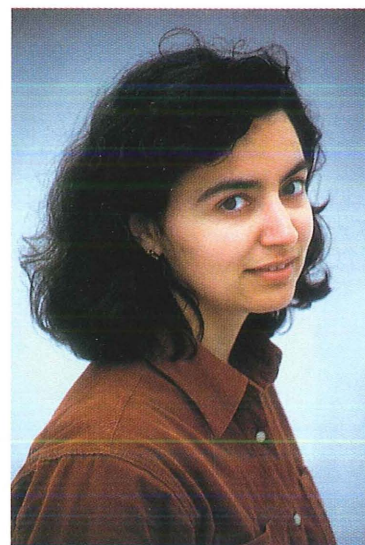


Marit Espe.
(Foto: Dag Paulsen)

mer energirike føer er tilveksthastigheten økt pr kilo tildelt føer og dermed bedret økonomien for oppdretter, men dette intensive oppdrettet har ikke udelt vært positivt da denne endringen har avstedkommet fisk som er fetere, samt har en dårligere tekstur. Røkeriindustrien har gitt tilbakemeldinger på at fettene renner av filetene under røkingen og at filetene har økt tendens til gaping sammenlignet med hva som var vanlig for få år siden. Videre er det også fremkommet klager på at muskelen har en løs og bløt konsistens.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har i de senere år fulgt opp

kvalitetsendringer i fiskemuskulaturen med kjemiske målinger for om mulig å øke kunnskapen om hvordan veksthastighet og påfølgende lagring påvirker kvaliteten av laksefileten. Forsøk gjennomført på ernæringsinstituttet viser at det ikke er forskjeller i innholdet av den totale mengden av bindevev som har betydning for gapingproblematikken. Det ser ut til å være forskjeller i fordelingen av bindevev ved at den laksen som har en senere tilveksthastighet har relativt større andeler av syreløselig collagen og mindre andel pepsinløselige sammenligna med laks som har en raskere tilveksthastighet i sjøvannsfasen. Forsøk gjennomført på ernæringsinstituttet viser videre at laks med en hurtig tilvekst har en større andel løselig protein sammenlignet med de fiskene som har hatt en senere tilveksthastighet, selv om det ikke er forskjeller i den totale mengden av muskelprotein. Dette kan være en medvirkende årsak til økende bløthet da det videre har vist seg at hurtigvoksende laks ved lagring på is tenderer mot at flere peptidbindinger brytes sammenlignet med laks som har hatt en senere tilveksthastighet. Det kan tenkes at tilveksthastig-



Isabel Aidos.
(Foto: Dag Paulsen)

heten er blitt for rask slik at vi ikke får en «god konsistens» på muskelen. Derfor er det viktig å fortsette arbeidet med å undersøke hva som styrer eller modulerer muskelens tilvekst for derigjennom å bli istand til eventuelt å styre muskelveksten. Først gjennom en grunnleggende kunnskap om vekststyring blir vi istand til å styre kvaliteten i de retninger vi ønsker for å oppnå det markedet til enhver tid definerer som god/ønsket kvalitet.

Summary:

The quality of fish muscle is dependent on its chemical composition. In intensive aquaculture, growth rate has increased concomitant with a reduction in eating quality, as filets have become softer and have an increased frequency of gaping. The softening and gaping of the filets may be due to both the amount and the composition of the muscle proteins (including connective tissue) and is probably affected by growth rate as well as storage time post mortem.



EFFEKT AV KADMIUM I FÔR PÅ BIO-KJEMISKE OG FYSIOLOGISKE RESPONSER SAMT BENUTVIKLING HOS LAKS

av
**Anne-Katrine
Lundebye Haldorsen**

Ernærings toksikologi er et relativt nytt forskningsfelt ved Ernæringsinstituttet og omfatter studiet av skadelige virkninger av næringsstoffer og kontaminanter i fôr. Denne forskningsaktiviteten er knyttet opp mot «Miljødatabasen» og forvaltningen av fiskefôrfor-skriftene (særlig anbefalinger for øvre grenseverdier av mikronæringsstoffer (minerale og vitaminer) og kontaminanter i fiskefôr). Øvre grenseverdier satt av EU har i stor grad vært basert på data fra forsøk på husdyr i motsetning til fisk. På grunn av de store forskjellene mellom pattedyr og fisk, er det viktig å gjennomføre forsøk på fisk for å komme med realistiske og relevante anbefalinger for øvre grenseverdier. EUs øvre grenseverdiene for noen stoffer (f.eks. kvikksølv og arsen) er så lave at mange kommersielle fiskefôr overskrider disse konsentrasjonene. Det er viktig at Norge ligger i den internasjonale forskningsfronten og utfører forskning som kan resultere i forbedrete øvre grenseverdier for næringsstoffer og kontaminanter i fiskefôr.

Kadmium

I langt de fleste toksikologiske forsøk er fisk eksponert for giftstoffer enten via injeksjon eller ved tilsetning til vannet. Data fra slike forsøk er ubrukelige når det gjelder å sette grenseverdier i fôr, og forsøkene ignorerer den opptaksveien som regnes for å være den viktigste for mange stoffer, (blant annet kad-

mium): opptak fra næringskjeden.

Kadmium er ikke et essensielt element, derimot regnes det som et av de mest giftige tungmetallene. Kadmium i lave konsentrasjoner i vannet fører til en rekke stress responser hos fisk. Disse inkluderer økt syntese av metallbindende proteiner (blant annet metallothionein), nedsatt respirasjons- og osmoreguleringssevne samt nekrose i gjellevev. Få forsøk har undersøkt lignende responser til kadmium i fôr.

I perioden august til desember 1997 ble det utført et fôringsforsøk på toksiske effekter av kadmium hos laks (i samarbeid med stipendiat Marc Berntssen). Forsøket fikk finansiell støtte fra to NFR prosjekter («biomarkører» og «bendefor-masjon», det siste i samarbeid med Akvaforsk, Veterinærinstituttet (Oslo), Norges Veterinærhøgskole, Havforskningsinstituttet, Fiskeriforskning og industrien).

Triplikate grupper med lakseparr ble eksponert for en av seks kadmium konsentrasjoner i fôret i fire måneder (0, 0,5, 5, 25, 125 eller 250 mg Cd/kg fôr). Hver måned ble bulkvekt registrert, samt prøver tatt for diverse analyser. Analyser av prøvene pågår fortsatt, men foreløpig resultater er vist i figurer 1–3. Kadmium akkumulerte i alle vev undersøkt hittil: nyre, lever og gjeller (figur 1a, 1b og 1c: det må legges merke til at det er logaritmisk skala på y-aksen i fig. 1a og 1b).

Apoptose er fysiologisk kontrollert celledødelighet i motsetning til nekrose som er tilfeldig celledødelighet. Eksponering for en rekke giftstoffer fører til økt apoptose hastighet. Data fra dette forsøket viser at apoptose hastigheten i tarm hos laks økte ved eksponering til 5 mg Cd/kg fôr (figur 2a og 2b). Økt



Anne-Katrine Lundebye Haldorsen.
(Foto: Dag Paulsen).

apoptose hastighet ble også registrert i gjeller hos eksponert fisk (dette undersøkes i samarbeid med en forsker på Universitetet i Nijmegen).

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i vekst mellom gruppene (figur 3), og det ble registrert lavt dødelighet i forsøksperioden både av forsøksfisk og kontrollfisk. Det var heller ingen effekt av økt kadmiumnivå i fôret på hematokritt, eller på benutvikling (undersøkt med røntgen analyse ved Fiskeriforskning). Utfra de foreløpig resultater kan det bemerkes at i motsetning til vanneksponeering, er kadmium i fôr lite toksisk for laks.

Internasjonalt samarbeid

Det er viktig å undersøke toksiske responser hos en rekke forskjellige fiskearter for å komme med gode anbefalinger for øvre grenseverdier. Et nettverk har blitt etablert med forskningsinstitusjoner i England,

Nederland og Spania (Universitetet i Plymouth, Universitetet i Nijmegen og Universitetet i Cadiz) for fremtidig samarbeid på dette feltet. En

søknad er sendt til EUs 4. ramme-program om støtte til komparative studier av toksiske responser til mikronæringsstoffer og kontami-

nanter i fôr hos laks (*Salmo salar*), regnbue ørret (*Oncorhynchus mykiss*) og havkaruss (*Sparus aurata*).

Summary:

Nutritional toxicology is a relatively new area of research at the Institute of Nutrition. Research activity in this field is directed towards the Institute's «Environmental database» and administrative role as advisor to the government on fish feed regulations.

A four month feeding experiment was conducted in 1997 to assess the effects of exposure to elevated dietary cadmium in Atlantic salmon parr. Analyses are still in progress, however preliminary results are shown in Figures 1–3. Cadmium accumulated in all tissue analysed to date: kidney > liver > gills (Figure 1a, 1b and 1c respectively; note the y-axes in Fig. 1a and 1b have logarithmic scales). The rate of apoptosis (physiologically controlled cell death) was elevated in the intestine (Figure 2b) and gills of fish exposed to elevated dietary cadmium. However, elevated dietary cadmium did not appear to have any effect on growth (Figure 3), mortality or frequency of bone deformities indicating that salmon are much less sensitive to dietary cadmium than waterborne cadmium.

Figure 1. Mean cadmium concentrations (\pm SD) in (a) kidney, (b) liver and (c) gills of Atlantic salmon exposed to dietary cadmium (n=9).

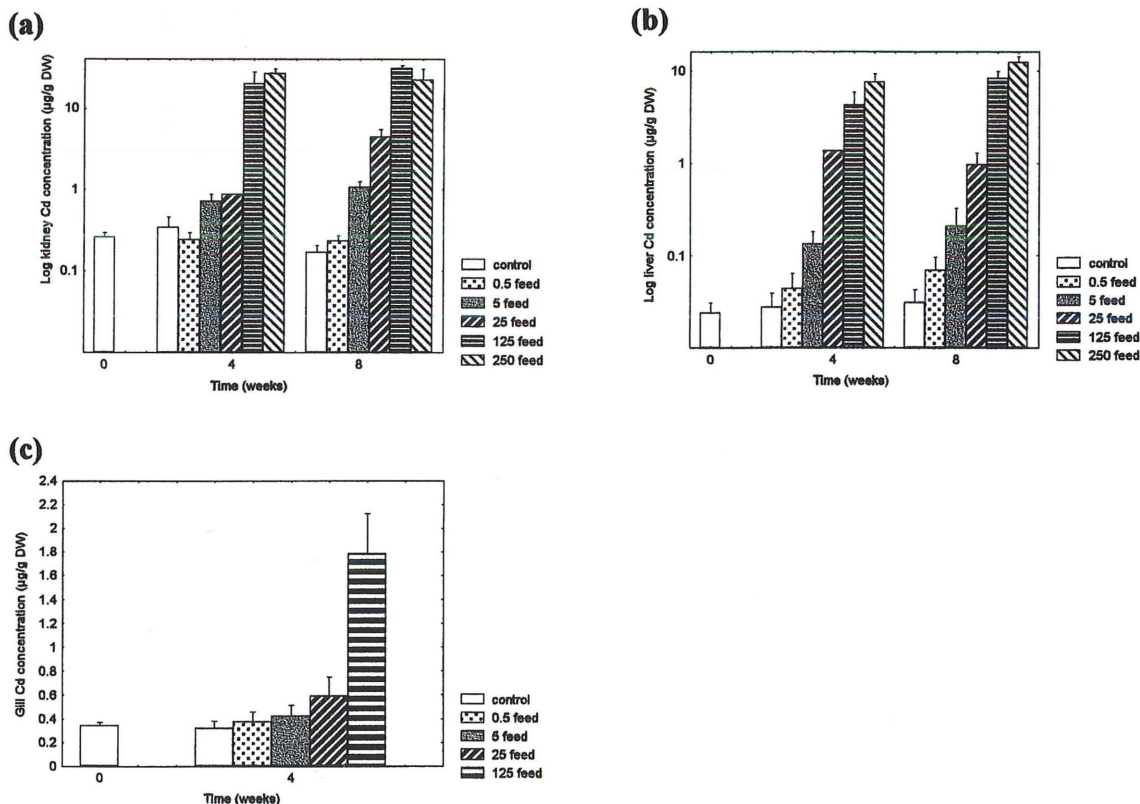


Figure 2. Intestinal apoptosis (stained with TUNEL) in Atlantic salmon exposed to 0 (control) and 5 mg cadmium/kg feed for 8 weeks.

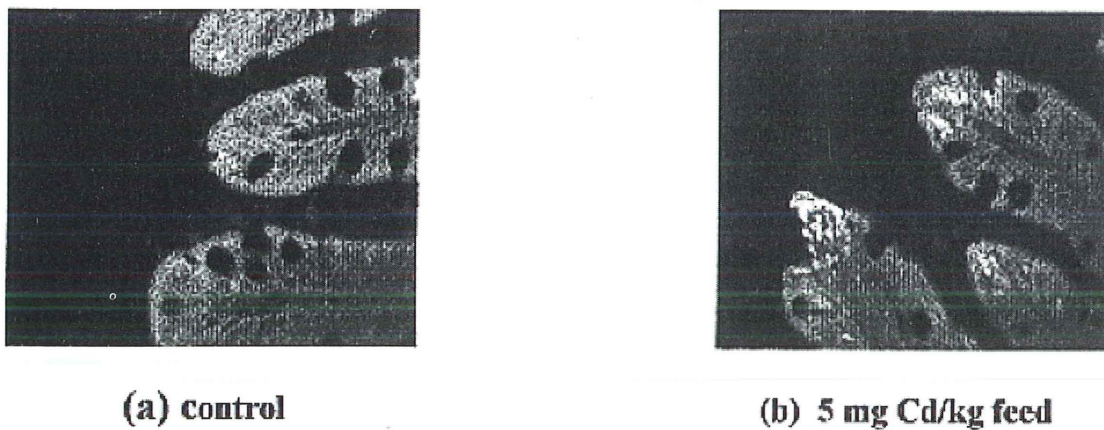
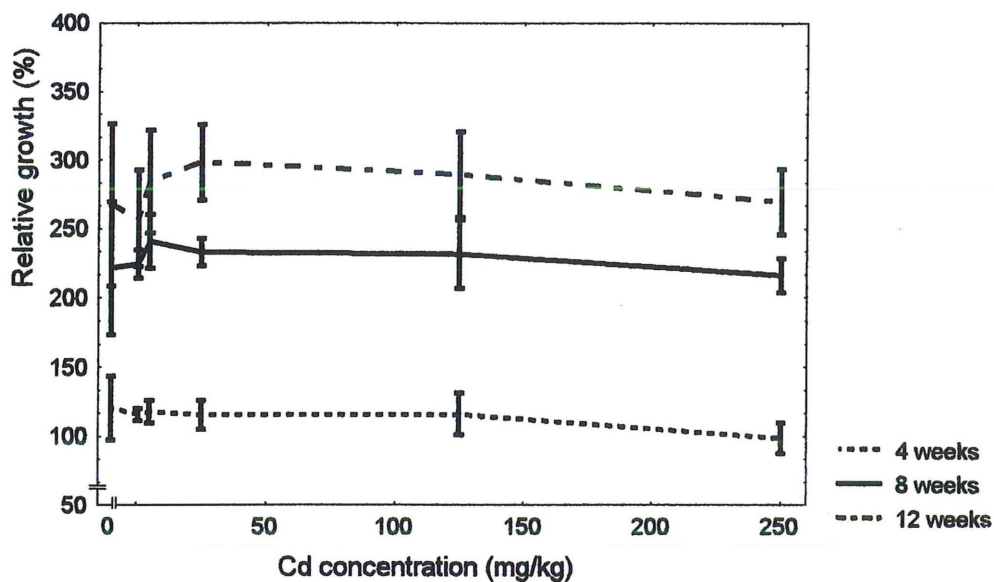


Figure 3. Relative growth of Atlantic salmon pass exposed to dietary cadmium (N=3).



FOKUS PÅ FOLAT – MIKROBIOLOGISK BESTEMMELSE OG BIOTILGJENGELIGHET

av
**Forsker Rune
Waagbø**

I Norge og flere Europeiske land ønsker man å få vurdert sammenhengen mellom inntak av B-vitaminet folat gjennom kosten og helse, med tanke på å få utarbeidet reviderte anbefalinger for folatinn-tak, generelt og til utsatte grupper. Flere lidelser, blant annet fosterde-fekter, hjertekar lidelser, kreft o.a., er satt i sammenheng med lavt inntak av folat.

Det et mål å få kartlagt folat status og -inntak i den norske befolkningen. Det er derfor viktig å ha verktøyet for å analysere folat i mat og biologiske prøver med ønsket grad av sikkerhet. Videre, så må man finne egnete former for å undersøke status av folat hos men-nesker. Når det gjelder det sist-nevnte, er det søkt om EU midler til et tematisk nettverksprosjekt med 26 deltakende laboratorier, som har som mål å standardisere analyser av vitaminer og vitaminmetabolitter i blod, og herunder folat.

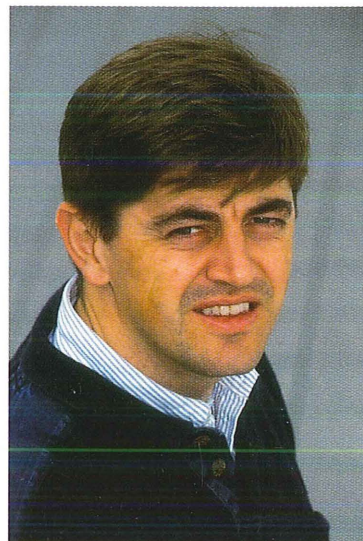
Ved Ernæringsinstituttet har man analysert folat ved hjelp av en ned-skalert halvautomatisk mikrobiolo-gisk metode siden 1994, og har vært akkreditert for metoden siden 1996. Selv om alternative metoder for bestemmelse av folat(metabolit-ter) eksisterer, er mikrobiologisk

bestemmelse fremdeles det mest benyttede analyseprinsipp. I de siste 3–4 årene har instituttet bidratt med analyser av folat og andre B-vitami-ner til Matvaretabellen gjennom prosjektet Statens laboratorietjenes-ter for næringsmiddelanalyser.

Alle analysesvar er beheftet med mer eller mindre usikkerhet som kan tilskrives metoden. Som et ledd i akkrediteringen deltar insti-tuttet i internasjonale ringtester for analyse av folat, samt i europeisk standardiseringsarbeid innen ana-lyse av vitaminer. Innholdet av folat i noen norske matvarer har vist seg å variere i utakt med data fra andre europeiske land. Dette har vist seg å bero på metodiske forskjeller, og instituttets resultater har i de fleste sammenhenger vist seg å være tilfredsstillende.

I et hovedfagsstudium blir den mikrobiologiske analysen gjen-nomgått på alle trinn for å finne punkt i analysegangen som eventu-elt kan forbedres. Dette er utført gjennom en multivariat modell, som gir mulighet for å avdekke hovedeffekter og samvirkende effekter av analysevariablene. Det er nå indikasjoner på at metoden kan optimaliseres med hensyn på analysetid og gjøres mer robust gjennom andre variable.

I fôringsforsøk med rotte skal man undersøke biotilgjengeligheten av folat fra ulike kilder, med spesiell vekt på sjømat. Det er lave



Rune Waagbø.
(Foto: Dag Paulsen)

til moderate mengder folat i sjømat, men vi vet lite om dens til-gjengelighet sammenliknet med syntetisk tilsatt folat i kosten. Stu-diet vil også gi indikasjoner på om det er samsvar mellom inntak av folat og folatstatus målt i flere organer hos rotte, inkludert blod.

Dette hovedfagsstudiet vil knyt-tes opp mot forskningsaktiviteter i NFR-prosjektet «Sjømat, sunn mat, forskning for dokumentasjon av ernæringskvalitet og helseeffek-ter» innen Næringsmiddelindustri-programmet. Her vil folat i sjømat-produkter bli studert fra råvare til tallerken, og videre, effekter av prosessert sjømat på folks helse.

Summary:

Relationships between low intakes of folate and the incidence of several disorders (neural-tube defects, cardiovascular disease, cancer etc.) in the European community have been suggested. The research on folate at the Institute of Nutrition has focused on analytical optimization for determining folate in food and target organs, as well as research on folate bioavailability and loss of folate during food processing.

FORSKNINGSPROSJEKTER

En rekke små prosjekter er ikke tatt med i listen

I ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER

<i>Prosjekttittel</i>	<i>Ekstern finansieringskilde</i>	<i>Ansvarlig institusjon</i>	<i>Prosjektleder ved FEI</i>
Feilutvikling og deformiteter hos laks (1997–98)	NFR	Akvaforsk	Anne-Katrine Lundebye Haldorsen
Vurdering av biokjemiske og fysiologiske effekter av kadmium, arsen og mangan eksponert via føde til fisk (1997–98)	NFR	FEI	Anne-Katrine Lundebye Haldorsen
Inndampet ensilasje som proteinkilde i fôr til oppdrettsfisk (1993–1997)	NFR / Industri		Einar Lied
Lysine – Arginine imbalance interferes with the absorption and metabolism of arginine in fish (1995 – 1997)	NFR	FEI	Einar Lied
Karbohydrater i fôr til laks (1995–997)	NFR	FEI	Gro-Ingunn Hemre
Måling av slaktekvalitet hos oppdrettslaks (1995–1997)	NFR	SINTEF	Gro-Ingunn Hemre
Levende lagring og oppføring av makrell (1997–1999)	NFR	FEI	Gro-Ingunn Hemre
Nytt fiskefôr II (1997–2000)	NFR/Industri		Gro-Ingunn Hemre
Intensiv yngelproduksjon av kveite – ernæring og yngelkvalitet (1997–1998)	NFR	HI	Kristin Hamre
Miljøfôr til laks basert på avskjær og naturlige antioksidanter. (1997–1999)	NFR/Industri		Kristin Hamre
Naturlige antioksidanter, oksiderte lipider og fettsyrekrav i marin yngelproduksjon. (1996–1998)	NFR	SINTEF	Kristin Hamre
Fettomsetning i laks (1997–1999)	NFR	FEI	Livar Frøyland
Toksikologisk vurdering av øvre i fôr til laks grenseverdier av arsen, kadmium og kopar (1997–2000)	NFR	FEI	Amund Måge
Balansert innhold av antioksidanter, mineraler og flerumettet fett i fôr til laks. Betydning for vekst, helse og kvalitet.	NFR / Industri		Rune Waagbø
BASF – Vitamin C (1996–1997)	Industri		Rune Waagbø
Helårlig, storskalaproduksjon av kveiteyngel. (1996–1998)	NFR	FEI	Rune Waagbø
Vaksinepellet til fisk. (1994–1997)	NFR / Industri		Rune Waagbø

II KVALITET OG BRUK AV SJØMAT

<i>Prosjekttittel</i>	<i>Ekstern finansieringskilde</i>	<i>Ansvarlig institusjon</i>	<i>Prosjektleder ved FEI</i>
Mineral og tungmetall i marine pulver. (1997)			Amund Måge
Årstidsvariasjon i tungmetall i blåskjell frå Sognefjorden. (1997–1998)			Amund Måge
Sink – diare (1997–1999)	EU	UiB	Amund Måge/ Kåre Julshamn
Speciation and bioavailability of selenium from fish. (1995–1999)	EU	RIVODLO, Nederland	Amund Måge/Mette Lorentzen
Produkter fra marine biprodukter til humant konsum (1997–1999)	NFR / Industri		Einar Lied
Processing of protein foods to improve nutrition and health (1994–1999)	NUFU	UiB	Einar Lied
God sild (1997–1998)	NFR/Industri		Kristin Hamre
Matvaretabellen (1995–1997)	Statens laboratorier for næringsmiddel-analyser, SLaN	KNT	Kåre Julshamn
Kvalitetsstyrt føring av kveite. (1997–1998)	NFR / Industri		Ragnar Nortvedt
Markedstilpasset produktkvalitet av laks – råstoffkvalitet til røkeri-industrien) (1995–1997)	NFR/ Industri		Øyvind Lie/ Marit Espe
Salmon Quality (1993–97)	Nordisk industrifond	ICETEC	Øyvind Lie
Interactions between raw material characteristics and smoking process on quality of smoked salmon. (1997–1999)	EU	ICETEC	Øyvind Lie / Marit Espe
Drift av programmet Marine arter i oppdrett (1997–1998)	NFR		Gro-Ingunn Hemre
Drift av lakseprogrammet (1996–1998)	NFR		Øyvind Lie / Amund Måge
Kartlegging av ressurser til havbruksforskning (1997–98)	NFR		Kristin Hamre

UNDERVISNING, RÅD OG UTVALG

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er tilknyttet Universitetet i Bergen via Institutt for fiskeri- og marinbiologi. Instituttet har for tiden to professor II stillinger og to stipendiat- stillinger. Instituttet gir undervisning og studieplass for hovedfagstudenter (cand. scient.) i ernæringsbiologi, men har også i noen tilfeller studie plasser for eksterne studenter. 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 ved utgangen av i 1997 hadde instituttet 10 dr. scient studenter og 15 hovedfagsstudenter, hvorav 7 eksterne.

Fullført Dr. Scient

Nortvedt, R. . A multivariate approach to the study of growth, feed utilization, body composition and sensory assessment of cultured Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L., 1758). Dr. thesis, Institute of Nutrition, Directorate of Fisheries and Institute of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, 63 p. + V papers.

Fullførte Cand.scient. oppgaver i ernæringsbiologi:

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-lands perspektiv

Andre hovedoppgaver:

Joar Øygard
Bestemmelse av uorganisk arsen i marine organismer med atomabsorpsjonspektrometri

RÅD, UTVALG OG UNDERVISNING

Berntsen, M Forelesninger knyttet til BE 268 (6 timer).

Espe, M. Forelesninger knyttet til BE 361 (5 timer).

Frøyland, L. Kursleder i biokjemi for medisinerne og odontologer, UiB. Sensor for en cand. scient oppgave (NTNU)

Hamre, K. Forelesninger knyttet til BFM 260 (4 timer). Undervisning ved Skolelaboratoriet, UiB (4 timer). Medlem i bedømmelseskomite, faste forskerstillinger (11 stk) ved Havforskningsinstituttet.

Haldorsen, K. Forelesninger knyttet til BFM 260 (4 timer). Medlem i arr.komite for 9th International Symposium on Pollutant Responses in Marine Organisms (Bergen, april).

Hemre, G-I. er programkoordinator for forskningsprogrammet «Marine arter i oppdrett», Norges forskningsråd. Forelesninger knyttet til emnene B204 (2 timer), BE 268 (6 timer) og BE361 (5timer). Sensor tre kandidater ved Landbrukshøgskolen (Ås).

Julshamm, K. er formann i den norske nasjonalkomite av Nordisk metodikkomite for næringsmidler (NMKL), organisert under Veterinærinstituttet. Julshamm 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 næringsmiddel-laboratorier, også disse nedsatt av Nordisk Ministerråd. Medlem av arbeidsgruppeCEN/TC 275/WG 10. Food analyses, Horizontal methods – Heavy metals. 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 marinbiologis (IFM) styre (til 1/6-97) samt medlem i EKSU ved IFM. Han er varamedlem til hovedstyret i Norsk Kjemisk Selskap.

Julshamm er professor II, knyttet til undervisning i emnet BE 360 (5 vektall)

Lie, Ø. leder arbeidsgruppen CEN/TC 275/WG 9. Food analyses, Horizontal methods – Vitamins hvor arbeidet består i å standardisere metoder for bestemmelse av vitaminer i matvarer (CEN er en internasjonal organisasjon for de nasjonale standardiseringsforbund i EU og EFTA (18 land), der Norsk almenstandardisering (NAS) er medlem). Han er medredaktør i tidsskriftet «Aquaculture Nutrition» (Blackwell Science, Oxford). Lie var programkoordinator for programmet «Produksjon av laksefisk» i Norges forskningsråd (til 1/9).

BE 361 Generell ernæring (12 timer). Undervisning i ernæring og fordøyelse (15 timer) knyttet til medisinsk embetseksamen i fysiologi og tilsvarende for odontologene (8 timer). Sensor seks stk cand scient (UiB/UiTø), 2 opp-

onent disputas UiTø (Bjarne Hatlen), Bedømmelseskomite til førsteamanuensis stilling i ernæringsbiokjemi (UiTø)

Lied, E. er medlem i den norske nasjonalkomite for Nordisk metodikkomite 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 og medlem av komite for bedømmelse av dr. grad til Ragnar Nortvedt. Han er professor II, knyttet til undervisning i emnet BE 268 (3 vektall)

Lorentzen, M. Forelesninger knyttet til emnene BE 361 (6 timer)

Måge, A. er programkoordinator for programmet «Produksjon av laksefisk» i Norges forskningsråd (fra 1/8). Han 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. Gjesteforelesingar på delfag i ressursforvaltning og miljøvern, UiB: Miljøgifter (2t), Vannforurensing med vekt på Nordsjøen (2t), B240 (2t), Forelesning +lab.oppfølging på kurset BE 360 Næringsmiddelkjemi og analyse. Analyse av mineral og sporelement (ca 4t).

Nortvedt, R. var vestlig koordinator og medlem av organisasjons-

komiteen for det internasjonale fagsymposiet 1stCCC: «First Chemometric Conference in China», Zhangjiajie, October 1997. Nortvedt er også medlem av 'Editorial Advisory Board' av et spesialnr. av tidsskriftet «Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems». Nortvedt er styreformann og forretningsfører for forlaget 'Stiftelsen Infometrics Publisher'.

Waagbø, R. er Medlem av CEN/TC 275/WG 9 med ansvar for å utarbeide standardisert metode for mikrobiologisk bestemmelse av riboflavin i matvarer. Forelesninger knyttet til emnene B204 (2 timer) og BE361 (8 timer). Sensor en semesteroppgave (Landbrukshøgskolen Ås).

PUBLIKASJONER:

INTERNASJONALE PUBLIKASJONER

ABDI-DEZFULI, F., FRØYLAND, L., THORSEN, T., AAKVAAG, A. AND BERGE, R. K.

Eicosapentaenoic acid and sulphur substituted fatty acid analogues inhibit the proliferation of human breast cancer cells in culture. *Breast Cancer Research and Treatment*, 45, 229-239.

ANDERSEN, F., LORENTZEN, M., WAAGBØ, R. AND MAAGE, A.

Bioavailability and interactions with other micronutrients of three dietary iron sources in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts. *Aquacult. Nutr.* 3, 239-246.

BERGE G.E., LIED E. AND SVEIER H.

Nutrition of Atlantic salmon (*Salmo salar*): The requirement and metabolism of arginine. *Comp. Biochem. Physiol.* 117A, 501-509.

BERNTSSEN, M. H. G., KROGLUND, K., ROSSELAND, B. O. AND BONGA, S. E. VENDELAAR.

Responses of skin mucous cells to aluminum exposure at low pH in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54, 1039-1045.

BEYER, J., SANDVIK, M., SKÅRE, J. U., EGAAS, E., HYLLAND, K., WAAGBØ, R. AND GOKSØYR, A.

Time- and dose-dependent biomarker responses in flounder (*Platichthys flesus* L.) exposed to benzo[a]pyrene, 2, 3, 3', 4, 4', 5-hexachlorobiphenyl (PCB-156) and cadmium. *Biomarkers*, 2, 35-44.

BRODTKORB, B.T., ROSEN-LUND, G. AND LIE, Ø.

Effects of dietary levels of 20:5n-3 and 22:6n-3 on tissue lipid composition in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, with emphasis on brain and eye. *Aquacult. Nutr.* 3, 175-187.

ECKHOFF, K.M. AND MAAGE, A.

Iodine content of fish and other food products from East Africa analysed by ICP-MS. *J. Food Comp. Anal.*, 10, 270-282.

EL-MOWAFI, A.F.A., MAAGE, A., LORENTZEN, M., HASSANEIN, AND JULSHAMN, K.

Whole body and tissue indicators of element status in

Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts: Effect of fasting. *Aquacult. Nutr.* 3, 73–80.

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

Effect of low dietary magnesium on the immune response and osmoregulation of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Aquat. Animal Health*, 9, 8–17.

**FRØYLAND, L., MADSEN, L.,
SJRSEN, W., GARRAS, A.,
LIE, Ø., SONGSTAD, J.,
RUSTAN, A. C. AND BERGE, R. K.**

Effect of 3-thia fatty acids on the lipid composition of rat liver, lipoproteins, and heart. *J. Lipid Res.* 38, 1522–1534.

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

Hypotriacylglycerolemic component of fish oil. *Prostag. Leukot. Ess.*, 57, 387–388.

**FRØYLAND, L., MADSEN, L.,
VAAGENES, H., TOTLAND, G. K.,
AUWERX, J., KRYVI, H.,
STAEELS, B., AND BERGE, R. K.**

Mitochondrion is the principal target for nutritional and pharmacological control of triglyceride metabolism. *J. Lipid Res.* 38, 1851–1858.

**GARRAS, A., ELHOLM, M.,
SLEBODA, J., FRØYLAND, L.,
OSMUNDSEN, H., AND BERGE, R.K.**

On the effects of thia fatty acid analogues on hydrolases involved in the degradation of metabolisable and non-metabolisable acyl-CoA esters. *Xenobiotica*, 27, 781–799.

GRAHL-MADSEN, E. AND LIE, Ø.

Effects of different levels of vitamin K in diets for cod (*Gadus morhua*) Aquaculture, 151, 269–274.

HAMRE, K. AND LIE Ø.

Retained levels of dietary α - and γ -tocopherol in tissues and body fluids of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.). *Aquacult. Nutr.* 3, 99–107.

**HAMRE K., WAAGBØ R.,
BERGE R.K. AND LIE Ø.**

Vitamins C and E interact in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.). *Free Rad. Biol. & Med.* 22, 137–149.

**HEMRE G.-I., JUELL J.E.,
HAMRE K., LIE Ø., STRAND B.,
ARNESEN P. AND HOLM J.C.**

Cage feeding of Atlantic mackerel: Effect on muscle lipid content, fatty acid composition, oxidation status and vitamin E concentration. *Aquat. Living Resour.* 10, 365–370.

**LIE, Ø., HAALAND, H.,
HEMRE, G.-I., MAAGE, A.,
LIED, E., ROSENLUND, G.,
SANDNES, K. AND OLSEN, Y.**

Nutritional composition of rotifers following a change in diet from yeast and emulsified oil to microalgae. *Aquacult. Internat.* 5, 427–438.

**LUNDEBYE, A.-K., CURTIS, T.M.,
BRAVEN, J. & DEPLEDGE, M.H.**

Effects of the organo-phosphorous pesticide dimethoate on cardiac and acetylcholinesterase (AChE) activity in the shore crab *Carcinus maenas*. *Aquat. Toxicol.*, 40, 23–36.

LUNDEBYE, A.-K., LANGSTON, W.J. & DEPLEDGE, M.H.

Stress proteins and condition index as biomarkers of tributyltin exposure and effect in mussels (*Mytilus edulis*). *Ecotoxicology*, 6, 127–136.

**MADSEN, L., FRØYLAND, L.,
GRAV, H. J. AND BERGE, R. K.**

Up-regulated D9- desaturase gene expression by hypolipidemic peroxisome-proliferating fatty acids results in increased oleic acid content in liver and VLDL: accumulation of a D9-desaturase metabolite of tetradecylthioacetic acid. *J. Lipid Res.* 38, 554–563.

**MALDE, K.M., MAAGE, A.,
MACHA, E., JULSHAMN, K.
OG BJORVATN, K.**

Fluoride content in selected food items from five areas in east Africa. *J. Food. Comp. and Analysis* 10, 233–245.

**MELTZER, H.M., FOLMER, M.,
WANG, S., LIE, Ø., MAAGE, A. AND YDERSBOND, T.A.**

Supplementary selenium influences the reaction to increased oxidative stress in humans. *Biol. Trace Elem. Res.*, 60, 51–68.

PEDERSEN, S.N., LUNDEBYE, A.-K. AND DEPLEDGE, M.H.

Field application of metallothionein and stress protein biomarkers in the shore crab (*Carcinus maenas*) exposed to trace metals. *Aquat. Toxicol.*, 37, 138–200.

RØNNESTAD I., LIE Ø. AND WAAGBØ R.

Vitamin B₆ in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* – endogenous utilization and

retention in larvae fed natural zooplankton. *Aquaculture*. 157, 337-345.

SIGURDISLADOTTIR, S., TORRISEN, O., LIE, Ø., THOMASSEN, M. AND HAFSTEINSSON, H.

Salmon quality: Methods to determine the quality parameters. *Rev. Fish. Sci.*, 5, 223-252.

INTERNASJONALE PUBLIKASJONER

TIL TRYKKING, AKSEPTERT ELLER INNSENDT TIL TIDSSKRIFT.

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

Interaction between two dietary levels of iron and two forms of ascorbic acid and the effect on growth, antioxidant status and some non-specific immune parameters in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt. *Aquaculture*, In press.

BERGE G.E., LIED E. AND SVEIER H.

Nutrition of Atlantic salmon (*Salmo salar*): The requirement, metabolism and effect of lysine. *Comp. Biochem. Physiol.* Accepted.

ECKHOFF, K., AIDOS I., HEMRE G.-I. AND LIE Ø.

Collagen content in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and subsequent changes in solubility during storage on ice. *Food Chemistry*. In press.

EIDE, I., AKSNES, L. AND LIE, Ø.

«In vitro» hydroxylation of vitamin D₃ and 25OHD₃ in

different tissues of Atlantic salmon (*Salmo salar*), mackerel (*Scomber scombrus*), halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) and cod (*Gadus morhua*). *Aquacult. Nutr.* Accepted.

FRØYLAND, L., MADSEN, L., ECKHOFF, K.M., LIE, Ø., AND BERGE, R.K.

Carnitine palmitoyltransferase I, carnitine palmitoyltransferase II and acyl-CoA oxidase activities in various tissues from Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Lipids*. Submitted

FRØYLAND, L., LIE, Ø., AND BERGE, R.K.

Mitochondrial and peroxisomal β -oxidation capacities in various tissues from Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquacult. Nutr.* Submitted.

GARRAS, A., RIEDEL, B., MADSEN, L., FRØYLAND, L., SVARDAL, A., SCHNEEDE, J., AND BERGE, R.K.

Regulation of methylmalonyl-CoA levels by methylmalonyl-CoA hydrolase and methylmalonyl-CoA mutase during increased hepatic fatty acid oxidation. *Xenobiotica*. Submitted.

HEMRE, G.-I., JUELL J.E., LIE Ø. AND HOLM J.C.

Lipid content in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) measured by Torry Fat Meter and ethyl acetate extraction. *Aquacult. Engin.* In press.

HEMRE G.-I. & HANSEN T.

Utilisation of different dietary starch sources and tolerance to glucose loading in Atlantic salmon during parr-smolt transformation. *Aquaculture*. In press.

HEMRE G.-I. AND SANDNES K.

Effect of dietary lipid upon muscle composition in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquacult. Nutr.* Submitted.

HORVLI, O., AKSNES, L. AND LIE, Ø.

Tissue distribution of vitamin D₃ in Atlantic salmon (*Salmo salar*) – effect of dietary level. *Aquacult. Nutr.* In press.

JUELL J.E., HEMRE G.-I., HOLM J.C. AND LIE Ø.

Growth and feeding behaviour of caged Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *Aquacult. Res.* In press.

JULSHAMN, K., MAAGE, A. AND WALLIN, H.

Determination of magnesium and calcium in foods by atomic absorption spectrometry after wet digestion in microwave oven-NMKL collaborative study. *AOAC International*. Submitted.

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

Supplementing copper to a fish meal based diet fed to Atlantic salmon parr affects liver copper and selenium concentrations. *Aquacult. Nutr.* Accepted

LUNDEBYE, A.-K., BERNTSEN, M.H.G., BAKER, R., WENDELAAR BONGA, S., HANDY, R. AND MAAGE, A.

Defining upper limits for micronutrients and contaminants in aquafeed. *Feed Mix.* In press.

LUNDEBYE, A.-K. AND DEPLEDGE, M.H.

Automated Interpulse Duration Assessment (AIDA) in the shore crab *Carcinus maenas*

following copper exposure.
Mar. Biol. In press.

**LUNDEBYE, A.-K. AND
DEPLEDGE, M.H.**

Molecular and physiological responses in shore crabs (*Carcinus maenas*) following exposure to copper. Mar. Environ. Res. In press.

LYGREN B. AND WAAGBØ R.

The in vitro effects of micronutrients on the chemiluminescent response of Atlantic salmon (*Salmo salar*) phagocytes. Proc. from The first Symposium on Methodology in Fish Disease Research., Aberdeen, Scotland. In press.

**MADSEN, L., FRØYLAND, L.,
DYRØY, E., HELLAND, K.,
AND BERGE, R.K.**

Docosahexaenoic- and eicosa-pentaenoic acids are differently metabolized in rat liver during mitochondria- and peroxisome proliferation. J. Lipid Res. In press.

**MÆLAND A., SANDNES K.,
HJELTNES B. AND WAAGBØ R.**

Biotin in practical fish meal based diet for Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry. Aquacult. Nutr. In press.

**NORTVEDT, R. AND
TUENE, S.**

Body composition and sensory assessment of three weight groups of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed three pellet sizes and three dietary fat levels. Aquaculture. Submitted

**NORTVEDT, R., TORRISEN,
O. AND TUENE, S.**

Application of near infrared transmittance spectroscopy in

the determination of fat, protein and dry matter in Atlantic halibut fillet. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. Submitted

**RØNNESTAD I., HAMRE K.,
LIE Ø. AND WAAGBØ R.**

Mass balance of ascorbic acid and α -tocopherol in larvae of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L., before and after endogenous feeding. Fish Biol. Accepted.

**SIGURGISLADOTTIR, S.,
JONSSON, A., TORRISEN,
O., LIE, Ø., THOMASSEN, M.,
NORTVEDT, R. AND HAF-
STEINSSON,**

H. Textural properties of raw salmon (*Salmo salar*) fillets with emphasizes on the sampling method. J. Food Sci. Submitted.

SVEIER, H. AND LIED, E.

The effect of two feeding regimes on growth, feed and protein utilisation and dispersion in weight on large Atlantic salmon (*Salmo salar*) in sea water. Aquaculture. Submitted.

**VAAGENES, H., MADSEN, L.,
STRAY-PEDERSEN, A.,
DYRØY, E., ELHOLM, M.,
FRØYLAND, L., LIE, Ø., AND
BERGE, R.K.**

Methylation of eicosapentaenoic acid in 2- or 3-position; effects on fatty acid oxidation, lipid lowering properties and fatty acid composition. J. Lipid Res. Submitted.

**WAAGBØ R., SANDNES K.,
LIE Ø. AND ROEM A.**

Effects of inositol supplementation on growth, chemical composition and blood chemis-

try in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry. Aquacult. Nutr. In press.

**FOREDRAG/
PLAKATER INTER-
NASJONALE MØTER**

**BERGE, R.K., FRØYLAND, L.,
KRYVI, H., STAELS, B., AND
MADSEN, L.**

The mitochondrion is the principal target for nutritional and pharmacological control of triglyceride metabolism. 11th International Symposium on Atherosclerosis, Paris 5-9 Oktober. Atherosclerosis, 134: 53.

**BERGE, R.K., MUNA, Z.A.,
MADSEN, L., AND FRØY-
LAND, L.**

Evaluation of the antioxidant properties of a 3-thia fatty acid - a new hypolipidemic drug. 11th International Symposium on Atherosclerosis, Paris 5-9 Oktober. Atherosclerosis, 134: 200.

**FRØYLAND, L., MADSEN, L.,
MUNA, Z.A., AND BERGE,**

R.K. Antioxidant properties of a 3-thia fatty acid. 19th Nordic Lipid Symposium, Ronneby, Sverige, 15-18 juni.

**FRØYLAND, L., ECKHOFF,
K.M., BERGE, R.K., AND
LIE, Ø.**

Different dietary fat levels and fatty acid oxidation capacities in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture Trondheim 97 Conference on cultivation of cold water species: production, technology and diversification, Trondheim, 10-12 august.

FRØYLAND, L., MADSEN, L., MUNA, Z.A., AND BERGE, R.K.

Antioxidant properties of a 3-thia fatty acid. 19th Nordic Lipid Symposium, pp. 124–129, Sweden, June 15th–18th. Lipidforum, Bergen, Norway.

HAMRE, K. AND LIE Ø.

In vivo protection against lipid oxidation exemplified in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.). 19th Nordic Lipid Symposium, Ronneby, Sweden, June 15th–18th. Lipidforum, Bergen, Norway. pp. 54–56.

HAMRE K., BERGE R.K. AND LIE Ø.

Turnover of tocopherols in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) and oxidative stability of fillet enriched in α -, β -, and γ -tocopherol through dietary supplementation. Aquaculture Trondheim 97, August 10–12.

HAUGEN, T., HOLM, J.C., NORTVEDT, R. AND TUENE, S.

Growth, feed conversion efficiency and fat / protein digestion in Atlantic halibut: shorttime effects of different levels of temperature and fat in feed. Poster, presented at:

- 1) «Aquaculture Trondheim 97», European Aquaculture Society Meeting, August 10–12.
- 2) «1stCCC – First Chemometric Conference in China», Zhangjiajie, October 17–23.

HEMRE, G.-I., JUELL J.E., HAMRE K., LIE Ø., STRAND B., ARNESEN P. AND HOLM J.C.

Feeding of Atlantic mackerel: effect on muscle lipid content, fatty acid composition, oxidation status and vitamin E concentration. EU-Cost programme

on «Voluntary feed intake in fish», Aberdeen Scotland.

JULSHAMN, K. AND MAAGE, A.

Determination of magnesium and calcium by atomic absorption spectrometry after microwave digestion: NMKL collaborative study. XXX Colloquium Spectroscopicum Internationale, Melbourne, Australia, Sept 15.–20.

JULSHAMN, K.

Highlights from the research at the Institute of Nutrition. NWFSC, Seattle, 25. October

KJELLEVOLD, M., MAAGE, A. AND BJORVATN, K.

Fluoride content in selected food items from five areas in Eastern Africa, The 75th General Session of the IADR, Orlando, USA, March 24.–28.

LIE, Ø., NORTVEDT, R., SIGURGISLADOTTIR, S., TORRISSEN, O., THOMASSEN, M. AND HAFSTEINSON, H.,

Salmon quality. Lipid level and fatty acid composition. Poster at the NordFood Conference «Sustainable food production and competitive industries», Copenhagen, November 23–25

LIE, Ø.

Fish Nutrition and Product Quality. 16th International Congress of Nutrition, Montreal, Canada, July 27.–August 1.

LUNDEBYE, A.-K. & DEPLEGGE, M.H.

Molecular and physiological responses in shore crabs (*Carcinus maenas*) following exposure to copper. Pollutant Responses in Marine Orga-

nisms (PRIMO) 9 Symposium Bergen, Norway, April.

MADSEN, L., FRØYLAND, L., STAELS, B., MUNA, Z.A., AND BERGE, R.K.

The 3-thia fatty acid, a novel bioactive compound – the underlying mechanism of the hypolipidemic action. Proceedings of Lipidforum, 19th Nordic Lipid Symposium, pp. 124–129, Lipidforum, Bergen, Norway.

MADSEN, L., FRØYLAND, L., STAELS, B., AND BERGE, R.K.

The underlying mechanism of the hypolipidemic effect of 3-thia fatty acids. Atherosclerosis, 134: 58–59.

MÆLAND, ANNE.

Aspects of vitamin C in nutrition of juvenile halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Aquaculture Trondheim 97, European Aquaculture Society Meeting, August 10–12.

MAAGE, A AND BERGE, G.E.,

1997. Zinc sulphate and zinc gluconate are equally efficient as zinc sources in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). 16th International Congress of Nutrition, Montreal, Canada, July 27.–August 1.

NORTVEDT, R.

Multivariate standardisation based on experimental design and multivariate control charts. Nordiske Jordbruks Forskere – Seminarium, Nr. 275: «Foderanalyser – Nya tekniker för analyser och databehandling», Persåsen, Sverige, 6.–9.02

NORTVEDT, R.

A review on nutrition, growth and slaughtering quality of

Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in the on-growth phase. «Aquaculture Trondheim 97», European Aquaculture Society Meeting, August 10–12 1997. 2 pp.

NORTVEDT, R.

Applications of chemometrics in aquaculture and fish nutrition: A review. 1st Chemometric Conference in China, 1stCCC, Zhangjiajie, October 17–23.

SIGURGISLADOTTIR, S., LIE, Ø., TORRISEN, O., THOMASSEN, M., NORTVEDT, R. AND HAFSTEINSSON, H.

Salmon quality. Textural properties. Poster at the NordFood Conference «Sustainable food production and competitive industries», Copenhagen, November 23–25.

STANGE, K., MÅGE, A. AND KLUNGSØYR, J.

Chlorinated persistent organics and trace elements in marine fish from northern seas. AMAP International Symposium on Environmental Pollution of the Arctic and The Third International Conference on Environmental Radioactivity in the Arctic. Tromsø, Norway, June 1.–5.

TORRISEN, O., LIE, Ø., NORTVEDT, R., SIGURGISLADOTTIR, S., THOMASSEN, M. AND HAFSTEINSSON, H.

Salmon quality. Colour of farmed and ocean ranched Atlantic salmon. Poster at the NordFood Conference «Sustainable food production and competitive industries», Copenhagen, November 23–25.

VON KROGH L. AND WAAGBØ R.

The effect of pyrroloquinoline quinone supplementation on growth, health, and chemiluminescence response in rats. International Conference Series on Nutrition & Health Promotion – Conference on Nutrition and Immunity, Atlanta, Georgia May 5–7.

POPULÆR-VITENSKAPELIGE ARTIKLER

ESPE, M.

Delvis oppløst fiskeprotein i føret bedrer tilveksten hos laks. Fiskets Gang, nr. 6/7, 41–44.

FRØYLAND, L.

Forskning på fettreducerende fettsyrer. Norsk Odd Fellow Blad.

HAMRE, K. OG EIDE, I.

Balansert fôr til larver og yngel av kveite. Fiskets Gang, nr. 6/7, 51–52.

HAMRE K., HEMRE G.I. WAAGBØ R. & MÅGE A.

Fôr, fôrressurser og ernæring. Kompendium til kurset BFM-240 ved Universitetet i Bergen, 83 sider.

HEMRE, G.-I., BERLAND, H., HAMRE, K., HOLM, J. CHR., LIE, Ø., MÅGE, A., NORTVEDT, R., TORRISEN, O., TUENE, S., WAAGBØ, R. OG SANDNES, K.

Verdiskapning ved direkte produksjon av fôr basert på avskjær fra filétindustrien. Fiskets Gang, nr. 6/7, 53–56.

HEMRE, G.-I., JUELL, J. E., HAMRE, K., LIE, Ø., STRAND, B., ARNESEN, P. OG HOLM, J. CHR.

Hva skjer med fettinnhold, fettsyresammensetning, vitamin E og oksidasjonsstatus i muskel. Fiskets Gang, nr. 6/7, 61–63.

LIED, E.

Fiskeproteiner mot feilernæring. Fiskets Gang, nr. 6/7, 45–46.

LORENTZEN, M.

Sporelementer i fôr til laks. Fiskets Gang, nr. 6/7, 57–59.

MÆLAND, A. OG WAAGBØ, R.

Kan marin fisk produsere vitamin C? Fiskets Gang, nr. 6/7, 39–40.

NORTVEDT, R.

Matfiskoppdrett av kveite. Fiskets Gang, nr. 6/7, 47–50.

NORTVEDT, R.

1st CCC i Kina. Kjemi, 10: 10–12.

NORTVEDT, R.

Participants at 1stCCC will save unforgettable memories from China. The North American Chapter of the International Chemometrics Society – Newsletter, 14: 5–7.

MÅGE, A.

Mineralstatus hos sveltande laks. Norsk Fiskeoppdrett, 3, 38–39.

FOREDRAG/ PLAKATER NASJONALE MØTER

BERGE, G.E, LIED, E OG SVEIER, H.

Arginin/lysin ubalanse. Fiskeernæringsseminar på Håholmen 11.–12. mars.

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: Norsk Kjemisk Selskaps Landsmøte, Sjølyst, Oslo, 9.–10. oktober

ESPE, M.

Kvalitetsstyring av laks – betydning av fôret. Foredrag på faglig seminar i forbindelse med Fiskeridirektoratets ernæringstinstitutt's 50 års jubileum.

ESPE, M.

Regnbueørretens ernæringsbehov. Nordisk ørretkonferanse, Stavanger 12. og 13. november.

GRAHL-NIELSEN, O. OG JULSHAMN, K.

Når analyseresultatene behandles med flervariabel statistikk vil utbyttet av miljøundersøkelser bli mangdoblet. Miljøkjemisk vintermøte, Geilo, 9.–12. februar

HAMRE K. OG WAAGBØ R.

Mikronæringsstoffer og helse hos laksefisk. Konferanse: Vaksinasjonsstrategier og forebygging av sykdommer i ørretoppdrett. Stiftelsen Havbrukskunnskap, Bergen, 16–17 april.

HAMRE K.

Balansert fôr til larver og yngel av kveite. Foredrag på faglig seminar i forbindelse med Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt's 50 års jubileum.

HAMRE, K.

Status når det gjelder ernæringsforskning og settefisk produk-

sjon. Foredrag på settefisk-fagmøte i Bergen. Stiftelsen Havbrukskunnskap. 13. mars.

HAMRE, K.

Antioksidanter og harskning relatert til fôr og filetkvalitet. Fagdag kvalitet/marked. Stiftelsen Havbrukskunnskap, Bergen, 10. april.

HEMRE, G.-I.

Verdiskapning ved direkte produksjon av fôr basert på avskjær fra filetindustrien. Foredrag på faglig seminar i forbindelse med Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt's 50 års jubileum.

HEMRE, G.-I.

Konsekvenser av endringer i karbohydrat- og fettnivå i forhold til protein fôr. Møte i regi av Stiftelsen Havbrukskunnskap, Bergen 4–5. juni.

HEMRE, G.-I.

Kvalitet av levende lagret makrell. Seminar: Levende lagring av fisk i regi av Norges forskningsråd, September, Tromsø.

JULSHAMN, K.

Instituttets analysemetoder i går, i dag og i morgen. Foredrag på faglig seminar i forbindelse med Fiskeridirektoratets ernæringstinstitutt's 50 års jubileum.

JULSHAMN, K., MÅGE, A., & BØE, B.

Database for fremmedstoffer i fisk og annen sjømat-storsatsing av fiskeriforvaltningen i 90-årene. Miljøkjemisk vintermøte, Geilo, 9.–12. februar.

JULSHAMN, KÅRE OG MÅGE, AMUND.

Database for fremmedstoffer i fisk og annen sjømat – stor satsning av forvaltningen i 90-årene. Miljøkjemisk vintermøte, Geilo, 9.–12. februar

JULSHAMN, K.

Ernæringskvalitet av sjømat – hva er det? Belyst med EU-prosjekter og andre prosjekter. Årsmøte i Bergens avdelingen av Norsk Kjemisk Selskap, 4. mars

LIE, Ø.

Hvor står vi når det gjelder mulighetene til å styre kvalitet. Møte i regi av Stiftelsen Havbrukskunnskap, Bergen 4–5. juni.

LIED, E.

Bruk av fisk i ernærings- og helsearbeid i U-land. Foredrag på faglig seminar i forbindelse med Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt's 50 års jubileum.

LORENTZEN, M, MÅGE, A. OG JULSHAMN, K.

Kobber i fôr til laks. Seminar i fiske-ernæring. Håholmen, 11–12. mars.

LUNDEBYE, A.-K. & MÅGE, A.

Kan biomarkører for miljøgifter være en nyttig måleparameter i fiske-ernæring? Seminar on Fish Nutrition, Håholmen, Mars.

LYGREN, B., OG WAAGBØ, R.

Måling av mikronæringsstoffers innvirkning på kjemiluminescensresponsen til hode-nyrefagocytter fra Atlantisk laks in vitro. Fiskeernæringsseminar, Håholmen, Molde, 11.–12. mars.

LYGREN B. OG WAAGBØ R.

Måling av mikronæringsstoffers innvirkning på kjemilumiescensresponsen til hode-nyrefagocytter fra Atlantisk laks in vitro. Foredrag på Det 7. norske seminar i fiskeernæring – Håholmen, 11–12. mars.

MÆLAND, A. OG WAAGBØ, R.

Høyt vitamin C innhold i fôr til kveite og piggvar; effekt på stressrespons. 7. norske fiskeernæringseminar, Molde, 11–12./5-97

MÅGE, A.

Ernæringskvalitet av sjømat. Foredrag ved Ernæringsinstituttet sitt 50-års jubileum, Bergen, august.

MÅGE, A.

Ernæringskvalitet av sjømat. Kontaktmøte for forskere innen fiskeforedling, Stavanger, 29.–30. januar.

NORTVEDT, R.

Strategi for økt konkurransekraft i Norsk Kystnæring. Presentert ved konferansen «Økt inntjening og konkurransekraft» i Stavanger Forum, 6. februar.

NORTVEDT, R.

Intern og ekstern robusthet i henholdsvis produksjon og bruk av fiskefôr. Norsk Kjemometri-symposium, «Kvalitetssikring og produktutvikling», Fleischer's Hotel, Voss, 7.–9. april.

NORTVEDT, R.

Fôr og fôring av kveite. Orienteringsmøte om oppdrett av kveite i Norge – 3. statusmøte i Fiskeridirektoratet, Bergen, 18. november.

STANGE, K., MÅGE, A. AND KLUNGSØYR, J.

Organiske miljøgifter og metaller i fisk fra nordlige havområder. Miljøkjemisk vintermøte, Geilo, 9.–12. februar.

SVEIER, H, BERGE G.E., HØGØY I., LIED E.

Dose/respons effekt av ensilasje i fiskefôr. Håholmen 11.–12. mars.

WAAGBØ, R.

Ernæringens betydning i produksjon av laks. Foredrag på faglig seminar i forbindelse med Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt's 50 års jubileum.

WAAGBØ R.

Fôring og sunnhet. Foredrag på fagmøte ved Bontelabo i Bergen, arrangert av Stiftelsen Havbrukskunnskap/T. Skretting, 5. februar.

WAAGBØ R.

Hva kan føre til ryggdeformiteter hos oppdrettsfisk? Foredrag på konferansen Ernæringens betydning fra startfôring til slakting, Edvard Grieg Hotell og Suiter, Bergen 4–5. juni.

RAPPORTER

BJERKENG B. AND HAMRE K.

The effect of α -tocopheryl acetate and TPGS on pigmentation of Atlantic salmon fed diets with Carophyll pink. Akva-forsk-report 3/97. Konfidensiell.

HERSTAD, O GAO, X OG EIDE, I.

Effekt av fasefôring med kalsium og supplering av verpefôr med vitamin C og vitamin D.

Sluttrapport Institutt for husdyrfag, Norges Landbrukshøgskole, oppdrag nr 180610, 14 sider.

ESPE, M.,SVEIER, H., HØGØY, I. OG LIED, E.

Inndampet ensilasje som fôr til oppdrettslaks. (prosjekt no. 106067/120, Part I 14pp Part II 96pp) Konfidensiell.

ESPE, M.

Markedstilpasset produktkvalitet av laks – råstoffkvalitet til røkeriindustrien. Rapport til NFR (prosjekt no. 107451/120), 39pp. Konfidensiell.

HAMRE, K.

Leversvikt hos makrell. Holm J.Chr. (red.) Markedsbasert lagring og oppfôring av makrell. (NFR 104726/120). Sluttrapport til A/S Austevoll Fiskeindustri. Konfidensiell.

HAMRE K.

Faglig sluttrapport fra NFR prosjekt «Bedre kvalitet av sildefilet». Konfidensiell.

HAUGEN, T., NORTVEDT, R., TUENE, S., WAAGBØ, R. OG HOLM, J.C., 1997.

Kveitas krav til fôr og fôring. Kap. 1.12 i: J.C. Holm (Red.) SPRAKA II: Kveite i oppdrett. Rapport til Nordisk Atlantsamarbeid, 81 sider.

HEMRE G.-I.

Kvalitet av levende lagret og oppfôret makrell. NFR, sluttrapport – Marine arter i oppdrett. Konfidensiell.

HEMRE G.-I.

Karbohydrater i fôr til laks. NFR-sluttrapport for prosjekt nr. 107520/120

LIED, E.

«Lysine arginine imbalance interferes with the absorption and metabolism of arginine.»
NFR-sluttrapport for prosjektnr. 111361/1120.

**NORTVEDT, R., HAUGEN, T.,
HOLM, J.C., WAAGBØ, R. OG
SANDNES, K.**

Føringsforsøk med mikrobølgefôr til laks. Sluttrapport for RUBIN prosjekt 316, 10 pp.
Konfidensiell

NORTVEDT, R. OG TUENE, S.,

Styring av slaktekvalitet.
Kap. 1.14 i: J.C. Holm (Red.)
SPRAKA II: Kveite i oppdrett.
Rapport til Nordisk Atlant-samarbeid, 81 sider.

LYGREN, B. OG WAAGBØ, R.

Laktoferrin i fôr tillaks; delstudium III, EI rapport nr. 1/97.
Konfidensiell

SOLBAKKEN, V. OG ESPE, M.

Tilvekst og slaktekvalitet hos sjøvanntilvent laks (*Salmo salar*) gitt dietter med økende konsentrasjoner av fiskeprotein-konsentrat. Rapport til NFR (prosjekt no. 109728/11), 26pp.

WAAGBØ, R AND MAAGE, A.

Bioavailability and efficacy of two ascorbate phosphate derivatives (AA-Ca-mP and AA-pP) in the start feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry as compared to ascorbic acid (AA).EI-report 2/97. 19 pp. Konfidensiell

WAAGBØ, R AND MAAGE, A.,

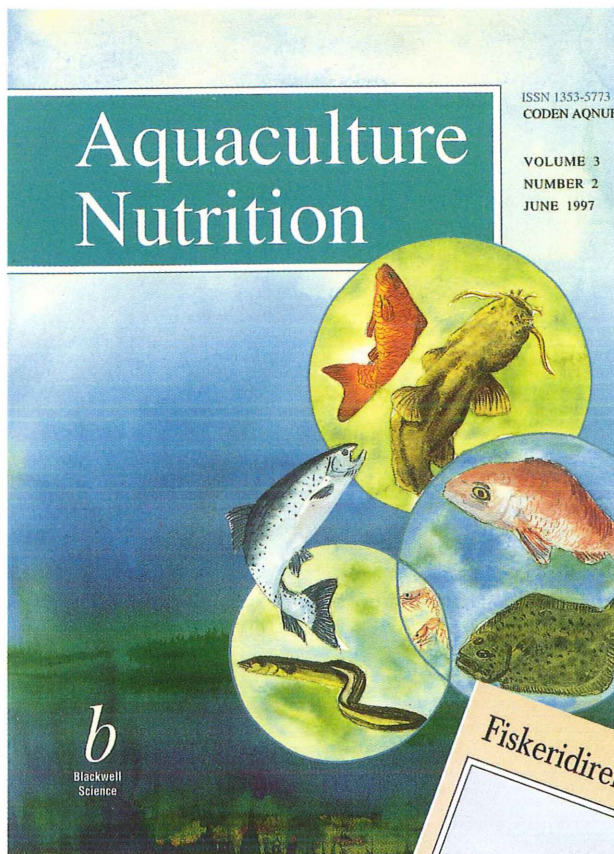
Effects of rearing water temperature on nutritional status in postsmolts. EI-report 3/97. 21 pp. Konfidensiell

WAAGBØ R. & MAAGE A.

Effects of rearing water temperature on nutritional status in postsmolts. EI report no. 3/97, 20 pp. Konfidensiell

**WAAGBØ R., HEMRE G.I.,
HJELTNES B. AND NORT-
VEDT R.**

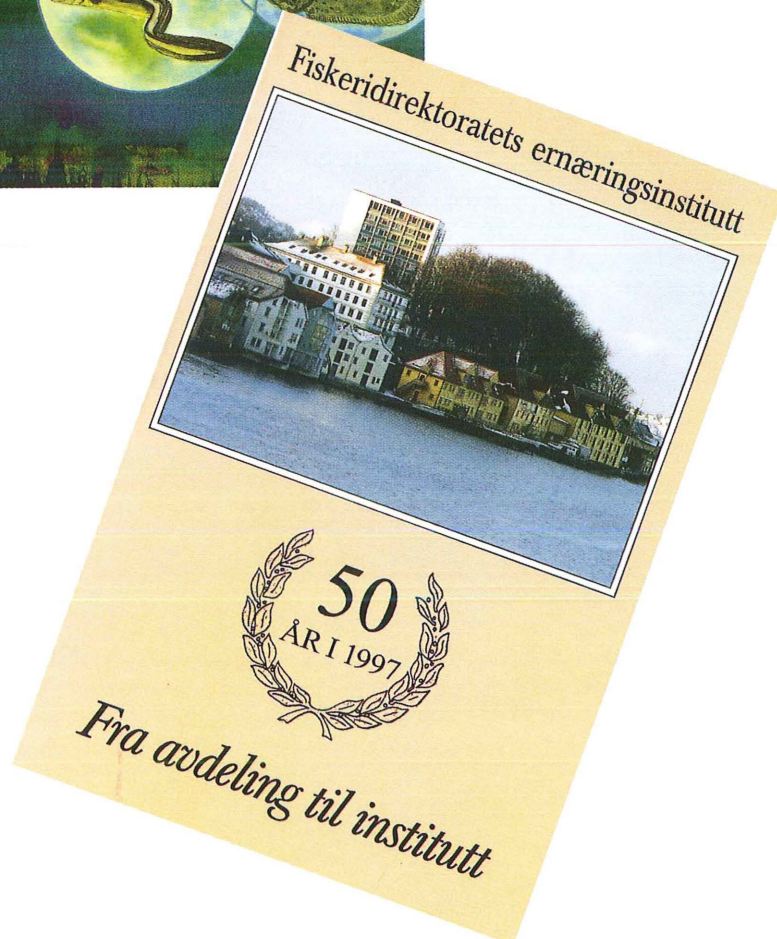
Vaccine pellets to fish. Oral vaccination – effects of dietary modifications. EI report, 50 pp. Konfidensiell.



ANDRE FORMIDLINGS- OPPGAVER

Ernæringsinstituttet har redaktør ansvar for det internasjonale tidsskriftet Aquaculture Nutrition. Leif R. Njaa er sjefsredaktør og Kim Jauncey (Univ. Stirling) og Øyvind Lie er medredaktører. Blackwell Science i Oxford er forlegger (til venstre).

Tidligere forskningssjef ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt, Leif R. Njaa har skrevet en historisk oversikt over de første 50 årene til instituttet (under).



Biblioteket

7slt

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

Postboks 185 – 5002 Bergen

Tlf. 55 23 80 00

ISSN 0365-8252

ISBN-82-91065-12-8