

SØKEROM

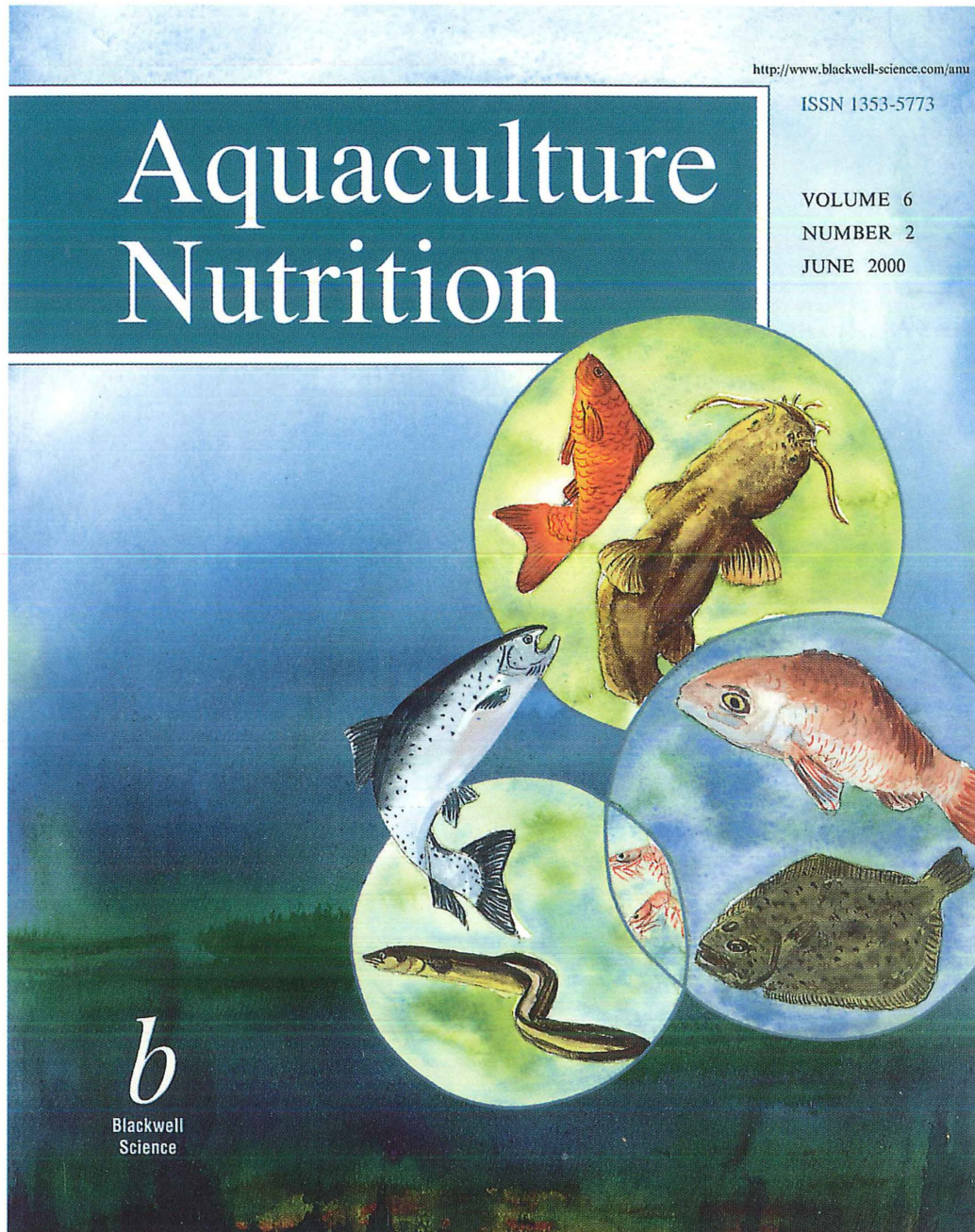
FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

A RSMELDING 1999



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.

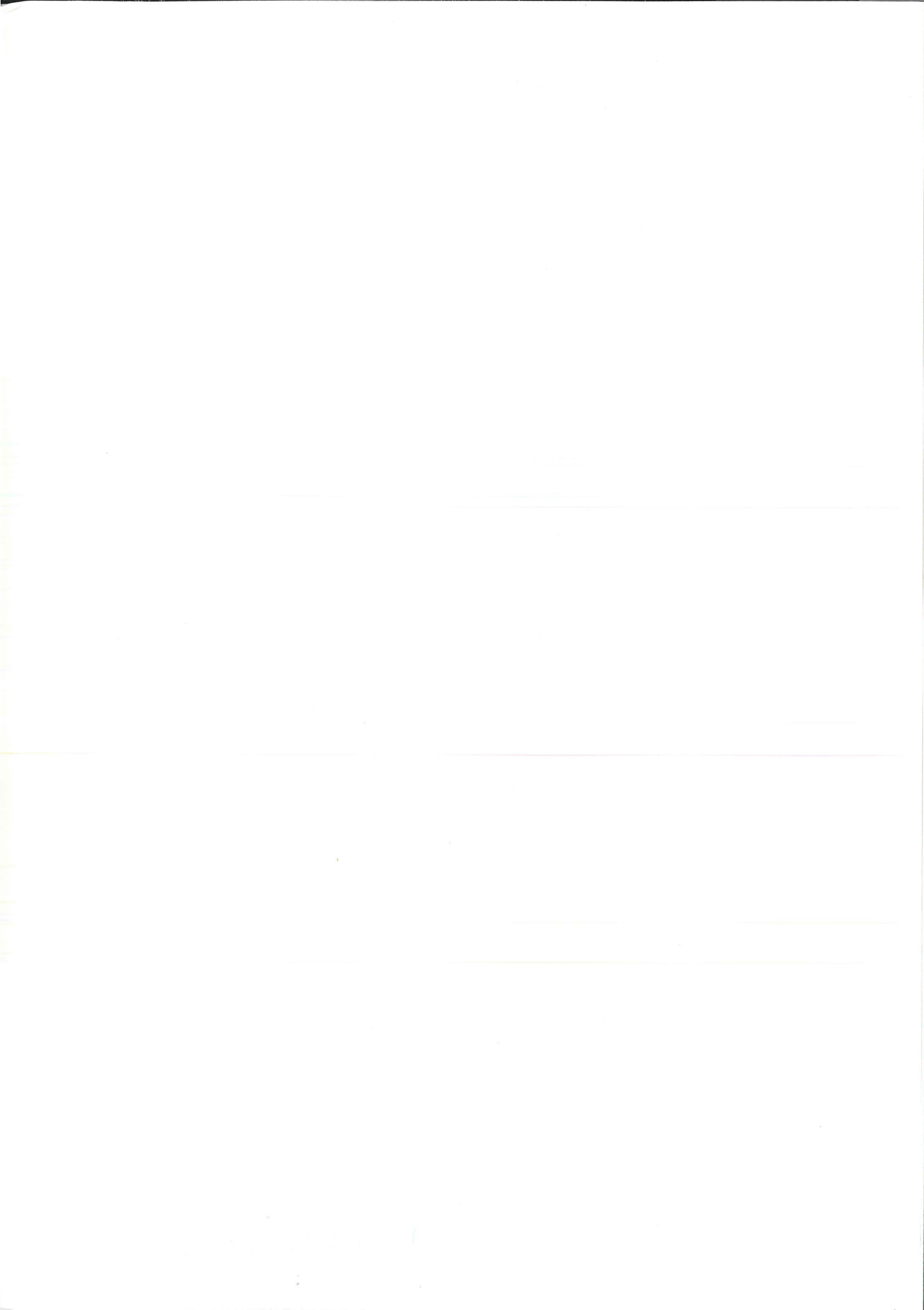


Forsidefoto:

© Dag Paulsen, Fiskeridirektoratet, Nordnes-, Bergen

INNHOOLD

FORORD	5
ENDRINGER OG UTFORDRINGER	5
INSTITUTTETS ORGANISATORISKE PLASSERING	6
INSTITUTTETS PERSONALE	7
MEDLEMMER OG VARAMEDLEMMER 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

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.

Trygg sjømat har vært et tema som ble svært aktuelt i året som gikk og som helt sikkert vil være et tema som vil få økende aktualitet. Norge som har sjømat som en av sine viktigste eksportartikler har ikke råd til å la vær å ha høy kompetanse innen dette feltet. Her har instituttet en viktig oppgave og vi håper at den strategiske satsingen som instituttet forsøker å få til kommer på plass. I denne sammenhengen er det også viktig at forskningsfeltet sunn sjømat kommer mer i fokus, her har vi mange ubrukte muligheter.

Forskningen innen fiske-ernæring vil fortsatt ha en sentral rolle ved instituttet, resultatene fra denne forskningen vil bli viktigere også for forvaltningen i fremtiden.

Det er gitt noen eksempler på aktiviteten/temaene instituttet arbeider med i årsmeldingen. Instituttet har klart å gjennomføre en rekke store oppgaver

først og fremst takket være en dyktig og lojal stab på alle plan i organisasjonen.

Instituttet har fortsatt en økning i antall internasjonale publikasjoner. Med dette som mål på kvalitet hevder instituttet seg svært godt sammenlignet med andre forskningsinstitutter. I den videre utviklingen av instituttet er det viktig å opprettholde høy vitenskapelig kvalitet.

Instituttets samarbeid med Universitetet i Bergen (UiB) innen undervisning er viktig og utvikles videre. Det er etablert en ny studieretning. «Kvalitet og foredling av sjømat» med støtte fra Hordaland fylkeskommune og fra næringslivet. Instituttet samarbeider med en rekke universiteter, forskningsinstitutter og industri, nasjonalt og internasjonalt. Dette er viktig for å opprettholde og videreutvikle den kompetansen instituttet besitter.



Direktør Øyvind Lie.
(Foto: Dag Paulsen)

Øyvind Lie

Øyvind Lie
Direktør

INSTITUTTETS ORGANISATORISKE Plassering

Administrasjon:

Direktør dr. philos Øyvind Lie

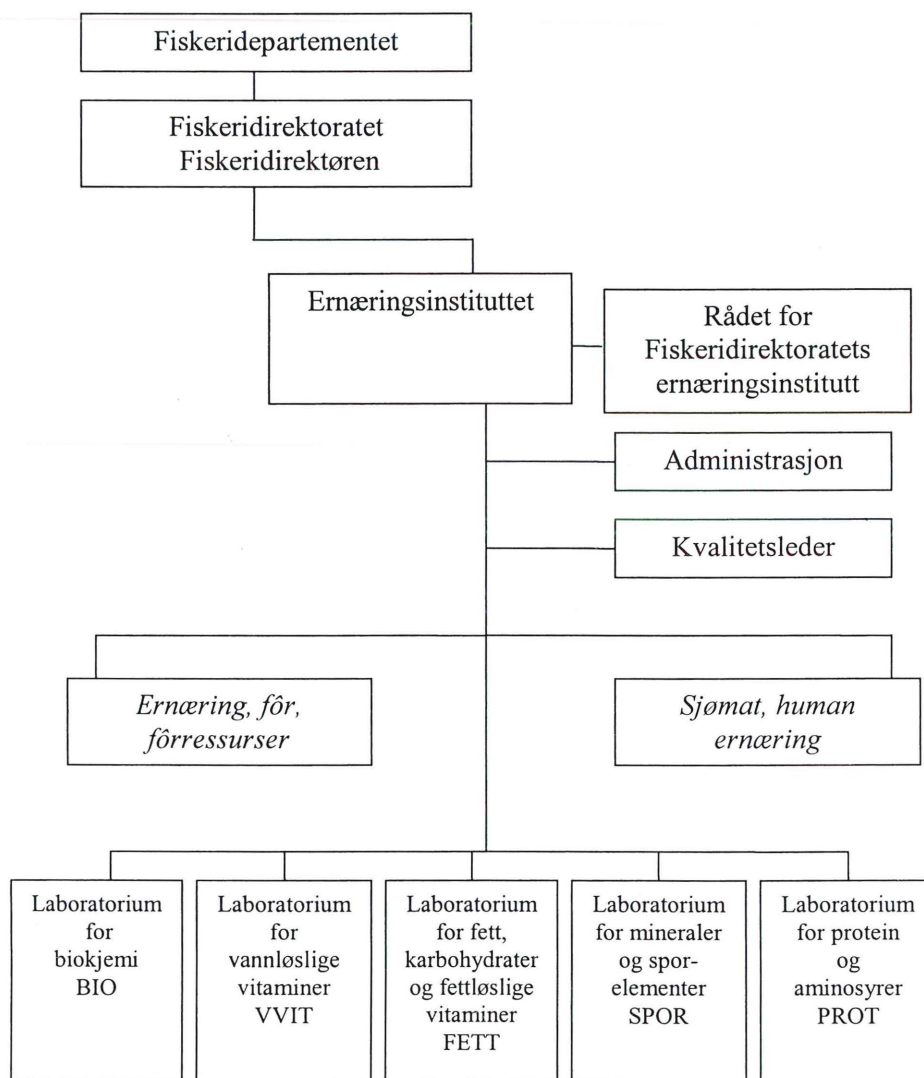
Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er organisert som følger (se organisasjonskart):

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 spor-elementer, laboratorieleder Jorun Haugsnes
 Laboratorium for protein og aminosyrer, laboratorieleder Torill Berg



INSTITUTTETS PERSONALE

OVERSIKT OVER PERSONALET PR. 31.12.1999

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)
Nortvedt, Ragnar (dr. scient)
Sandnes, Kjartan (dr. philos, permisjon, sluttet 31.12)
Waagbø, Rune (dr. scient)

Avd.ingeniør:

Asphaug, Vibecke
Ask, Kjersti
Bargård, Siri
Berg, Torill
Birkenes, Anita
Brenna, Jan
Bøkevoll, Annbjørg
Gjerdevik, Kathrin
Haugnes, Jorun
Irgens, Betty
Rød, Kari Elin Langeland
Solli, Berit Engen
Stave, Mariann (sluttet 12.11)
Thu Thao, Nguyen

Laborantleder:

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

Driftsleder:

Aase, Anne Margrethe
Skjerve, Nils (sluttet 31.1)

Konsulent:

Bjørvang, Kjell Rune

Førstekonsulent:

Fjeldstad, Leikny

Sekretær :

Simonsen, Inger-Marie
(permisjon t.o.m. 20.8.2001)
Hetlebakke, Wenche Lone
(vikar, t.o.m. 20.8.2001)

Renholdsbetjent:

Meyer, Berit

Prosjektansatte:

Forsker:

Haldorsen, Anne-Katrine Lundebye (dr. philos, perm. t.o.m. 31.7)
Kolås, Kjersti (cand. scient)
Kvåle, Audil (cand. agric. ansatt fra 26.7)
Liaset, Bjørn (cand. scient)
Lorentzen, Mette (dr. scient, sluttet 31.12)
Duinker, Arne (cand.scient, ansatt fra 1.4)
Ørnstrud, Robin (cand.scient ansatt fra 11.1)
Skov, Marianne (cand.scient, sluttet 31.8)

Stipendiat:

Berge, Gerd Eikeland (dr. stipendiat, perm. t.o.m. 1.8)
Berntsen, Marc (dr. stipendiat,)
Dahl, Lisbeth Jane(dr. stipendiat perm f.o.m. 23.7)
Graff, Ingvild Eide (dr. stipendiat)
Lygren, Bjarte (dr. stipendiat, sluttet 1.3, dr. scient 3.6)
Mæland, Anne (dr. stipendiat)
Torstensen, Bente (dr. stipendiat)

Laborant:

Jensen, Morten (10.9–23.12)

Fullmektig:

Gangsø, Monica (1 års engasjement, t.o.m.30.6)

Lærlinger:

Jensen, Morten (t.o.m. 10.9)
Klementsens, Stig Hugo (ansatt fra 31.8.98)
Flatseth, Ørjan (ansatt fra 1.9)

Gjestestipendiat:

Wang, Jialin 26.8–26.11
Kotzamanis, Giannis
17.9–29.10

Hovedfagsstudenter

Almelid, Marit
Bere, Elling Tufte
Bertelsen, Hege
Bjelland, Linn Anne (f.o.m. 6.4)
Brønstad, Ingeborg (eksamen 1.6)
Fjermestad, Astri (eksamen 31.5)
Håvåg, Jan Helge
Jakobsen, Tone (f.o.m. 31.5)
Johnsen, Øystein (eksamen 22.9)
Michelsen, Ole-Jørgen
Moren, Mari
Norli, Bente Iren (f.o.m. 1.4)
Sanden, Monica (f.o.m. 6.4)
Solberg, Cathrine Børufsen (Kjemisk inst./FEI)
Torpe, Eili Kristin (Kjemisk inst./FEI)
Tuwor, Georg (Senter for Internasjonal Helse/FEI)
Vangen, Bente (eksamen 24.2)
Øfsti, Anders (HI/FEI, f.o.m. sommer 98)
Aadland, Eli Kristin (eksamen 20.8 HiAK)



EDLEMMER OG VARA-MEDLEMMER I RÅDET FOR

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT
TIL 31.12.2001

Leder, nestleder og medlemmer

Leder

Professor Åshild Kroghdal,
Norges veterinærhøgskole

Nestleder

Prosjektleder Finn Hallingstad, T. Skretting AS

Medlem

Avdelingsleder Bjarne Aalvik, Fiskeridirektoratet

1. 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 høgskole

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 Kroghdal, Kirstin Færden. (Foto: Dag Paulsen).

R EGNSKAP

A. MIDLER OVER FISKERIDEPARTEMENTETS BUDSJETT KAP. 1023:

	1998	1999
Lønn og godtgjørelse	7.347.000	8.887.000
Varer og tjenester	6.194.000	6.684.000
	13.541.000	15.571.000

B. EKSTERNE FORSKNINGSMIDLER:

NFR (100 %)	7.635.000	6.801.000
NFR/industri, EU, ren industri og diverse prosjekter	7.024.000	5.474.000
Sum UiB: Prof. II, stipendiater og annum	1 089 000	1 089 000
Eksterne forskningsmidler	15.748.000	13.365.000
SUM A og B	29.289.000	28.935.000

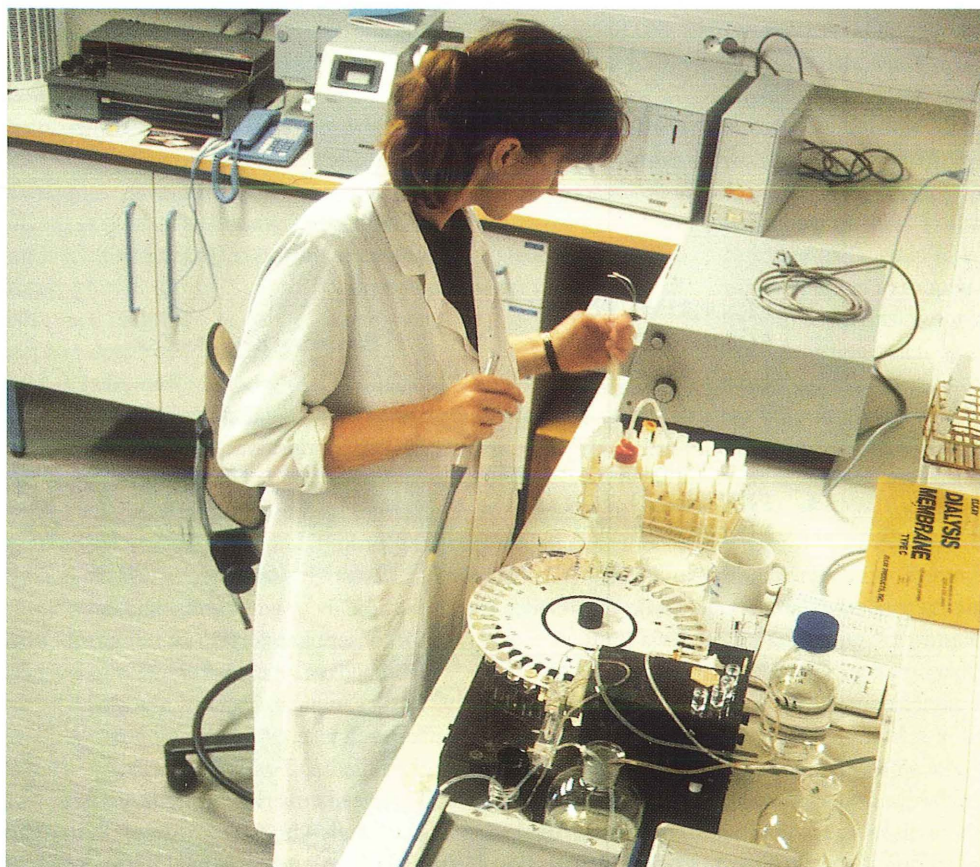


Foto: Dag Paulsen.

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)

Forskningssinnsatsen 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 fiskerimyndighetene i ernæringsspørsmål.
- å drive forskning i tilknytning til fisk og andre marine ressurser som næringsmidler i human ernæring og som føreidler.
- 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 fôrforordningene 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 fôrforordninger, 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 fôrforbruk til det marine miljø.

Prioriterte forskningsoppgaver:

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

- reducerer 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 låssatte marine fiske- slag 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 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 videreforedling.

Oppdrett av fisk gjør oss i stand til produktsikring 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 («Miljødatabasen»).

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 ver-

dens 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 vekttall innen områdene fiskeernæring, næringsmiddelkjemi og analyse, generell ernæring, næringsmiddeltoksikologi og kostholdsundersøkelser. I tillegg blir et nytt emne «Kvalitet av sjømat» (3 vekttall) 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 kvalitetssikre nye metoder samt videreutvikle og validere allerede etablerte analysemetoder. Instituttet fikk høsten 1996 akkreditert 38 av sine analysemetoder for næringsstoffer, i 1999 hadde instituttet 42 av analysemetodene akkreditert. 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.

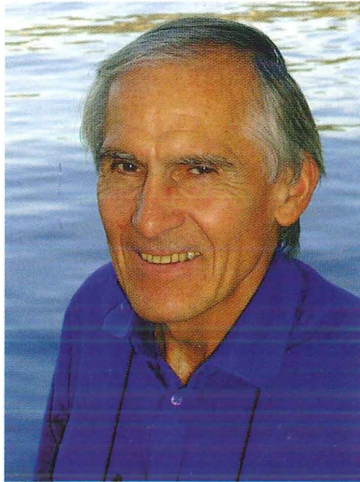
FORSKNINGSBASERT KUNNSKAP OM FREMMEDSTOFFER (METALLER) I FÔR TIL OPPDRETTSFISK – HVA VET VI OG HVA BØR VI VITE?

**Kåre Julshamm
og Anne-Katrine L.
Haldorsen**

Norsk havbruksnæring er en eksportnæring og produktene som produseres konkurrerer med en rekke andre produkter. For å lykkes i de ulike internasjonale markedene er det en rekke faktorer som har betydning. Et viktig bidrag er at norsk sjømat er dokumenterbar trygg mat. Kunnskap og informasjon innen dette feltet er viktig både som et konkurranse fortrinn, samt at det i mange tilfeller kan være et middel for å motvirke handelshindringer.

For å sikre konsumenten trygg mat anvendes det grenseverdier som Codex Alimentarius har vedtatt. Codex Alimentarius består av FN-nasjoner som er medlemmer av FAO og/eller WHO. Denne har hovedansvaret for utarbeidelsen av internasjonale standarder for matvarer (til beskyttelse av blant annet konsumentens helse). Codex Alimentarius har sin ekspertkomite (JECFA) på analyse og toksikologi som fastsetter såkalte ADI-verdier («Acceptable Daily Intake»). Verdiene fremkommer ved å anvende en sikkerhetsfaktor på 100. Slike verdier kan det være vanskelig å forholde seg til da det er det totale inntaket av et stoff gjennom den maten en spiser som er avgjørende. Da vil mengden som spises av en spesiell matvare ofte være mer avgjørende enn innholdet av stoffet i matvaren. Myndighetene må på bakgrunn av råd fra fagfolk utarbeide enkle kostholdsråd.

Ved inngåelse av EØS-avtalen er Norge i utgangspunktet underlagt EUs regler. Næringsmidler og



*Kåre Julshamm.
(Foto: Dag Paulsen)*

fôr er blant de prioriterte sektorer for harmonisering mellom EUs medlemsland. EU-kommisjonen har gått inn for prinsippet om at en vare som omsettes lovlig i ett EU land skal tillates markedsført i alle EU land.

EU kommisjonen har fastsatt i direktiver øvre grenseverdier for fremmedstoffer i fôr til husdyr, hvor fisk er inkludert. De øvre grenseverdiene fastsettes som mg/kg tørrfôr i det ferdige fôret. Grunnen til at grenseverdiene i fôr til dyr fastsettes på grunnlag av innhold og ikke på grunnlag av inntak er at fisk gies begrensede fôrtyper i sine forskjellige vekstfaser.

Øvre grenseverdier for fremmedstoffer i fôr til oppdrettsfisk produsert i Norge er nedfelt i Forskrift om fôrvarer til fisk som ble vedtatt av Fiskeridepartementet den 18. mars 1999. Forskriften bygger blant annet på EUs direktiver vedrørende øvre grenseverdier for metaller i fullfôr til fisk (Rådsdirektivene 70/524/EEC og 1999/29/EC).



*Anne-Katrine L. Haldorsen.
(Foto: Dag Paulsen)*

De øvre grenseverdiene for spormetaller som er fastsatt i Rådsdirektiv 70/524/EEC er imidlertid under revisjon og det skyldes blant annet at de er lite tilpasset fiskefôr. EUs stående fôrkomite hadde ikke i dette direktivet tatt hensyn til at oppdrettsfisks behov for spormetaller er forskjellig fra husdyr, samt at protein- og fettkilden i fiskefôr kommer fra marine fôrstoffor, som ikke er tilfelle i husdyrfôr.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er faglig ansvarlig for Forskrift om fôrvarer til fisk og derved også ansvarlig organ til å komme med faglige innspill til det norske medlemmet i EUs stående komite for fôrvarer (observatør). I juli 1999 ble det fra instituttets side utarbeidet et status dokument for metaller i fôr til oppdrettsfisk med bakgrunn i at EUs stående komite for fôrvarer skulle revidere øvre grenseverdier for metaller i fiskefôr. Våre forskningsbaserte anbefalinger for noen av metallene, samt verdier gitt i Direktiv 70/524 og foreløpige forslag fra den nevnte arbeidsgruppe nedsatt av

Tabell 1. Øvre grenseverdier for noen metaller i fôr til fisk (mg/kg tørrfôr)

Metall	Gjeldende EU direktiv	Norsk forslag	EUs reviderte forslag
Jern (Fe)	1250	500	500
Sink (Zn)	250	250	200
Mangan (Mn)	250	25	150
Kobber (Cu)	35	15	15
Kvikksølv (Hg)	0,1	0,5	
Arsen (As)	4	10	

EUs stående komite for fôrvarer er gitt i tabell 1.

Tabell 1 gir øvre grenseverdier for både essensielle metaller (jern, sink, mangan og kobber) og ikke-essensielle metaller (kvikksølv og arsen). De essensielle metallene vil ha næringsstoff-effekt når konsentrasjonen i fôret dekker organismens behov, men vil være fremmedstoff og gi toksiske effekter når innholdet i fôret er for høyt. Instituttet etablerte for fire år siden fôrtoksikologi som nytt forskningsfelt. Målsettingen med dette forskningsfeltet er å gi kunnskap om hvilke øvre grenseverdier som bør settes for metalliske stoffer i

fôr til fisk for at fisken skal ha god helse, miljøet ikke skal forringes og fisken skal være et trygt matprodukt. Kunnskap som her erverves blir formidlet til EUs stående komite for fôrvarer.

Tabell 1 viser at EUs stående komite for fôrvarer tar hensyn til forskningsbasert dokumentasjon, når øvre grenseverdier skal fastsettes. Kobber er et godt eksempel på at det er tilfelle. Vårt forslag baserer seg på resultater som er genert i et doktorgradsarbeid av Marc H. G. Berntssen som har vist subletale toksiske effekter (indusering av metallbindende protein, tarmregulert celledød og oksidative skader)

ved kobberkonsentrasjoner i fiskefôr på 35 mg/kg tørrfôr. Dette kobbernivået er lavere enn det som tidligere er etablert som toksiske kobbernivåer i fôr til laks og til husdyr.

For å kunne fastsette riktige øvre grenseverdier for metallene arsen, kvikksølv og kadmium i fôr til fisk vil det kreve en betydelig forskningsinnsats. Dette vil inkludere ny kunnskap knyttet til analysemetoder, biologisk tilgjengelighet, biomarkører, toksisitet etc. Dette bør være en strategisk satsning fra myndighetene for å vise at Norge er troverdig som storekspertør av oppdrettsfisk.

English Summary:

The Institute of Nutrition is scientifically responsible for regulations regarding fish feedingstuffs, and therefore also acts as a scientific advisor to the Norwegian observer in the EUs Standing Committee on Animal Nutrition. A status document on metals in fish feedingstuffs was submitted by the Institute to this group in 1999 since present maximum limits of metals in fish feedingstuffs are under revision. Table 1 summarises the present EU maximum limits for certain metals (column 2), the Norwegian proposal (column 3) and the EUs revised proposal (column 4) (all data given in mg/kg dry feed).

Research done at the Institute of Nutrition in the field of feed toxicology is important for setting appropriate maximum limits for contaminants in fish feedingstuffs. Traditionally, maximum limits have been set for animal feedingstuffs (including fish feedingstuffs) based on data from experiments on terrestrial animals without taking into account the differences between fish and mammals.

BIPRODUKTFORSKNING VED FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT; BRUK AV FÔR PRODUSERT DIREKTE FRA RÅSTOFF – SESONGVARIABEL FÔRSAMMENSETNING

**G.I. Hemre
(Fiskeridirektoratets
Ernæringsinstitutt)
og K. Sandnes
(Sea Grain AS)**

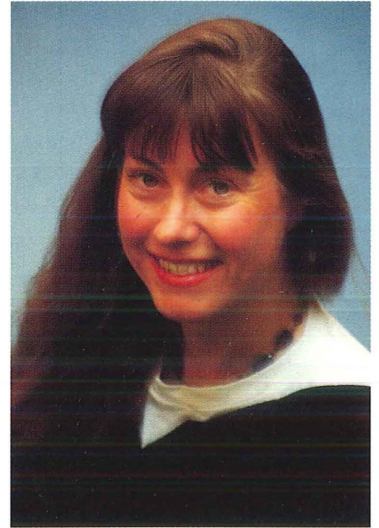
Videre vekst i norsk oppdrettsnæring krever tilgang på fôr av riktig kvalitet og til riktig pris. Samtidig vet vi at tilgang på marine fôrressurser, særlig olje, kan bli en begrensende faktor. Dette faktum aktualiserer debatten om hvordan våre marine ressurser skal utnyttes i framtiden, der begrepet «bærekraftig utvikling» står i fokus. Bedre og mer effektive måter å utnytte utkast og avskjær fra våre fiskerier vil bidra til en slik utvikling, der metoder for ilandføring, transport og prosessering er nøkkelfaktorer.

Slik regelverket er i dag kan utkast og biprodukter fra pelagisk og hvitfisk nyttes til fôr. Austevoll Fiskefôr AS arbeider blant annet med metoder for å utnytte dette marine råstoffet direkte i produksjon av tørt fiskefôr. Pelagiske fiskearter som sild (og følgelig også biprodukter og utkast) varier i sammensetning (protein/fett) i forhold til sesong, og et aktuelt spørsmål i denne sammenheng er å undersøke hvordan laks responderer (vekst, fôrutnyttelse, produktkvalitet) på fôr som følger råstoffets naturlige sammensetning over et år. Resultatene som er rapportert her er knyttet til delprosjektet «sesonvariabel fôrsammensetning» under Forskningsrådsprosjektet «Nytt fiskefôr II» gitt over Nyskappingsplanen. Fôrings-

forsøkene er gjennomført ved Matre Havbruksstasjon.

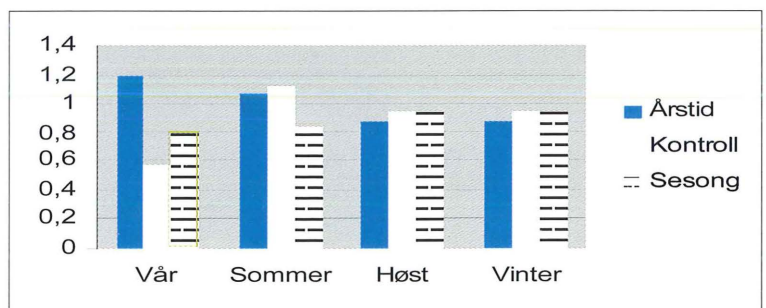
Fiskefôr fremstilt ved alternativ produksjon har i tidligere studier med både laks og kveite vist å gi høy vekst og god helse, dvs. muligheten for å lage et høykvalitetsfôr fra avskjær er tilstede, selv når sildeavskjær er eneste protein- og fettkilde. En fordel i industriskala (som ved Sea Grain AS sitt pilotanlegg) er om man slipper å balansere fôret med hensyn på fettnivå, og dermed være uavhengig av den ekstreme variasjon som finnes i råstoffets fettinnhold ved ulike fangstsesonger. I litteraturen er laksens minimumsbehov for protein satt til rundt 40% av tørrstoff. I alle fôr utprøvd i forsøket beskrevet under er minimumsbehovet for protein dekket.

Et semi-fullskala merdforsøk med laks ble satt opp våren 1998 ved Matre Havbruksstasjon; tre ulike fôrvariable ble testet i triplikat for hver sesong; vår (mars-mai), sommer (juni-september), høst (oktober-desember), og vinter (januar-mars); med følgende design: Gruppe Kontroll



Gro-Ingunn Hemre.
(Foto: Dag Paulsen)

(39% fettholdig fôr gjennom alle sesonger), Årstid (fulgte råstoffets variasjon i fettinnhold gjennom året, men justert til en fôrtype for hver sesong), Sesong (tilpasset laksens forbruk av energi gjennom året – dvs. fett om våren, middels fett om sommeren, magert om høsten, og fetere igjen gjennom vintersesongen). Fôret som var brukt var av type moist.



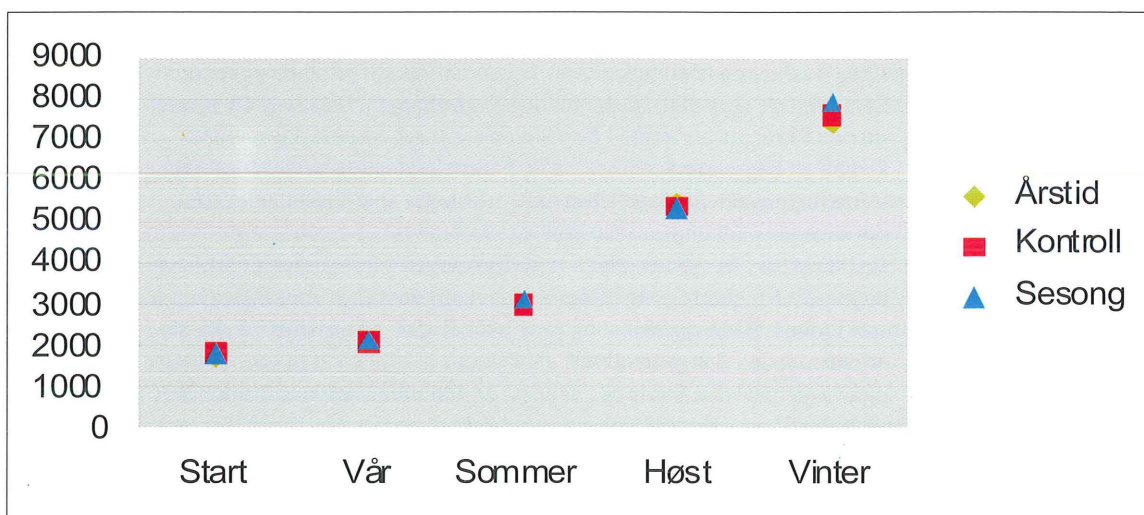
Figur 1. Fôrfaktor for de tre fôrgruppene årstid, kontroll og sesong, målt i perioden mars-mai (vår), juni-august (sommer), september-november (høst) og desember-februar (vinter). Fôrfaktor var her regnet som kg tørt fôr pr. kg tilvekst.

Det var liten forskjell mellom grupper både i vekstrespons og kondisjonsfakter, selv med den store variasjonen i fettinnhold som var gitt de ulike gruppene (figur 2 og 3). Resultatene viser at når laksen føres etter appetitt justerer den selv inntak av energi og protein, og de målbare forskjellene for en oppdretter når det gjelder produksjonsdata, vil først og fremst

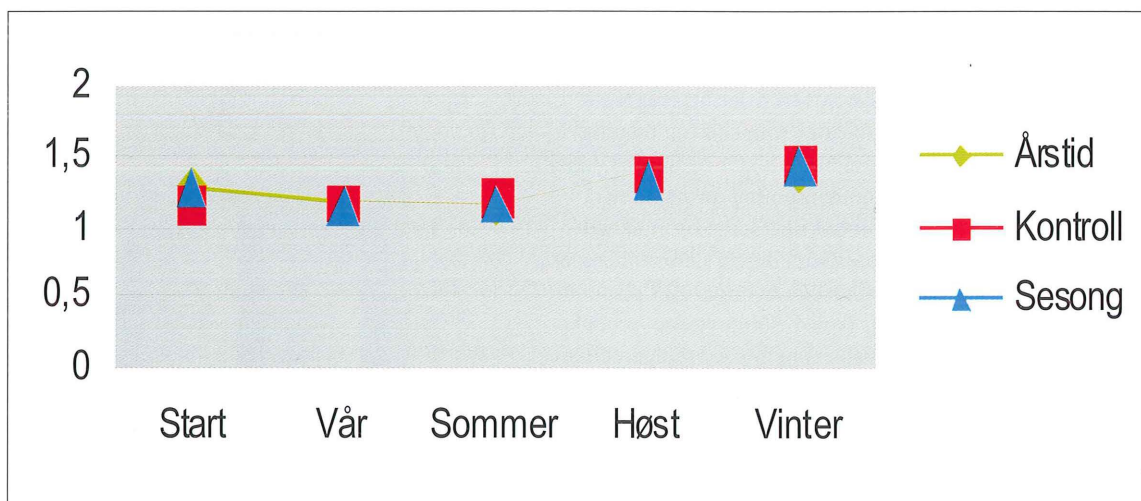
være på mengde fôr nødvendig for å oppnå samme vekst (figur 1). Det var en del å spare i fôrmengder ved å gi et feitere fôr om våren og sommeren, i begge disse sesonger gav det feitestet fôret best fôrutnyttelse, dvs. at direkteprodusert fôr (årstidsgruppen) ville kunne oppnå bedre fôrutnyttelse dersom fôret ble tilsatt fett. Fôr vårsesongen var variasjonen fra 0,58 til 1,18 i

fôrfaktor, og om sommeren fra 0,83 til 1,12 i fôrfaktor.

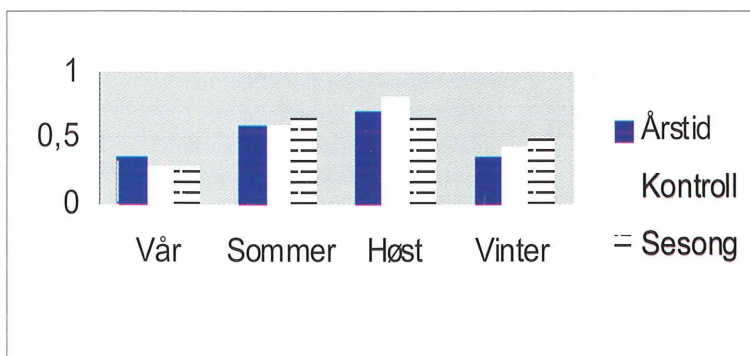
Generelt var fôrutnyttelsen lavere i sommersesongen enn i vårsesongen, selv om veksthastigheten var høyere. Sesongfôret ble dårligere utnyttet enn et kontrollfôr i vårsesongen, men bedre i sommersesongen. Høsten gav den høyeste veksthastigheten av alle sesonger, dette var også den



Figur 2. Vekstutvikling (basert på snittvekter for hver gruppe ved uttak i mars (start), mai (vår), august (sommer), november (høst), og februar (vinter)). y-aksen viser fiskevekt i gram.



Figur 3. Utvikling av kondisjonsfaktor (CF) for de tre fôrgruppene årstid, kontroll og sesong, målt ved uttak i mars (start), mai (vår), august (sommer), november (høst) og februar (vinter).



Figur 4. Utvikling av SGR (spesifikk veksthastighet / daglig tilvekst) for de tre fôrgruppene årstid, kontroll og sesong, målt i perioden mars-mai (vår), juni-august (sommer), september-november (høst) og desember-februar (vinter).

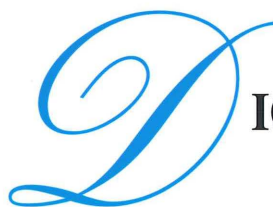
sesongen da fett/energi nivået i fôret ikke påvirket fôrutnyttelsen (innenfôr en variasjon i fettinnhold fra 27-44%). Høyeste proteinretensjon ble oppnådd om sommeren ved fôring av ett fett (44%) fôr med et midlere proteinnivå (44%). Dataene for SGR (daglig tilvekst) og VF3 (ikke vist her, men tar hensyn til temperatur) viser at det var en del forskjeller i middelverdi både for SGR og VF3 i de ulike grupper i de ulike sesonger, disse er likevel ikke store nok til å påvirke sluttresultatet etter ett års vekst. Total vekst i forsøket var fra 1,7 til 7,6 kg på ett år i sjø.

Fisken ble også fulgt med analyser som viste retensjon og sammensetning av en rekke næringsstoffer i muskel, hjerte og lever, og blodanalyser som viste helsestatus til laksen. Disse dataene er omfattende og gir et innblikk i sammenheng mellom

fôr kvalitet og det sluttproduktet en oppnår ved ulike sesonger, og vil publiseres i samsvar med ønsker fra Sea Grain AS.

Perspektiver for anvendelse av biprodukter:

Bedre utnyttelse av biprodukter til fôr er bare et av mange eksempler på det store verdiskapningspotensialet vi ser i norsk fiskeri- og havbruksnæring i årene fremover. Totalutnyttelse av marine råvarer innbefatter alt fra vaskevann og innvoller via rygger, hoder og utkast. Utvinning og produksjon av biokjemikalier, matprodukter og fôr vil bidra til å gjøre biproduktene mer verdifulle, og dermed mer tilgjengelige enn i dag. Perspektivene på hvordan denne sektoren vil utvikle seg er faglig spennende og økonomisk interessant, og utpeker seg som et prioritert satsingsområde for norsk marin forskning



DIOKSINER I FISK OG FISKEPRODUKTER

**Anne-Katrine
Lundebye Haldorsen**

I slutten av mai 1999 advarte belgiske myndigheter at kylling og egg fra Belgia kunne inneholde høye konsentrasjoner av dioksiner som følge av at 80.000 tonn forurenset fôr hadde gått ut på markedet. Dette førte til at EU-kommisjonen forbød eksport av Belgiske matvarer med øyeblikkelig virkning, og førte til at de ville innføre øvre grenseverdier for dioksiner i dyrefôr (inkludert fôr til fisk) og fôringredienser. Norske myndigheter ville ha samlet inn data både for å fremskaffe kunnskap om de normale bakgrunnsnivåer av dioksiner i fisk og fiskeprodukter og for å evaluere hvilken nivåer eventuelle grenseverdier burde ligge på. Denne oppgaven fikk Ernæringsinstituttet på grunn av sin rolle som kompetansesenter og faglig rådgiver knyttet til fôr-forskriften. Det ble tatt en rekke prøver av fiskefôr og diverse fiskearter for dioksinanalyser, flere rapporter ble skrevet og det ble utviklet en overvåkningsplan.

Betegnelsen dioksiner omfatter stoffgruppene polyklorerte dibenzo para dioksiner (PCDD) og polyklorerte dibenzofuraner (PCDF). Dioksiner er klorholdige, organiske stoffer, og det finnes i alt 210 ulike dioksin forbindelser (75 PCDD forbindelser, og 135 PCDF forbindelser). De er uønskede biprodukter fra en rekke kjemiske, industrielle og forbrenningsprosesser hvor klor og hydrokarboner utsettes for høye temperaturer, for eksempel magnesium, nikkel og aluminiumsverk, papirindustrien, syntese av klorfenoler, avfallsforbrenning, kabelavbren-

ning og i forbrenningsmotorer. Det finnes også naturlige kilder til dioksiner som skogbrann og mikrobiell omdanning av klorerte fenoler, men disse bidrar relativt lite til dioksin nivået i miljøet.

Dioksiner spres over store avstander fra utslippene gjennom luften. De er svært lite oppløselige i vann, slik at dioksiner som havner i akvatiske systemer, finnes bunnet til biologiske materiale og sedimenter. På grunn av at dioksiner har høy fettløselighet og er langsomt nedbrytbare, akkumulerer de i organismers fettvev og oppkonsentreres i næringskjeder. Menneskers hovedeksponering for dioksiner skjer via næringsmidler, særlig fra kjøtt, fisk og meieri-produkter.

Toksisitet av dioksiner er avhengig av antall og plassering av klor atomer. Av de 210 forskjellige dioksinforbindelsene, er det 17 som er toksiske. Prøver analyseres derfor for innhold av disse forbindelsene. Den mest giftige dioksin er kongeneren 2,3,7,8-TCDD, som regnes som det mest toksiske stoff som finnes. Det er laget modeller for å omregne konsentrasjoner av de ulike forbindelsene til toksiske ekvivalenter (TE). Antall TE i en prøve er et mål for det totale skadepotensialet av en blanding av forbindelser med like virkningsmekanismer. Omregningen består i at dioksiner har fått en veiingsfaktor, såkalt toksisk ekvivalensfaktor (TEF) ut fra helseskadelig evne.

Det er store artsforskjeller når det gjelder akutt giftigheten av dioksiner. Det er i størrelsesorden tusen ganger forskjell mellom dødelig dose for 50% av forsøksdyrene (LD50) for den mest følsomme arten, marsvin, og for den tilsynelatende minst følsomme

arten, hamster (LD50 er henholdsvis 0,6–2 mikrogram/kg kroppsvekt og 1150–5050 mikrogram/kg kroppsvekt). Det er også betydelige forskjeller i følsomhet for dioksiner mellom ulike raser innenfor samme dyreart.

Virkningen av langtidseksponering for små mengder av dioksiner synes å være knyttet til binding av dioksin forbindelser til et bestemt reseptor protein (Ah-reseptor). Dioksin/protein komplekset transporteres inn i cellekjernen og påvirker en rekke fundamentale biokjemiske prosesser i cellene. Hos mennesker fører akutt eksponering for dioksiner til hudsykdommen «chloracne». Helsemessige effekter av langvarig eksponering til tilstrekkelig høye dioksin nivåer inkluderer kreft, reproduksjonsforstyrrelser og foster misdannelser (disse effektene har vært påvist i dyreforsøk, men det er uenighet i litteraturen om responsene hos mennesker). Dioksin eksponering kan også føre til lever skader samt nedsettelse av immunforsvaret og nerve funksjoner.

Det er foreløpig ikke satt øvre grenseverdier for dioksiner verken i fiskefôr, fiskefileter eller i andre matvarer. Det har vært flere EU forslag til grenseverdier i fôr siden dioksin skandalen i Belgia, det siste forslaget (i desember 1999) er 6 ng WHO-TE/kg produkt for fiskeolje, 1,5 ng WHO-TE/kg produkt for fiskemel og 3 ng WHO-TE/kg produkt i ferdig fôr. Norske prøver av fiskefôr og fisk ble analysert i 1999 for å kartlegge deres dioksin innhold (Tabell 1). Ingen av fiskefôrene som ble analysert overskrider grenseverdien foreslått av EU-kommisjonen. Norske fiskefôringredienser og fiskefôr har ikke høyere dioksin innhold enn de fra øvrige euro-

peiske land, tvert imot er dioksin nivåer i råvarer (industrifisk) til fiskefôr som kommer fra Østersjøen betydelig høyere.

Foreløpig er det kun NILU som utfører dioksinanalyser i Norge, men det er søkt om bevilgninger for å skaffe nødvendig instrumentering og kompetanse til å gjøre disse ved Ernæringsinstituttet. Dette ville øke analysekapasiteten på landsbasis samt øke forskningsaktiviteten på dette feltet som er meget viktig for mattrygghet og eksport av norske fiskeprodukter.

Til slutt må det påpekes at det ikke har vært påvist negativ helse effekter av dioksiner i fisk, derimot er det dokumentert at det er sunt å spise sjømat, som er hovedkilden til omega 3 fettsyrer, fettopløselig vitaminer samt jod og selen.

Tabell 1.
Dioksin innhold i norske fisk og fiskefôr prøver analysert i 1999.

Prøve	ng N-TE/kg produkt	ng WHO-TE/kg produkt
Fiskefôr		
(fish feed)	1,94	2,07
	3,08	2,88
	0,71	0,76
	1,62	1,65
	1,44	1,47
	2,63	2,58
Fiske filet		
Laks (salmon)	0,47	0,47
	0,94	1,01
	0,68	0,65
	0,91	0,91
	0,69	0,72
Makrell (mackerel)	0,27	0,29
Sild (herring)	0,66	0,65
Helfisk		
Lodde (capelin)	0,41	0,4
Tobis (sandeel)	0,25	0,26
Øyepål (Norway pout)	0,25	0,26
Kolmule (blue whiting)	0,29	0,3

English Summary:

The Institute of Nutrition has acted as a scientific advisor to the Norwegian government on dioxins following the dioxin scandal in Belgium in May 1999. Since the situation in Belgium arose from contaminated feed, the EU Commission wants to set maximum limits for dioxins in feedingstuffs and their ingredients. Various proposals have been set forward, the most recent (December 1999) being 6 ng WHO-TEQ/kg product for fish products > 25% fat, 1.5 ng WHO-TEQ/kg product for fish products < 25% fat and 3 ng WHO-TE/kg product in complete feedingstuffs for fish. A number of Norwegian samples of fish feedingstuffs and fish were analysed in 1999 to document their dioxin content (Table 1). None of the feeds exceeded the maximum limit proposed by the EU.

SJØMAT OG HELSE – BEHOV FOR MER KUNNSKAP

Av
Livar Frøyland

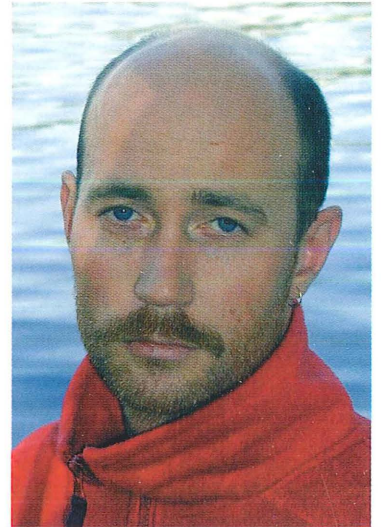
Det ble tidlig kjent at sjømat var sunn mat og det har vært trukket frem at utviklingen av det moderne mennesket, *Homo sapiens* skjedde i områder der en hadde tilgang på marine råstoff i tillegg til planter og kjøtt fra landlevende dyr. De aller fleste kjenner i dag til at for å unngå struma må en ha tilgang på jod som det finnes mye av i sjømat. Videre finner en flere steder i Norge en tradisjon for at en inntar mer fet fisk/tran alle måneder som ender på *r*, fordi fisk/tran inneholder flere viktige fettløselige vitaminer (A, D og E) som vi er spesielt avhengig av i mørketiden.

I den senere tid, nærmere bestemt rundt 1935, ble det dokumentert at arktiske Inuitter (eskimoer) hadde svært lave forekomster av sykdommer som var vanlige i «siviliserte» samfunn på mer tempererte breddegrader. Det er også kjent i fra litteraturen (rundt 1950) at eskimoer på Grønland og visse kystsamfunn i Norge hadde lave forekomster av hjerte-kar sykdommer. Rundt 1975 ble der foretatt grundige kosthold undersøkelser blant eskimoer og disse viste ikke bare høyere fett og kolesterol innhold i kostholdet enn en vanlig europeisk diett, men også et betydelig innhold av lange flerumettede fettsyrer, såkalte omega-3 fettsyrer, som var nærmest fraværende i den vestlige dietten. Dette ledet de danske forskerne Bang, Dyerberg og kollegaer på slutten av 1970 tallet til å fremsette teorien at omega-3 fettsyrene er involvert i redusert forekomst av hjerte- kar sykdommer. Denne

hypotesen medførte en meget stor innsats på forskningen rundt omega-3 fettsyrer og deres mulige funksjoner og effekter. Det er i dag en generell enighet om at omega-3 fettsyrer utøver en rekke positive effekter relatert til helse, spesielt hjerte- kar lidelser.

Epidemiologiske studier utført av Verdens Helseorganisasjon (WHO) i perioden 1984–1986 viste at Japan har en av verden laveste forekomster av hjerte- kar sykdommer. Dette er også et land som tradisjonelt har et meget høyt innslag av sjømat i sitt kosthold. Tallene viste 29 dødsfall per 100 000 innbyggere, mens det tilsvarende tallet for Amerika var 197. I tillegg ble det påvist at Japanere med høyt inntak av fisk (kyst og øybeboere) sammenliknet med innenlands befolkning hadde lavere forekomst av hjerte- kar sykdommer. I løpet av det siste tiåret har kostholdet og levestemønstret i Japan endret seg kraftig. Spesielt gjelder dette de store byene som er blitt mer vestlig orientert. Dette har medført at forekomsten av hjerte- kar sykdommer i de store byene i dag ligger på samme nivå som i den vestlige verden. Hva har så skjedd i løpet av de siste 20 årene?

Hovedtyngden av forskningen har vært fokusert rundt omega-3 fettsyrene og en har dokumentert positive effekter innen en rekke sykdommer/tilstander som for eksempel: hjerte- kar, betennelser, immunsystemet, utvikling av sentralnervesystemet, ulike former for kreft, m.m. Parallelt med fokuseringen på omega-3 fettsyrer har flere forskningsmiljøer vært opp-tatt av at det også finnes andre komponenter enn omega-3 fettsyrer i fisk og sjømat som er helsefremmende. Nylig ble det nedsatt



Livar Frøyland.
(Foto: Dag Paulsen)

en ekspertgruppe sammensatt av ledende forskere fra hele verden der en skulle vurdere helse aspekter rundt fisk og omega-3 fettsyrer fra planter og marin opprinnelse. Gruppen konkluderte med at inntaket av mager fisk (inneholder lite omega-3 fettsyrer) gav betydelig beskyttelse mot hjerte- kar sykdommer og at det må finnes andre komponenter som også er viktige i denne sammenheng. Mange har hørt om antioksidanter som beskytter mot frie radikaler som kan forårsake skadelige reaksjoner. Fisk inneholder relativt mye selen, et viktig sporelement som er med på å opprettholde den naturlige antioksidant balansen hos oss.

Som nevnt ovenfor er det nå betydelig med funn som viser at selv et moderat inntak av fisk, også mager fisk, beskytter mot en rekke sykdommer. Da fisk/sjømat inneholder et arsenal av ulike komponenter, for eksempel: enumettede fettsyrer, flerumettede omega-3 fettsyrer, vitaminer, antioksidanter,

spor elementer, ulike proteiner, m.m. er det et komplekst bilde vi møter. I tillegg er det i flere fora sagt at fiskerinæringen skal overta som lokomotiv i norsk økonomi etter oljenæringen. Det er derfor av stor betydning at vi retter fokus på sjømat som inneholder de mest helsefremmende næringsstoffer vi kjenner. Vi kan heller ikke utelate at der finnes en rekke komponenter vi hittil ikke kjenner.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt (FEI) har for tiden en

stipendiat i et forskningssamarbeid på jod med kliniske og biokjemiske miljøer i Tromsø. Videre har FEI to hovedfagsstudenter som tar sine oppgaver ved Gastroenterologisk avdeling, Haukeland sykehus. FEI har også sett betydningen av å øke kunnskapen om sunn sjømat og ikke bare sikker sjømat, selv om disse to emnene selvsagt må sees i sammenheng. Av denne grunn arbeider vi med å etablere nettverk mellom ulike miljøer i Europa.

I første omgang tar vi sikte på å søke EU om støtte til dannelsen av et tematisk nettverk som skal vurdere nye forskningsmuligheter opp i mot uønskede komponenter i sjømat. Vi ønsker med dette arbeidet å lage en større EU søknad med fokus på sjømat som sunn mat. Hovedmålet er å etablere kompetanse rundt sunn mat som kan brukes innen ernæring, fiskerinæringen og markedsføring av sjømat generelt både nasjonalt og internasjonalt.



Instituttet ønsker et samarbeid med EU der det fokuseres på sjømat som sunn mat. (Foto: Dag Paulsen).

SKJELL SOM MAT

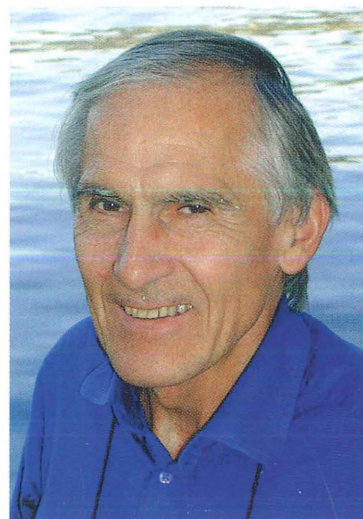
Arne Duinker og Kåre Julshamn

Høsting og dyrking av skjell er en stor næring på verdensbasis. I Norge har vi i dag en ung og voksende næring som baserer seg på både høsting av ville skjell og dyrking. Viktigst er blåskjell, kamskjell og østers, men i tillegg har vi noe høsting av andre arter som Oskjell, hjerteskjell og haneskjell. Det meste av aktiviteten fremover vil bli rettet mot eksportmarkeder, der norske aktører møter konkurranse fra et erfarent og tradisjonspreget produksjons- og markedsapparat. Krav om dokumentasjon av innhold av fremmedstoffer i skjellene kan bli satt av proteksjonistiske grunner såvel som av hensyn til forbrukerne, og profesjonaliteten i tilsynet med skjellomsetning er derfor viktig. Tilsvarende relativt uerfarne Norske eksportører vil møte svært erfarne kunder på eksportmarkedene. Rask tilegning av kunnskap om kvaliteten av norske skjell og krav til kvalitet vil derfor være viktig. En helhetlig forståelse av skjell som mat bygger på aspekter som trygg mat, skjell i human ernæring og spisekvalitet.

Instituttet har en lang erfaring med «tungmetaller» i skjell som er unik på landsbasis. Skjell har naturlig et relativt høyt innhold av sporelementer og er samtidig svært følsomme for tungmetallforurensing. Mest erfaring har vi på blåskjell, men også kamskjell, østers, haneskjell og Oskjell har vært undersøkt. Forskjellene mellom artene er store. Fordelingen mellom organene hos Oskjell viser at det meste av tungmetallene er konsentrert i fordøyelseskjertelen. Videre varierer innholdet av ulike



Arne Duinker.
(Foto: Dag Paulsen)



Kåre Julshamn.
(Foto: Dag Paulsen)



Kamskjell, blåskjell, østers og oskjell på bryggen, starten på et godt måltid.

metaller i forhold til forurensingskilde og i forhold til de ulike metallenes transport i vannmassene. For noen av metallene har nyere forskning vist svært forskjellig giftighet av ulike kjemiske former, og andelen av de giftige formene varierer mellom ulike arter. Et eksempel er arsen der de organiske formene er ikke-toksiske mens den uorganiske formen er toksisk. Med

denne erfaringen har instituttet bidratt i Fiskeridirektoratets overvåkningsprogram for skjell med prøvetaking fra lokaliteter langs hele kysten. Så langt viser analysene at de fleste lokalitetene er upåvirket. Likevel har vi sett overraskende høye verdier på lokaliteter der man ikke hadde ventet forurensing. I arbeidet fremover er det et stort behov for

Organ	Kadmium (%)	Bly (%)
Muskel	1,3	3,0
Fot	0,9	2,2
Gonader	0,3	0,5
Kappe	0,5	0,2
Gjeller	2,0	1,5
Fordøyelsesorgan	95	92,5

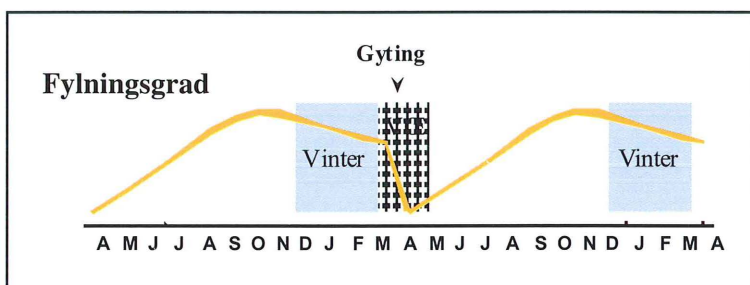
Metall	Kamskjell muskel	Kamskjell gonader	Blåskjell	Østers	O-skjell	Fiskefilet
Jern	5	12	25	28	24	3
Kobber	0,5	3	2	30	3	0,3
Kobolt	0,01	0,01	0,05	0,02	0,15	0,01
Mangan	0,3	1,5	0,8	1,5	9	0,2
Sink	9	30	11	600	70	3
Selen	0,8	1,3	2	1,5	2,4	0,4

metodisk og biologisk kunnskap om ulike kjemiske former av uønskede metaller i skjell. Videre kartlegging og kunnskap om ulike kilder til tungmetallforurensing vil være nødvendig i planlegging av nye dyrkingsområder for skjell. Det vil også arbeides mer med andre arter enn blåskjell og med fordelingen av uønskede metaller i ulike organer, i forhold til hvilke deler av skjellene som spises.

Kunnskap om sesongvariasjoner i metallinnholdet i forhold til vekst og gyting vil være en viktig basis for prøvetaking i overvåkningsaktiviteten fremover.

Innholdet av positive næringsstoffer har vært undersøkt hos blåskjell, kamskjell, østers og Oskjell. Kort sagt har skjell lite, men sunt fett, og skjell er spesielt gode kilder til sporelementer og noen vitaminer. Slik informasjon er et viktig virkemiddel i arbeidet med å øke inntaket av sjømat og spesielt skjell blant befolkningen, og den kan benyttes i markedsføring av norske skjell på eksportmarkedene.

Skjell viser store sesongsvingninger i kvalitet. Fylningsgrad og innholdet av opplagsnæring har stor



Generelle trekk i forløpet av matinnhold i blåskjell gjennom året.

betydning for smaksopplevelsen, og ved gyting tapes for eksempel opptil 70% av kroppsmassen hos blåskjell. Med kunnskap om miljøpåvirkning og de fysiologiske prosessene bak vekst, kjønnsmodning og gyting er mye av variasjonen forutsigbar. Kvaliteten varierer også med ulike dyrkingsbetingelser og mellom lokaliteter. Slike forskjeller blir for tiden kartlagt i Frankrike der man benytter en rekke analyser av kjemiske komponenter med betydning for smak. I Norge mangler vi erfaring med slike analyseverktøy, og erfaringer med overvåkning av kvaliteten er mangelfull. Som ledd i oppbygning av kompetanse på kvalitet er det derfor ønskelig med studieturer til utenlandske institusjoner med relevant erfaring, og

etablering av analyseverktøy i Norge. Det er videre behov for forskning på sesongvariasjoner i kvaliteten i forhold til ulike sesongmønstre langs den lange kysten vår. Samtidig må overvåkning av kvalitet implementeres i næringen. Slik kunnskap vil være grunnleggende for strategier for dyrking, høsting og salg av norske skjell.

KVALITET OG MARKED

ved Ragnar Nortvedt og Marit Espe

Ernæringsinstituttet gjennomførte i 1998–99 delprosjektet «Opplevd kvalitet og objektiv kvalitet» under prosjektet «Kvalitet og marked, bedre markedsmuligheter for norsk laks gjennom segmentering og kvalitetsforbedring» (NFR 125337/122) i samarbeid med følgende andre norske institusjoner i den forskningsrådsoppnevnte Kvalitetsgruppen: Nils Kristian Sørensen ved Fiskeriforskning, Mia Bencze Rørå og Turid Mørkøre fra AKVAFORSK, Ole Torrissen fra Havforskningsinstituttet og Leif Jørgensen fra SINTEF Fiskeri & Havbruk. I tillegg deltok også Svein Ottar Olsen fra Norges Fiskerihøgskole i Tromsø. Bjørn Eirik Olsen fra Fiskeriforskning var hovedprosjektleder.



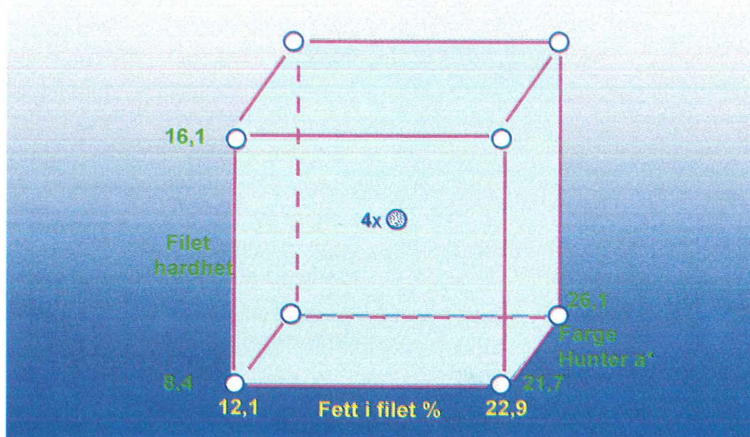
Ragnar Nortvedt.
(Foto: Dag Paulsen)



Marit Espe.
(Foto: Dag Paulsen)

Hovedforsøket fra dette delprosjektet gikk ut på å tilby fersk og røykt laks til 600 konsumenter i henholdsvis det tyske og det franske marked. Disse markedene

mottok i 1998 tilsammen 30 % og i 1999 26 % av Norges eksport av fersk laks. Fisken ble på forhånd sortert etter tre antatt sentrale parametre for kundenes valg av laks, nemlig fett (Torry fatmeter), farge (HunterLab) og tekstur (TA-XT2, Stable Micro Systems). Laksen ble delt inn i ni grupper i henhold til design (figur 1). Hvert hjørne i kubelen representerer en gitt kombinasjon av de tre parametrene på enten høyt eller lavt nivå. I tillegg ble det sortert ut en stor sentergruppe med fisk av midlere nivå på fett, farge og tekstur. Alle konsumentene fikk én filet fra ett av hjørnene i kubelen i tillegg til én filet som sammenligningsgrunnlag fra sentergruppen. På et spørreskjema, utarbeidet av Svein Ottar Olsen, ble de så bedt om å gi uttrykk for sin forventning til produktet etter å ha sett på filetene i studio, og deretter sin opplevelse av produktet etter å ha tilberedt og spist det hjemme.



Figur 1. Design av ni ulike filet-kvaliteter av røykelaks til det franske marked, der fett, farge og hardhet til fileten er variert i henhold til de angitte gjennomsnittsverdier. Fersk laks til det tyske marked hadde tilnærmet samme verdier. Sentergruppen i midten av kubelen hadde midlere nivå av de tre parametrene. a*-parameteren er et mål på rødhet, målt ved hjelp av et HunterLab instrument. Hardhet ble målt ved hjelp av en teksturmåler (TA-XT2, Stable Micro Systems). Fettinnhold ble bestemt ved hjelp av Torry fatmeter.

Et profesjonelt byrå i hvert land tok seg av den praktiske gjennom-

føringen av selve spørreundersøkelsen. Delprosjektleder Ole Torrissen fra Havforskningsinstituttet kjørte egenhendig ut den ferske laksen til seks byer i Tyskland. Ernæringsinstituttets rolle var å analysere fett, protein, tørrstoff og fettsyreprofil i fôret som ble brukt til produksjon av laksen. Ernæringsinstituttet bidro også med design og multivariabel data-modellering av resultatene, som kort presenteres her.

Resultater

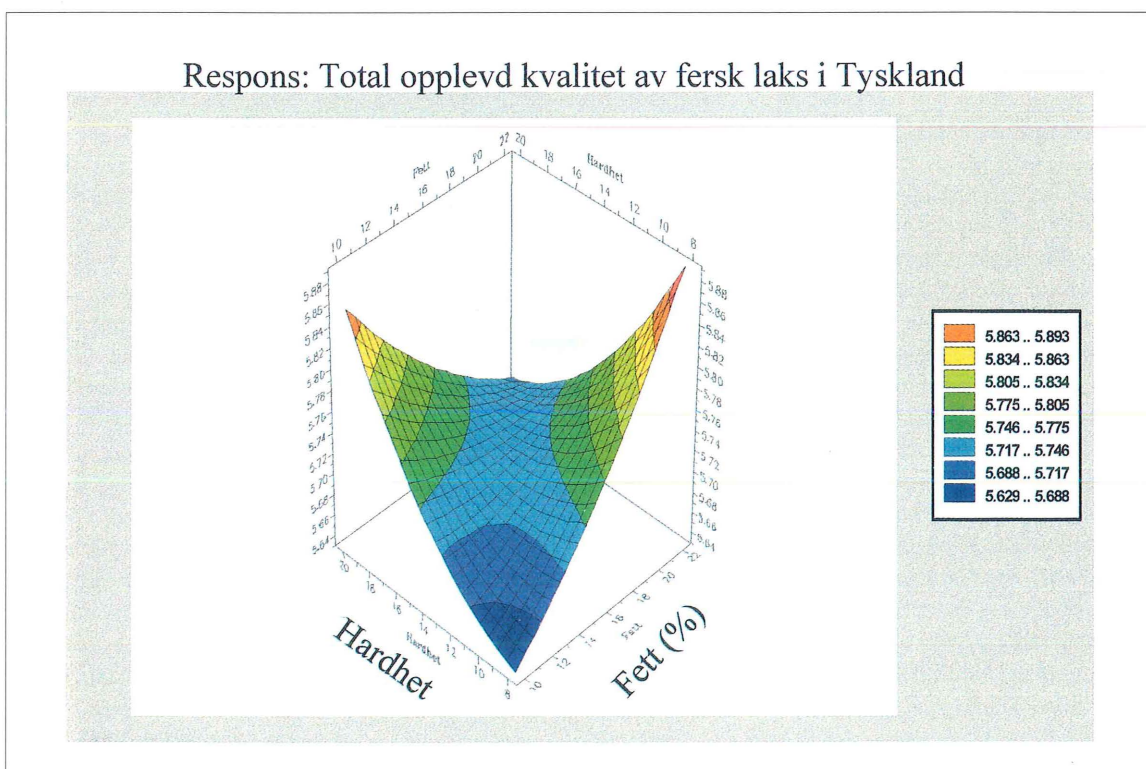
Respondentene i begge marked var jevnt over svært tilfredse med kvaliteten på de ulike produktene, der de i gjennomsnitt gav laksen en karakter på over 5 på en skala fra 1–7 (7 er best). Dette viser at

selv ved ekstrem variasjon i parametrene fett, farge og tekstur, er konsumentene jevnt over fornøyd med norsk laks, men 10–20 % av dem hadde både negative forventninger og erfaringer med produktene. Vi observerte likevel noen viktige forskjeller mellom de ulike gruppene.

Farge viste seg å ha størst betydning for både *forventet* og *erfart* kvalitet av både fersk laks i Tyskland og røykt laks i Frankrike. For røykelaksen var det fargerødheten som var viktig, mens det for den ferske laksen var fargelysheten som var sterkest korrelert til kundenes forventning og opplevelse av total kvalitet (et sammensatt kvalitetsmål fra flere spørsmål). Teknisk målt fettinnhold i produktet (uttrykt her som filetens mager-

het) hadde ingen korrelasjon med kundenes *forventning* av total kvalitet. Kunden vil altså ikke sortere laksen i butikken på bakgrunn av fettinnhold alene, men kjøpe etter farge og tidligere erfaringer. Vi vurderte ikke her effekten av pris, opprinnelse, holdbarhet eller innpakning. Hardhet og magerhet hadde imidlertid en viss positiv betydning for kundens *erfaringer* etter tilberedning, og disse parametrene vekselvirket med hverandre og med farge (figur 2 og 3).

Responsflaten viser at tyske konsumenter opplevde høyest total kvalitet (sammensatt kvalitetsmål) etter tilberedning når den ferske fileten i utgangspunktet enten var bløt og fet eller hard og mager, altså at det var samsvar mellom disse to parametrene (figur 2).

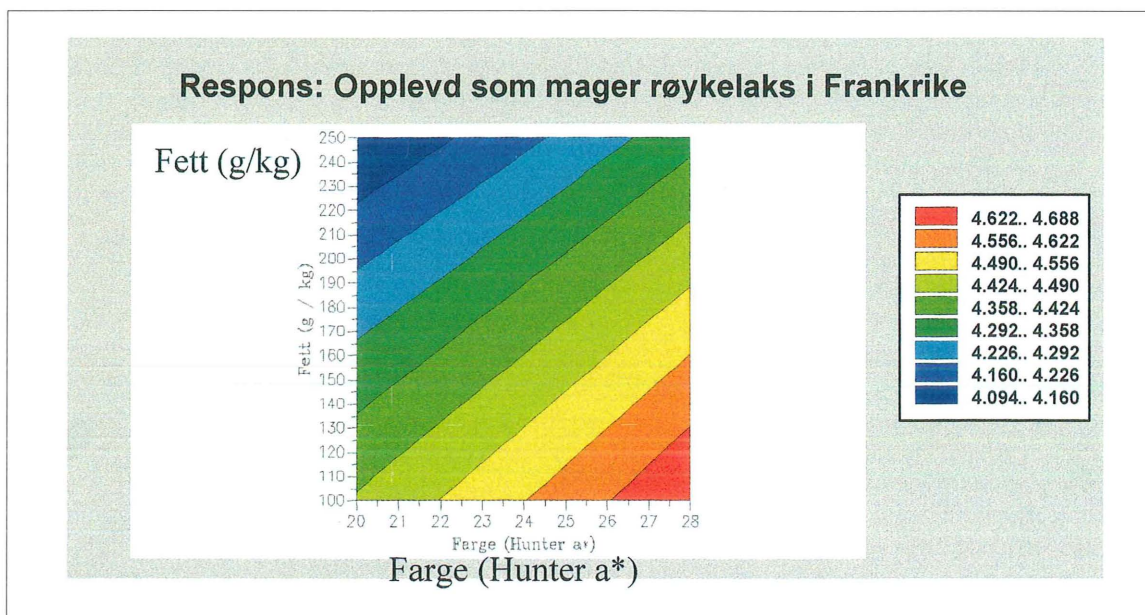


Figur 2. Tyske konsumenters opplevelse av total kvalitet av tilberedt fersk laks, som funksjon av filetens hardhet og fettinnhold.

Både i det franske og det tyske marked ble opplevelsen av magerhet riktig klassifisert ved et lavt reelt fettinnhold, men denne responsen var også sterkt påvirket av reell farge (og av hardhet), slik at ved et gitt fettnivå ble opplevelsen av magerhet positivt forsterket ved økende farge (figur 3). I det franske marked klarte man altså ikke å bestemme om røykelaksen reelt sett var fet eller mager. Dette burde gi rike variasjonsmuligheter for anvendelse av råstoff til røyking, dersom man ser vekk fra trimmetap og drypptap av fett gjennom prosess.

Konklusjoner

- Det er mulig å bruke eksperimentell design i kombinasjon med multivariate metoder til kartlegging av markedsrespons
- Respondentene i både det franske og tyske marked var jevnt over svært tilfredse med kvaliteten på de ulike produktene, der de i gjennomsnitt gav laksen en karakter på over 5 på en skala fra 1–7
- Rødhet var den viktigste parameter for røykelaks i det franske marked, mens fargelysheit var den viktigste parameter i det tyske marked, både for forventning og erfaring med hensyn til total kvalitet
- Fett og hardhet viste vekselvirkninger, der godt samsvar mellom disse synes å være positivt
- Man kan nytte et bredt råstoffspekter med hensyn på variasjon i fethet ved produksjon av røykelaks til det franske marked, vurdert etter konsumentenes smak og visuelle inspeksjon
- Vi har her kun uttalt oss om fersk laks i Tyskland og røykt laks i Frankrike. Konklusjonene kan derfor ikke uten videre overføres til andre markeder.



Figur 3. Interaksjon mellom fett og farge i franske konsumenters opplevelse av magerhet (1 = fet, 7 = mager).

FISK MOT FEILERNÆRING I UTVIKLINGSLAND

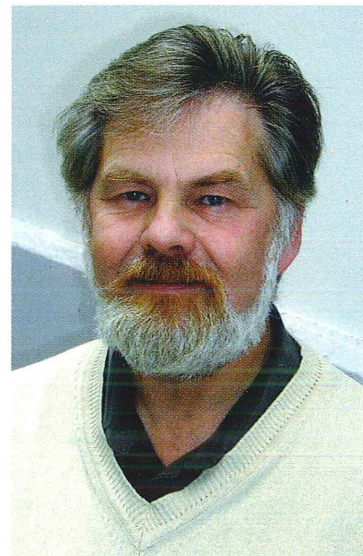
**Einar Lied,
Fiskeridirektoratets
ernæringsinstitutt,
Bergen**

Under- og feilernæring er blant de største helseproblemer i utviklingsland. Verdensbanken har beregnet at minst 20 % av verdens befolkning er eksponert for sult eller feilernæring. Dette utgjør i overkant av 1 milliard mennesker. Størstedelen av de eksponerte gruppene lever i utviklingsland; det er indikasjoner på at 25–30 % av befolkningen i Afrika, Asia og Latin-Amerika lider av underernæring, d.v.s. matmangel, og et stort antall i tillegg av mangel på spesifikke næringsstoffer.

Det blir ofte fremhevet at produksjon av tilstrekkelig mengder mat for å bekjempe underernæring i en stadig økende verdensbefolkning er et av de største globale utfordringene en står overfor idag. Det blir i den sammenhengen ofte pekt på at økt produksjon av sjømat, særlig gjennom en økt akvakulturvirksomhet, kan gi et signifikant bidrag til en bedret matforsyning. Det derfor være interessant å gjøre et par enkle regnestykker, som nødvendigvis må bli basert på noen svært grove forutsetninger omkring verdens befolkning, global fangstmengde etc. En antar at verdens befolkning idag ligger på 6 milliarder mennesker. Ifølge statistikker hentes det årlig opp ca 100 millioner tonn fisk på verdensbasis; fra flere hold er det hevdet at det ikke er større fangstvolum enn dette å hente i verdenshavene. Dersom en videre forutsetter at (1) energibehovet per person i gjennomsnitt er 2.500 Kcal/dag, (2) tørrstoffinnholdet i

fisk er på ca 25 %, (3) avfall og industrifisk uegnet til humant konsum utgjør 50 % av det oppfiskede volumet og (4) energiinnholdet i fisk på tørrstoffbasis er 5000 Kcal/kg vil den gjennomsnittlige dekningen av verdensbefolkningens energibehov fra fisk utgjøre bare 1.1 %. Gjennomfører en samme regnestykket for protein basert på forutsetningene at (1) proteinbehovet for en person på 60 kg er 50 g/dag og at (2) proteininnholdet i fisk på tørrstoffbasis er 50 % kommer en fram til at det oppfangede fiskekvantumet i gjennomsnitt dekker 5.7 % av verdensbefolkningens proteinbehov på årsbasis. Selv om en skulle endre forutsetningene radikalt vil en ikke komme over en dekningsprosent på 2 % på energibasis og 11–12 % på proteinbasis. Imidlertid vil den prosentvise mengden av det oppfiskede volumet, som går til humant konsum, sannsynligvis være vesentlig mindre enn 50 %; dette vil ytterligere redusere de ovenfor nevnte dekningsprosentene. En vil, naturlig nok, finne store forskjeller i dekningsprosent mellom industri-land og utviklingsland, og mellom kystsoner og innland. Ut fra slike grove beregninger er det åpenbart at en bare i liten grad kan bidra til å redde en økende verdensbefolkning fra en spådd fremtidig matmangel ved å øke fiskeproduksjonen f.eks. gjennom økt satsing på akvakultur.

I motsetning til underernæring er feilernæring, forårsaket av et ubalansert kosthold eller mangel på essensielle næringsstoffer, mindre synlig og får derfor vesentlig mindre oppmerksomhet. Imidlertid er feilernæring årsak til en rekke spesifikke og svært alvorlige mangelsykdommer. I tillegg



Einar Lied.
(Foto: Dag Paulsen)

vil feilernæring føre til et nedsatt infeksjonsforsvar og en redusert utvikling både mentalt og fysisk. Feilernæring rammer særlig barn, men også i stor grad voksne. FAO/WHO har pekt på proteinenergi feilernæring (PEM), og mangel på mikronæringsstoffene jod, jern og vitamin A som de mest sentrale feilernæringsproblemer i utviklingslandene. Det er også grunn til å peke på betydelige ernæringsproblemer knyttet til andre næringsstoffer slik som lavt inntak av kalsium, sink, selen og essensielle fettsyrer.

Fisk som matvare har en rekke ernæringsmessige og næringsmiddelkjemiske egenskaper som kan bidra til å redusere flere av de mest fremtredene helseproblemer i utviklingsland. Fisk har en høy næringsverdi både med hensyn på protein, men også med hensyn på flere mikronæringsstoffer (vitaminer og sporelementer) og fettsyrer. Innholdet av mikronæringsstoffer og fettsyrer vil variere med fiske-

art; derimot vil proteinsammensetningen i fisk gjennomgående være den samme uansett fiskeslag. Proteinene i fisk (herunder avskjær og biprodukter av fisk) er karakterisert ved høy fordøyelighet og høy biologisk verdi. Fiskeproteiner er videre karakterisert ved et høyt innhold av aminosyrene lysin, tryptofan og methionin. Det er lavt innhold av disse aminosyrene som gir vegetabiliske proteiner (f.eks. i mais, millet og sorghum) lav biologisk kvalitet og derved reduserer vegetabilbaserte dietters ernæringskvalitet. Marine fiskearter er svært gode kilder for mikronæringsstoffene jod og selen og gode kilder for f.eks. zink og calcium. Marine fiskearter er også gode kilder for de essensielle flerumettede og langkjedede fett-syrene EPA og DHA.

Lavt innhold av f.eks. lysin og

tryptofan i cerealiebaserte dietter kan rettes opp ved spesifikk tilsetning (d.v.s. kunstig tilsetning) av disse aminosyrene; dette er en metode som anvendes industrielt. På samme måte kan jod og jern tilsettes salt; dette gjøres idag i områder i utviklingsland hvor struma og anemi er utbredte helseproblemer. Lavt innhold av slike næringsstoffer i cerealiebaserte dietter kan imidlertid også rettes opp ved å kombinere cerealer med fisk eller fiskepulver. Ernæringsmessig må dette anses gunstigere enn tilsetning av industriproduserte enkeltkomponenter. Produkter av fisk vil dessuten inneholde en lang rekke andre mikronæringsstoffer som også er nødvendig i en velbalansert diett.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har siden 1992 drevet forskning i Ghana for å undersøke

eventuelle helsemessige effekter av fisketilsetning i tradisjonelle cerealiebaserte matvarer, som ernæringsmessig har holdt en lav kvalitet. Forskningsaktivitetene har vært drevet i samarbeide med Senter for internasjonal helse og Broegelmans Forskningslaboratorium ved Universitetet i Bergen, og Department of Nutrition and Food Science ved University of Ghana i Accra. Arbeidet har vært og er i sin helhet finansiert av NUFU (Nasjonalt utvalg for utviklingsrelatert forskning og utdanning).

I stedet for å fokusere på økt produksjon av sjømat vil det kanskje være viktigere og riktigere å fokusere på bruk av fisk og sjømat i kostholdet basert på kvalitetsmessige kriterier, særlig i utviklingsland hvor feilernæring er årsak til betydelige helseproblemer.



Tradisjonell ghanesisk banku fremstilt av fermentert hvit mais og tilsatt 10% fiskepulver basert på avskjær fra filétindustrien. Foto: Einar Lied.

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>
Vurdering av biokjemiske og fysiologiske effekter av kadmiium, arsen og mangan eksponert via føde til fisk. (1997–1999)	NFR	FEI	Anne-Katrine Lundebye Haldorsen
Toksikologisk vurdering av øvre grenseverdier av arsen, kadmiium og kopar i fôr til laks. (1997–1999)	NFR	FEI	Anne-Katrine Lundebye Haldorsen
Ernæring og regulering av veksthastighet hos laks. (1998–2000)	NFR	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
Levende lagring og oppfôring av makrell. (1997–1999)	NFR	FEI	Gro-Ingunn Hemre
Interaksjoner mellom fôrsammensetning og lys i oppdrett av laks. (1998–2000)	NFR	HI	Gro-Ingunn Hemre
Nytt fiskefôr II. (1997–1999)	NFR/Industri		Gro-Ingunn Hemre
Marine grain et nytt fiskeprodukt. (1999)	NFR/Industri		Gro-Ingunn Hemre
Intensiv yngelproduksjon av kveite – ernæring og yngelkvalitet. (1997–2000)	NFR	HI	Kristin Hamre
Miljøfôr til laks basert på avskjær og naturlige antioksidanter. (1997–1999)	NFR/Industri		Kristin Hamre
Fettomsetning i laks. (1997–1999)	NFR	FEI	Livar Frøyland
Muskelspalting hos oppdrettet laks. (1998–2001)	NFR/Industri		Livar Frøyland
EU – Katarakt. (1998–2000)	EU	VESO	Rune Waagbø
Ernæringsbetinget eggkvalitet hos kveite, <i>Hippoglossus hippoglossus</i> . (1999–2001)	NFR	FEI	Ragnar Nortvedt

II SJØMAT I HUMAN ERNÆRING

<i>Prosjekttittel</i>	<i>Ekstern finansieringskilde</i>	<i>Ansvarlig institusjon</i>	<i>Prosjektleder ved FEI</i>
Vurdering av biokjemiske og fysiologiske effekter, samt biotilgjengelighet av kvikksølv hos laks og rotter eksponert via føde. (1999–2001)	NFR	FEI	Anne-Katrine L. Haldorsen
Nukleotider fra fiskemelke – effekter på ernæringsstatus. (1999–2001)	Industri		Einar Lied
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
Sink i U-lands ernæring (1997–2000)	EU	UiB	Kåre Julshamn
Sjømat, sunn og sikker mat, forskning for dokumentasjon av ernæringskvalitet og helseeffekter (1998–2000)	NFR	FEI	Kåre Julshamn
Matvaretabellen (1998–2000)	SNT	Veterinærinstituttet	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. (1995–1999)	EU	RIVODLO, Nederland	Mette Lorentzen

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 (1996–30.04.2000)	NFR	FEI	Ragnar Nortvedt
Administrasjon av programmet Marine arter i oppdrett (1997–30.04.2000)	NFR	FEI	Gro-Ingunn Hemre
Kartlegging av ressurser til havbruksforskning (1999)	NFR	FEI	Ragnar Nortvedt

STRATEGISKE PROGRAM

Nutrition in larvae and juveniles of the Atlantic halibut. (1999–2003)	NFR	FEI	Kristin Hamre
--	-----	-----	---------------

UNDERVISNING, RÅD OG UTVALG

Fullført Dr. scient

Mette Lorentzen

Trace elements in practical diets to Atlantic Salmon (*Salmo salar* L) Dr.thesis, Institute of Nutrition, Directorate of Fisheries and Institute of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, 65 p. + V papers.

Bjarte Lygren

Dietary pro –and antioxidants: Effects on immune functions, disease resistance and antioxidant status in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.

Dr.thesis, Institute of Nutrition, Directorate of Fisheries and Institute of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, 57 p. + V papers.

Fullførte Cand.scient oppgaver i ernæringsbiologi:

Bente Vangen

Dietary carbohydrates in feed for Atlantic salmon (*Salmo salar*) related to interactions with iron and zinc, and environmental aspects.

Astri Fjermestad

Fatty acid oxidation in various marine fishes with emphasis on cage fed mackerel (*Scomber scombrus*).

Ingeborg Brønstad

Riboflavin in feed for Atlantic salmon (*Salmo salar*) – riboflavin determined by microbiological and HPLC methods.

Øystein Rübner Johnsen

-Folat- Evaluering av mikrobiologisk metode og status og biotilgjengelighet av folatkilder hos rotter.

Andre hovedoppgaver

Eli Kristin Aadland

(Høgskolen i Akershus/FEI) Fisk eller piller som kilde til selén – en sammenligning av biologisk tilgjengelighet av selén fra fisk og helsekostpreparater.

Trine Haugen (Havforskningsinstituttet/FEI) Growth, feed conversion efficiency and digestion in Atlantic halibut: Shorttime effects of different levels of temperature and fat/protein ratio in feed.

UNDERVISNING, RÅD OG UTVALG

Marc H.G. Berntssen Forelesninger knyttet til BE364 Kvalitet av sjømat (2 timer), BFM 240 Aquaculture (2 timer).

Duinker, Arne gir forelesninger om skjell i emnet BFM240 akvakultur (2 timer) og BFM341 i hovedfagskurs i akvakultur (2 timer).

Espe, Marit Forelesninger knyttet til BE364 Kvalitet av sjømat (ansvarlig), BE361 Generell ernæring (4 timer). Sensor i fiskeernæring UiTø.

Frøyland, Livar Ansattes representant i rådet for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Styremedlem i Norsk Biokjemisk selskap, avd. Bergen. Leder av lokallaget Forskerforbundet ved Fiskeridirektoratet. Foreleser i BE364, Kvalitet av sjømat. Sensor ved Institutt for biokjemi og molekylærbiologi, UiB.

Graff, Ingvild Eide Laboratorieansvarlig for BE360 Næringsmiddelkjemi og –analyse. Ansvarlig

for temaet kostholdsundersøkelser (8t) knyttet til BE361 (Generell ernæring). Kasserer i Norsk Selskap for Ernæring. Sekretær i Programkomiteen for Den 8. Europeiske Ernæringskonferanse på Lillehammer 17.–19. juni 1999. Medlem av arrangementskomiteen for det 11. norske fiskeernæringsseminaret i Norheimsund, 8.–10. mai 2000.

Haldorsen, Anne-Katrine

Lundebye Forelesning knyttet til BE364 Kvalitet av sjømat (3 timer). Referee for internasjonale tidsskriftene: Aquatic Toxicology, Aquaculture Nutrition og Marine Environmental Research.

Hamre, Kristin Forelesninger knyttet til BFM260 Akvakultur (4 timer), BMF 341 Akvakultur (2 timer) Virtue Aquaculture Course, The Virtue Campus Video Lectures (2 timer) og BE364 Kvalitet av sjømat (4 timer).

Hemre, Gro-Ingunn Programkoordinator for programmet Marine arter i oppdrett, Norges forskningsråd. Styremedlem i Styret for Fiskeriforskning. Komité for dr. scient disputas Bjarte Lygren.

Julshamn, K. er leder for Nordisk metodikkomite for næringsmidler (NMKL) komite for kjemi. Han er medlem i Faglig forum for prøvetaking og analyser av næringsmidler og før under Veterinærinstituttet. Videre er han norsk medlem i følgende komiteer under Nordisk Ministerråd: Etablering av nettverk for kjemiske ekspertlaboratorier i Norden og Utvikling av prosedyrer for bruk av sertifiserte referansmaterialer til bruk i kjemiske laboratorier. Han er referee for følgende kjemiske analysemetoder i NMKL:

Bestemmelse av arsen i sjømatprodukt med grafittovn AAS og Bestemmelse av total kvikksølv i fisk og annen sjømat med «flow injection» kalddamp AAS. Julshamn er referee for tidsskriftet J AOAC. Han er medlem av arbeidsgruppen CEN/TC 275/WG 10. Food analyses. Horizontal methods – Heavy metals. Han er medlem av SNTs råd (utnevnt av NFR) og varamedlem til Rådet for Senter for internasjonal helse. Han er kasserer for Miljøkjemisk vintermøte, Geilo. Sekretær i økonomikomiteen til Den 8. Europeiske ernæringskonferanse på Lillehammer. Julshamn er professor II ved UiB, knyttet til undervisning i emnet BE360 Næringsmiddelkjemi og analyse (5 vektall).

Lied, Einar er rådgiver for International Foundation for Science, Stockholm. 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/TC 275/WG9. Food analyses, Horizontal methods – Vitamins. Han er sjefsredaktør i tidsskriftet Aquacultur Nutrition. Lie er Professor II knyttet til emnet BE361 Generell ernæring. Styreformann i Lipidforum.

Nortvedt, Ragnar er styreformann og forretningsfører for forlaget «Stiftelsen Infometrics Publisher». Han arrangerte kurs i Infometri og statistikk for stipendiater og hovedfagsstudenter i januar (10 t.). Nortvedt holdt en video-overført forelesning på «VIRTUE Aquaculture course» til Institutt for Fiskeri- og Marin Biologi, UiB, University of Maryland, USA og Göteborg Uni-

versitet, Sverige. Han organiserte Ernæringsinstituttets stand på Sjømat'99, Bergen, 7.–8. mai og representerte Norges forskningsråd på AquaNor messen i Trondheim, 11. august. Ragnar Nortvedt er programkoordinator (fra 1.05.99) for forskningsprogrammet Produksjon av laksefisk, Område Bioproduksjon og Foredling, Norges forskningsråd. Han var koordinator for programkomiteen for forskningsrådets konferanse *Et hav av muligheter – marin verdiskapning basert på næringsrettet havbruksforskning og utvikling*, 14.–16. februar 2000.

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 vitaminer. Partner i EU FAIR CA prosjektet «Cataracts in farmed fish», ledet av VESO, Oslo. Han er professor II ved UiB knyttet til BE268 Ernæring hos fisk (3 vt). Dr. scient komitemedlem Mette Lorentzen.

PUBLIKASJONER:

INTERNASJONALE PUBLIKASJONER

AIDOS, I., LIE, Ø. AND ESPE, M. Collagen Content in Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 47, 1440–1444.

BERGE, G. E., BAKKE-MCKELLEP, A. M. AND LIED, E.

In vitro uptake and interaction between arginine and lysine in the intestine of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 179, 181–193.

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 174, 167–181.

BERNTSSEN, M. H. G., MAAGE, A., HYLLAND, K. AND WENDELAAR-BONGA, S. E.

Toxic levels of dietary copper in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr. Aquatic Toxicology 46, 87–99.

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 in combination with three levels of (-)-tocopheryl acetate. Aquaculture Research 30, 637–646.

ESPE, M. AND LIED, E.

Fish silage prepared from different cooked and uncooked raw materials: Chemical changes during storage at different temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture 79, 327–332.

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

Nutrient absorption and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed fish protein concentrate. Aquaculture 174, 119–137.

GRAFF, I., AKSNES, L. AND LIED, Ø.

In vitro hydroxylation of vitamin D³ and 25-hydroxy vitamin

- D³ in different tissues of Atlantic salmon (*Salmo salar*), Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*), Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) and Atlantic cod (*Gadus morhua*).
Aquaculture Nutrition 5, 23–32.
- HEMRE, G. I. AND SANDNES, K.**
Effect of dietary lipid level on muscle composition in Atlantic salmon *Salmo salar*.
Aquaculture Nutrition 5, 9–16.
- 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 241, 167–172.
- LORENTZEN, M. AND MAAGE, A.**
Trace element status of juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* L. fed a fish-meal based diet with or without supplementation of zinc, iron, manganese and copper from first feeding.
Aquaculture Nutrition 5, 163–171.
- LUNDEBYE, A.-K., BERNTSEN, M. H. G., WENDELAAR BONGA, S. E. AND MAAGE, A.**
Biochemical and physiological responses in Atlantic salmon (*Salmo salar*) following dietary exposure to copper and cadmium.
Marine Pollution Bulletin 39, 137–144.
- LYGREN, B., SVEIER, H., HJELTNES, B. AND WAAGBØ, R.**
Examination of the immunomodulatory properties and the effect on disease resistance of dietary bovine lactoferrin and vitamin C fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*) for a short-term period.
Fish & Shellfish Immunology 9, 95–107.
- LYGREN, B. AND WAAGBØ, R.**
Nutritional impacts on the chemiluminescent response of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) head kidney phagocytes, in vitro.
Fish & Shellfish Immunology 9, 445–456.
- LYGREN, B., HAMRE, K. AND WAAGBØ, R.**
Effects of Dietary Pro- and Antioxidants on some Protective Mechanisms and Health Parameters in Atlantic Salmon.
Journal of Aquatic Animal Health 11, 211–221.
- MALDE, M. K., BJORVATN, K. AND JULSHAMN, K.**
Analytical Problems in Assessment of Fluoride in Food.
The International Society for Fluoride Research, 63–66.
- MIDTLYNG, P.J., AHREND, M., BJERKÅS, E., WAAGBØ, R. AND WALL, T.**
Current research on cataracts in fish. Bulletin of The European Association of Fish Pathologists 19, 299–301.
- 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 the Science of Food and Agriculture 79, 1298–1300.
- MÆLAND, A., ROSENLUND, G., STOSS, J. AND WAAGBØ, R.**
Weaning of Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* L. using formulated diets with various levels of ascorbic acid.
Aquaculture Nutrition 5, 211–219.
- 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 84, 129–135.
- OLSEN, R. E., LØVAAS, E. AND LIE, Ø.**
The influence of temperature, dietary polyunsaturated fatty acids, (-tocopherol and spermine on fatty acid composition and indices of oxidative stress in juvenile Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.).
Fish Physiology and Biochemistry 20, 13–29.
- RUNGRUANGSAK-TORRISSEN, K., WERGELAND, H. I., GLETTE, J. AND WAAGBØ, R.**
Disease resistance and immune parameters in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) with genetically different trypsin isozymes.
Fish & Shellfish Immunology 9, 557–568.
- RØNNESTAD, I., HAMRE, K., LIE, Ø. AND WAAGBØ, R.**
Ascorbic acid and α -tocopherol levels in larvae of Atlantic halibut before and after exogenous feeding.
Journal of Fish Biology 55, 720–731.

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

Textural properties of raw salmon fillets as related to sampling method.
Journal of Food Science **64**, 99–104.

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

Methylated eicosapentaenoic acid and tetradecylthioacetic acid: Effects on fatty acid metabolism.
Biochemical Pharmacology **58**, 1133–1143

**VAAGENES, H., MADSEN, L.,
DYRØY, E., FRØYLAND, L.,
WILLUMSEN, N. AND
BERGE, R. K.**

The hypolipidaemic effect of EPA is potentiated by 2- and 3-methylation.
Advanced Experimental Medical Biology **466**, 221–226.

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

Determination of Inorganic Arsenic in Marine Food Samples by Hydrochloric Acid Distillation and Flow-Injection Hydride-Generation Atomic Absorption Spectrometry.
Journal of AOAC International **82**, 1217–1223.

**INTERNASJONALE
PUBLIKASJONER
TIL TRYKKING,
AKSEPTERT ELLER
INNSENDT TIL TIDS-
SKRIFT**

**BERNTSSEN, M. H. G.,
LUNDEBYE, A.-K. AND
HAMRE, K.**

Lipid peroxidative responses in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr fed elevated dietary Cu and Cd.
Fish Physiology and Biochemistry (submitted).

**BJØRNSSON, B.TH,
HEMRE G.-I., BJØRNEVIK M.
AND HANSEN T.**

Photoperiod regulation of plasma growth hormone levels in underyearling Atlantic salmon.
Journal of Comparative Endocrinology (in press).

**DANG, Z. C., BERNTSSEN, M.
H. G., LUNDEBYE, A.-K.,
LOCK, R. A. C., FLIK, G. AND
WENDELAAR BONGA, S. E.**

Effects of dietary Cd on metallothionein and cortisol receptor density in the gills of Atlantic salmon (*Salmo salar*).
Applied Toxicology and Pharmacology (submitted).

**DENG D.F., REFSTIE S.,
HEMRE G.I., CROCKER C.E.,
CHEN H.Y., CECH J.J. AND
HUNG S.S.O.**

A new technique of feeding, repeated sampling of blood and continuous collection of urine in white sturgeon.
Fish Physiology and Biochemistry, (in press.)

**HAMRE, K., NÆSS, T., ESPE,
M., HOLM, J. C. AND LIE, Ø.**

A formulated diet for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.).
Aquaculture Nutrition (In press).

**HEMRE, G.-I., SHIAU S.Y.,
DENG D.F., STOREBAKKEN
T. AND HUNG S.S.O.**

Utilisation of hydrolysed potato starch by juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* L., when using a restricted feeding regime.
Aquaculture Research (in press).

**IMSLAND, A.K., JONASSEN,
T.M., KADOWAKI, S.,
BERNTSSEN, M. H. G., AND
STEFANSSON, S.O.**

Growth physiology and energy allocation in different populations of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.).
(submitted).

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

Trace elements in harp seal (*Pagophilus groenlandicus*) and hooded seal (*Cystophora cristata*) from the Greenland Sea.
A multivariate approach.
The Science of the total Environment (submitted).

**JULSHAMN, K., THORLA-
CIUS, A. AND LEA, P.**

Determination of arsenic in seafood by electrothermal atomic absorption spectrometry after microwave digestion: NMKL Collaborative study.
Journal of AOAC International (submitted).

**LIASET, B., LIED, E. AND
ESPE, M.**

Enzyme hydrolysis of marine raw materials – chemical

characterisation and nutritional evaluation.

Journal of the Science of Food and Agriculture (accepted).

LYGREN B., HAMRE K. AND WAAGBØ R.

Effect of induced hyperoxia on the antioxidant status of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. fed three levels of dietary vitamin E. Aquaculture Research (accepted).

LYGREN, B., HAMRE, K., HJELTNES, B. AND WAAGBØ, R.

Antioxidant status, immune response and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) fed three levels of dietary vitamin E under normoxic and hyperoxic conditions. Fish Physiology and Biochemistry (submitted).

MÆLAND, A., RØNNESTAD, I., FYHN, H. J., BERG, L. AND WAAGBØ, R.

Water-soluble vitamins in natural plankton (copepods) during two consecutive spring blooms compared to *Artemia franciscana* nauplii and metanauplii. Marine Biology (136: 765–772).

MÅGE, A., JULSHAMN, K. AND BERGE, G. E.

Zinc gluconate and zinc sulphate are equally efficient as zinc sources for Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture Nutrition (submitted).

NÆSS, T., HAMRE, K. AND HOLM, J.C.

Successful early weaning of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.) in small shallow raceway systems. Aquaculture research (accepted).

OLSEN, A. I., MÆLAND, A., WAAGBØ, R. AND OLSEN, Y.

Effect of algal addition on stability of fatty acids and some water-soluble vitamins in juvenile *Artemia franciscana*. Aquaculture Nutrition (submitted).

TORSTENSEN, B. E., LIE, Ø. AND FRØYLAND, L.

Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) – Effects of capeline-, palm- and oleic acid enriched sunflower oil as dietary lipid sources. Lipids (accepted).

WAAGBØ R., HAMRE K. AND MAAGE A.

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

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

β-Hydroxybutyrate in developing nauplii of brine shrimp, (*Artemia franciscana* K.) under feeding and non-feeding conditions. Comparative Physiology and Biochemistry, B. (in press).

**FOREDRAG/PLAKATER
INTERNASJONALE
MØTER PROCEEDINGS
OG UTVIDETE
ABSTRACTS**

BERE E., BERGE G.E., LIE E AND ESPE M.

In vitro absorption of BCAA in pylorus caeca in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) 29th WEFTA meeting, Thessaloniki, Greece, 10–14 October.

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

The 3-thia fatty acid, a novel bioactive compound, which changes the plasma profile from atherogenic to cardioprotective Lipids 34: S201.

BERNTSSEN, M. H. G., LUNDEBYE, A.-K., WENDELAAR-BONGA, S. E., AND HAMRE, K.

Effects of elevated dietary Cu and Cd concentrations on oxidative stress, cell proliferation and apoptosis in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) parr. Trace Elements in Man and Animal (TEMA10), Evian, France, 2–7 May.

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. FSBI, St. Andrews, U.K.

BERNTSSEN, M. H. G., LUNDEBYE, A.-K., HYLLAND, K., WENDELAAR-BONGA, S. E., HAMRE, K., AND MAAGE, A.

Oversupplementation of copper to fish feed: Utilisation and lipid peroxidative stress in Atlantic salmon (*Salmon salar*). Fin-Fish Nutrition, Grasmere, U.K., 8–11 November.

BRODTKORB, B.T., LIE, Ø. AND HAMRE, K.

Dietary pro- and antioxidants and lipid content – effects on lipid turnover and composition in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Poster presentation at 8th

European Nutrition Conference, Lillehammer, Norway, 17–19 June. Scand J Nutr/Næringsforskning 2/99 suppl no 43.

DAHL, L., ALMELID, M. AND JULSHAMN, K.

Bioavailability of iodine from marine fish. The 8th European Nutrition Conference, Lillehammer, Norway, 17–19 June. (Scand. J. Nutrition, Suppl. 43, Abstracts 8–12-P, 68S).

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

A new technique of feeding, repeated sampling of blood and continuous collection of urine in white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). International Workshop on fish nutrition and growth, Wuhan, Kina, October.

ESPE M., NORTVEDT R., TORRISSEN O.J. AND LIE Ø.

The method chosen for salting and smoking Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) affects the quality of the fillet. Farmed Fish Quality Conference, Bristol, UK, 7–9 April.

ESPE M., NORTVEDT R., AND LIE Ø.

Effects of processing methods on the fillet quality in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) of varying fat content within the fresh fillet. 29th WEFTA meeting, Thessaloniki. Greece, 10–14 October.

ESPE, M., NORTVEDT, R. AND LIE, Ø.

Interactions between fat content in the fresh fillet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and processing methods on the final fillet quality.: The 29th WEFTA

Meeting, Thessaloniki, Greece 10–14 October.

FJERMESTAD, A., HEMRE, G.-I., HOLM, J.-C., TOTLAND, G. K. AND FRØYLAND, L.

Biochemical and morphological findings in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) fed a high energy salmon diet for one year. 20th Nordic Lipid Symposium, Kolding, Denmark, 13–16 June.

FRØYLAND, L.

Invitert som ekspert ved COST 827 møte i Montpellier, Frankrike, 3–8 March.

HAMRE, K. AND LIE Ø.

Lipid oxidation in fish – with special emphasis on farmed Atlantic salmon. Lipidforum seminar on lipid oxidation and antioxidants «From the farm to our hearts». Uppsala, Sweden, 17–18 November.

HAMRE, K., RØNNESTAD, I., NÆSS, T., GRAFF, I.E., HARBOE, T., HOLM, J.C. WAAGBØ, R. AND LIE, Ø.

Vitamins to Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.) larvae through Artemia. Aquaculture Europe '99. Towards predictable quality. Trondheim, Norway, 7–10 August.

HEMRE, G.-I. AND LIE Ø.

Nutrition and aquaculture in Scandinavia. Research Conference, Golden and Silver Jubilee, Szarvas, Ungarn, September.

HEMRE G.-I., BJØRNEVIK M., BEATTIE C., BJØRNSON B.T. AND HANSEN T.

Interactions between dietary gross composition and photo-

period manipulations during parr-smolt transformation of Atlantic salmon (*Salmo salar*), with special emphasis on dietary starch level and source. International Workshop on fish nutrition and growth, Wuhan, Kina, October.

HÅVÅG J.H., LIED E. AND ESPE M.

Effect of high-energy diets on protein deposition and growth 29th WEFTA meeting, Thessaloniki, Greece, 10–14 October.

JOHNSEN, Ø. R. AND WAAGBØ, R.

Folate: Bioavailability and status in rats. The 8th European Nutrition Conference, Lillehammer, Norway, 17–19 June. (Scand. J. Nutrition, Suppl. 43, Abstracts 8–16-P, 68S).

LIE, Ø

Product quality of farmed fish – the role of fish nutrition. Invited speaker. International Workshop on Fish Nutrition and Growth, Wuhan, Kina 10–14 October

LIE, Ø. AND HEMRE, G-I

Carbohydrate metabolism in fish. Mini-Symposium on Fin-Fish Nutrition, Grasmere England 8–11 November

LIE, Ø.

Production of Salmon – Fish Nutrition and Diets. World Aquaculture '99. Sydney, Australia, 26 April–2 May.

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

Mitochondrion is the principal target for nutritional and pharmacological control of triglyce-

- ride metabolism. Proceedings of the 3rd Congress of ISSFAL on Fatty Acids and Lipids from Cell Biology to Human Disease, Lyon, France, 1–5 June. (*Lipids* 34: S167).
- NORTVEDT, R. AND ESPE, M.**
Interactions of raw material characteristics and smoking processes on the fatty acids, vitamins and oxidation status in Atlantic salmon fillet. Presented at Symposium for the aquaculture and processing industry on Iceland, Icetec, Reykjavik 7 June.
- NORTVEDT, R., SIGURGISLADOTTIR, S., BORDERIAS, J., CARDINAL, M., ESPE, M., GOMEZ, C., MONTERO, P., MØRKØRE, T., THOMASSEN, M., TORRISSEN, O., VALLET, J.-L. AND HAFSTEINSSON, H.**
Interactions between a multitude of raw material characteristics of Atlantic salmon fillets and salting and smoking processes on the final chemical composition and sensoric assessment. Presented at: The 29th WEFTA Meeting, Thessaloniki, Greece, 10–14 October.
- NORTVEDT, R.**
Norwegian fish are safe and healthy. Presented at meeting with German journalists, onboard M/S Bruvik, Bergen, Norway, August.
- TORSTENSEN, B. E.**
Tissue fatty acid composition in Atlantic salmon – effects of dietary fatty acid composition, lipid metabolism and fatty acid binding proteins. Mini-symposium on Fin-Fish Nutrition, Grasmere, England, 8–11 November.
- TORSTENSEN, B., WAAGBØ, R., LIE, Ø., HATLEN, B., WATHNE, E. AND FRØYLAND, L.**
Effects of vegetable oils, fish oil or mixtures as lipid sources on growth and lipid metabolism in adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). 29th WEFTA meeting, Thessaloniki, Greece, 10–14 October.
- WAAGBØ R.**
Fish nutrition with special reference to cataract. Invited speaker to the Annual meeting of EAAP Finnish Branch, Helsinki 22 February.
- WAAGBØ R. AND LYGREN B.**
Nutritional immunology in fish. Joint Congress of the British Society for Immunology and The British Society for Allergy & Clinical Immunology, Harrogate, England, 30 November – 3 December. Immunology 98 Supplement 1, p.90 (IS72).
- WAAGBØ, R., BRODTKORB, B.T., HATLEN, B., HAMRE, K. AND BJERKÅS, E.**
The impact of dietary pro- and antioxidants, lipid level and exposure to UV light on the development of cataracts in Atlantic salmon, *Salmo salar*, L. 9th Int. Conference «Diseases of Fish and Shellfish», European Association of Fish Pathologists, Rhodos, Hellas, 19–24 September.
- ØRNSRUD R. AND LORENTZEN M.**
Bioavailability of selenium from selenomethionine-enriched (tailor made) fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) assessed in a rat model. Poster presentation, 10th International Symposium on Trace Elements in Man and Animal (TEMA 10), Evian, France, 2–7 May.
- POPULÆR-VITENSKAPELIGE ARTIKLER**
- BJERKÅS E., WAAGBØ R., BJERKÅS I. OG MIDTLYNG P.J.**
Katarakt hos oppdrettslaks (*Salmo salar* L) i Norge. Norges Vet. Tidsskrift (submitted).
- DUINKER, A. OG MORTENSEN, S.H.**
Kvalitet av skjell – et kritisk punkt for en voksende eksportnæring. Norsk Fiskeoppdrett 19, 30–32.
- FRØYLAND, L.**
Ørret retter for de små grå, Helse i Aftenposten, lørdag 11. september.
- FRØYLAND, L.**
Oppdrettslaksen – frisk som en fisk, Kjøkkenskriveren 7, 6–7.
- JULSHAMN, K.**
Møte mellom fiskefôrprodusenter og Fiskeridirektoratets samarbeidsorgan for forskrift om fiskefôr. Fiskets Gang 10, 45–46.
- JULSHAMN, K., BERNTSSEN, M. H. G., AND LUNDEBYE, A.-K.**
Spormetaller. Fiskets Gang 11/12, 11–17.
- LUNDEBYE, A.-K., BERNTSSEN, M. H. G., BAKER, R.T.M., HANDY, R.D., WENDELAAR-BONGA, S. E., AND MAAGE, A.**
Micronutrient and contaminant limits in aqua feeds. Feed Tech 2, 43–47.

NORTVEDT, R.

Infometri i Akvakultur, del I:
Latent informasjon.
Norsk Fiskeoppdrett 4, 38–39.

NORTVEDT, R.

Infometri i Akvakultur, del II:
Den latente variabel.
Norsk Fiskeoppdrett 5, 30–32.

NORTVEDT, R.

Infometri i Akvakultur, del III:
Prøvetakingsstørrelse.
Norsk Fiskeoppdrett 7, 38–39.

**NORTVEDT, R., BERG, T.,
BERTELSEN, H., HAUGEN, T.,
HOLM, J.C., TUENE, S. OG
SANDNES K.**

Kvalitetsstyrt føring av kveite.
Nordisk Aqua og Fiskeriblad 5,
20–24.

WAAGBØ R.

Ernæringens betydning for fiske-
helsen. I: Fiskehelse og fiske-
sykdommer (T. Poppe, red.).
Universitetsforlaget s. 230–239.

ØRNSRUD R.

Karotenoider som vitamin A
kilde i fisk. Norsk Fiskeoppdrett
11, 34–35.

**ØYGAARD, J.K., LUNDEBYE,
A.-K., AUNE, T. AND
JULSHAMN, K.**

Er innholdet av arsen i fisk og
annen sjømatet næringsmiddel-
toksikologisk problem?
Fiskets Gang 11/12, 42–45.

**FOREDRAG /
PLAKATER
NASJONALE MØTER**

FRØYLAND, L.

«Laks og ørret som sunn og
sikker matvare. Eksportutvalget

for fisk, foredrag for journalister i
dags- og ukepresse, journalister i
matfaglig presse samt øvrige
gjester på en pressetur under mat-
festivalen i Ålesund 26 august.

FRØYLAND, L.

Landsforeningen for hjerte og
lungesyke med foredrag om
sunn og sikker sjømat, Bergen
28 september.

FRØYLAND, L.

Nord-Hordalands forening for
Diabetikere, med foredrag om
positive effekter av sjømat for
diabetikere, Austrheim 23
november.

JULSHAMN, K.

Moderne instrumentelle analyse-
metoder til bestemmelse av
uorganiske stoffer i nærings-
midler. Kurs for lærere i
Den videregående skolen i
Rogaland. Skolelaboratorium i
Realfag, Stavanger 22 mars.

JULSHAMN, K.

Matkjemi. Kurs for lærere i
Den videregående skolen i
Hordaland, Skolelaboratorium i
Realfag, 29 april.

JULSHAMN, K.

Hvordan er ernæringskvaliteten
av norsk produserte skjell?
Nettverksamling nr. 1/1999,
Stavanger, 12–13 juni.

JULSHAMN, K.

EUs politikk vedrørende øvre
grenseverdier for essensielle og
ikke-essensielle metaller i
fiskefôr. Kontaktmøte med
fiskefôrprodusentene. Bergen,
8 september.

JULSHAMN, K.

Kvalitet på råvaren, sjømat =

sikker råvare? Høstkonferanse.
Rogaland oppdretterlag. 11
november.

JULSHAMN, K.

Presentasjon av Fiskeridirekto-
ratets miljødatabase – sikker
sjømat? Kurs arrangert av Norsk
sjømatsenter. 23 november.

LIE, Ø.

Helhetssyn på fisk. Landsmøte
for Norges Kokkemestres Lands-
forening, Bergen 11–14 mars.

LIE, Ø.

Sunn og sikker sjømat. Åpningen
av Norsk Sjømatsenter, Bergen
30 november.

**LUNDEBYE HALDORSEN,
A.-K.**

Øvre grenseverdier for dioksiner
i fiskefôr, Kontaktmøte-Fiskefôr,
Bergen, 8 september.

**NORTVEDT, R., BERTELSEN,
H. OG ØFSTI, A.**

Blir kveiten hva den har spist?
11. Norske Kjemometri-
symposium, Geilo, 22–24 mars.

NORTVEDT, R.

Utvikling av vekstfôr og styring
av kveitefiletens sammensetning.
Kveite workshop: «Hvordan
utvikle en lønnsom kveitenæring»
i regi av Marine arter i oppdrett,
Norges forskningsråd og Numar-
io, SND, Bergen Airport Hotel,
26–27 mai.

NORTVEDT, R.

Kveite fra merd til tallerken.
Fagdykk ved Austevoll
Havbruksstasjon,
25 november.

**WAAGBØ R., BRODTKORB
B., HATLEN B., HAMRE K.**

OG BJERKÅS E.

Katarakt hos fisk – ernæringsbiokjemiske aspekter. Fiske og dyrehelsemøtet Tromsø 18–20 januar.

ØRNSRUD R.

En nedskalert metode for ekstrahering av karotenoider fra fiskefôr. Fagseminar arrangert av Fiskeridirektoratets Sentrallaboratorium, 1 oktober.

ØRNSRUD R.

En nedskalert metode for ekstrahering av karotenoider fra fiskefôr. Møte mellom fôrindustrien og Fiskeridirektoratets samarbeidsorganer for forskrift om fiskefôr, 7 september.

RAPPORTER

GJERDEVIK, K. OG JULSHAMN, K.

Analyser av næringsstoffer i bakevarer, poteter, lever og leverpostei. Matvaretabellen (Statens råd for ernæring og fysisk aktivitet/SNT), 11 sider pluss vedlegg.

JULSHAMN, K., BERNTSSEN, M.H.G. AND LUNDEBYE, A.-K.

State of the art for some toxic and essential elements in feed

for fish. Advisory protocol for EU evaluation of elements in fish feeds.

JULSHAMN, K.

Bestemmelse av arsen i sjømatprodukter med grafittovn AAS etter våtoppslutning med syre i mikrobølgeovn. Sluttrapport sendt til Nordisk metodikkomite for næringsmidler, juni, 15 sider.

LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K., JULSHAMN, K. AND BØE, B.

Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in marine fish and shellfish from Norwegian waters. Report for the Norwegian Ministry of Fisheries and the EU.

LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K. AND LIE, Ø.

An overview of dioxins in Norwegian fish and marine products. Report for the Norwegian Ministry of Fisheries and the EU.

LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K. AND LIE, Ø.

Reasonable maximum limits for dioxins in feedingstuffs for fish. Report for the Norwegian Ministry of Fisheries and the EU.

TORPE, E., MÅGE, A., SÆTHRE, L. OG JULSHAMN, K.

Metallinnhold i blåskjell fra Hardangerfjorden og tilstøtende fjorder i 1998/1999. Samarbeidsorganet for Indre hardanger og Voss, desember, 14 sider.

Rådet for Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt

Laboratorium for biokjemi BIO

Laboratorium for vannløslige vitaminer VVIT
Laboratorium for protein og aminosyrer PROT

Laboratorium for fett, karbohydrater og fettløslige vitaminer FETT

Laboratorium for mineraler og sporelementer SPOR

Sjømat, human ernæring

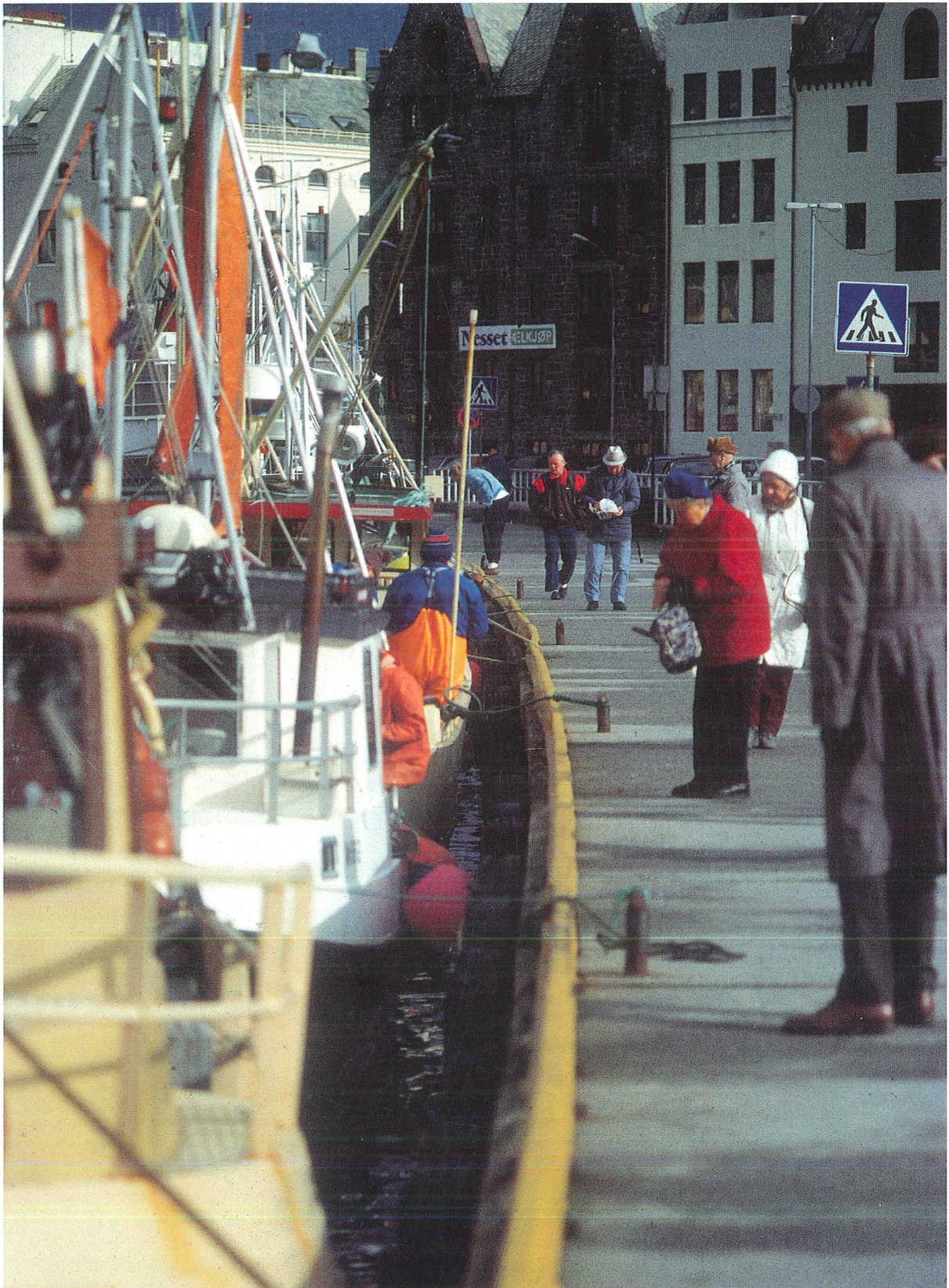
Ernæring, fôr, fôrressurser

Kvalitetsleder Ernæringsinstituttet

Administrasjon

Fiskeridirektoratet
Fiskeridirektøren

Fiskeridepartementet



Fra Ålesund. Foto: Dag Paulsen.

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

Postboks 185 – 5804 Bergen

Tlf. 55 23 80 00

ISSN 0365-8252

ISBN 82-91065-14-4