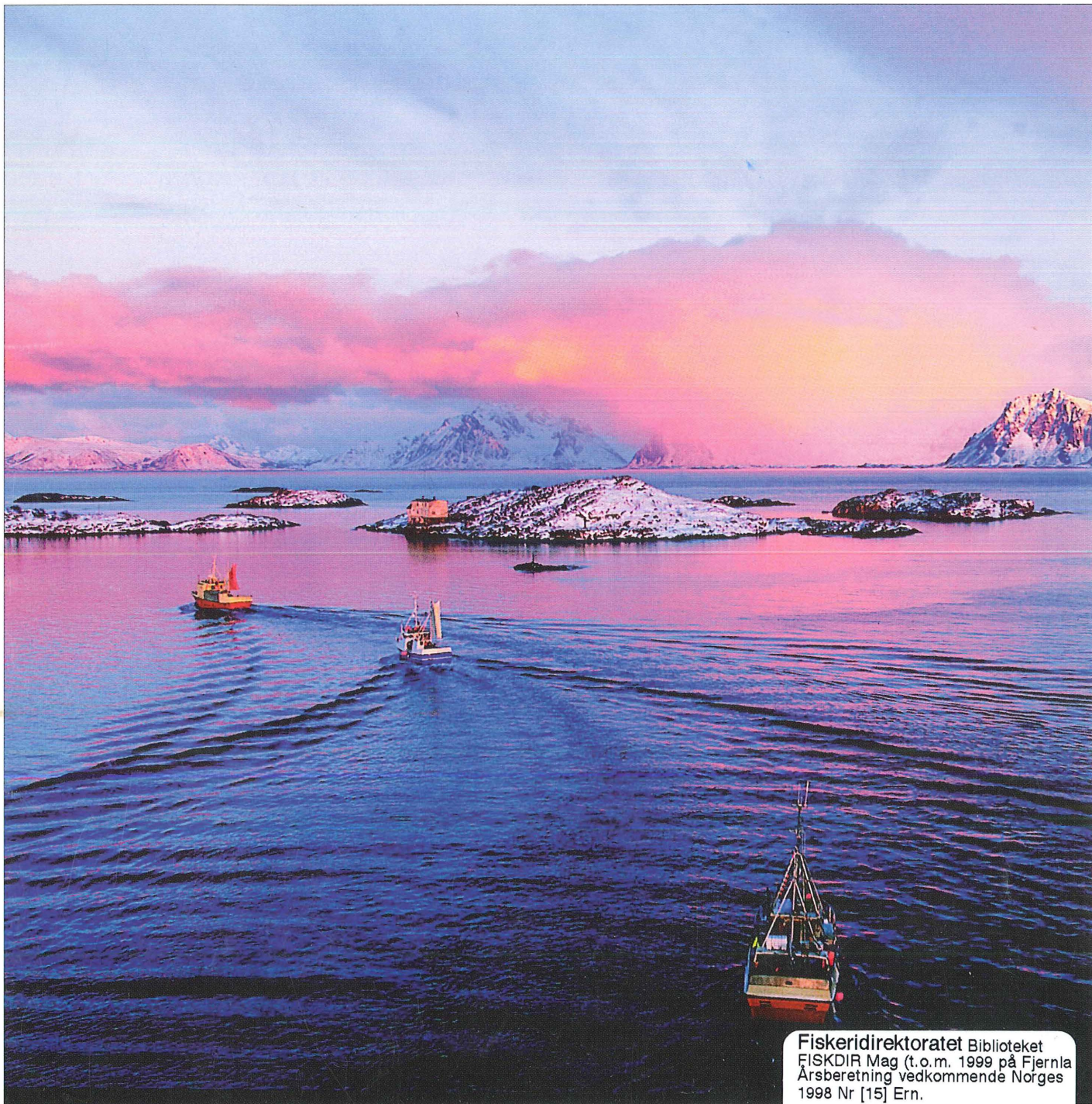


FISKERIDIREKTORATET
BIBLIOTEKET

A RSMELDING 1998



Fiskeridirektoratet Biblioteket
FISKDIR Mag (t.o.m. 1999 på Fjerna
Årsberetning vedkommende Norges
1998 Nr [15] Ern.



H00003324

2000-07-26

h 0000 3324

Forsidefoto:
© Eksportutvalget for fisk

INNHold

| | |
|--|----|
| FORORD | 5 |
| ENDRINGER OG UTFORDRINGER | 5 |
| INSTITUTTETS ORGANISATORISKE PLASSERING | 6 |
| INSTITUTTETS PERSONALE | 7 |
| MEDLEMMER OG VAREMEDLEMMER I RÅDET | 8 |
| REGNSKAP | 9 |
| FORSKNINGSSTRATEGI 1998–2001 | 10 |
| Intracellulære fettsyrebindende protein (FABP) hos atlantisk laks (<i>Salmo salar</i>) | 13 |
| Karbohydrattilsetning i fôr påvirker laksens respons på lysmanipulering | 15 |
| Biotilgjengelighet av sporelementer fra fiskemelsbasert fôr til laks | 19 |
| Riboflavin in fish feeds | 21 |
| Interaksjonseffekter mellom råmaterialer og røykeprosesser for kvaliteten av røykelaks | 23 |
| Sjømat som sikker mat – behov for forskningsbasert kunnskap knyttet til «miljødatabasen» | 27 |
| FORSKNINGSPROSJEKTER | 29 |
| I ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER | 29 |
| II SJØMAT I HUMAN ERNÆRING | 30 |
| III ADMINISTRATIVE PROSJEKTER | 30 |
| UNDERVISNING, RÅD OG UTVALG | 31 |
| PUBLIKASJONER: | 32 |
| INTERNASJONALE PUBLIKASJONER | 34 |
| FOREDRAG/PLAKATER INTERNASJONALE MØTER | |
| PROCEEDINGS OG UTVIDETE ABSTRACTS | 36 |
| POPULÆRVITENSKAPELIGE ARTIKLER | 38 |
| FOREDRAG/PLAKATER NASJONALE MØTER | 39 |
| RAPPORTER | 39 |



FORORD

ENDRINGER OG UTFORDRINGER

Instituttet har gjennomgått en intern omorganisering for å få en mer optimal struktur for å løse de oppgavene instituttet skal arbeide med. Hovedforskningsområdene til instituttet er synliggjort slik at det ut fra organisasjonskartet viser tydelig i hvilke områder instituttet har sin forskning. Det er også opprettet et nytt laboratorium (lab. for biokjemi) for å få nye verktøy i instituttets ernæringsbiologisk forskning. Hvert laboratorium har også fått en laboratorieleder som har ansvar for den tekniske driften av laboratoriet, tilsvarende har hvert forskningsområde fått sin ansvarlige forsker. Gjennomføringen av denne prosessen har vært positiv med god medvirkning fra de ansatte og erfaringene så langt, fra mitt ståsted, har vært veldig positive. utfordringen videre er å opprettholde og utvikle de positive holdninger, kreativiteten og dynamikken i organisasjonen. Dette vil være avgjørende for at instituttet også i fremtiden skal fremstå som et godt forskningsinstitutt til nytte for norsk fiskerinæring. Instituttet har fått et nytt råd med professor Åshild Krogdahl som leder. Rådet har hatt sitt første møte og instituttet ser frem til et positivt og godt samarbeid med rådet for å utvikle instituttet videre.

Det har vært et svært travelt år for instituttet, det er gjennomført et stort antall forskningsprosjekter, knyttet til forvaltningsmessige oppgaver, og sammen med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer og industri. Noen eksempler er gitt i årsmeldingen. Instituttet har klart å gjennomføre disse oppgavene først og fremst takket være en dyktig og lojal stab på alle plan i organisasjonen. Dette har også gitt utslag i fortsatt økning i antall internasjonale publikasjoner. Med dette som mål på kvalitet hevder instituttet seg svært godt

sammenlignet med andre forskningsinstitutter. utfordringen vår er å opprettholde og helst forbedre oss også på dette området. Det vil være viktig å opprettholde høy vitenskapelig kvalitet ved instituttet.

Instituttet har hatt en betydelig økning på budsjettet for eksterne kilder og hadde i 1998 større andel eksterne midler enn over kap 1023. Det instituttet har manglet er strategiske programmer i Norges Forskningsråd og til stor glede fikk instituttet innvilget det første strategiske programmet innen fiskeernæring med start 1999. utfordringen videre er å få flere strategiske program, også innen forskningsfeltet Sjømat i human ernæring, slik at det blir en balansert fordeling mellom bevilgning på kap 1023, prosjekter og strategiske program.

Instituttet har også i år blitt evaluert av Norsk Akkreditering for å se at vi holder nødvendig kvalitet på laboratoriene til å opprettholde akkreditering på analysemetodene. Dette gikk bra og instituttet har nå 41 akkrediterte metoder, noe som krever betydelige andeler av instituttets ressurser for å opprettholdes.

Instituttets samarbeid med Universitetet i Bergen (UiB) innen undervisning er viktig og det er etablert et nytt emne «Kvalitet av sjømat» som er gjennomført for første gang. Det er også etablert et nytt professorat II knyttet til Senter for Internasjonal helse, UiB, hvor en av instituttets forskere er tilsatt. utfordringene videre er sammen med UiB å utvikle utdanningstilbudet til nytte for norsk fiskerinæring.

Instituttet har redaktøransvaret for det internasjonale tidsskriftet Aquaculture Nutrition. Sjefredaktør har siden etableringen i 1994



Direktør Øyvind Lie.
(Foto: Dag Paulsen)

vært Leif Rein Njaa. Han har nå takket av og gått over i pensjonisttilværelse (han ble pensjonert fra instituttet så tidlig som i 1989). Instituttet er svært takknemlig for innsatsen som har vært helt avgjørende for å få etablert og innarbeidet dette internasjonale tidsskriftet. Den nye redaksjonen har en stor oppgave med å videreføre tidsskriftet, dette gir instituttet en god internasjonal profil.

Instituttet har en rekke samarbeidspartnere, nasjonalt og internasjonalt, innen universiteter, forskningsinstitutter og industri. utfordringen vår blir å videreutvikle dette samarbeidet samt få nye samarbeidspartnere. Med dette kan instituttet utvikle sin forskning samtidig som egen kjerneaktivitet opprettholdes.

Øyvind Lie
Øyvind Lie
Direktør

INSTITUTTETS ORGANISATORISKE Plassering

Administrasjon:

Direktør dr. philos Øyvind Lie

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er organisert som følger (se organisasjonskart):

Ernæring, fôr og fôrressurser, ansvarlig dr scient Rune Waagbø

Laks, dr scient Rune Waagbø

Marin fisk, dr scient Kristin Hamre

Fôrressurser, dr scient Gro-Ingunn Hemre

Sjømat i human ernæring, ansvarlig dr philos Kåre Julshamn

Ernæring – kvalitet, dr scient Marit Espe

Ernæring – miljø, dr philos Kåre Julshamn

Ernæring – helse, dr philos Einar Lied

Instituttet har fem laboratorier:

Laboratorium for biokjemi, laboratorieleder Betty Irgens

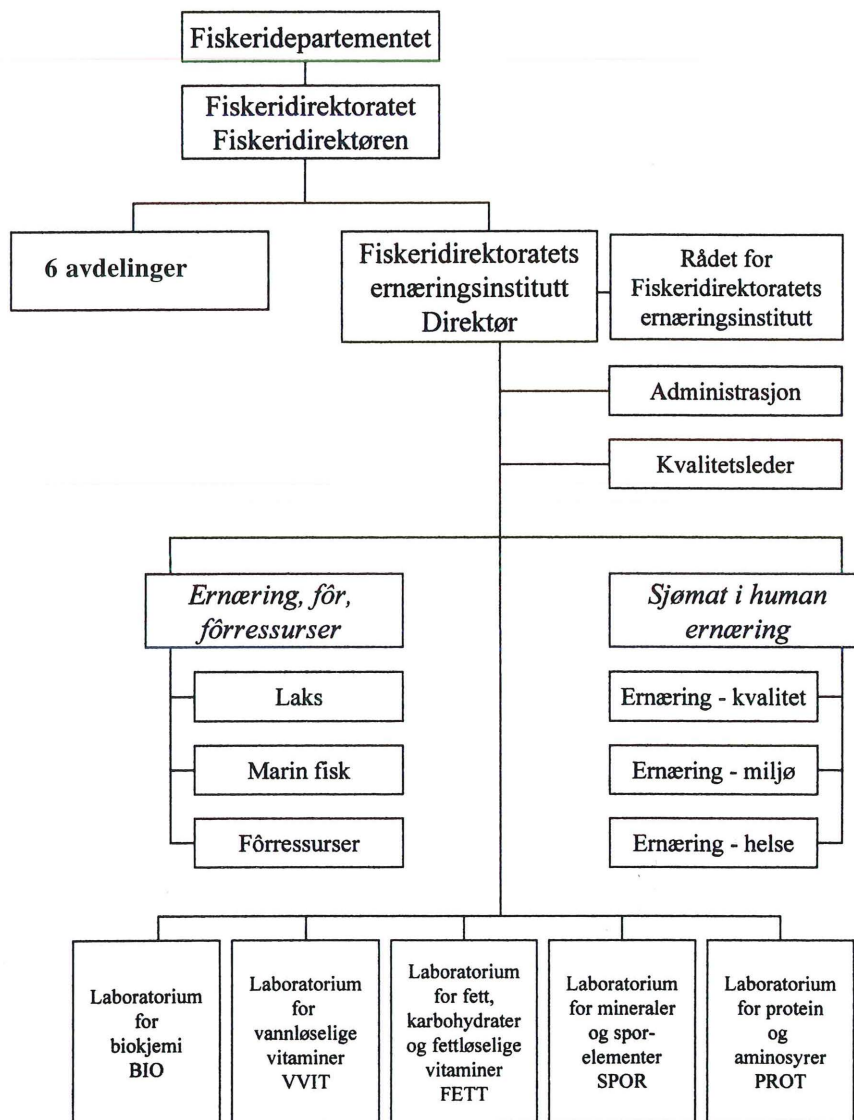
Laboratorium for vannløselige

vitaminer, laboratorieleder Vibecke Asphaug

Laboratorium for fett, karbohydrater og fettløselige vitaminer, laboratorieleder Annbjørg Bøkevoll

Laboratorium mineraler og sporelementer, laboratorieleder Jorun Haugsnes

Laboratorium for protein og aminosyrer, laboratorieleder Torill Berg





INSTITUTTETS PERSONALE

OVERSIKT OVER PERSONALET PR. 31.12.1998

Fast ansatte:

Direktør:

Lie, Øyvind

Forsker:

Espe, Marit (dr. scient)
Frøyland, Livar (dr. philos)
Hamre, Kristin (dr. scient)
Hemre, Gro-Ingunn (dr. scient)
Julshamn, Kåre (dr. philos)
Lied, Einar (dr. philos)
Måge, Amund (dr. scient, permisjon fra 1. januar 98)
Nortvedt, Ragnar (dr. scient)
Sandnes, Kjartan (dr. philos, permisjon)
Waagbø, Rune (dr. scient)

Avd.ingeniør:

Asphaug, Vibecke
Ask, Kjersti
Bargård, Siri
Berg, Torill
Birkenes, Anita
Brenna, Jan
Bøkevoll, Ambjørg (permisjon t.o.m. 17.9)
Gjerdevik, Kathrin (permisjon)
Haugnes, Jorun
Irgens, Betty
Langeland, Kari Elin
Michelsen, Jone (vikar, sluttet 27.2)
Riksheim, Berit Oddny (vikar, sluttet 30.9)
Solli, Berit Engen
Stave, Mariann
Thu Thao, Nguyen

Laborantleder:

Heltveit, Aase
Johannessen, Tove
Kaland, Gunn-Beate B.
Kallestad, Idun
Rygg, Margrethe
Sedal, Laila Oksholm
Wessels, Jacob
Fauskanger, Vidar
Erdal, Edel

Laborant:

Eidsvik, Tonja Lill (permisjon til 1. september)
Husebø, Geir (vikar, sluttet 27. mars)

Driftsleder:

Johansen, Marit (vikar, sluttet 17. april)

Konradsen, Bernt (sluttet 25. august)
Skjerve, Nils

Konsulent:

Bjørvang, Kjell Rune

Førstekonsulent:

Fjeldstad, Leikny

Sekretær:

Simonsen, Inger-Marie (permisjon f.o.m. 9. september)
Hetlebakke, Wenche Lone (vikar, f.o.m. 19. oktober)

Renholdsbetjent:

Meyer, Berit

Hatlø, Lena (fagprøve 21. august sluttet)
Jensen, Morten
Klementsens, Stig Hugo (fra 31.8)

Gjestestipendiat/forsker:

Isabel Aidos (sluttet 1. juli)
Inge Geurden (3.9 – 1.12)
Trilok-Kumaz, Geeta (9.9 – 2.10)
Addy, Paulina S. (3.9 – 27.11)
Kumah, Richard (22.9 – 16.10)
Avah, Benoni (3.11 – 27.11)

Arbeidsmarkedstiltak:

Kristin Walset (16.10 – 10.12.1998. Praksis plass)
Nguyen, Nga Thi To (26.10 – 10.12.1998. Praksis plass)

Hovedfagsstudenter

Adu-Afarwuah, Seth (Senter for Internasjonal Helse/FEI, eksamen 25. august)
Almelid, Marit (f.o.m. 18. august)
Bertelsen, Hege (f.o.m. 24. august)
Brønstad, Ingeborg
Børufsen, Cathrine (Kjemisk inst./FEI)
Fjermestad, Astri
Haugen, Trine (HI/FEI)
Håvåg, Jan Helge (f.o.m. 14. august)
Johnsen, Øystein
Liaset, Bjørn (eksamen 12. november)
Lied, Gaute Øverås (Fysisk inst./FEI, eksamen 8. mai)
Michelsen, Ole-Jørgen (f.o.m. 10. august)
Moren, Mari
Olsen, Hanne Jorun (eksamen 16. desember)
Torpe, Eili Kristin (Kjemisk inst./FEI, f.o.m. 11. august)
Tuwor, Georg (Senter for Internasjonal Helse/FEI)
Vangen, Bente
Øfsti, Anders (HI/FEI, f.o.m. sommer 98)
Ørnsrud, Robin (eksamen 17. desember)
Aadland, Eli Kristin

Prosjektansatte:

Forsker:

Haldorsen, Anne-Katrine Lundebye (dr. philos perm. fra 28.8)
Kolås, Kjersti (cand. scient)
Liaset, Bjørn (cand. scient, vikar f.o.m. 7. desember)
Lorentzen, Mette (dr. stipendiat)
Njaa, Leif R. (redaktør)

Stipendiat:

Andersen, Friede (dr. stipendiat, disputerte 30. januar, sluttet)
Berge, Gerd Eikeland (dr. stipendiat, perm. fra 7. desember)
Berntsen, Marc (dr. stipendiat)
Brodtkorb, Bente Torstensen (dr. stipendiat)
Dahl, Lisbeth Jane (dr. stipendiat ansatt fra 18. mai)
Graff, Ingvild Eide (dr. stipendiat)
Lygren, Bjarthe (dr. stipendiat)
Mæland, Anne (dr. stipendiat)
Skov, Marianne (cand. scient)

Laborant:

Sleire, Jenny (røkter ved Matre Havbruksstasjon, sluttet 15. juni)

Fullmektig:

Gangsø, Monica (f.o.m. 29. juni)

Lærlinger:

Elvestad, Øystein (fagprøve 21. august sluttet)



EDLEMMER OG VARA-MEDLEMMER I RÅDET FOR

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT
TIL 31.12.2001

Leder, nestleder og medlemmer

Leder

Professor Åshild Krogdahl,
Norges veterinærhøyskole

Nestleder

Prosjektleder Finn Hallingstad, T. Skretting AS

Medlem

Avdelingsleder Bjarne Aalvik, Fiskeridirektoratet

I.amanuensis Elin Kjørsvik,
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Seksjonsleder Kirstin Færden,
Statens Næringsmiddeltilsyn

Professor Erling Christiansen,
Universitetet i Oslo

Direktør Agnar Moe, Fiskeri-
og Havbruksnæringsens Landsforening

Professor Gunhild Hølmer,
Danmarks tekniske høyskole

Forsker Livar Frøyland, Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt

Varamedlemmer (3 i numerisk rekkefølge)

Matfaglig konsulent Ingebjørg Moe, Eksportutvalget for fisk

Forsker Astrid Nilsson,
MATFORSK

Dr. scient Torbjørn Åsgård,
Akvaforsk

Ansatte

Forsker Gro-Ingunn Hemre,
Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt

Observatører

Fiskeridepartementet
Fiskeridirektoratet
Norges forskningsråd



Rådet for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt:

Fra venstre: Agnar Moe, Bjarne Aalvik, Livar Frøyland, Erling Christiansen, Finn Hallingstad, Gunhild Hølmer, Elin Kjørsvik, Åshild Krogdahl, Kirstin Færden. (Foto: Dag Paulsen).

B REGNSKAP

A. MIDLER OVER FISKERIDEPARTEMENTETS BUDSJETT KAP. 1023:

| | 1997 | 1998 |
|----------------------|-------------|-------------|
| Lønn og godtgjørelse | 7.759.000 | 7.347.000 |
| Varer og tjenester | 5.603.000 | 6.194.000 |
| | 13.362.000 | 13.541.000 |

B. EKSTERNE FORSKNINGSMIDLER:

| | | |
|--|------------|------------|
| NFR (100 %) | 3.993.000 | 7.635.000 |
| NFR/industri, EU, ren industri og diverse prosjekter | 6.093.000 | 7.024.000 |
| Sum UiB: Prof. II, stipendiater og annum | 998.000 | 1 089.000 |
| Eksterne forskningsmidler | 11.084.000 | 15.748.000 |
| SUM A og B | 24.446.000 | 29.289.000 |



© Eksportutvalget for fisk.

FORSKNINGSSTRATEGI FOR PERIODEN 1998–2001

OVERORDNET MÅLSETTING KNYTTET TIL ERNÆRING – KVALITET

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt forskningsområder tar utgangspunkt i overordnede politiske mål, og de behov og utfordringer en samlet fiskeri- og havbruksnæring står overfor. Instituttet 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.

OVERORDNET MÅLSETTING KNYTTET TIL ERNÆRINGSFORSKNING (Formålsparagraf)

Forskningsinnsatsen vil være rettet mot oppgaver som krever straksløsninger og mot oppgaver av mer langsiktig karakter og rammen er gitt i instituttets formålsparagraf:

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

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

1. ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER

2. SJØMAT I HUMAN ERNÆRING

1. ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER

Forskningsaktiviteten ved instituttet skal inkludere hele verdikjeden fra råvarer til fôr, via fôrutnyttelse til produktkvalitet.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har fått en viktig rolle som kompetansesenter og faglig rådgiver knyttet til Lov om fôrvarer. Nye forskrifter om tilsyn med fôr til fisk er utarbeidet. Internasjonalt er fôrvarer gjenstand for strenge

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

1.1 Ernæring hos laksefisk

Atlantisk laks vil også i fremtiden være den viktigste arten i norsk havbruksindustri. Forskningsinnsatsen på laks og laksefisk må derfor videreføres. Fôrkostnadene utgjør for tiden mellom 50 og 60% av de variable kostnadene ved produksjon av oppdrettslaks. Dagens fôrkonsept kan forbedres, særlig med hensyn på ernæringsmessig riktig sammensetning i forhold til fôrutnyttelse, fiskehelse og produktkvalitet. Forskningsinnsats knyttet til ernæring og fôr hos laks er derfor viktig for en bedret kostnadseffektivitet og konkurransevne i havbruksnæringen. Videreut-

vikling av basiskunnskap gjennom målrettet grunnforskning er et sentralt element, både i denne sammenhengen og som kunnskapsgrunnlag for forvaltningsmessige tiltak overfor havbruksnæringen. Slike tiltak kan være knyttet til fôrforskrifter, eller til produksjonsregulerende tiltak som periodevis sulting eller innføring av fôrkvoter.

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

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Optimalisere fôr til laksefisk med hensyn på vekst, fôrutnyttelse, helse og produktkvalitet
- Utvikle fôr og fôringsrutiner som

- reduserer negative miljøpåvirkninger ved oppdrett av laksefisk
- Vurdere toksikologiske virkninger av høye verdier av nærings- og fremmedstoffer i fôr til laksefisk

1.2 Ernæring hos marine arter

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 at forskningen også knyttes til fôr og ernæring av matfisk. Forskningsinnsatsen konsentreres om å utvikle fôrtyper og fôringsrutiner som gir optimal fôrutnyttelse, vekst, helse og produktkvalitet.

En stabil tilgang på råstoff er viktig for næringsmiddelindustrien. Levendelagring av marine arter (f. eks. torsk, makrell og sei) vil være et viktig virkemiddel mot sesongavhengige variasjoner i råstofftilgangen og en kvalitetsendring ved lagring uten fôring. Kunnskap knyttet til fôring i forbindelse med «lagring» av de ulike artene er derfor nødvendig.

Skalldyr er bra næringsmidler med store markedspotensialer og med gode muligheter for oppdrett i norske farvann. Kamskjell er spesielt prioritert i følge «Havbruksmeldingen». For at kamskjellproduksjonen skal bli en lønnsom næring kreves det blant annet utvikling av formulert fôr, for å øke kvaliteten på sluttproduktet og korte inn produksjonstiden.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Optimalisere levende- og formulert fôr til kveite
- Optimalisere vekstfôr til kveite.
- Etablere kunnskap om levende

- fanget og låssette marine fiskeslag med hensyn på overlevelse, helse, fôring, vekst og kvalitet
- Formulert fôr til kamskjell

1.3 Fôr og fôrressurser – biprodukter

Marine råvarer utgjør hovedandelen i fiskefôr, og Norge er i den fordelaktige situasjon å ha tilgang på egne fôrressurser (industrifisk) til oppdrett. Men marine fôrressurser må utnyttes optimalt, og det arbeides videre med å utvikle bedre og mer kostnadseffektive fôr basert på

direkte bruk av marint råstoff i produksjonen. Foruten kunnskap om ernæring og fôr er dette et forskningsområde som krever teknologisk og ressursbiologisk forskning, samt fornuftig forvaltning av ville bestander.

Norge produserer idag 580.000 tonn biprodukter hvorav kun halvparten utnyttes. Biprodukter av avskjær fra hvitfisk er relativt lite utnyttet. Dette er en ressurs med et stort verdipotensiale ved riktige utnyttelse, for eksempel kan det anvendes i fôr til fisk eller foredles videre til produkter for anvendelse i matvarer.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Fremskaffe kunnskap som øker muligheten for bedre utnyttelse av biprodukter fra fiskeriene
- Fremskaffe kunnskap om alternative råstoffer til fiskemel for bruk i fôr til fisk

2. SJØMAT I HUMAN ERNÆRING

I den vestlige verden er feil kosthold en vesentlig årsak til store helseproblemer i befolkningen. Økt bruk av sjømat kan bidra vesentlig til å redusere disse problemene. Skal norsk sjømat være konkurran-

sedyktig vil det være av betydning at det i markedsføringen kan anvendes gode data som viser tilstedeværelse av næringsstoffer som det er påvist for lavt inntak av i befolkningen, spesielt dersom det kan dokumenteres positive helseeffekter av disse.

I tillegg må man kunne dokumentere at sjømat er sikker mat, dvs. ikke inneholder for høye nivå av stoffer som kan være skadelig for konsumentene (f.eks. miljøgifter). En økende bevissthet om kosthold i den industrialiserte verden vil kunne føre til et betydelig markedspotensiale for sjømat. Instituttet satser sterkere innen dette feltet både innen forskning og undervisning.

2.1 Ernæring – kvalitet

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 og omsetning av disse i organismen. Næringsstoffene har ulik biologisk tilgjengelighet i kroppen avhengig av hvilken kjemisk form de er lagret i den spiselige delen og studier av biotilgjengelighet vil derfor være et viktig forskningsfelt. Videre vil det bli mer og mer viktig å vite hva som skjer med produkter av sjømat ved bearbeiding og videreføring.

Oppdrett av fisk gjør oss i stand til produksikring og produktstyring gjennom fiskefôrets 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, behandling, bearbeiding og miljø kan influere på fiskens ernæringskvalitet og tilgjengeligheten av næringsstoffene fra det ferdige produkt.

Prioriterte oppgaver:

- Fremskaffe kunnskap om sammenhengen mellom fôr og ernæringskvalitet
- Fremskaffe kunnskap om ernæringskvalitet av sjømat samt foredlingsprosessenes betydning for ernæringskvalitet og biotilgjengelighet
- Etablere kunnskap om sammenhengen mellom biokjemiske prosesser i fisken og kvalitet

2.2 Ernæring – miljø

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 kan etterspores i produktene. En av de stoffgruppene som er viktig i denne sammenheng er metaller. Flermetallinstrument (ICP-MS) er tatt i bruk ved instituttet, blant annet i forbindelse med arbeidet knyttet til dokumentasjon av metaller som fremmedstoffer i fisk og annen sjømat ("Miljødata-basen").

Prioriterte oppgaver:

- Dokumentere gjennom forskning og miljøovervåking sammenhengen mellom miljø og ernæringskvalitet

2.3 Ernæring – helse

Både underernæring og feil kosthold er vesentlige årsaker til verdens store helseproblemer. Det er alminnelig enighet om at et økt bruk av sjømat i kostholdet er helsefremmende, men fortsatt mangler det mye dokumentasjon. Instituttet ønsker å bidra med å øke kunnskapen inne dette feltet, gjennom samarbeid med medisinske miljøer. I tillegg vil instituttet videreutvikle sitt engasjement i internasjonalt forskningssamarbeid og i bistandsprosjekter innenfor områder hvor instituttet har spesiell kompetanse.

Prioriterte oppgaver:

- Øke kunnskapen om sjømat som sunn mat, og etablere kunnskap som dokumenterer helsefremmende næringsstoffer i sjømat fra råvare, via produkt til tallerken.
- Utvikle bruksalternativer for biprodukter rettet mot humanernæring og næringsmiddelindustrien
- Videreutvikle nasjonalt og internasjonalt forskningssamarbeid
- Delta i bistandsprosjekter

Undervisning og formidling

En viktig faktor i å utvikle norsk fiskerinæring er utdanning. Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, har valgt å legge undervisningen og utdanning av cand. scient. og dr. scient. kandidater i ernæringsbiologi ved Universitetet i Bergen (UiB) til Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Instituttet har i dag ansvaret for emner tilsvarende 13 vektall innen områdene fiskeernæring, næringsmiddelkemi og analyse, generell ernæring, næringsmiddeltoksikologi og kostholdsundersøkelser. I tillegg blir et nytt emne «Kvalitet av sjømat» (3 vektall) startet opp høsten 1998.

Fortsatt vekst i norsk kystnæring krever blant annet 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. Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt skal bidra til dette gjennom å formidle sine forskningsresultater og ellers spre kunnskap til næringsutøvere, konsumenter og forvaltning. Instituttet vil ta initiativ til et samarbeid med Statens ernæringsråd og Eksportutvalget for fisk for å utarbeide en strategi for hvordan man kan øke fiskekonsumet innenlands.

Instituttet har redaksjonsansvar for det internasjonale tidsskriftet *Aquaculture Nutrition*, dette er viktig knyttet til formidling av nasjonale og internasjonale forskningsresultater spesielt relevant for havbruksnæringen.

Metodikk

Instituttets forskning forutsetter at analysekompetanse og instrumentpark opprettholdes og videreutvikles. Instituttet arbeider kontinuerlig med å etablere og kvalitets sikre nye metoder samt videreutvikle og validere allerede etablerte analysemetoder. Instituttet fikk høsten 1996 akkreditert 38 av sine analysemetoder for næringsstoffer. Ernæringsinstituttet har referansefunksjonen for næringsstoffanalyser i både fisk og andre matvarer i regi av Statens næringsmiddeltilsyn (SNT) samt at instituttet har blitt utpekt som nasjonalt referanselaboratorium i EU/EØS for enkelte næringsstoffanalyser (foreløpig for protein).

Instituttets forskere deltar også nasjonalt og internasjonalt i metodearbeid, spesielt knyttet til standardisering, dette arbeidet vil fortsette.

INTRACELLULÆRE FETTSYREBINDENDE PROTEIN (FABP) HOS ATLANTISK LAKS (*SALMO SALAR*)

av
Bente T. Brodtkorb

Under et utenlandsopphold høsten 1998 hos Professor David A. Bernlohr ved Department of Biochemistry, Biophysics and Molecular Biology, University of Minnesota, ble det gjort studier med intracellulære fettsyrebindende protein (FABP) fra muskel hos Atlantisk laks. For å undersøke om FABP er med på å regulere fettsyresammensetningen i vev hos Atlantisk laks ble genet for FABP fra laksemuskel (mFABP) PCR-klonet. Videre ble mFABP uttrykt og renses slik at det videre kan utføres bindingsstudier med det rensede proteinet.

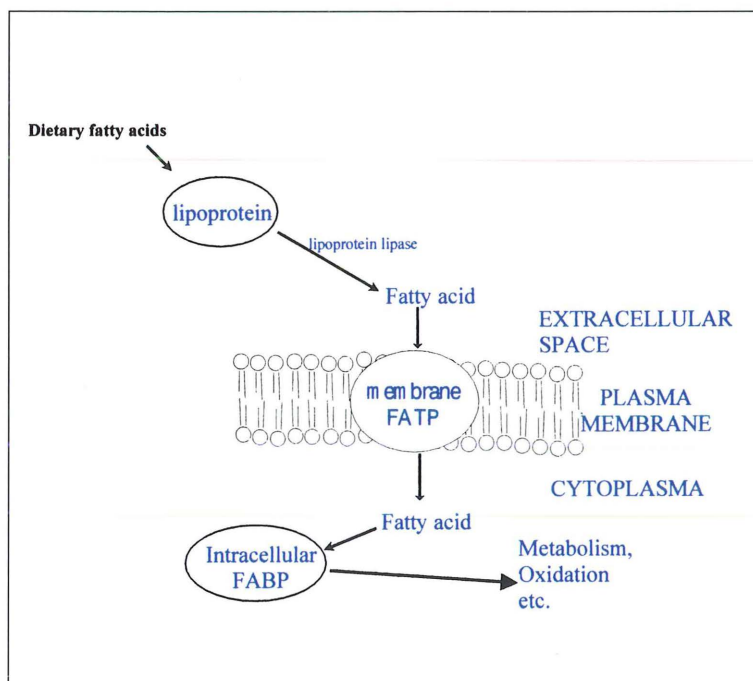
Litt bakgrunn om fettsyrebindende proteiner (FABP)

Intracellulære fettsyrebindende proteiner inkluderer en rekke proteiner med størrelse rundt 15 kD som binder hydrofobe ligander. Alle FABP har en karakteristisk oppbygging med to alfa helikser og 10 antiparallele beta-plater som danner en «lomme» hvor fettsyrer bindes. FABP har forskjellige navn avhengig av i hvilke vev de er funnet, eks muskelFABP, intestinalFABP, adipocytFABP etc.

Fettsyresammensetningen i forskjellig vev hos Atlantisk laks (*Salmo salar*) påvirkes i ulik grad av diettens fettsyresammensetning. Denne forskjellen i diettrespons antyder at det eksisterer spesifikke opptaks- og reguleringsmekanis-



Bente T. Brodtkorb.
(Foto: Dag Paulsen)



Figur 1; Skjematisk presentasjon av mekanismene for opptak av fettsyrer over membranen og fettsyrebindende proteiner (FABP) mulige rolle (modified from Bernlohr & Simpson, 1996 In: *Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes*, pp. 257–281; Van Nieuwenhoven et al, 1996, *Lipids*, 31, S-223-S-227)

mer for fettsyrenes metabolisme, retensjon og akkumulering i vev. Det gjenstår en god del før man fullt ut forstår hvordan opptak – og sammensetningen av fettsyrer i vev reguleres. Intracellulære fettsyrebindende proteiner (FABP) kan være en av reguleringsmekanismene, i tillegg til diettens sammensetningen av fettsyrer, preferansen for enkelte fettsyrer til energiproduksjon og opptaksmekanismer av fettsyrer (Figur 1). Fettsyrer transporteres i blodet hovedsakelig i form av lipoproteiner. For at cellene skal kunne ta opp fettsyrer fra lipoproteinene, bryter enzymet lipoprotein lipase esterbindinger i triacylglycerol molekylet, og frie fettsyrer kan transporteres over cellemembranen muligens vha et membranbundet fettsyre transport protein (FATP). På cytosolsiden av cellemembranen kan fettsyren bindes til FABP. Ved å binde frie fettsyrer i cytosol beskytter FABP cellen mot for høye konsentrasjoner av frie fettsyrer (detergent

effekt) som kan være veldig skadelig for cellen. Deretter tenkes FABP å transportere fetttsyrene inne i cellen til de forskjellige organeller for oksidasjon eller oppbygging. Antagelig spiller FABP i forskjellig vev forskjellige roller. For eksempel tenkes lever-FABP

hovedsaklig å fungere som buffer for fettssyrer, mens hjerte-FABP sannsynligvis fungerer som transportør for hydrfobe ligander mellom organellene. Det kan tenkes at fettssyresammensetningen av øye og hjerne styres mer av FABP, mens fettssyresammenset-

ningen av muskel og lever påvirkes i større grad av diettsammensetningen. Alternativt kan det tenkes at muskel-FABP og lever-FABP binder fettssyrer mindre spesifikt enn FABP i øye og hjerne.



© Bjørn Wisnes, Eksportutvalget for fisk.

English Summary:

Intracellular FABPs are thought to be one of the mechanisms regulating tissue fatty acid composition (Figure 1).

*During a visit at Professor David A. Berlohr's lab, UoM, a study on intracellular fatty acid binding proteins (FABP) was done on Atlantic salmon (*Salmo salar*). The aim of the project was to examine if FABP from muscle have a function in regulating muscle fatty acid composition in Atlantic salmon. The gene coding for mFABP was PCR-cloned, expressed and purified to enable further fatty acid binding specificity studies.*

KARBOHYDRATILSETNING I FØR PÅVIRKER LAKSENS RESPONS PÅ LYSMANIPULERING

av
Gro-Ingunn Hemre

Ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har flere forsøk vært gjennomført for å optimalisere før i forhold til årstid. Forsøksresultater viser positive effekter av å justere karbohydrattypen og -mengden i forhold til vanntemperatur for å optimalisere vekst og forutnyttelse, med entydig bedre energiutnyttelse fra karbohydrat ved 12°C enn ved 20°C. I videre studier har effekten av å justere daglengde til styrt tidlig smoltifisering vært i fokus. Resultater fra det første innledende studiet er gitt i denne artikkel. Forsøket ble gjennomført på grupper av parr som fikk tildelt før med ulike karbohydrattilsetninger. Målsetningen var å finne om sammensetningen av føret hadde noen betydning for hvordan laksen responderte på lysmanipulasjon.

Både glukose og aminosyrer er funnet å stimulere pankreas til utskillelse av hormoner som regulerer energiomsætningen i laks. Likeså påvirker lys hormonelle systemer som igjen påvirker pankreas sin funksjon, og dermed indirekte kan lys påvirke fiskens energiomsætning. Samarbeidspartnere i dette studiet har vært Tom Hansen, Marit Bjørnevik, Chris Beattie (Havforskningsinstituttet) og Bjørn Thrandur Bjørnson (Univ. Gøteborg).

Videre studier gjøres gjennom et dr.grads studium i et større prosjekt ledet av Tom Hansen, med stipendiat Ulla Norgarden som prosjektansatt (resultater blir ikke gitt her).

Fiskeforsøk: oppsett, med resultater og diskusjon

Laks ble gitt fire ulike før tilsatt enten mais eller hvete (gelatinise-

ringsgrad >90%), og tilsatt som 10 eller 20% av førets tørrstoffinnhold. Følgende lysregimer ble testet i de ulike førgruppene: 24 t lys gjennom 14 uker (Lang dag), 24t lys i to uker, deretter 12:12 lys:mørke i 6 uker, og tilbake til 24 t lys i de siste 6 uker (smoltgruppe), en førgruppe (mais 10%) fikk etter to ukers kontinuerlig lys 12:12 lys:mørke (kort dag) i resten av forsøksperioden.

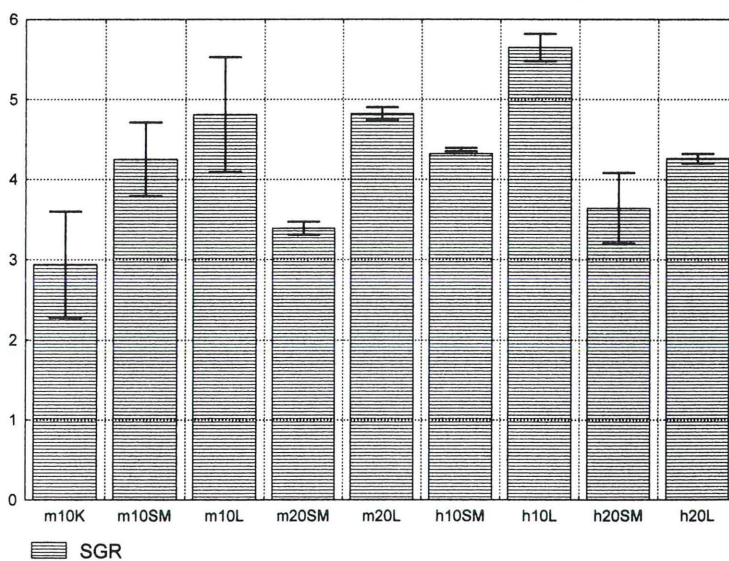
Vekst, men ikke helfisk tørrstoff, fett og proteininnhold, avhenger av førsammensetning og daglengde

Fisken var i snitt 12.8 gram ved forsøksstart, snittvekt ved sluttuttak varierte mellom 40 og 60 gram avhengig av hvilke gruppe fisken tilhørte. Fisk føret med 10% mais og tilhørende smoltgruppen vokste like godt som fisk gitt samme før og tilhørende langdag gruppen.



Gro-Ingunn Hemre.
(Foto: Dag Paulsen)

Begge disse gruppene vokste bedre enn fisk føret med 20% mais og tilhørende smoltgruppen, mens fisk gitt 20% mais og langdag hadde samme daglige tilvekst som de to



Figur 1. Spesifikk vekstrate (SGR) hos laks føret med 10 eller 20% mais (m10 og m20) eller hvete (h10 og h20). Følgende lysregimer ble anvendt: kort dag (K): 12:12 lys:mørke gjennom forsøkets 12 siste uker, smolt (SM): 12:12 lys mørke i 6 uker med skift til kontinuerlig lys i resten av perioden, lang dag (L) med kontinuerlig lys gjennom hele perioden.

| Fôrtype | Lysregime | Lever glykogen mg g ⁻¹ våtvekt | Muskelglykogen mg g ⁻¹ våtvekt |
|---------------|-----------|--|--|
| Mais 10 % | Kort dag | 105 ± 5 ^b | 1,1 ± 0,1 ^c |
| Mais 10% | Smolt | 50 ± 6 ^d | 3,0 ± 0,1 ^b |
| Mais 10% | Lang dag | 81 ± 11 ^c | 2,2 ± 0,1 ^b |
| Mais 20% | Smolt | 35 ± 12 ^e | 4,0 ± 0,9 ^a |
| Mais 20% | Lang dag | 131 ± 14 ^{a,b} | 2,5 ± 0,3 ^b |
| Hvete 10% | Smolt | 48 ± 6 ^d | 3,6 ± 0,6 ^a |
| Hvete 10% | Lang dag | 128 ± 1 ^{a,b} | 2,3 ± 0,4 ^b |
| Hvete 20% | Smolt | 103 ± 23 ^b | 4,0 ± 0,4 ^a |
| Hvete 20% | Lang dag | 146 ± 18 ^a | 2,4 ± 0,5 ^b |
| MANOVA | | | |
| p-nivåer | | | |
| Fôreffekt | | 0,001 | ikke signifikant |
| Lyseffekt | | 0,0001 | 0,0005 |
| Interaksjoner | | ikke signifikant | ikke signifikant |

Tabell 1. Konsentrasjon av glykogen i lever og muskel etter fôring av parr gjennom 14 uker. Alle grupper ble innledningsvis gitt 24t lys i 2 uker. Deretter ble kort dag gruppen gitt 12tlys:12t mørke i resten av forsøket, smolt-gruppene ble gitt påfølgende 6 uker kontinuerlig lys og deretter 12t lys : 12t mørke i resten av perioden, lang dag gruppene ble gitt kontinuerlig lys gjennom hele forsøket (se kolonne 2). Fôrvariablene var tilsetning av enten mais eller hvete og tilsatt som 10 eller 20% av tørrstoff.

lysgruppene gitt 10% mais. Dette tyder på en vekstdepresjon ved høy tilsetning av maissstivelse. I tillegg støtter det teorien om at en initiell vekststimulans fra lys gjennom 6 uker fortsetter å «virke» også etter at kortdag regime blir satt på igjen, men da at suboptimale fôr kan hemme en slik mekanisme. Resultater som bekrefter at 6 ukers langdag er tilstrekkelig for en initiell vekststimulans som fortsetter å virke selv om kortdag blir satt på igjen, er senere bekreftet i forsøk ved Matre Havbruksstasjon (Taranger, ikke publisert). Suverent best vekst ble funnet i gruppen fôret med 10% hvete og gitt lang dag, denne gruppen drog også fra gruppen gitt samme fôr

og hadde en initiell 6 ukers lysperiode, og også bedre enn begge lysgrupper gitt 20% hvete. Også for hvetefôret parr ble en vekstdepresjon registrert som følge av for høyt nivå karbohydrat og skifte fra lang til kort dag etter 6 uker (smolt gruppen). Smolt gruppen fôret med 10% hvete klarte ikke å holde samme vekstrate som langdag gruppen gitt samme fôr. Det vil si at den initiale vekstrespons er svært avhengig av fôrets sammensetning for å virke optimalt.

Fôrvariablene i forsøket var karbohydrat balansert mot protein, mens fettinnhold ble holdt konstant gjennom hele forsøket. I tidligere forsøk er det vist svært liten varia-

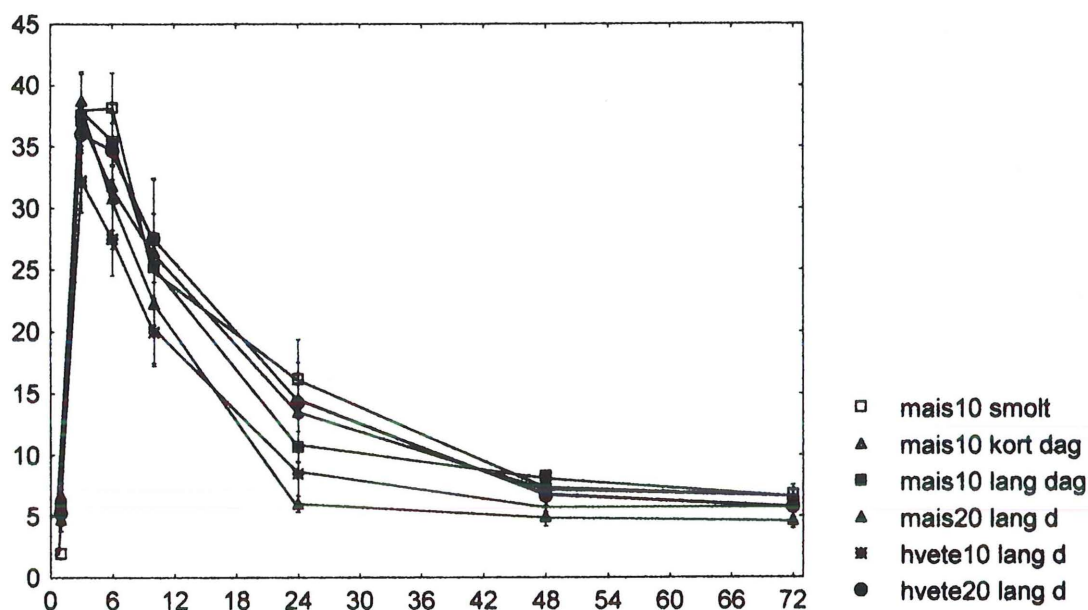
sjon i relativ kroppssammensetning når det gjelder protein og glykogen, mens tørrstoff og fett ofte vil variere avhengig av fôrintak, og spesielt fettinntak. Ingen signifikante forskjeller ble funnet i hel-fisk sammensetning. Dette indikerer at fôrintak ikke kan ha økt i takt med økende vekst, og at det er en sammenheng mellom lys og fôrutnyttelse. At det er en sammenheng mellom fôrsammensetning, spesielt med hensyn på mengde og type karbohydrat tilsatt, og fôrutnyttelse, er vist i flere forsøk fra flere institusjoner. Dessverre ble det ikke gjort nøyaktige fôrintaksregistreringer i dette forsøket.

Lever og muskelglykogen

Lagrene av glykogen i lever (se Tabell 1) har tidligere vært beskrevet som en ren fôreffekt, med en nesten lineær økning av leverglykogen i forhold til økningen i fôrets karbohydratinnhold. Dette forsøket bekreftet disse resultatene, men viste at også lysregime hadde en klar effekt på leverglykogeninnivåer. Lysregimet påvirket muskelens glykogeninnivå, mens dette ikke ble påvirket av fôrets karbohydratinnhold. Resultatene viser at man kan «styre» karbohydrat energireserver ved å manipulere fôrsammensetning og/eller lysregime både i lever og muskel.

Glukosetoleranse og saltvannstoleranse var påvirket delvis av fôrsammensetning og delvis av daglengde

Etter endt fôringsperiode ble alle lysregimer fra mais 10% gruppene, og alle fôrregimer (fra lang dag gruppene) testet for evne til glukose regulering etter en belastning (1 g glukose pr. kg kroppsvekt). I



Figur 2. Plasma glukose i laks etter en belastning på 1 g glukose per kg⁻¹ kroppsvekt. Grupper merket mais 10, mais 20, hvet 10 og hvet 20 har vært gitt fôr med henholdsvis 10 eller 20% maisstivelse og 10 eller 20% hvetstivelse. Smolt har fått justert daglengde fra 12:12 lys:mørke etter 6 uker til kontinuerlig lys i ytterligere 6 uker, kort dag har fått 12:12 lys:mørke gjennom de 12 siste uker av forsøksperioden, lang dag har fått kontinuerlig lys gjennom hele forsøket. X-aksen gir timer etter injeksjon, Y-aksen gir plasma glukose i mm.

tillegg ble de samme grupper testet for sjøvannstoleranse (overføring fra ferskvann til 36 g salt pr. L vann).

Figur 2 viser resultater fra glukosetoleranseforsøket og Tabell 2

viser resultater fra fisk analysert 24t etter overføring til saltvann. Evne til glukoseregulering var signifikant påvirket av både lysregime og fôrsammensetning. Fisk fra smolt gruppen viste redusert glu-

koseregulering sammenlignet med fisk fra langdag gruppen. Evne til glukose regulering var også redusert i laks adaptert til de høyeste karbohydrattilsetningene (20%). Parr fra kortdag gruppen viste

| Fôr | Lysregime | % dødelighet | Muskelglykogen mg g ⁻¹ våtvekt | Leverglykogen mg g ⁻¹ våtvekt |
|-----------|-----------|--------------|--|---|
| Mais 10% | Kort dag | 52 | 0,5 (0,1) ^b | 27 (13) ^b |
| Mais 10% | Smolt | 0 | 2,8 (1,5) ^a | 65 (16) ^a |
| Mais 10% | Lang dag | 16 | 1,2 (1,4) ^a | 70 (26) ^a |
| Mais 20% | Lang dag | 0 | 1,3 (0,6) ^a | 93 (43) ^b |
| Hvete 10% | Lang dag | 0 | 1,6 (0,8) ^a | 118 (29) ^d |
| Hvete 20% | Lang dag | 14 | 1,9 (1,1) ^a | 84 (46) ^{abc} |
| ANOVA | | | P < 0,05 | P < 0,01 |

Tabell 2. Effekter av lys og fôr på saltvannstoleranse, % dødelighet, og muskel- og leverglykogen 24 t etter overføring til saltvann.

svært lav saltvannstoleranse med høy dødelighet. I denne gruppen var både lever og muskelglykogen lagre tappet dramatisk ned. Fisk i denne gruppen var også i snitt mye mindre enn fisk fra de andre gruppene. Ingen klar sammenheng ble funnet mellom saltvannstoleranse og fôrets karbohyrattilsetning.

Konklusjon

- Fôrets karbohyratt, både type og mengde tilsatt, påvirker laksens vekstrespons på økt daglengde.
- Glykogenlagre i lever påvirkes av både fôrsammensetning og økt daglengde.
- Glykogenlagre i muskel påvirkes lite av fôrets sammensetning, men signifikant av økt daglengde.
- Glykogenlagre i både muskel og lever tømmes hos parr som ikke er klar til overføring til sjøvann.
- Evne til glukoseregulering reduseres ved suboptimal karbohyrattilsetning, og av skift i daglengde.

English Summary:

Effects of dietary starch level and -type on how Atlantic salmon responded to light manipulations as concerned growth, levels of glycogen, and saltwater tolerance, and how different light regimes influenced on the glucose regulation capacity in smoltifying salmon was investigated. A trial was set up where Atlantic salmon were fed diets holding either 10 or 20% gelatinised wheat or -corn and subjected to different light programmes. Light programmes evaluated for each diet were K = continuous light throughout the experimental period, SM = a shift from continuous light to 6 weeks of short day (12:12L:D) and thereafter 6 weeks of continuous light. One diet (corn 10) were also tested in a short day group (12:12 L:D) throughout the experimental period, m=corn, and h=wheat. All groups given the same diet showed a higher growth when given continuous light compared to the smolt groups. Comparing groups on continuous light only, the wheat 10 diet was superior over the other diets. This diet also stimulated growth equally well in the smolt group compared to fish held on continuous light and given the other diets. These results indicate an interaction effect between dietary gross composition and light regime. Liver glycogen was highly influenced both by diet and by light programme, while only the light manipulations influenced on the level of muscle glycogen. Fish held on 12:12 L:D throughout the experiment showed a high death rate and a severe depletion of glycogen in liver and muscle when subjected to salt-water.

BIOTILGJENGELIGHET AV SPOR-ELEMENTER FRA FISKEMELSBASERT FÔR TIL LAKS

av
Mette Lorentzen

Ernæringsinstitutt har de senere år utført forsøk og bestemt ernæringsbehovet for sink, jern og mangan hos Atlantisk laks. I disse forsøkene har det vært brukt spesi-alfôr med lavt innhold av sporelementer. Tradisjonelt har imidlertid fôr til laks vært basert på fiskemel

som proteinkilde. Fiskemel vil også bidra med sporelementer til fôret, gjerne i konsentrasjoner som tilsvarer laksens behov.

I et forsøk med to grupper av lakseyngel ble den ene gruppen gitt fiskemelsbasert fôr uten tilsetning av sporelementer mens den andre gruppen ble gitt samme fôret tilsatt sink (68 mg/kg), jern (34 mg/kg), kobber (3,5 mg/kg) og



Mette Lorentzen.
(Foto: Dag Paulsen)

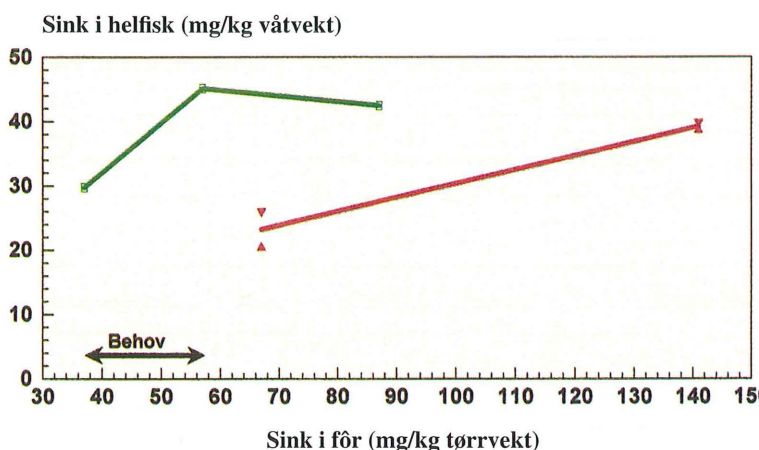


Fig 1. Biotilgjengelighet av sink (målt ved sinkkonsentrasjon i helfisk som respons på sink i fôr) fra fôr av torskemuskel (grønn) og fiskemel LT-94 (rød). Sinkbehovet hos laks er indikert med svart pil.

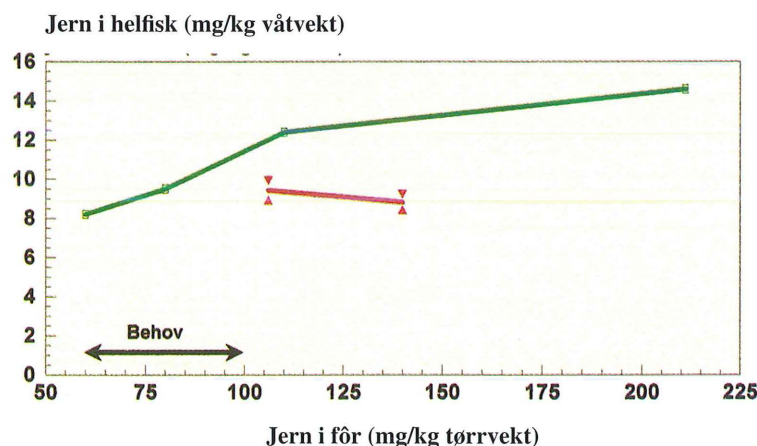


Fig 2. Biotilgjengelighet av jern (målt ved jernkonsentrasjon i helfisk som respons på jern i fôr) fra fôr av torskemuskel (grønn) og fiskemel LT-94 (rød). jernbehovet hos laks er indikert med svart pil.

mangan (13 mg/kg) i 34 uker. I Figur 1–3 er resultatene for sink, jern og mangan i helfisk fra dette forsøket sammenliknet med tilsvarende resultater funnet i behovsstudiene. Selv om dette er resultat fra forskjellige forsøk og at det ikke er tatt hensyn til faktorer som litt forskjellig fiskestørrelse, at forsøkene ikke ble kjørt til samme tid på året, at veksten var noe forskjellig, viser figurene at alle sporelementene hadde lavere biotilgjengelighet fra det fiskemelsbaserte fôret enn fra spesialfôrene som var laget av torskemuskel (sink og jern) eller en blanding av kasein og gelatin (mangan).

Når det er nødvendig å tilsette fôret sporelementer utover det som er definert som behovet, sies biotilgjengeligheten av sporelementene å være lav. Biotilgjengeligheten beskriver summen av alle faktorer som påvirker sporelementene fra fôret blir spist til sporelementene er gått inn i funksjon eller lager. Biotilgjengeligheten blir bestemt

av fysiologiske faktorer hos fisken men også av diettens sammensetning. Den effekten diettens sammensetning har på biotilgjengeligheten blir ofte omtalt som interaksjoner.

De funn som her er beskrevet skyldes trolig i hovedsak interaksjoner mellom sporelementene og det relativt høye innholdet av kalsium og fosfor fra bein i fiskemel. Det er kjent fra forsøk med fisk at høyt innhold av kalsium og fosfor i fôret hindrer opptaket av sink. I forsøk med pattedyr er det vist at høyt kalsium- og fosforinnhold hemmer opptaket av både sink og jern.

Disse resultatene viser med all mulig tydelighet at det ikke er til-

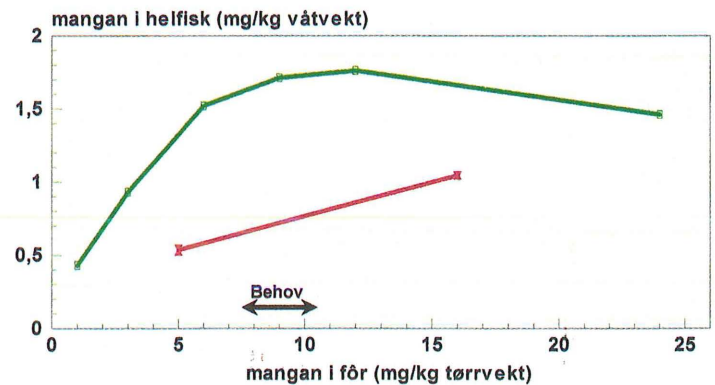


Fig 3. Biotilgjengelighet av mangan (målt ved mangankonsentrasjon i helfisk som respons på mangan i fôr) fra fôr av kasein-gelatin (grønn) og fiskemel LT-94 (rød). Manganbehovet hos laks er indikert med svart pil

strekkelig forsikring mot sporelementmangel hos laks at fôret inneholder mer enn det som er definert

som laksens minimumsbehov, biotilgjengeligheten av sporelementene må også vurderes.

English Summary:

Whole body trace element content of Atlantic salmon fed fish meal based diets unsupplemented or supplemented with zinc (68 mg/kg), iron (34 mg/kg), copper (3,5 mg/kg) og manganese (13 mg/kg) for 34 weeks from first feeding were compared with results from requirement studies with semi-purified diets. The results show low bioavailability of zinc, iron and manganese from fish meal based diets. This effect is probably caused by the relatively high levels of calcium and phosphorus originating from fish bone in fish meals.

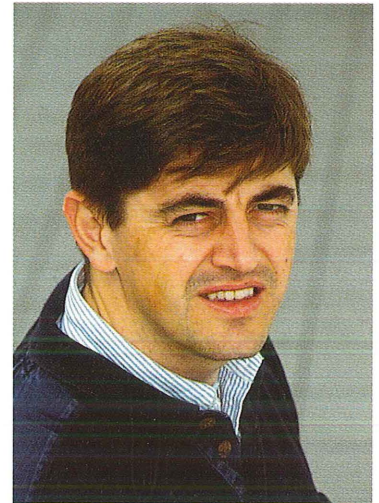
RIBOFLAVIN IN FISH FEEDS

Ingeborg Brønstad¹, Inge Bjerkås² & Rune Waagbø¹

¹Institute of Nutrition, Directorate of Fisheries ²Norwegian College of Veterinary Medicine, Department of Morphology, Genetics and Aquatic Biology, Oslo

The quality of commercial feeds used in salmon farming are in general high and the success mainly depend on the quality of the raw materials and sources used. However, the change in main composition of salmon feed over the last 15 years make it necessary to reconsider the requirement

of micronutrients. Surprisingly, there is limited information on the requirement of micronutrients in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and very often the recommendations used are based upon quantitative requirements for other salmonid species. As for most of the B-vitamins the minimum requirement of



Rune Waagbø
(Foto: Dag Paulsen)

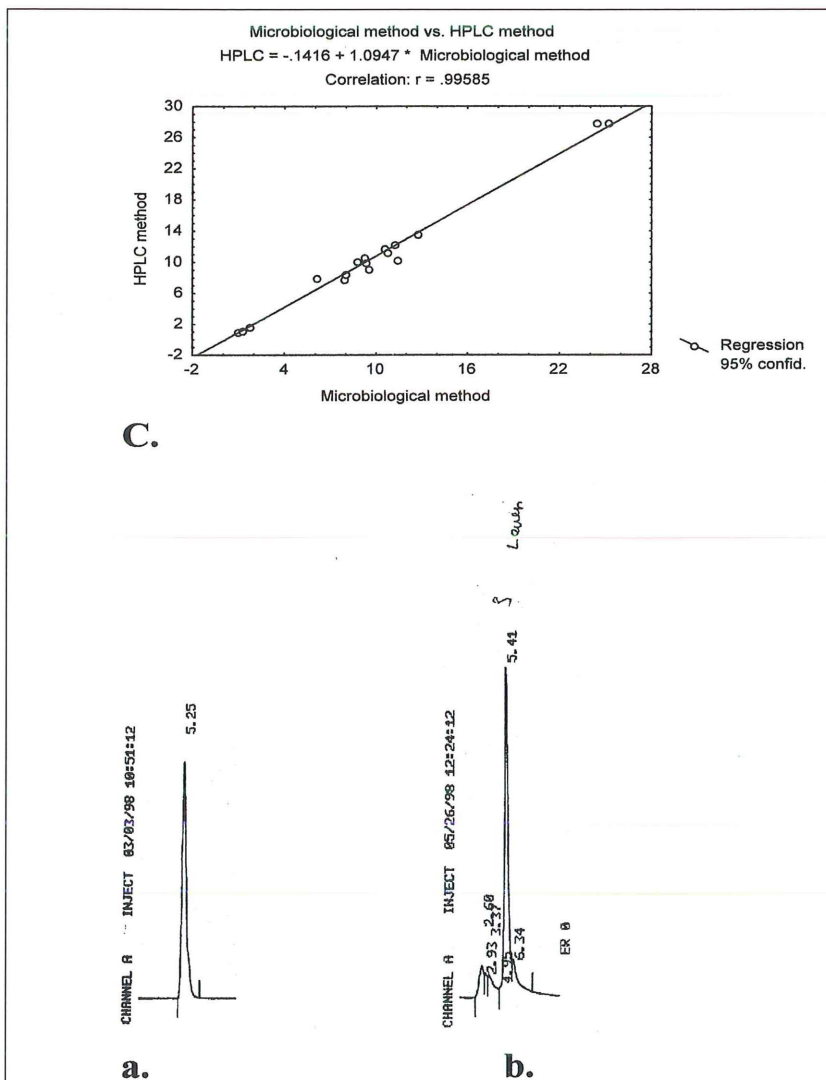


Figure 1. HPLC chromatograms of riboflavin – a) Riboflavin standard solution $0.2 \mu\text{g mL}^{-1}$ b) Riboflavin in liver extract, 2 g sample in 100 mL dilution, with retention time of 5.41 min., and c) Correlation between riboflavin concentrations, $\mu\text{g g}^{-1}$, in liver, muscle, whole body and fish feed determined by the HPLC method and the microbiological method ($n = 42$).

riboflavin is relatively low, estimated to be between 3 and $11 \mu\text{g g}^{-1}$ in six species. For Atlantic salmon the same requirement is assumed. The high incidences of the eye disease cataract in European salmon aquaculture has, however, been associated with deficiency of riboflavin among several other nutrients.

The present feeding experiment was conducted to evaluate the effects of dietary riboflavin (with and without supplementation of 20 mg riboflavin kg^{-1}) and lipid (15 or 30 %) levels on the growth and health performance and riboflavin status in Atlantic salmon parr. An HPLC method for determination of riboflavin with improved determination limit ($0.24 \mu\text{g g}^{-1}$) was validated and compared with the accredited microbiological method at the Institute of Nutrition. From the promising results on the comparison of the two riboflavin methods and the quality assurance tests (Fig. 1), the HPLC method will be applied for accreditation and replace the microbiological assay.

The unsupplemented diets contained between 6 to 8 mg riboflavin kg^{-1} , while the diets with riboflavin supplementation contained between 26 and 28 mg kg^{-1} . The diets were fed for 12 weeks, and fish were sampled for analyses initially and after 6 and 12 weeks. The fish was examined visually for cataracts at the samplings, and after 12 weeks eye samples from all groups were examined histologically.

There were no significant differences in growth due to riboflavin supplementation. Growth was, however, affected by lipid content. After 12 weeks the fish weight increased fivefold the initial weight, showing approx. 80 and 110 g in the high and low lipid groups, respectively. No mortalities or eye disorders, including cataracts (Fig. 2) were observed. The status of riboflavin and proximate composition were studied in whole body, muscle and liver. Saturation of riboflavin in the liver and muscle tissues were reached by the unsupplemented diets. Thus, minor differences were seen in whole body and tissue riboflavin concentration. Enlargement of liver was related to dietary lipid content. The lipid content in the muscle tissue seemed to be affected by the riboflavin supplementation after 12 weeks.

Based on growth, absence of deficiency signs and maximal tissue saturation of riboflavin, it can be concluded that the requirement for riboflavin was met by the natural content in the raw materials of the feed. Low dietary riboflavin seemed, however, to limit the oxidation of lipids for energy purposes. This may be important for the feed and energy utilisation in adult salmon.

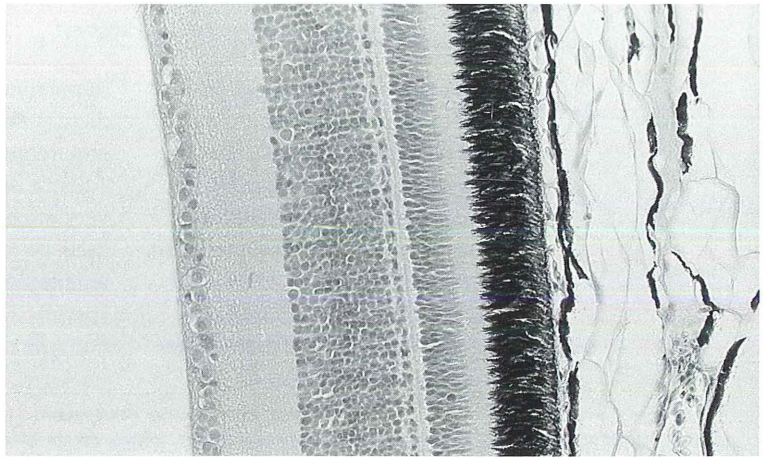


Figure 2a.
Section of normal retina. (Photo: Inge Bjerckås)

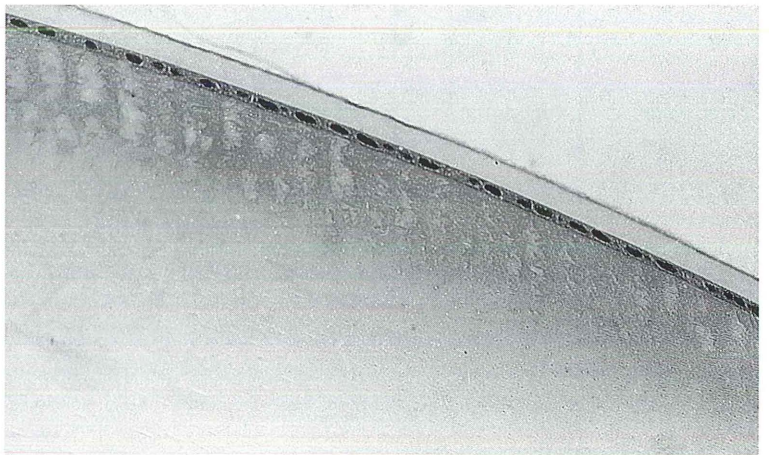


Figure 2b.
Normal anterior cortical area of lens epithelium. (Photo: Inge Bjerckås)

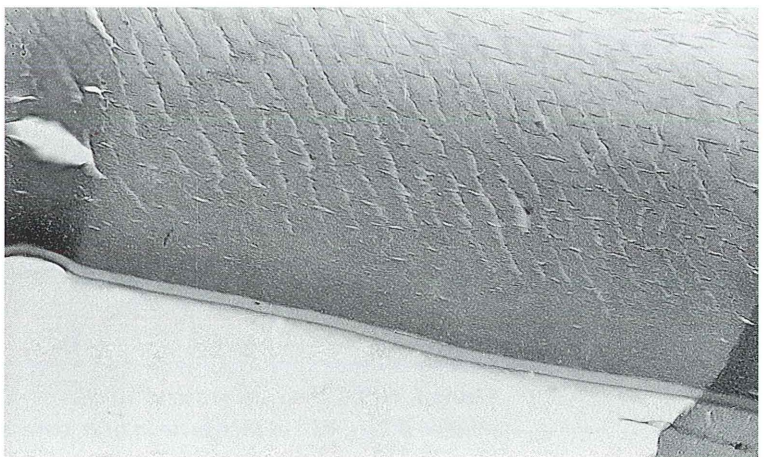


Figure 2c.
Normal posterior cortical area of lens epithelium. (Photo: Inge Bjerckås)

INTERAKSJONSEFFEKTER MELLOM RÅMATERIALER OG RØYKEPROSESSER FOR KVALITETEN AV RØYKELAKS

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt deltar i et 3-årig EU-prosjekt sammen med Akvaforsk, Havforskningsinstituttet, Instituto del Frio i Madrid, IFREMER i Nantes og Food Technology, Technological Institute i Reykjavik. Prosjektet har som hovedmål å avklare interaksjoner mellom kvalitet av oppdrettsfisk og røykeprosessen effekt på den endelige kvaliteten og utbyttet av røykelaks. I prosjektet blir det nyttede flere ulike salte- og røykeprosesser på laks som er produsert under ulike oppdrettsbetingelser. Laksen som nyttes i prosjektet kommer fra Norge og Island, og alle de deltagende parter gjør ulike analyser både av fersk og røykt laks. Prosesseringsmetodene som ble anvendt i foreliggende prosjekt hadde tydelig innflytelse på næringsmiddelkjemisk sammensetning og harskning av filetene. Av ulike oppdrettsbetingelser var det særlig forskjellig føring (vegetabiliske kontra animalske næringsmidler) som påvirket både den ferske og den røykte filetenes sammensetning.

av
**Marit Espe og
Ragnar Nortvedt**

Atlantisk laks av ulik kvalitet, som følge av ulik årstid og ulike oppdrettsbetingelser, hentes fra Norge og Island og sendes fersk til Akvaforsk for fettanalyser og fettforde-



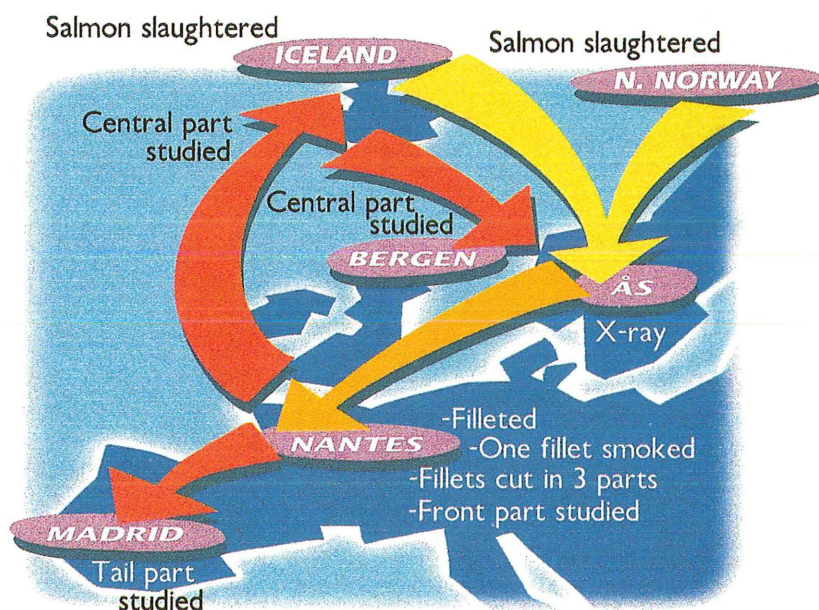
Marit Espe.
(Foto: Dag Paulsen)



Ragnar Nortvedt.
(Foto: Dag Paulsen)

ling i tomograf (Figur 1). Deretter sendes fisken med bil til IFREMER i Nantes for filetering og prosessering. Måling av farge ved hjelp av HunterLab og fargevifte utføres i Nantes av Havforskningsinstituttet på både fersk og røykt

fisk. IFREMER gjennomfører ulike salte og røykeprosesser. Laksen blir tørrsaltet, lakesaltet eller stikksaltet og røykt ved henholdsvis 20 eller 30°C (kaldrøyking). Også elektrostatisk røyking blir gjennomført etter tørrsalting.



Figur 1. Logistikk av prøveforsendelser i røykelaksprosjektet. (Etter Hannes Hafsteinson, IceTech, prosjektkoordinator).

Utbytte og endring i kjemisk sammensetning studeres etter syv ulike prosesseringsbehandlinger. På grunn av tekniske vansker med stikksalting, er denne erstattet med at fisken nå fryses i en måned før den tines, tørrsaltes og røykes ved 20°C. IFREMER stykker deretter fisken i en fremre del som blir analysert av IFREMER i Frankrike, mens midtre del sendes til Island for kjemiske analyser av muske-

lens struktur, hvoretter IceTech på Island homogeniserer midtdel og sender denne til Bergen (Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt) for kjemiske analyser (Tabell 1). Halestykket sendes fra IFREMER til Instituto del Frio i Spania. Et sensorisk panel ved IFREMER vurderte også røykelaksens sensoriske egenskaper.

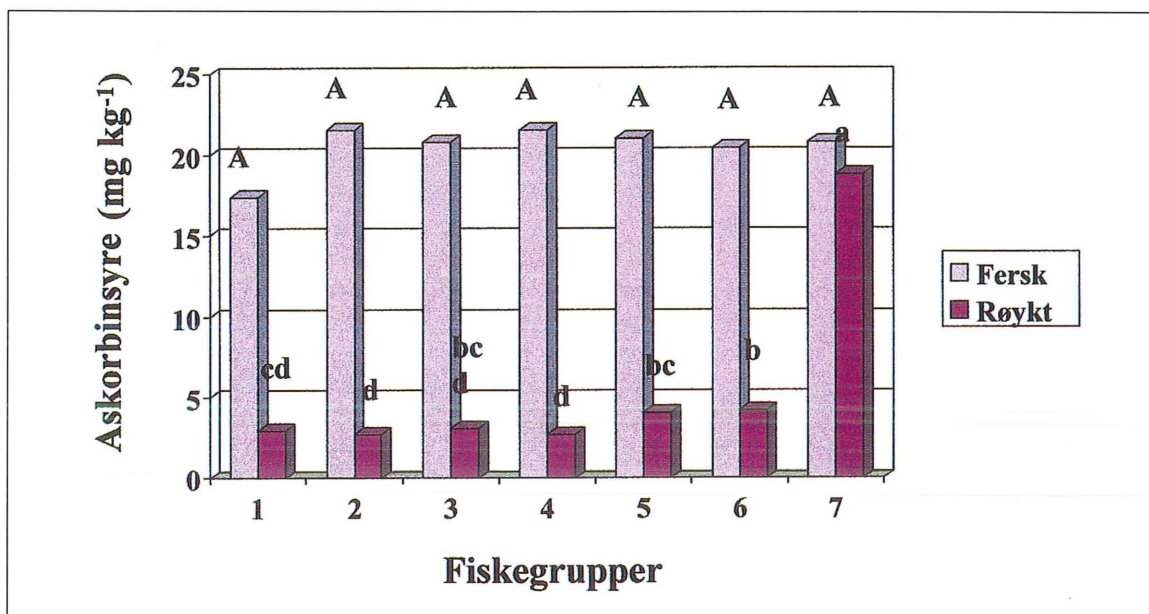
I det følgende presenteres noen

resultater fra dette prosjektet med hovedvekt på arbeidet som er utført ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Vi vil samtidig takke Kjersti Ask, Øystein Elvestad, Vidar Fauskanger, Morten Jensen, Gunn Brustad Kaland, Idun Kallestad, Berit Riksheim og Jacob Wessels for vel utførte analyser!

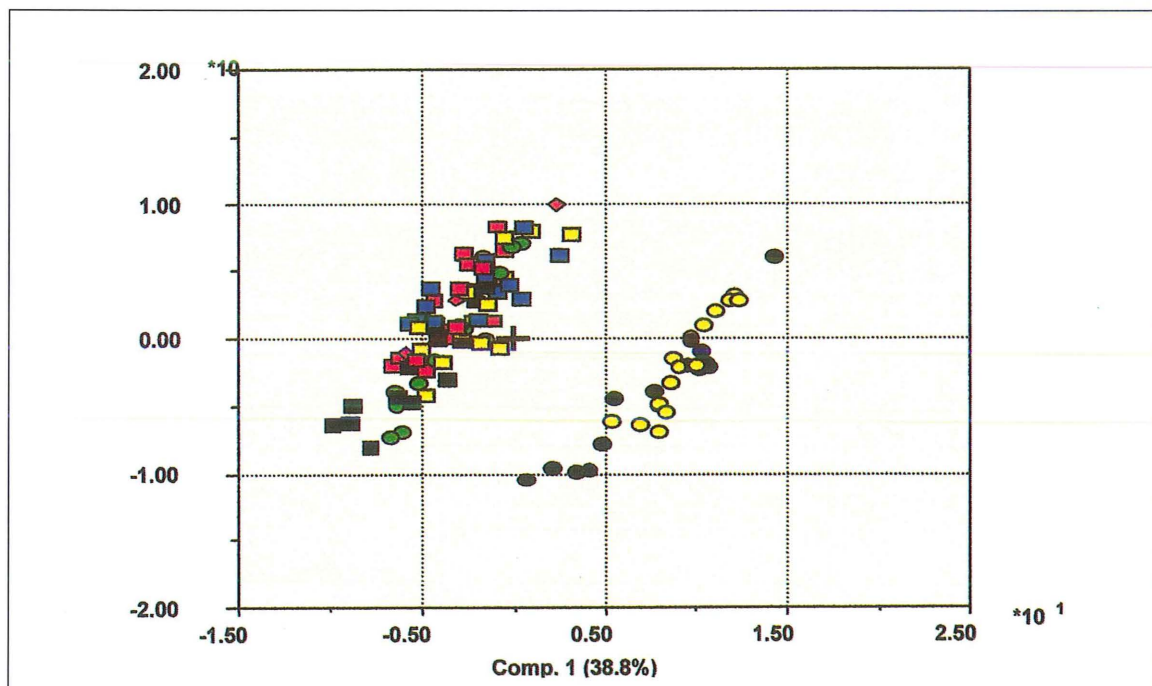
Prosesseringsmetodene som ble anvendt i foreliggende prosjekt

| Institusjon | Kjemiske analyser |
|--|--|
| Akvaforsk | X-ray tomograf: Innhold og fordeling av fett |
| IFREMER | Textur (Kramer cell) Sensorikk Flyktige stoff og aromatiske egenskaper |
| Instituto del Frio | Textur (Kramer cell) Bildeanalyse Tørrstoff, total protein, pH Vannbindingsevne Collagenets løselighet Fettfrisetting (drip) NaCl-innhold Løselig protein, myofibrilært, SDS-page Frie sulfhydrylgrupper |
| Ice Tech (koordinerende ansvar) | Textur (skjærkraft) Mikrostruktur Homogeniserer rest prøve |
| Havforskningsinstituttet | Farge (HunterLab, vifte, astaxanthininnhold) Muskelspalting frekvens (skala 1-5) Proteolytisk aktivitet i muskelen |
| Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt | Vitamin E Vitamin C Fettsyresammensetning Total fett Oksidasjonsprodukt (TBARS og flyktige forbindelser) Informetrisk behandling av alle data |

Tabell 1. Kjemiske analyser som blir utført av de samarbeidende partnere i røykelaksprosjektet.



Figur 2. Gjennomsnittlig vitamin C innhold i både fersk og røykt filet fra laks som har vært oppdrettet likt, men prosessert ved syv ulike (salting & røyking) metoder. 1: salt injisert & 20°C, 2: saltinjisert & 30°C, 3: lakesaltet & 20°C, 4: lakesaltet & 30°C, 5: tørrsaltet & 20°C, 6: tørrsaltet & 30°C, 7: tørrsaltet og elektrostatisk røykt. A = ingen signifikant forskjell ($p > 0.05$) i fersk filet. Forskjellige små bokstaver (a, b, c, d) indikerer signifikant forskjell ($p < 0.05$) i røykt filet. N = 15 fisk i hver gruppe.



Figur 3. Skåringsplot (korrelasjoner mellom fiskegrupper) fra alle fersk filet data fra fiskegrupper som har vært oppdrettet ved ulike betingelser. Gruppe 4 (gule sirkler) og gruppe 5 (sorte sirkler) var gitt fôr med vegetabilsk fett- og proteinkilde, mens de øvrige gruppene fikk standard fiskefôr.

hadde tydelig innflytelse på næringsmiddelkjemisk sammensetning og harskning av filetene. Laksefiletene som ble elektrostatisk røykt, harsknet ikke og opprettholdt et konstant vitamin C nivå gjennom røykeprosessen (figur 2), samtidig som de forbrukte vitamin E som antioksidant. Årsaken til det lave tapet av vitamin C i elektrostatisk røykt fillet var sannsynligvis den korte prosesseringstiden for denne metoden. Filetene oksiderte mer ved bruk av de andre metodene, der vitamin C så ut til å bli forbrukt som antioksidant i sterkere grad enn vitamin E.

I et forsøk hvor fisken var oppdrettet ved forskjellige betingelser, men hvor salte- og røykeprosedyren var ens (tørresaltet, 20°C), reflekterte variasjonen i den endelige kjemiske sammensetningen hovedsakelig variasjonen i oppdrettsbetingelsene. Det var altså en jevn absolutt endring i den kjemiske sammensetningen fra ferskt til røykt fillet i de ulike gruppene. Den mest dominerende effekten skyldtes forskjellig føring av fisken, og denne effekten overdøvet mindre effekter av variasjon i diploid / triploid fisk, oppdrettet i merd eller i kar og effekter av vari-

asjon i stress eller sulting før slaktning. Hovedforskjellen mellom fôrene var innhold av vegetabilsk kontra animalsk fett. En multivariat karakterisering av fersk fillet fra de ulike gruppene viser hvordan gruppene som har fått en vegetabilsk fettkilde (Gruppe 4 og 5) skiller seg fra de øvrige gruppene (Figur 3). En tilsvarende trend ble observert etter røyking. Gruppe 4 og 5 var karakterisert ved høyere innhold av vitamin C og E, lavere oksidasjon (TBARS), lavere sum av mettede og av flerumettede fettsyrer, men generelt høyere innhold av monoene fettsyrer.

English Summary:

The Institute of Nutrition, Directorate of Fisheries participate in an EU-project with the aim to study the interactions between different raw materials and processing methods for the ultimate quality in Atlantic salmon fillets. Several salting procedures followed by smoking at either 20 or 30°C are studied. Also dry salting followed by a electrostatic smoking process are included. The salting and smoking procedure used influences the nutritional as well as the rancidity development of the fillets.



© Lisa Westgaard, Eksportutvalget for fisk.

SJØMAT SOM SIKKER MAT – BEHOV FOR FORSKNINGSBASERT KUNNSKAP KNYTTET TIL «MILJØDATABASEN»

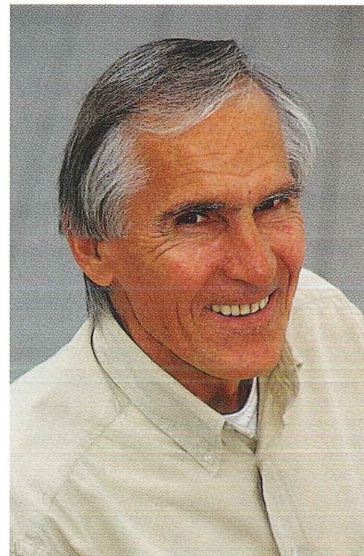
av
Kåre Julshamn

Sjømat som sikker mat forutsetter at produksjonen skjer i «rent miljø». Dette er også et viktig markedsføringsargument for slike produkter. Det er derfor av avgjørende betydning for fiskeriene, som en fremtidig kystnæring, at det blir truffet tiltak mot alt som forringer det marine miljø. Dette gjelder både deponering og utslipp av kjemiske stoffer som virker direkte giftige på akvatiske organismer, så vel som andre fremmedstoffer som kan etterspores i produktene. En av de stoffgruppene som er viktig i denne sammenheng er metaller (eksempler på problemmetaller er arsen, kadmium og kvikksølv).

For å sikre god dokumentasjon på at sjømat er en sikker matkilde har Fiskeridirektoratet etablert en database (Årsmelding, 1997) over utvalgte fremmedstoffer i fisk og andre sjømatprodukter fanget i Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen, samt oppdrettsfisk. Databasen skal inneholde informasjon om fremmedstoffer i de viktige fiskeslag som eksporteres. Til nå er 15 arter av i alt ca. 20 arter

inkludert i databasen. Det er også utarbeidet et planleggingsskjema frem til 2008 for repetisjon av prøvetaking for de forskjellige arter, frekvensen avhenger av fangstvolum. Dette gir anledning til å følge utviklingen av fremmedstoffer i sjømatprodukter over tid. Det arbeides nå sammen med Eksportutvalget for fisk for å gi ut en faktabrosjyre om fremmedstoffer i fisk og andre sjømatprodukter.

Resultater fra «Miljødatabasen» har avdekket områder hvor det er klare forskningsbehov. For eksempel har fiskefilet, skalldyr og andre sjømatprodukter naturlig høye konsentrasjoner av enkelte metaller, samt store forskjeller i metallkonsentrasjonen mellom enkelt individer. Torsk og flatfisk har høye innhold av arsen, skalldyr har høye innhold kadmium, mens enkelte arter som kveite, håbrann og arter som lever på store dyp og blir gamle, har et høyt innhold av kvikksølv. Fisk i oppdrett blir påvirket både av miljøet og råstoffer i fôret. For flere av metallene er det i forskrifts form satt øvre grenser for innhold i fôr til oppdrettsfisk, uten at dette er basert på vitenskap knyttet til kvaliteten av produktet. For en troverdig produsent av og eksportør av sjømat, er



Kåre Julshamn.
(Foto: Dag Paulsen)

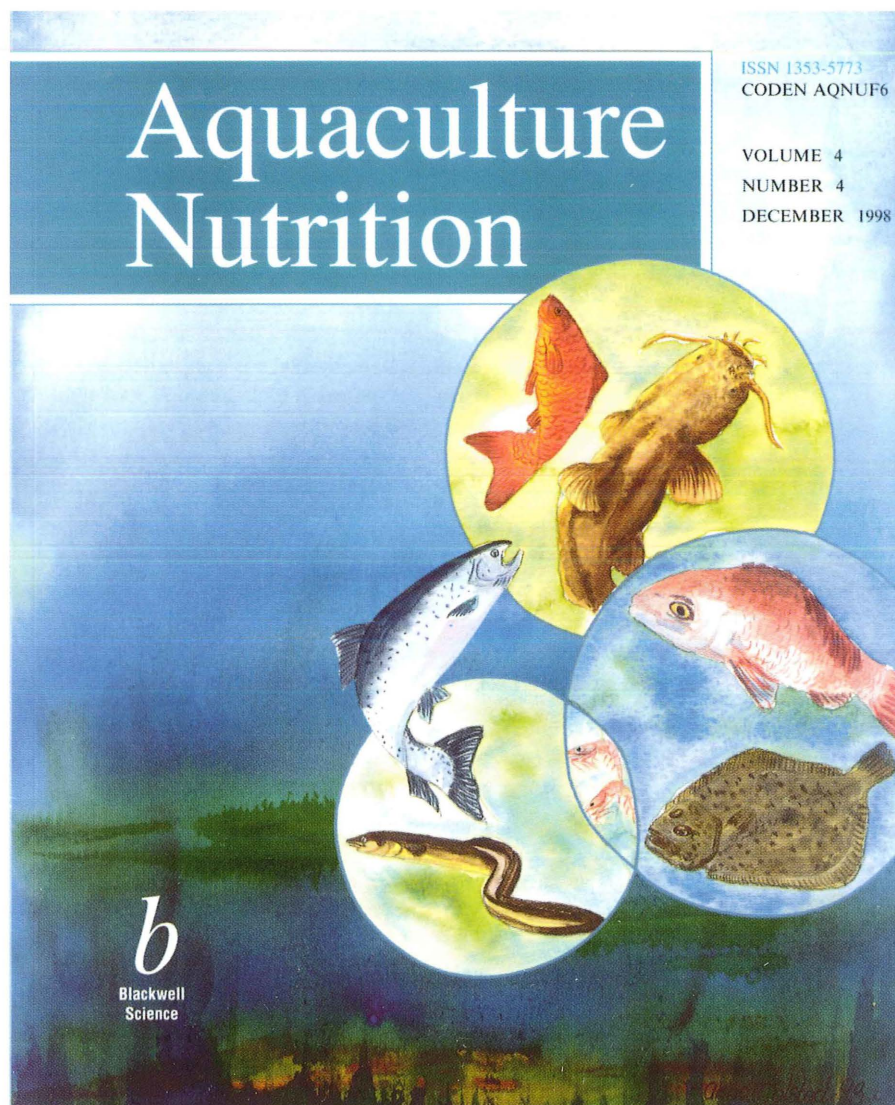
det viktig at vi har en grunnleggende kunnskapsbase som forklarer disse forhold. Det dokumentasjonsarbeidet som gjøres i tilknytning til «Miljødatabasen» vil få tilført en ny dimensjon dersom arbeidet med Miljødatabasen blir forskningsbasert. Biomarkører (som for eksempel metallothioneine, biokjemiske responser etc) vil sammen med kjemiske analyser og multivariat dataanalyse være det verktøyet som vil gi ønsket kunnskap.

Summary:

Directorate of Fisheries started a surveillance of inorganic pollutants (about 50 elements), organic pollutants (about 15 substances) and radioactive cesium in seafood in 1994. The project has so far included 15 marine species in the database. The analytical results show a great variation in the concentration range for arsenic, mercury and cadmium in many of the marine species studied, depending on different factors. There is an obvious need for research work in order to elucidate those factors effecting the concentration levels in the fish fillet and shellfish.

Aquaculture Nutrition

Aquaculture Nutrition er et internasjonalt tidsskrift hvor Ernæringsinstituttet har redaksjonsansvaret og Blackwell Science i Oxford er forlegger. Tidsskriftet kom ut første gang i 1995 og har siden kommet med fire nummer hvert år. Dette har vært et betydelig løft for instituttet å få dette til og en av de bærende krefter i dette arbeidet har vært Leif Rein Njaa. Han har vært sjefsredaktør i den vanskelige startfasen. Njaa har arbeidet ved instituttet siden 1950 og var forskningssjef fra 1985 til 1988. Etter han gikk av for aldersgrensen, har han vært senior stipendiat, redaktør for Fiskeridirektoratets skrifter serie Ernæring før han gikk inn som sjefsredaktør i Aquaculture Nutrition. Njaa signaliserte alt ved oppstart av tidsskriftet i 1994 at han ville stå ut en fem års periode, dette har han også gjort og gikk av ved årsskiftet. Instituttet takker han for innsatsen som har vært helt avgjørende for å få etablert Aquaculture Nutrition, vi ønsker han lykke til som pensjonist. Den nye redaksjonen består av: Øyvind Lie (sjefsredaktør), Kim Jauncey (redaktør, University of Stirling) og Rune Waagbø (redaktør).



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 – 1998) | NFR | Akvaforsk | Anne-Katrine Lundebye Haldorsen |
| Vurdering av biokjemiske og fysiologiske effekter av kadmium, arsen og mangan eksponert via føde til fisk. (1997 – 1999) | NFR | FEI | Anne-Katrine Lundebye Haldorsen |
| Toksikologisk vurdering av øvre grenseverdier av arsen, kadmium og kopar i fôr til laks. (1997 – 2000) | NFR | FEI | Anne-Katrine Lundebye Haldorsen |
| Evaluerings av fôrproteiner <i>in vitro</i> og <i>in vivo</i> . (1995 – 1998) | Industri | FEI | Einar Lied |
| Processing and Feed Quality of Fish Silage (delprosjekt), The «Bei Dou» Fisheries Research and Management Project. (1997 – 2000) | NORAD | FEI | Einar Lied |
| Ernæring og regulering av veksthastighet hos laks. (1998 – 2000) | NFR | FEI | Einar Lied |
| Levende lagring og oppfôring av makrell. (1997 – 1999) | NFR | FEI | Gro-Ingunn Hemre |
| Nytt fiskefôr II. (1997 – 2000) | NFR/Industri | | Gro-Ingunn Hemre |
| Interaksjoner mellom fôrsammensetning og lys i oppdrett av laks. (1998 – 2000) | NFR | HI | 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 |
| Balansert innhold av antioksidanter, mineraler og flerumettet fett i fôr til laks. Betydning for vekst, helse og kvalitet. (1996–1998) | NFR / Industri | | Rune Waagbø |
| EU – Katarakt. (1998 – 2000) | EU | VESO | Rune Waagbø |
| Helårlig, storskalaproduksjon av kveiteyngel. (1996 – 1998) | NFR | FEI | Anne Mæland |
| Muskelspalting hos oppdrettet laks. (1998 – 2001) | NFR / Industri | | Livar Frøyland |

II SJØMAT I HUMAN ERNÆRING

| <i>Prosjekttittel</i> | <i>Ekstern finansieringskilde</i> | <i>Ansvarlig institusjon</i> | <i>Prosjektleder ved FEI</i> |
|--|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Produkter fra marine biprodukter til humant konsum (1997 – 1999) | NFR / Industri | | Einar Lied |
| Processing of protein foods to improve nutrition and health (1994 – 2000) | NUFU | UiB | Einar Lied |
| Helhetssyn på fisk, symposium. Tverrsektorielt samarbejde med Miljø og Fiskeri. (1998) | Nordisk ministerråd | FEI | Einar Lied |
| Sink i U-lands ernæring (1997– 1999) | EU | UiB | Kåre Julshamn |
| Sjømat, sunn og sikker mat, forskning for dokumentasjon av ernæringskvalitet og helseeffekter (1998 – 2000) | NFR | FEI | Kåre Julshamn |
| Matvaretabellen (1998 – 1999) | SNT | Veterinær-instituttet | Kåre Julshamn |
| Interactions between raw material characteristics and smoking process on quality of smoked salmon. (1997 – 1999) | EU | ICETEC | Marit Espe |
| Kvalitet og marked (1998 – 1999) | NFR | Fiskeriforskning | Marit Espe |
| Speciation and bioavailability of selenium from fish. (1995 – 1998) | EU | RIVODLO, Nederland | Mette Lorentzen |
| Kvalitetsstyrt føring av kveite. (1997 – 1998) | NFR / Industri | | Ragnar Nortvedt |

III ADMINISTRATIVE PROSJEKTER

| <i>Prosjekttittel</i> | <i>Ekstern finansieringskilde</i> | <i>Ansvarlig institusjon</i> | <i>Prosjektleder ved FEI</i> |
|--|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Administrasjon av programmet Produksjon av laksefisk (1996 – 1999) | NFR | FEI | Amund Måge |
| Administrasjon av programmet Marine arter i oppdrett (1997 – 1999) | NFR | FEI | Gro-Ingunn Hemre |
| Kartlegging av ressurser til havbruksforskning (1997 – 98) | NFR | FEI | Kristin Hamre |
| Utenlandsstipend. Jubileumsgave ved instituttets 50-årsjubileum (1998) | NFR | FEI | Øyvind Lie |



UNDERVISNING, RÅD OG UTVALG

Fullført Dr. scient

Friede Andersen

Studies on iron nutrition in Atlantic salmon (*Salmo salar*) with respect to requirement, bioavailability, interactions and immunity. Dr.thesis, Institute of Nutrition, Directorate of Fisheries and Institute of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, 58 p. + III papers.

Fullførte Cand.scient oppgaver i ernæringsbiologi:

Bjørn Liaset

Production of Fish Protein Concentrates (FPC) from Marine Raw Materials Using Industrial Proteolytic Enzymes; Chemical Characterisation and Nutritional Evaluation

Hanne Jorun Olsen

Nutrition studies in Atlantic salmon (*Salmo Salar* L.) *In vitro* absorption of L- and D-methionine in different parts of the intestine; interactions and kinetics

Robin Ørnstrud

Bioavailability of selenium from selenomethionine-enriched («tailor-made») fillets of Atlantic salmon

Andre hovedoppgaver

Gaute Øverås Lied

(Fysisk inst./FEI)
Instrument for måling av protein-kvalitet til fiskemel.

Seth Adu-Afarwuah

(Master of science, Senter for Internasjonal Helse/Fei)
Effects of fish protein supplementation on some aspects of humoral immunity

UNDERVISNING, RÅD OG UTVALG

Espe, Marit Forelesninger knyttet til BE364 Kvalitet av sjømat (ansvarlig) BE361 Generell ernæring (4 timer) og BE360 Næringsmiddelkjemi og analyse (2 timer) Sensoroppgaver: Universitetet i Tromsø FH207 Ernæring.

Frøyland, Livar Medlem av Fiskeridirektoratets ernæringsinstituttets råd. Styremedlem i Norsk Biokjemisk selskap, avd.Bergen. Medlem av organisasjons- og programkomitéen, samt møteleder for fysiologi/ernæringsseksjonen ved Høstmøtet i Bergen, i regi av Norsk Biokjemisk Selskap og Universitetet i Bergen. Medlem av programkomitéen for «The 8th European Nutrition Conference» på Lillehammer den 17–19 juni 1998. Foreleser i BE364, Kvalitet av sjømat. Oppnevnt som sensor ved Institutt for biokjemi og molekylærbiologi, Det matematisk-naturvitenskapelig fakultet, UiB. Forsknings priser – legater: kr. 50.000. Odd Fellow Medisinsk-Vitenskapelig Forskningsfond og kr. 10.000.-Reisestipend fra NFR (Lakseprogrammet) for beste faktaark.

Haldorsen, Anne-Kathrine Lundebye

Forelesning knyttet til BE364 Kvalitet av sjømat (3 timer).

Hamre, Kristin

Forelesninger knyttet til BFM 260 (8 timer) og BE 364 (4 timer). Undervisning ved skolelaboratoriet, UiB (4 timer). Medlem av bedømmelseskomité, faste forskerstillinger (11 stk.) ved Havforskningsinstituttet.

Hemre, Gro-Ingunn Gjesteforskeropphold ved University of California, Davis (UCD), USA 5. juni – 31.aug. 1998. Tema for oppholdet var: Omsetning av karbohydrat i laks og stør, komparativt studium, og «lipogenic enzymes in fish – methodology and biology». Samarbeidet var med prof. S.S.O.Hung og dr.grads student D.F. Deng. Koordinator for forskningsprogrammet Marine arter i oppdrett, Norges forskningsråd.

Julshamm, K. er formann i den norske nasjonalkomite av Nordisk metodikkomite for næringsmidler (NMKL), formann for NMKLs komite for kontaminanter og formann i Faglig Forum for prøvetaking og analysemetoder i matvarer organisert under Veterinærinstituttet. Norsk medlem i følgende komiteer under Nordisk Ministerråd: Etablering av nettverk for kjemiske ekspertlaboratorier i Norden og Utvikling av prosedyrer for bruk av sertifiserte referansematerialer til bruk i kjemiske laboratorier. Referee for følgende kjemiske analysemetoder i NMKL: Bestemmelse av arsen i sjømatprodukter med grafittovn AAS og Bestemmelse av total kvikksølv i fisk og annen sjømat med «flow injection» kalddamp AAS. Referee for tidsskriftet J AOAC. Han er medlem av arbeidsgruppen CEN/TC 275/WG 10. Food analyses. Horizontal methods – Heavy metals. Han er medlem i Statens ernæringsråd (1995 – 1998), medlem i hovedstyret i Norsk Kjemisk Selskap, medlem i EKSU ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, varamedlem til SNTs råd (utnevnt av NFR) og varamedlem til Rådet for Senter for internasjonal helse. Julshamm er sekretær i økonomikomiteen til

Den 8. Europeiske ernæringskonferanse på Lillehammer 1999, medlem i organisasjonskomitéen for samme konferanse samt kasserer for Miljøkjemisk vintermøte, Geilo. Julshamn er professor II ved UiB, knyttet til undervisning i emnet BE360 Næringsmiddelkemi og analyse (5 vektall).

Lied, Einar er rådgiver for International Foundation for science, Stockholm. Han var medlem av komité for bedømmelse av dr. grad til Friede Andersen. Han er professor II knyttet til undervisning i ernæring og helse ved Senter for internasjonal helse, UiB. Sensor ved Høgskolen i Ålesund.

Lie, Øyvind leder arbeidsgruppen CEN/TL 275/WG9. Food analyses, Horizontal methods – Vitamins. Han er medredaktør i tidsskriftet Aquaculture Nutrition. Lie har også ansvar for emnet BE361 Generell Ernæring, sensor for Cand. scient (UiTØ) og er styremedlem i Lipidforum.

Nortvedt, Ragnar var 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». Nortvedt holdt forelesninger på «Kurs i forsøksdyrlære for forskere» ved Haukeland sykehus og Høyteknologisenteret i Bergen, han var Ernæringsinstituttets representant i organisasjonskomitéen for messen NorFishing i Trondheim.

Waagbø, Rune Medlem av Comité Européen de Normalisation (CEN) tekniske komité – arbeidsgruppe 9 (CEN/TC

275/WG 9), utarbeidelse av standardiserte metoder for analyse av vannløselige vitaminer. Partner i EU FAIR CA prosjektet «Cataracts in farmed fish», ledet av VESO, Oslo.(arrangerer 2 møter årlig, 1998: Oslo, Bonn) Forelesninger knyttet til BE268 Ernæring hos fisk (3 vt) høst, professor II ved UiB fra 1/10. Kurs for Ansvarshavende ved Forsøksdyravlager, Norges veterinærhøgskole, Oslo, 16.3.–18.3.

PUBLIKASJONER: INTERNASJONALE PUBLIKASJONER

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*) smolts. Aquaculture 161, 437–451.

BERGE, G.E., SVEIER H. AND LIED, E.
Nutrition of Atlantic salmon (*Salmo salar*); the requirement and metabolic effect of lysine. Comparative Biochemistry and Physiology 120A, 477–485.

ECKHOFF, K. M., AIDOS, I., HEMRE, G-I., AND LIE, Ø.
Collagen content in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) and subsequent changes in insolubility during storage on ice. Food Chemistry, 62, 197–200.

EL-MOWAFI, A.F.A. AND MAAGE, A.
Magnesium requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr in seawater-treated fresh water. Aquaculture Nutrition, 4, 31–38.

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 Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Lipids, 33, No. 9, 923–929.

HALDORSEN, A.-K. L. AND DEPLEDGE, M. H.,
Automated interpulse duration assessment (AIDA) in the shore crab *Carcinus maenas* in response to copper exposure. Marine Biology, 130, 613–620.

HAMRE, K., BERGE, R. K. AND LIE, Ø.
Turnover of α -, γ -, and δ -tocopherol and distribution in subcellular and lipoprotein fractions indicate presence of an hepatic tocopherol binding protein in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Fish Physiology and Biochemistry, 18, 71–83.

HAMRE, K., BERGE R.K. AND LIE, Ø.
Oxidative stability of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) fillet enriched in α -, γ -, and δ -tocopherol through dietary supplementation. Food Chemistry, 62, 173–178.

HEMRE, G-I. AND HANSEN, T.
Utilisation of different dietary starch sources and tolerance to glucose loading in Atlantic

salmon (*Salmo salar*), during parr – smolt transformation. *Aquaculture*, 161, 145–157.

HORVLI, O., LIE, Ø. AND AKSNES, L.

Tissue distribution of vitamin D₃ in Atlantic salmon *Salmo salar*: Effect of dietary level. *Aquaculture Nutrition*, 4, 127–131.

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

Growth and feeding behaviour of caged Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L. *Aquaculture Research*, 29, 115–122.

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

Determination of Magnesium and Calcium in Foods by Atomic Absorption Spectrometry after Microwave Digestion: NMKL Collaborative Study. *Journal of AOAC International* 81, 1202–1208.

JØRGENSEN, M., GRØSVIK, B. E., HAMRE, K. AND GOKS-ØYR, A.

Induction of Heme Oxygenase in Fish by Heavy Metals, Phenylhydrazine and High Lipid Diets. *Marine Environmental Research*, 46 559–561.

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. *Aquaculture Nutrition*, 4, 67–72.

LYGREN, B., PETERSEN, E. FUSA, WERGELAND, H. I. AND ENDRESEN, C.

An extracellular low molecular weight protease with activity against gelatin and casein

produced earlier during growth of *Aeromonas salmonicida* ssp. *Salmonicida* than the serine protease.

Bulletin of The European Association of Fish Pathologists, 18, 96–101.

LYGREN, B. AND WAAGBØ, R.

A procedure for determining the *in vitro* effects of micronutrients on the chemiluminescent response of Atlantic salmon (*Salmo salar*) head kidney phagocytes. In *Methodology in Fish Diseases Research*. (Barnes Davidson, Hiney and McIntosh, ed) 75–80. Fisheries Research Services (Scotland)

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.

Journal of Lipid Research, 39, 583–593.

MCEVOY, L. A., NAESS, T., BELL, J. G. AND LIE, Ø.

Lipid and fatty acid composition of normal and malpigmented Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed enriched Artemia: a comparison with fry fed wild copepods. *Aquaculture*, 163, 237–250.

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

Biotin in practical fish-meal based diet for Atlantic salmon *Salmo salar* L. fry. *Aquaculture Nutrition*, 4, 241–247.

MÆLAND, A. AND WAAGBØ, R.

Examination of the qualitative ability of some cold water marine teleosts to synthesise ascorbic acid.

Comparative Biochemistry and Physiology 121A, 249–255.

MAAGE, A. AND SVEIER, H.

Short communication. Addition of dietary iron (III) oxide does not increase iron status of growing Atlantic salmon. *Aquaculture International* 6, 249–252.

NORTVEDT, R. AND TUENE, S.

Body composition and sensory assessment of three weight groups of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed three pellet size and three dietary fat levels. *Aquaculture*, 161, 295–313.

NORTVEDT, R., TORRISSEN O.J. 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*, 42 199–207.

NÆSS, T. AND LIE, Ø.,

A sensitive period during first feeding for the determination of pigmentation pattern in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L., juveniles: the role of diet. *Aquaculture Research* 29, 925–934.

RØNNESTAD, I., HELLAND, S. AND LIE, Ø.

Feeding *Artemia* to larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus*

- hippoglossus* L.) results in lower larval vitamin A content compared with feeding copepods. *Aquaculture*, 165, 159–164.
- RØNNESTAD, I., HEMRE, G.-I., FINN, R. N. AND LIE, Ø.**
Alternate sources and dynamics of vitamin A and its incorporation into the eyes during the early endotrophic and exotrophic larval stages of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology* 119A, 787–793.
- SANDNES, K., ROSENLUND, G., MANGOR-JENSEN, A. AND LIE, Ø.**
Contents and organ distribution of pantothenic acid in maturing turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture Nutrition* 4, 285–286.
- SVEIER, H. AND LIED, E.**
The effect of feeding regime on growth, feed utilisation and weight dispersion in large Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in seawater. *Aquaculture* 165, 333–345
- WAAGBØ, R., SANDNES, K., LIE, Ø. AND ROEM, A.**
Effects of inositol supplementation on growth, chemical composition and blood chemistry in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry. *Aquaculture Nutrition*, 4, 53–59.
- WAAGBØ, R., SVEIER, H. BRECK, O., BJØRNESTAD, E., MAAGE, A. AND BJERKÅS, E.**
Cataract formation in smolting Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed low and high energy diets. *Bulletin of The European Association of Fish Pathologists*, 18, 201–205.
- AUNE, T., RAMSTAD, H., HEIDENREICH, B., LANDSVERK, T., WAALER, T., EGAAS, E. AND JULSHAMN, K.**
Zinc accumulation in oysters giving mouse deaths in bioassay for paralytic shellfish poison. *Journal of Shellfish Research*. 17, 1243–1246.
- INTERNASJONALE PUBLIKASJONER TIL TRYKKING, AKSEPTERT ELLER INNSENDT TIL TIDSKRIFT**
- AIDOS, I., LIE, Ø. AND ESPE, M.**
Collagen content in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (Accepted)
- BERNTSSEN, M. H. G., MAAGE, A., HYLLAND, K. AND WENDELAAR-BONGA, S. E.**
Toxic levels of dietary Cu in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) pre-smolt. *Aquatic Toxicology*. (In press)
- BERNTSSEN, M. H. G., LUNDEBYE, A. K. AND MAAGE, A.**
Effects of elevated dietary copper concentrations on growth, feed utilisation and nutritional status of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. *Aquaculture*. (Accepted)
- BJERKENG, B. HAMRE, K. HATLEN, B. AND WATHNE, E.**
Astaxanthin deposition in fillets of Atlantic salmon, (*Salmo salar* L.), fed two dietary levels of astaxanthin as influenced by α -tocopherol. *Aquaculture Research* (Submitted)
- ESPE, M., SVEIER, H., HØGØY, I. AND LIED, E.**
Nutrient absorption and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed fish protein concentrate. *Aquaculture*. (In press)
- FRØYLAND, L., LIE, Ø. AND BERGE, R. K.**
Mitochondrial and peroxisomal β -oxidation capacities in various tissues from Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture Nutrition*. (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. *Biochemical Pharmacology* (Submitted)
- GRAFF, I., AKSNES, L. AND LIE, Ø.**
In vitro hydroxylation of vitamin D₃ and 25-hydroxyvitamin D₃ in different tissues of Atlantic salmon (*Salmo salar*), Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*), Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*)

and Atlantic cod (*Gadus morhua*). Aquaculture Nutrition. (In press)

HEMRE, G. I. AND SANDNES, K.
Effect of dietary lipid level on muscle composition in Atlantic salmon *Salmo salar*. Aquaculture Nutrition. (In press)

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. Aquaculture Engineering. (In press)

JULSHAMN, K. AND BRENNAN, J.
Long term accuracy in the determination of various elements in fish and other seafoods by semi-quantitative ICP-MS. The Royal Society of Chemistry. (Accepted)

JULSHAMN, K. AND GRAHL-NIELSEN, O.
Trace elements concentration in hooded seal (*Cystophna cristata*) and harp seal (*Pagophilus groenlandicus*) of the east Greenland Stock: A multivariate approach. The Science of the Total Environment. (Submitted)

LORENTZEN, M. AND MAAGE, A.
Trace elements status of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed a fish meal based diets with or without supplementation of zinc, iron, manganese and copper from first feeding. Aquaculture Nutrition. (Accepted)

LUNDEBYE, A. K., BERNTSEN, M. H. G., WENDELAAR-BONGA, S. E. AND MAAGE, A.
Biochemical and physiological responses in Atlantic salmon following dietary exposure to copper and cadmium. Marine Pollution Proceedings. (Accepted)

LYGREN, B. HAMRE, K. AND WAAGBØ, R.
Effects of dietary pro- and antioxidants on some protective mechanisms and health parameters in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Aquatic Animal Health. (In press)

LYGREN, B., SVEIER, H., HJELTNES, B. AND WAAGBØ, R.
Examination of the immunomodulatory effects on disease resistance of dietary bovine lactoferrin and vitamin C fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*) for a short-term period. Fish and Shellfish Immunology (In press)

LYGREN, B., HAMRE, K., HJELTNES, K. AND WAAGBØ, R.
Antioxidant status, immune response and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed three levels of dietary vitamin E under normoxic and hyperoxic conditions. Fish Physiology and Biochemistry (Submitted).

LYGREN, B. AND WAAGBØ, R.,
Nutritional impacts on the chemiluminescent response of

Atlantic salmon (*Salmo salar*) head kidney phagocytes. Fish and Shellfish Immunology. (In press)

LYGREN, B., HAMRE, K. AND WAAGBØ, R.
Dietary pro- and antioxidants and some health parameters in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Aquatic Animal Health (Submitted)

MÆLAND, A. AND SANDNES, K.
Determination of biotin in low temperature fish meal processed from different species by means of a microbiological method using *Lactobacillus plantarum* as test organism. Journal of Science of Food and Agriculture. (Submitted)

MÆLAND, A., ROSENLUND, G., STOSS, J. AND WAAGBØ, R.
Weaning of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L., using formulated diets with various levels of vitamin C. Aquaculture Nutrition. (In press).

MAAGE, A., LYGREN, B. AND EL-MOWAFI, A. F. A.
Manganese requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry. Fisheries Sciences. (Submitted)

NOJI, T.T., BØRSHEIM, K.Y., REY, F. AND NORTVEDT, R.
Dissolved organic carbon associated with sinking particles can be crucial for estimates of vertical carbon flux. Sarsia. (accepted).

NORTVEDT, R. AND TUENE, S.
Growth and feed utilisation of

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

OLSEN, R.A., LØVAAS, E. AND LIE, Ø.

The influence of temperature, dietary polyunsaturated fatty acids, α -tocopherol and spermine on fatty acid composition and indices of oxidative stress in juvenile Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.)
Fish Physiology and Biochemistry. (Accepted)

RUNGRUANGSAK-TORRISSEN, K., WERGELAND, H. I., GLETTE, J. AND WAAGBØ, R.

Challenge test and immune parameters in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) with genetically different trypsin isozymes. (In press).

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

Ascorbic acid and α -tocopherol in larvae of Atlantic halibut before and after endogenous feeding.
Journal of Fish Biology (In press)

SIGURGISLADOTTIR, S., JONSSON, A., TORRISSEN, O., LIE, Ø., THOMASSEN, M., NORTVEDT, R. AND HAFSTEINSSON, H.

Textural properties of raw salmon (*Salmo salar*) fillets with emphasis on the sampling method.
Journal of Food Science (Accepted)

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 oxidation. Lipids (Submitted)

WELTZIEN, F. A., HEMRE, G. I., EVJEMO, J. O., OLSEN, Y. AND FYHN, H. J.

β -Hydroxybutyrate in developing nauplii of brine shrimp (*Artemia franciscana* K.) under fed and unfed conditions. Comparative Physiology Biochemistry. (Submitted)

WILLUMSEN, N., STRAY-PEDERSEN, A., SKORVE, J., FRØYLAND, L., KNUDSEN, J., AND BERGE, R. K.

The hypolipidemic effect of eicosapentaenoic acid in normolipidemic rats is potentiated by 2-methyl substitution. Lipids (Submitted)

WAAGBØ, R., HAMRE, K. AND MAAGE, A.

The impact of micronutrients on the requirement of ascorbic acid in crustaceans and fish. Review CRC (Submitted)

ØYGARD, J. K., LUNDEBYE, A. K. AND JULSHAMN, K.

Determination of Inorganic Arsenic in Marine Samples by Hydrochloric Acid Distillation and Flow-Injection Hydride-Generation Atomic-Absorption-Spectrometry.
Journal of AOAC International (Accepted)

FOREDRAG/PLAKATER INTERNASJONALE MØTER PROCEEDINGS OG UTVIDETE ABSTRACTS

DENG, D.F, HUNG, S.S.O, HEMRE, G.I. AND SHIAU, S.Y.

Carbohydrate utilization by juvenile white sturgeon Third Symposium – World Chinese Fish & Shellfish Nutrition & Feeding, September, Shanghai, China. (Extended abstract printed in proceedings)

ESPE, M.

Product tailoring – can we change the amount of positive nutrients in fish? Fish as food. Nordic Council of Ministers, Solstrand, Norge, 26 – 27 November.

ESPE, M.

Requirements of protein and amino acids -growth and quality perspectives
Workshop FEI, BASF. Bergen 18 November.

FJERMESTAD, A., HEMRE, G.-I., HAMRE, K., HOLM, J.C., FOSSEIDENGEN, J.E. AND FRØYLAND, L

Fatty acid oxidation capacity in cage fed mackerel (*Scomber scombrus*). Poster presentation, Aquaculture and Water, fish culture, shellfish culture and water usage, Aquaculture Europe '98, 7–10.Oct. Brodeaux, France.

FRØYLAND, L.

Positive health effects of sea-food intake – lipids and specific fatty acids. Skandinavisk fagmøte, Fish as food (Helhetssyn på fisk), i regi av Nordisk ministerråd. Holdt den 25–26.

November på Solstrand Hotel, Bergen.

FRØYLAND, L. AND LIE, Ø.

How does Different Dietary Fat Sources Affect the Fatty Acid Oxidation Capacities in Different Tissues of Juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Lipidforum 1–2 oktober Tromsø.

HAMRE, K., BERGE, R.K. AND LIE, Ø

Turnover of tocopherols in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.). 3rd. Int. Congress on Vitamins and Related Biofactors. Goslar, Germany, June 30–July 3, 1998. Also presented at Norwegian Biochemical Society, Multidisciplinary 30th Anniversary Meeting, Bergen 17–18 oktober.

HAMRE, K.

Lipid oxidation and antioxidants in Atlantic salmon. BASF Aquaculture Workshop 98. Institute of Nutrition, Directorate of Fisheries, Bergen. November 18.

HEMRE, G. I.

Overview of the research aims and selected results from The Institute of Nutrition, Directorate of Fisheries, BASF meeting, 9.–11. March, Ludvigshafen, Germany.

HEMRE, G. I.

Carbohydrates in salmonid diets. BASF Seminar, 29. April, Bergen, Norway.

HEMRE, G. I., SHIAU, S. Y. AND HUNG, S. S. O.

Carbohydrate utilization by juvenile Atlantic salmon. Third Symposium – World Chinese

Fish & Shellfish Nutrition & Feeding, September, Shanghai, China. (Extended abstract printed in proceedings)

JIANG, S. F., SHIAU, S. Y., HUNG, S. S. O. AND HEMRE, G. I.

Carbohydrate utilization by hybrid tilapia. Third Symposium – World Chinese Fish & Shellfish Nutrition & Feeding, September, Shanghai, China. (Extended abstract printed in proceedings)

JULSHAMN, K. AND BRENNAN, J.

Uncertainty in the determination of various elements in fish and other seafoods by semi-quantitative ICP-MS. The 6th International Conference on Plasma Source Mass Spectrometry, University of Durham, 13 – 18 September.

JULSHAMN, K.

Fish and seafood from the open seas – is it safe? Symposium: Fish as food. Nordic Council of Ministers, Solstrand, Norge, 26 – 27 November.

JULSHAMN, K.

Statusrapport vedrørende tungmetaller i matvarer. Nordisk metodikomite for næringsmidler, NMKLs 52 årsmøte, Visby, Sverige, 29. august til 1. september (vedlegg 13).

LEIFSON, R. M. Q., HOMME, J. M., JØSTENSEN, J. P., LIE, Ø., LØVAAS, E. AND STRØM, T.

Comparative Studies with Marine Phospholipids and Soya Lecithin Fed to Turbot (*Scoph-*

thalmus maximus, L) and Dover Sole (*Solea vulgaris*, Q) Larvae. Lipidforum 1–2 oktober Tromsø

LIE, Ø.

Aquafeed manufacture and nutrition research in Norway. TECAM Workshop on Aquaculture Manufacturing Practice within the Mediterranean Region. Reus Spain 25–27 March.

LIE, Ø.

Hur ser man i Norge på standardisering inom livsmedelområdet. Standardisering på Livsmedelområdet. Informationsdag Stockholm 11. februar.

LIE, Ø.

Marine lipids from Farmed Fish. Lipidforum Tromsø 1–2 oktober.

LORENTZEN, M.

Inkorporering av selen i muskel hos laks Kvalitetsstyring gjennom bruk av spesialfôr før slaktning. Seminar i fiskeernæring, Rica Hotell, Svolvær, 17.–18. mars.

LORENTZEN, M.

Biologisk tilgjengelighet som verktøy i ernæringsstudier av uorganiske næringsstoffer hos varmblodige dyr og fisk. Dr. scient seminar oppgitt emne 13.11.

LYGREN, B. HAMRE, K. AND WAAGBØ, R.

The Impact of dietary vitamin E and dissolved oxygen on immune response, hematology and antioxidant status in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) Third International Symposium on Aquatic Animal Health. Baltimore, USA. August 30–September 3rd.

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

Docosahexaenoic- and Eicosa-
pentaenoic Acid are Differently
Metabolized in Rat Liver during
Mitochondria- and Peroxisome
Proliferation (*Recipient of
Lipidforum`s student grant*)
Lipidforum 1-2 oktober Tromsø

**MOREN, M., NÆSS, T.,
TORRISSEN, O., LIE, Ø. AND
HAMRE, K.**

Are carotenoids converted to
vitamin A in Atlantic halibut
(*Hippoglossus hippoglossus*, L.).
Aquaculture '98, Bordeaux,
France. Also presented at Nor-
wegian Biochemical Society.
Multidisciplinary 30th Anniver-
sary Meeting, Bergen 17-18
oktober.

**MAAGE, A., BERNTSEN,
M.H.G., LUNDEBYE, A-K.,
ANDERSEN, F, JULSHAMN,
K. AND LORENTZEN, M**

Trace minerals, requirement,
availablility and toxicity in
Atlantic salmon. The Society for
Experimental Biology Annual
Meeting, York, United King-
dom, March.

**NORTVEDT, R, ECKHOFF, K.,
GRIBBESTAD, I. S.,
JØRGENSEN, L., NILSEN, H.,
SØRENSEN, N. K., THOMAS-
SEN, M., TORRISSEN, O. J.
AND HEMRE, G. I.**

Evaluation of method applied to
monitor the slaughtering quality
of Atlantic salmon. VIII Int.
Symp. Nutrition and Feeding of
Fish, June, Las Palmas, Gran
Canaria, Spain

NORTVEDT, R.

Chemometrics – Research and
Development Strategies.

*Unscrambler User Club
Meeting*, Wageningen, The
Netherlands, 19. januar.

**NÆSS, T., HAMRE, K. AND
HOLM, J. C.**

Successful weaning of Atlantic
halibut (*Hippoglossus hippo-
glossus*, L.) in small shallow
raceway systems. Int. Counc.
Expl. Sea. CM 1998/L:17.

**NÆSS, T., HAMRE, K. AND
HOLM, J.C.**

Successful early weaning of
Atlantic halibut in small race-
way systems. Contribution to
ICES theme session on «Far-
ming of marine fish beyond the
year 2000: Technological solu-
tions for biological challenges».
Portugal.

**RAINUZZO, J.R., OVERREIN,
I. AND HAMRE, K.**

Effect of oxidised lipid emulsi-
ons on the nutritional value of
rotifers (*Brachionus plicatilis*)
and *Artemia*. Recent Advances in
Finfish and Crustacean Nutri-
tion. Las Palmas, Spain. June
1-4.

**RAINUZZO, J.R., EVJEMO,
J.O. AND HAMRE, K.**

Recent developments in the use
of lipid emulsions for enrich-
ment of live feed in intensive
larval rearing of marine fish.
Aquaculture '98 Bally's, Las
Vegas, Feb. 15-19.

**WAAGBØ, R., HAMRE, K.
AND MAAGE, A.**

The impact of micronutrients on
the requirement of ascorbic
acid. Aquaculture '98, Bally's,
Las Vegas, Feb. 15-19.

POPULÆR- VITENSKAPELIGE ARTIKLER

**FRØYLAND, L., MADSEN, L.,
LIE, Ø. OG BERGE, R. K.**

Fettomsetning i laks.
Norsk Fiskeoppdrett, 1, 30-31.

FRØYLAND, L.

3-Thia fettsyrer – et nytt lipid-
senkende legemiddel? Norsk
Odd Fellow Blad.

G.I. HEMRE

Ernæringskrav og fordøyelse
hos laks.
Havforskningsinstituttet's magasin,
Fisken og Havet, (ed. S.Morten-
sen), nr. 4.

**NORTVEDT, R., TUENE, S.
OG SANDNES, K.**

Kvalitetsstyrt føring av kveite.
Faktaark fra *Prosjektpresenta-
sjon fra NFR-programmet
Marine arter i oppdrett*, 1 side.

**NORTVEDT, R., ESPE, M.,
HEMRE, G.-I. OG LIE, Ø.**

Evaluering av metoder anvendt
til å måle slaktekvalitet hos laks.
Faktaark fra *Programkonferanse
innen Produksjon av laksefisk*,
Trondheim, 4.-5. november, 1
side.

**RØNNESTAD, I., TOTLAND,
G. K. OG LIE, Ø.,**

Vitamin A i kveitelarver.
Norsk Fiskeoppdrett, 5, 30-32.

**STAURNES, M., NORTVEDT,
R. OG ROSSELAND, B.O.**

Vannkvalitet.
Kap. 6 i: *Smoltboken* (Red. T.
Hansen),
Landbruksforlaget

WAAGBØ, R., LIE, Ø. OG

ÅSGÅRD, T.

Ernæring og foring
Kap. 5 i: *Smoltboken* (Red. T. Hansen),
Landbruksforlaget

**FOREDRAG/
PLAKATER
NASJONALE MØTER**

ESPE, M.

Evaluering av metoder anvendt til å måle slaktekvalitet hos laks
Programseminar 3–4 desember, Quality airport hotel, Stjørdal.

FRØYLAND, L.

Positive helse effekter av omega-3 fettsyrer. Forskerforum, fagmøte for indremedisinere og kirurger ved Haukeland sykehus, 23. November i Bergen, Norge

FRØYLAND, L.

Fettomsetning i laks. Programseminar (Lakseprogrammet) 3–4 desember, Quality airport hotel, Stjørdal.

HAMRE, K.

Larver og yngel av kveite.
Programkonferanse Marine arter i oppdrett. Trondheim, 2.–3. februar.

HEMRE, G. I.

Karbohydrat i fôr til laks. Programseminar (lakseprogrammet) 3–4 desember, Quality airport hotel, Stjørdal.

JULSHAMN, K.

Moderne metoder for analyse av uorganiske forbindelser i matvarer. Etterutdanningskurs i

kjemi for lektorer i den videregående skole, Realfagbygget, Bergen, 26. november.

LIE, Ø. OG NORTVEDT, R.

Slaktekvalitet – kveite.
Programkonferanse Marine arter i oppdrett, Trondheim, 2.–3. februar.

NORDGARDEN, U., HANSEN, T. HEMRE, G. I. OG TARANGER, G. L.

Interaksjoner mellom fôr sammensetning og lys i oppdrett. Programseminar (lakseprogrammet) 3–4 desember, Quality airport hotel, Stjørdal.

NORTVEDT, R.

Hippoglossus hippoglossus i et multivariat perspektiv – eller hvordan kveiteoppdrettere kan dra praktisk nytte av infometriske metoder. *10. Norske Kjemometrisymposium*, Geilo, 25.–27. mars.

NORTVEDT, R., GRAFF, I.E. OG JULSHAMN, K.

Sunn mat fra havet. 4 x Posters ved NorFishing '98, Trondheim, 19.–22. august.

NORTVEDT, R. OG JULSHAMN, K.

Sikker mat fra havet. 4 x Posters ved NorFishing '98, Trondheim, 19.–22. august.

NORTVEDT, R. OG JULSHAMN, K.

Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt sin forskningsstrategi 1998 – 2001. Poster ved NorFishing '98, Trondheim, 19.–22. august.

WAAGBØ, R., BJØRNESTAD,

E. OG BJERKÅS, E.

Katarakt hos fisk. Norges forskningsråd, Fiske- og dyrehelsemøtet 1998. Solstrand Fjord Hotel 19–21. januar.

WAAGBØ, R.

Ei skildring av kataraktproblema i næringa og årsaker til desse. Kan eit samarbeidsprosjekt med EU vera med og løysa desse problema? Akvakulturkonferansen 1998, Quality Stord Hotel, Samarbeidsrådet for Hordaland, 9. oktober.

WAAGBØ, R.

Balansert innhold av antioksidant vitaminer, mineraler og flerumettet fett i fôr til laks. Betydning for vekst, helse og kvalitet. Programseminar (lakseprogrammet) 3–4 desember, Quality airport hotel, Stjørdal.

RAPPORTER

NORTVEDT, R., ASK, K., ESPE, M., WESSELS, J. AND LIE, Ø.

Analytical activity at Institute of Nutrition under the EU project «Interaction between raw material characteristics and smoking process on quality of smoked salmon», *Videofilm* (VHS-C), 6 minutter.



© Eksportutvalget for fisk.

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

Postboks 185 – 5804 Bergen
Tlf. 55 23 80 00

ISSN 0365-8252
ISBN 82-91065-13-6