

NIFES

ÅRSMELDING 2004



Ombyggingen av Nordnesboder 4 var ferdig i februar 2004. Lokalene ga blant annet plass til Laboratoriet for Molekylærbiologi.

N I F E S

NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

INNHALDSFORTEGNELSE

INNHALDSFORTEGNELSE	2
FORORD.....	3
INSTITUTTETS ORGANISASJONSSTRUKTUR.....	5
MEDLEMMER OG VARAMEDLEMMER I STYRET	5
INSTITUTTETS PERSONALE	6
REGNSKAP.....	8
FORSKNINGSAKTIVITETER I DE ULIKE PROGRAMMENE.....	8
OVERVÅKNING AV NORSK SJØMAT	13
FORSKNINGSPROSJEKTER	17
UNDERVISNING, RÅD OG UTVALG	20
PUBLIKASJONER.....	21
NIFES PUBLIKASJONER 2004.....	22



FORORD - Styrets beretning

NIFES hadde i 2004 omfattende aktivitet innen sine strategiske fagområder. Instituttets forskningsprogrammer, overvåkingsprogram og kommunikasjonsaktivitet har bidratt til utvikling av ny kunnskap i instituttet og hos berørte partnere. Forskningen i NIFES dekker hele nærings-kjeden for å kunne dokumentere både trygghet og sunnhet av marin mat. Dette er kunnskap som særlig oppdretts- og fiskerinæringen vil kunne bruke aktivt i salgsfremmende tiltak, men også myndigheter, forvaltning og media har behov for kunnskap som er generert i uavhengig og åpen forskning. Dette er blitt synliggjort ved flere anledninger, der særlig en artikkel i Science våren 2004 kom med sterkt kritiske påstander om norsk oppdrettslaks. Ved hjelp av dokumentasjon og forståelse for vitenskapelig metodikk kunne NIFES korrigere påstandene, og artikkelen fikk ingen store varige effekter for næringen. Et annet eksempel var funnet av et tysk ubåtvrak ved Fedje, der det var frykt for omfattende kvikssølvforurensning i området, men der NIFES med kunnskap og analyser kunne neddramatisere funnet.

NIFES nådde også et viktig mål i 2004 da deres analysemetodikk for å skille organisk og uorganisk arsen ble tatt inn som europeisk standardmetode i CEN/TC 275.

I Stortingsproposisjon nr1 (2004-2005) beskrives mål, strategier og oppgaver for NIFES. Styret deler disse fullt ut. Vi mener de harmoniserer med det bidrag NIFES skal gi i kompetansebygging for å sikre næringsutvikling fra havet, og styret har gjennom året diskutert hva som kan gjøres for at disse kan realiseres. Det er avgjørende for nasjonal helse og næringsaktivitet å sikre at mat fra havet også for kommende generasjoner skal være og oppleves som sunn og trygg.

Norge, som en av verdens ledende eksportører av sjømat, vil være avhengig av god kompetanse og høy tillit i markedene. Dette er en spesielt stor utfordring da en opererer i om lag 150 land. Problemene som etterfulgte Science-artikkelen viste tydelig hvor sårbart dette markedet er, og hvilke utfordringer vi står overfor. Vi vet med sikkerhet at det vil komme flere slike alvorlige utfordringer, og at disse vil medføre en betydelig risiko for fiskeri- og havbruksnæringen. For eksempel vil et tap av en eksportandel på 5% utgjøre over en milliard NOK. Styret for NIFES mener at det er en billig forsikring å øke Norges innsats på forvaltningsrettet forskning og kunnskapsutvikling. Slik kan vi stå bedre rustet mot fremtidige trusler, og dermed kunne begrense eller unngå store økonomiske tap. I det internasjonale markedet skal det lite til før Norge taper store markedsandeler og dermed viktige eksportinntekter. Vi kan ikke velge å la det skje på grunn av manglende kunnskap og dokumentasjon.

Styret mener derfor at de nevnte mål og strategier ikke harmonerer med de begrensede midlene som ligger i statsbudsjettet. For 2004 ble det bevilget 32.3 mNOK. Instituttet hadde i 2004 en omsetning på 78,6 mNOK, dvs at instituttet skaffet over halvparten av sin aktivitet fra andre kilder. NIFES skal bli et internasjonalt ledende forskningsinstitutt innen sine felt. Dette gjelder både akvakulturernæring, forekomst og effekt av fremmedstoffer i sjømat, og sjømat i human ernæring. Et slikt institutt bør etter styrets oppfatning ha minst 100 forskerårsverk. Det betyr at NIFES om noen få år bør ha en omsetning på om lag 200 mNOK. Dette er fremdeles mindre enn 1% av eksportverdien i 2004 i den næringen der kunnskapene NIFES skal inneha, er en kritisk faktor for å hente ut potensialet. NIFES vil da være et institutt av en størrelse som kan ivareta myndighetenes, forbrukernes og fiskeri- og havbruksnæringens behov på en troverdig og god måte. NIFES vil da også fremstå som et internasjonalt tungt

institutt innen forskning og dokumentasjon på sjømat i et helkjedeperspektiv. Både næringen og myndighetene har et klart ansvar i forhold til forbrukerne når det gjelder sikring av trygg mat, men med hver sine roller. Det som er felles for begge er at kunnskapsutvikling er en absolutt forutsetning for å sikre at sjømaten er trygg, og at verdiene i havet dermed kan realiseres. I Norge er NIFES hovedaktør når det gjelder disse kunnskapene, som er basert på resultater fra omfattende overvåking og forskning.

Utvikling fremover

Styret mener at det snarest må legges en plan for hvordan man kan øke kapasitet i de ulike forskningsgruppene, laboratoriene inkludert instrumentering, personell og infrastruktur for å håndtere nødvendig økning. For å få dette til ser styret det som en forutsetning at det lages en opptrappingsplan over statsbudsjettet. Forskningsrådet må inn på en helt annen måte enn i dag, og forskningsfondet bør involveres sterkere. Den delen som går på overvåking vil bare unntaksvis være gjenstand for støtte gjennom Forskningsrådet. Blant annet derfor må FHF-fondet ta et betydelig større ansvar for kunnskapsutvikling når det gjelder risikofaktorene og deres betydning i marine råvarer og sjømat. Det forutsettes også at NIFES oppnår et betydelig bidrag fra EU.

Det er fullt mulig å få til en omfattende utvidelse av bygningsmassen på Nordnes ved å utnytte den grunnen som Fiskeri- og kystdepartementet i dag besitter. NIFES har utviklet en solid plattform som gjør det mulig også fysisk å bygge ut instituttet til et slagkraftig og internasjonalt ledende forskningsmiljø. Styret har bedt NIFES utrede muligheten for slik utvidelse.

Styret tok tidlig 2005 initiativ til en dialog med Fiskeri- og kystdepartementet og NIFES for å lage en utviklingsstrategi for NIFES fram til 2010, slik at instituttet kan bli i stand til å håndtere de oppgavene det er pålagt både for den nasjonale og internasjonale sjømatnæringen.

Dialogen med instituttets ledelse og med Fiskeri- og kystdepartementet har vært god gjennom året.

Styret for NIFES

Ragnar Berger
(leder)

Henrik Stenwig

Johannes Nakken

Kirsti Koch Christensen

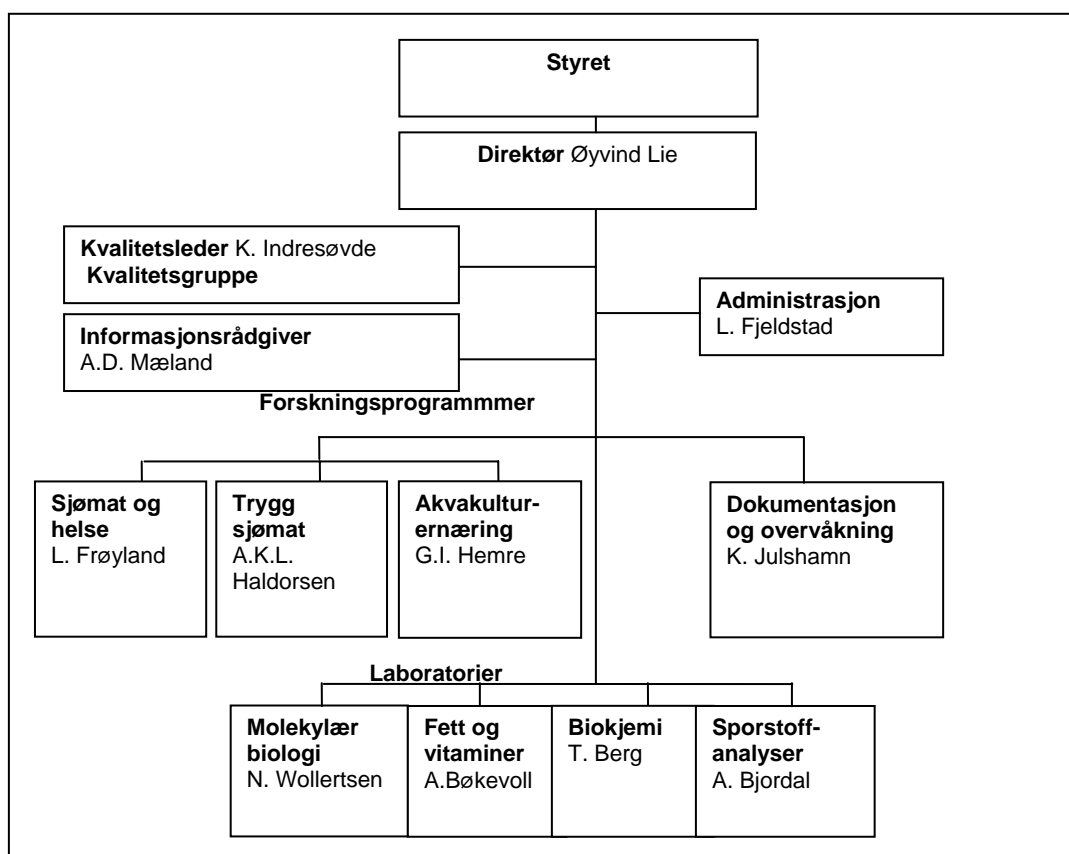
Ingvild Eide Graff

INSTITUTTETS ORGANISASJONSSTRUKTUR

Fra 01.01.04 endret NIFES organisasjonsstrukturen til 4 forskningsprogram:

Akvakulturernæring, Sjømat og helse, Trygg sjømat og Dokumentasjon og overvåkning.

Fra 01.02.04 ble antall laboratorier redusert til laboratoriet for: **Biokjemi, Molekylærbiologi, Fett og Vitaminer og Sporstoffanalyser**. Strukturen reflekterer instituttets økte fokus på sine kjerneaktiviteter for å få en bedre ressursutnyttelse.



MEDLEMMER OG VARAMEDLEMMER I STYRET

Styremedlemmer:

Ragnar Berger, leder
Henrik Stenwig, nestleder
Kirsti Koch Christensen
Johannes Nakken
Ingvild Eide Graff

Varamedlemmer:

Hans Petter Næs
Kristin Alnes
Rune Nilsen
Knut Eriksen
Nina Wollertsen

INSTITUTTETS PERSONALE

Direktør:

Lie Øyvind

Administrasjon:

Barratt Liv
Bjørvang Kjell Rune
Brenna Jan
Bøe Bjarne
Ellingsund Are
Espe Ingjerd
Fjeldstad Leikny
Frøyland Marit
Fuglevaag Eivind
Lone Wenche
Myklebost Unn
Mæland Anne Dorthea
Ostendorf Ralph
Åkre Markvard
Karlsen Anette
Hatland Anette
Knutsen Signe

Forskere:

Sjømat og helse

Araujo Pedro
Bjørkkjær Tormod
Frøyland Livar
Graff Ingvild Eide
Klementsens Beate
Liaset Bjørn
Malde Mariann Kjellevoid
Dahl Lisbeth Jane

Trygg sjømat

Berntssen Marc
Bethune Claudette
Glover Chris
Bøe Roald
Haldorsen Anne-Katrine Lundeby
Levsen Arne
Lunestad Bjørn Tore
Olsvik Pål
Waagbø Rune
Ørnsrud Robin
Petri Dietrich

Akvakulturer næring

Duinker Arne
Espe Marit
Hamre Kristin
Hemre Gro-Ingunn
Holen Elisabeth
Hordvik Ivar, 20% stilling, slutt september
Nortvedt Ragnar, 20% stilling
Torstensen Bente
Hevrøy Ernst
Moren Mari
Hansen Ann-Cecilie
Nanton Dominic
Srivastava Ashutosh
Tonheim Sigurd

Overvåking og dokumentasjon

Hove Helge
Julshamn Kåre
Bjørsvik Lucia Liguori
Måge Amund

Teknikere:

Aseerwatham Joe
Ask Kjersti
Asphaug Vibecke
Bargård Siri
Behzadzadeh Merat
Berg Torill
Birkenes Anita
Bjordal Annette
Borlaug Kjersti
Bøkevoll Annbjørg
Couillard Felicia Dawn
Eidsvik Tonja Lill
Erdal Edel
Fauskanger Vidar
Fremmersvik Gro
Galluzzi Tone
Gjerdevik Kathrin
Haugnes Jorun
Heggstad Karstein
Heltveit Aase
Indresøvd Kristin
Irgens Betty

Iversen	May Britt
Kallestad	Idun
Kausland	Anette
Kolås	Kjersti
Kristoffersen	Marita, slutt januar
Leirnes	Else
Malaiamaan	Joseph
Mykkeltvedt	Eva
Nguyen	Thu Thao
Nielsen	John
Nordgård	Dagmar
Nygaard	Sissel
Olsen	Georg
Rygg	Margrethe
Rød	Kari Elin, permisjon
Sedal	Laila, permisjon
Simonsen	Trine
Solli	Berit
Syversen	Anne Karin
Torgilstveit	Eva
Torsvik	Manfred, permisjon
Wessels	Jacob
Wollertsen	Nina
Ylving	Sonja
Aase	Anne Margrethe

Stipendiater:

Arslan	Gülen, slutt august
Bjelland	Linn Anne
Amlund	Heidi
Bohne	Victoria J. B.
Breck	Olav, slutt mars
Sloth	Jens Jørgen
Jordal	Ann-Elise
Kvåle	Audil
Nordgreen	Andreas

Oxley	Anthony
Sagstad	Anita
Sanden	Monica
Stubhaug	Ingunn

Studenter:

Bjørge	Benedicte
Gregersen	Kine
Ahimbisibwe	John Bosco
Bergslien	Morten
Hansen	Ann-Cecilie
Mach	Diep
Muren	Michael
Smith	Siri
Bjørnerem	Anders
Mollan	Ted Andreas
Noven	Aleksejevna Tatiana
Christensen	Guro K.
Olsen	Halldis
Eide	Linn
Ihler	Gurid Steinsdotter
Bjerke	Caroline Ness
Lind	Ragna Anne
Åsnes	Elin Reiakvam
Røyneberg	Anita
Criales	Gabriel
Amin	Amir Ebrahim
	Yazdanpanah

Lærlinger:

Skistad	Therese, eksamen august
Kjelstrup	Anita
Midthun	Elise, eksamen august
Haque	Abdula Mamun



Olav Breck var den første som disputerte i NIFES forelesningssal "Sildetønne" som stod ferdig i Nordnesboder 4, våren 2004.

REGNSKAP

A: FISKERI- OG KYSTDEPARTEMENTETS BUDSJETT KAP 1023:

	2001	2002	2003	2004
Statsbevilgning	20 791 000	27 853 000	33 017 000	32 286 000

B: FISKERI- OG KYSTDEPARTEMENTETS BUDSJETT KAP 1030*:

	2001	2002	2003	2004
Forvaltningsstøtte	10 523 000	11 000 000	10 280 000	13 700 000

C. EKSTERNE FORSKNINGSMIDLER:

	2001	2002	2003	2004*
Eksterne forskningsmidler inkl. UiB	20 402 000	22 656 000	25 954 000	32 631 000

SUM A, B og C	50 684 000	61 509 000	69 251 000	78 617 000
---------------	------------	------------	------------	------------

- Kap 1030 representerer midler til overvåkingsprogrammene. Disse er kommet inn som en følge av sammenslåingen mellom Ernæringsinstituttet og Sentrallaboratoriet (01.01.2001).
- I 2004 var midlene konkurranseutsatt.

FORSKNINGSAKTIVITETER I DE ULIKE PROGRAMMENE

Verdens helsemyndigheter oppfordrer til økt konsum av sjømat. Dokumentasjon av de positive helseeffektene ved inntak av sjømat er derfor viktig, i tillegg til kunnskap om fremmedstoffers påvirkning av sjømattrygghet. Kunnskap om kontaminanter i fisk og fiskefôr samt i det marine miljø er også nødvendig dersom Norge skal være premissleverandør ved bestemmelse av internasjonale regelverk (som f.eks. grenseverdier for fremmedstoffer i EU), som får konsekvenser for norsk fiskeeksport. Produksjon av sunn og trygg sjømat, innenfor akvakultur, starter med valg av føringredienser. Kunnskap om ernæring av akvatiske organismer er med på å sikre forutsigbar og levedyktig yngelproduksjon, hindre deformiteter og utarming av stamfisk, god fiskehelse, mer kostnadseffektiv produksjon og økt kvalitet av både fisk og skjell. Ernæring av akvatiske organismer har betydning for ernæringsmessig kvalitet av slutt- produktet som vi

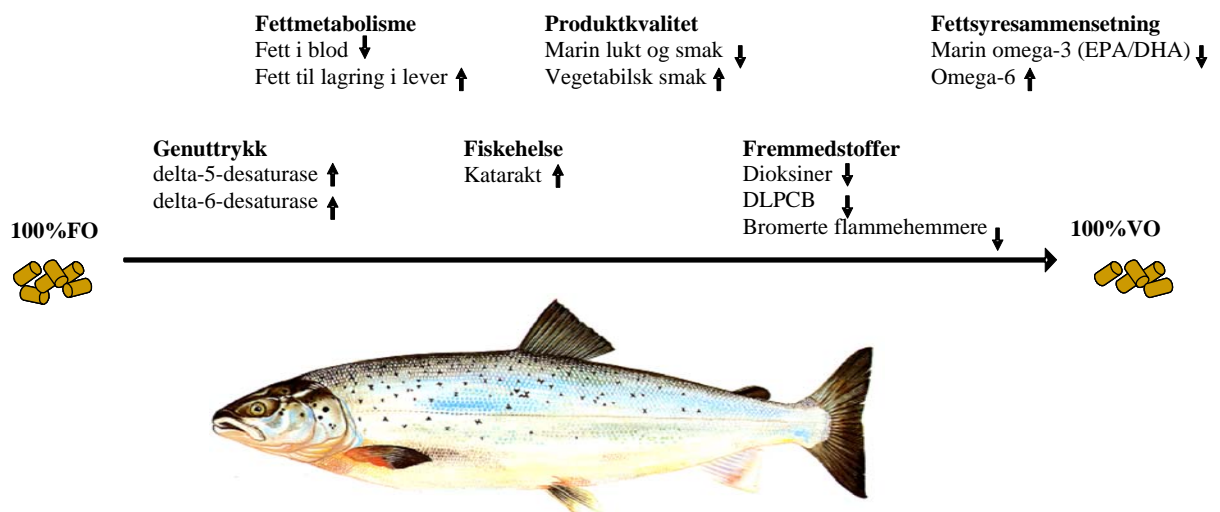
spiser, og akvakultur representerer en unik mulighet til å skreddersy produkter med tanke på optimale ernærings sammensetning for oss.

NIFES driver forskning innenfor hovedområdene trygg og sunn sjømat i et helkjedeperspektiv. Dette innbefatter forskning innen ernæring av akvatiske organismer, sjømat i human ernæring, dokumentasjon og overvåking av fôr og sjømat.

Nedenfor er eksempler på NIFES forskning i 2004 der effekten av å erstatte marine oljer i fôr med vegetabiliske oljer på fisk, filetkvalitet, mattrygghet og menneskehelse er vist. Dette er første gang helseeffekter hos mennesker er knyttet til valg av fôringredienser, og prosjektet illustrerer viktigheten av kunnskap i hele næringskjeden i videre utviklingen av akvakulturindustrien.

Erstatning av fiskeolje med vegetabilisk olje i fôr til Atlantisk laks

Produksjon av laksefisk bruker i dag 74% av verdensmarkedets marine oljer. Med en forventet volumøkning i oppdrett, og med en forventet mangel på de marine ressursene innen få år, vil det være avgjørende å få kunnskap om anvendelse av andre fettkilder som er ressursvennlige, kostnadseffektive, kan nyttes av laksen og samtidig produsere sunn og trygg mat for oss. Dette har vært fokuset i EU-prosjektet RAFOA (Researching Alternatives to Fish Oils in Aquaculture, Q5RS-2000-30058) der effekten av å fôre Atlantisk laks med fiskeolje (FO), eller en 100% vegetabilisk olje-blanding (VO), fra startfôring til slaktestørrelse ble undersøkt. Resultatene viste at laksen vokste like godt med et fôr basert på vegetabiliske oljer, men at det skjedde en rekke forandringer både i laksens genuttrykk, fettmetabolisme, helse og produktkvalitet, inkludert matvaretrygghet, oppsummert i Figur 1.

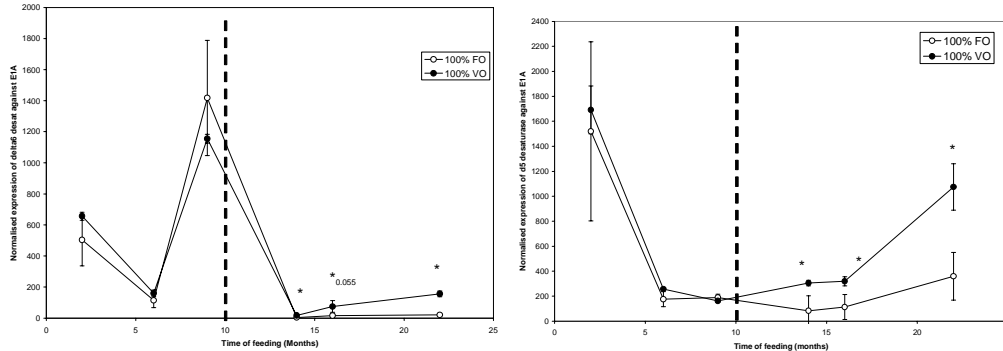


Figur 1 Oversikt over signifikante effekter ved å fôre Atlantisk laks (*Salmo salar* L.) diett hvor 100 % av fiskeoljen var erstattet med vegetabilisk oljeblanding gjennom hele laksens livssyklus. Pylene som peker opp betyr økning, ned betyr reduksjon.

Effekt på fisken

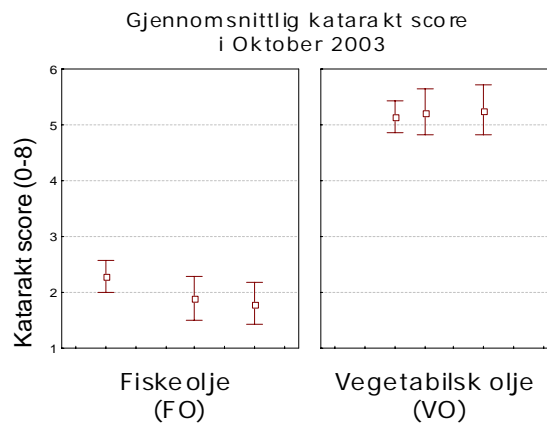
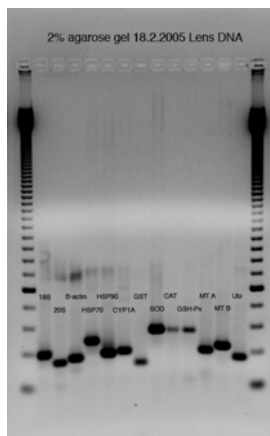
Forskning på laks fôret med vegetabiliske oljer i fôret viste endret fettomsetning i lever og blod. Blant annet økte leverens evne til å produsere de langkjedete flerumettede marine omega-3 fettsyrene (EPA og DHA) fra kortere fettsyrer som linolensyre (18:3n-3) og

linolsyre (18:2n-6). Denne beskjedne oppreguleringen er sannsynligvis laksens måte å få dekke eget behov for EPA og DHA, i det nye fôringsregimet med mindre marint fett. I tillegg ble genuttrykket til to nøkkelenzymene innen laksens fettmetabolisme i lever endret; delta-5-desaturase og delta-6-desaturase ble uttykt i større grad når laksen ble fôret med VO fôr (Figur 2).



Figur 2 Uttrykk av delta-6- desaturase (venstre) og delta-5-desaturase (høyre) fra startfôring til slaktestørrelse (n=3). Totalt 22 måneder med fôring av enten 100% FO eller 100% VO. *Statistiske forskjeller med 1-veis ANOVA. Den stiplede linjen angir tidspunkt for sjøutsett.

I løpet av fôringsforsøket ble det registrert høye innslag av øyelidelsen katarakt (grå stær) hos laks (Figur 3), og kataraktens alvorlighetsgrad var betraktelig høyere hos fisk som fikk 100% vegetabilsk olje i fôret. Katarakt opptrer periodevis i intensivt oppdrett, og det er grunn til å tro at ugunstig fôrsammensetning og produksjonsbetingelser kan være en årsak.



Figur 3 Høy alvorlighetsgrad av katarakt ble avdekket hos laks gitt fôr med 100% vegetabilsk olje. Man undersøker nå årsakene til dette, blant annet med molekylære metoder. Her vises en DNA-gel med antioksidant markører fra linse og tarm (P.A. Olsvik; NIFES).

Produksjonslidelsen katarakt utgjør store økonomiske og etiske utfordringer for næringen. NIFES har i lang tid fokusert på denne lidelsen i samarbeid med nasjonale og internasjonale forsknings- og næringsaktører. Dette arbeidet viste at tilsetning av aminosyren histidin i fôr til

laks kan hindre utvikling av katarakt, og resulterte i en doktorgrad i 2004. Årsaken til at vegetabiliske fettkilder i fôret øker risikoen for katarakt er foreløpig ukjent. Analyser ved blant annet molekylære metoder pågår som undersøker uttrykk av gener relatert til oksidativt stress i fiskelinsen, en mulig årsak til utvikling av katarakt.

Vegetabiliske råvarer er så langt det mest lovende alternativet til marine oljer i fôr, for å sikre en bærekraftig utvikling av akvakulturnæringen. Resultatet fra fôringsforsøk med høy innblanding av vegetabiliske oljer, skissert ovenfor, viser en endring i laksens biologi som må studeres videre. I tillegg må vi ha kunnskap om hvordan bruken av alternative fôringredienser kan påvirke produktets kvalitet og laks som helsefremmende mat for forbrukerne.

Produktkvalitet – næringsstoffer og smak/lukt

Oppfølging av fôringsprosjektet undersøkte om bruken av vegetabiliske oljer i fôr til laks påvirket filetenes innhold av næringsstoffer, og potensielle kunders opplevelse av produktet. Resultatene viste at fileten fra fisk fôret med vegetabiliske oljer hadde samme mengde fett som laks fôret med fiskeolje, men at fettsyresammensetningen var ulik. Fettsammensetningen i fiskefôr er gjenspeilet i fileten, og laks fôret med vegetabiliske oljer inneholdt mindre av de langkjedete marine omega-3 fettsyrer (EPA & DHA), og mer av en-umettede fettsyrer (18:1n-9), omega-6 fettsyrer (18:2n-6) og kortere omega-3 fettsyrer (18:3n-3). Andre næringsstoffer, farge (astaxanthin) og vitamin E, ble ikke endret ved å gi laksen kun vegetabiliske oljer. Parametere som gir indikasjoner på opplevelsen av produktet, som smak og lukt, av laksefileten fra de ulike fôringsregimene ble testet av et trent sensorisk panel ved MATFORSK (Ås). Etter fôring med 100% vegetabilisk olje fra startfôring til laksen var ca. 3 kg, hadde laksekjøttet mindre harsk og mindre marin lukt og smak, og hadde fått noe innslag av vegetabilisk lukt og smak. Forskjell i smak, lukt og tekstur var likevel ikke store mellom laks fôret med vegetabiliske oljer sammenlignet med marin olje.

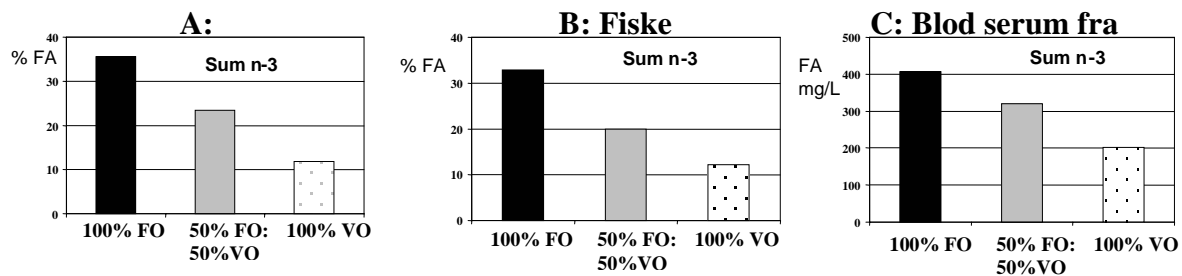
Forsøket viste også at laks fôret med vegetabiliske oljer i fôret kan få et høyere innhold av EPA og DHA ved å fôre med 100% fiskeolje de siste månedene før slaktning (for eksempel de siste 5 mnd fra 3 til 5 kg). Etter en slaktefôringsperiode der fisken vokste fra 3 til 5 kg med kun marine oljer i fôret, kunne ikke det trente dommerpanelet finne forskjeller i smak eller lukt mellom laks som var fôret med marine oljer sammenlignet med laks gitt marine oljer bare i slaktefôringsperioden. Den marine fettsyreprofilen ble også langt på vei gjenopprettet i fisken, som tidligere kun hadde fått vegetabiliske oljer i fôret.

Effekt på hjertepasienter

Laksen produsert i forsøkene beskrevet over, ved hjelp av ulike blandinger av vegetabiliske og marine oljeblandinger, fikk skreddersydd 3 ulike nivåer av omega-3; høyt (100% fiskeolje), middels (50% fiskeolje:50% vegetabilisk olje), lavt (100% vegetabilisk olje). Fisken ble videre brukt i et helt unikt spiseforsøk der 58 hjertepasienter ble inndelt i tre grupper, som hver spiste 700g laks i uken fordelt over 6 uker av fileten med enten høyt, middels eller lavt omega-3. Målinger viste som ventet at laks fôret med fiskeolje hadde høyere omega-3 innhold i fileten enn laks fôret på 50/50 blandingen, og klart høyere enn laks fôret med bare rapsolje. Det samme forholdet ble bekreftet i serum hos pasientene (Fig.4). Undersøkelsen av helseeffekten hos de ulike pasientgruppene viste en klar overordnet positiv effekt for pasienter som spiste mye omega-3, men her fikk man ikke en reduksjon av det totale kolesterolnivået i blodet. Det fikk man derimot i de to andre gruppene, mens serum HDL kolesterol (det gode kolesterolet) økte i gruppen som spiste laks med et høyt innhold av omega-3. Alle pasientgruppene viste altså positive helseeffekter ved å spise laks, også gruppen som fikk fisk med det laveste omega-3 nivået. Resultatene fra spiseforsøket illustrerer at vi har med kompliserte samspill å

gjøre, men at slike forsøk gir mulighet til å studere hvilke effekter ”skreddersydd” fisk har i humanmedisin. Dette ”Fjord til bord” –prosjektet er første gang ”skreddersydd” laks er brukt i et spiseforsøk, og hvor det ble påvist en helseeffekt hos mennesker på bakgrunn av ulike føring av fisk.

”Fjord til bord”-prosjektet er et samarbeid mellom fôr- og oppdrettsselskapet Nutreco ARC (prosjektledelse fiskehelse), Nasjonalt folkehelseinstitutt, NIFES (prosjektledelse spiseforsøk), Norges veterinærhøgskole og Ullevål universitetssykehus. Prosjektet støttes av Næringsmiddelprogrammet, Havbruksprogrammet og Nutreco ARC. I tillegg er fisk og prøver kommet fra EU-prosjektet RAFOA.



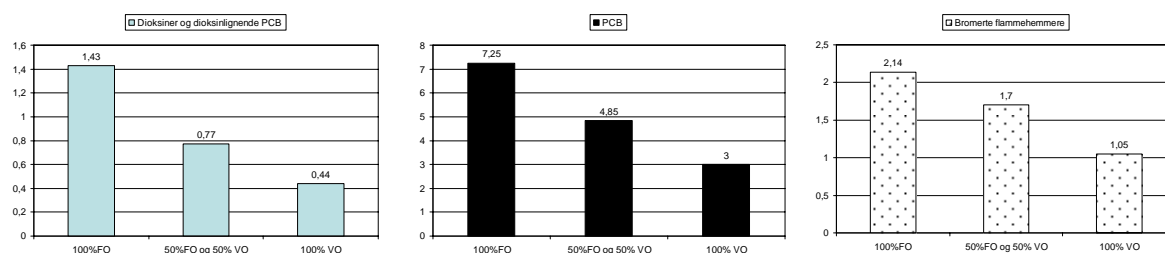
Figur 4 Nivå av omega-3 i pasienter (C) som spiste fisk (B) gitt fôr med høyt, middels eller lavt nivå av omega-3 (A). FO er fiskeolje og VO er vegetabilsk olje.

I den vestlige verden anbefaler mat- og helsemyndigheter befolkningen til å øke inntaket av sjømat som kanskje er en viktigere del av kostholdet noen gang. Men sjømatens innhold av fremmedstoffer er en utfordring, og vi trenger mer kunnskap om effekt av eksponering til fremmedstoffer ved sjømatinntak.

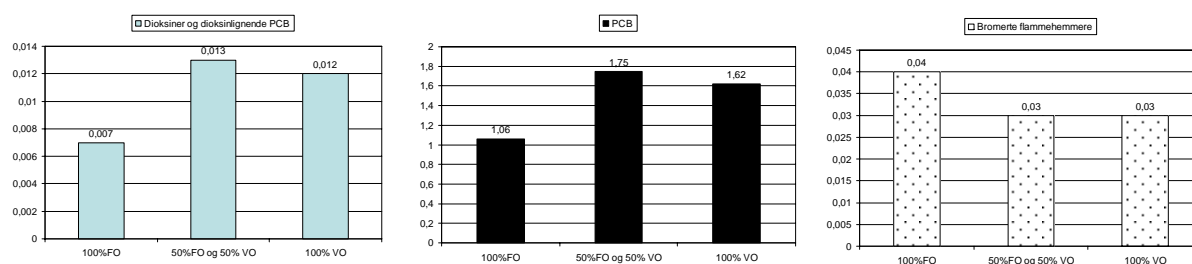
Matvaretrygghet-fremmedstoffer i fisk og mennesker

Laksen brukt i spiseforsøket nevnt ovenfor ble også analysert for nivået av diverse kjente kontaminanter i sjømat (inkludert dioksin, PCB og bromerte flammehemmere) og de samme fremmedstoffene ble målt i blodet til pasientene før og etter spiseforsøket. Nivåene av fremmedstoffer var høyest i laksen gitt fiskeolje og lavest i den som kun fikk vegetabilsk olje i føret (Figur 5A). Når det gjelder fremmedstoffer er det kjent at disse kan aktivere kroppens avgiftningssystemer. I motsetning til omega-3 fettsyrer som direkte avspeilte nivået av omega-3 fra laks i blodet (Figur 4) var bildet annerledes for fremmedstoffene (Figur 5B). Dette skyldes sannsynlig at ulike fremmedstoffer aktiverer kroppens avgiftningssystem forskjellig avhengig av type forbindelse og konsentrasjon. I denne studien ser vi tydelig forskjeller mellom bromerte flammehemmere og dioksiner/PCB. Dette er helt ny kunnskap og er viktig å videreføre.

A. Fiskefilet



B. Plasma fra pasienter



Figur 5 Nivå av gjennomsnitt: dioksiner og dioksin-liknende PCB (ng/g våt vekt), indikator PCB (ng/g våt vekt), Bromerte Flammehemmere PBDE (ng/g våt vekt) i lakse filet og i pasientenes blod (ng/mL) etter inntak av 700 g laks/uke i 6 uker.

Overvåking av norsk sjømat

Bruk av overvåkningsdata

Året 2004 viste for hele norsk fiskerinæring betydningen av gode overvåkningsdata av høy kvalitet. Det store arbeidet med overvåking og dokumentasjon av fremmedstoffer i norsk sjømat i over 10 år, samt forskning på stoffenes betydning for mattryggheten, kunne nå direkte brukes i forbindelse med artikkelen i Science som påsto at norsk laks var farlig. Vi hadde både historiske og oppdaterte data og kunne derfor gå rett inn i diskusjonen og avvise påstanden forskerne kom med i artikkelen. Bakgrunnen for å hevde at oppdrettslaks var helseskadelig kom fra en modell for helserisikovurdering som ikke er godkjent hos verken amerikanske eller engelske myndigheter.

Metodearbeid internasjonalt

Arbeidet med harmonisering og standardisering av analysemetoder er et svært viktig arbeid knyttet til kontroll av matvarer fordi analyser i ulike land må kunne sammenliknes for å gi troverdig handel (ref. blyinnhold i sei til Tyrkia). Harmonisering av analysemetoder til bestemmelse av innholdsstoffer (fremmedstoffer og næringsstoffer) i matvarer i Europa er tillagt CEN/TC 275 sine forskjellige arbeidsgrupper. NIFES deltar aktivt i to av 13 arbeidsgrupper (WG 9 Vitaminer og WG 10 Metaller). Det er et stort fortrinn for Norge at vi arbeider for å få våre analysemetoder implementert som standardmetoder i Europa. Det har lyktes NIFES i løpet av 2004 å få metoden til bestemmelse av total arsen inn som europeisk standardmetode i CEN/TC 275; EN14332 "Foodstuffs-Determination of trace elements – Determination of arsenic in seafood by ETAAS after microwave digestion". I tillegg har det

lykkes å få ytterligere to analysemetoder fra NIFES inn på arbeidsprogrammet til CEN/TC 275, "Bestemmelse av natrium, magnesium og kalsium i matvarer med bruk av atomabsorbsjonsspektrometri" og "Bestemmelse av kobber, sink, arsen, kadmium, kvikksølv og bly med bruk av ICP-MS etter trykkoppslutning". To av disse metodene er allerede godkjente nordiske metoder (Nordisk metodikomite for næringsmidler, NMKL).

Metodearbeid nasjonalt

Mattilsynet ønsket å inkludere en rekke nye fremmedstoffer i overvåkningsprogrammene i 2004. Følgende nye stoffer ble foreslått: aldrin, dieldrin, toksafen, klordan endosulfan, endrin, heptaklor, uorganisk arsen, metylkvikksølv, fluor og PAH. Dette var fremmedstoffer som NIFES ikke har validerte metoder for og som således ikke var akkrediterte. Instituttet satte derfor i gang arbeidet med å validere analysemetoder for de fremmedstoffene som er listet ovenfor. I slutten av 2004 ble det sendt søknad til Norsk akkreditering om å få analysemetodene for disse stoffene akkreditert i forbindelse med Norsk akkrediterings besøk i januar 2005.

Mattilsynet

Ansvar for overvåkningsprogrammene knyttet til sjømat ble overtatt av Mattilsynet i 2004 og følgende prosjekter som tidligere var kjørt i regi av Sjømatavdelingen ved Fiskeridirektoratet ble videreført:

- EU-medisinrester og uønskede stoffer i oppdrettsfisk
- Skjellovervåkning
- Veterinærgrensekontroll og samhandel
- EU-overvåkningsprogram for dioksiner og dioksinlignende PCB i sjømat og fiskefôr
- Overvåkning av innholdsstoffer i fiskefôr og fôringredienser
- Overvåkning av fremmedstoffer i prosesserte sjømatprodukter

I tillegg har NIFES ytt faglig bistand til Mattilsynet i form av forskningsbasert forvaltningsstøtte som for eksempel; Innspill til overvåkningsaktivitet (fôr og sjømat); prøvetakning, metoder og tolkning (fortløpende); Bistå med informasjon i forbindelse med oppslag om sjømat i ulike medier (fortløpende); Deltagelse i forbindelse med besøk fra utenlandske næringsaktører eller myndighetspersoner der spørsmål om fremmedstoffer, smittestoffer og hygiene diskuteres (Vietnam, Kina); Kompetanseperson oppnevnt av Mattilsynet for revisjon av mikrobiologisk retningslinjer for sjømat, Oslo/Brussel; Forvaltningsstøtte for CODEX-arbeid på Listeria.

I tillegg inngår også noe støtte til vedlikehold og nyutvikling av analysemetoder.

Marin miljødatabase (Sjømatdata)

I dette året har det vært lagt ned betydelige ressurser i å få på plass en teknisk løsning for etablering av en database som inneholder historiske data for fremmedstoffer i fisk og annen sjømat. Dataene i databasen tar utgangspunkt i de resultater som er generert gjennom "Miljødatabasen" fra 1994 og til og med 2003. Databasen ble introdusert i forbindelse med NorFishing 2004 og finnes nå som link til NIFES sin hjemmeside (<http://www.nifes.no/seafood-data/index.html>). Som eksempel kan nevnes: Hvis en er interessert i laks og PCB₇, klikker en på arten laks, stoffet PCB og skriver ut en rapport som viser resultatene som er generert i perioden og som er vist i tabell 1.

Tabell 1. PCB₇ innholdet i oppdrettslaks i perioden 1995 til 2004.

Fiskeart	År	Antall fisk	Middelverdi (µg/kg våt vekt)
Atlantisk laks	2004	25	12
	2003	25	10
	2002	45	11
	2001	45	15
	1998	18	26
	1995	45	17

Resultatene viser at det er en reduksjon i PCB₇ innholdet i laksefilet på ca. 30% i perioden fra 1995 til 2004. Grunnen til dette er at PCB₇ innholdet i fôr til laks har blitt redusert i samme periode.

Databasen skal oppdateres med nye analysetall når slike foreligger, samt at den også skal inkludere data av næringsstoffer. De fiskearter som blir inkludert i Miljødatabasen for 2005 vil også bli analyseert for næringsstoffer. Følgende fremmedstoffer har blitt analysert i 2004 og vil bli lagt inn i databasen så fort de er kvalitetsikret: Dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere, pesticider og metaller i filet av sei, uer, sild, makrell og laks, samt helfisk av kolmule, lodde, tobis og øyepål.

Publisering og formidling

I løpet av 2004 har instituttet publisert 55 artikler i internasjonale refereevurderte tidsskrift. Forskerne ved NIFES har gitt 70 innlegg på internasjonale vitenskaplige konferanser (foredrag og poster).

I tillegg har instituttet formidlet forskningsresultater på populærvitenskaplig nivå gjennom 15 populærvitenskaplige artikler og foredrag via bl.a. arrangement for næringsaktører, og til allmennheten via aviser, radio og TV og ved deltagelse på Forskningsdagene 2004.

Instituttet har redaktøransvar for den vitenskaplige journalen Aquaculture Nutrition, publisert av forlaget Blackwell Science i England. Forskningsmiljøenes eget evalueringssystem økte i fjor journalens "Impact Factor" til 1,07, som betyr at journalen er blant de 11 mest siterte innen fiskeri kategorien. Journalen har mottatt forespørsel fra Kina om å få oversatt fremtidige numre til kinesisk, og det jobbes med å få dette til.



Tilberedning og utdeling av fremtidens sjømat av Fredrik Hald fra Neptun Restauranter på NIFES stand, Forskningsdagene 2004.

FORSKNINGSPROSJEKTER

Prosjektnavn	Finansiering	Ansvarlig institusjon	Prosjektleder v/ NIFES
NFR 151598/120 Fish health and animal welfare - Alternative lipids in fish feed	Forskningsrådet*	Nutreco ARC A/S	Livar Frøyland
NFR 154738/120 The effects of differently fed salmon in the diet, on markers of atherosclerotic activity in patients with coronary heart disease	Forskningsrådet	NIFES	Livar Frøyland
Dokumentasjon av marine ingredienser fra biprodukter	SND/Rubin/Forskningsrådet	NIFES	Amund
	G.C Rieberfondene		
NFR 142468/140 Food quality and consumer safety of seafood	Forskningsrådet	NIFES	Anne L. Haldorsen
NFR 143314/130 Syntetiske antioksidanter i fôr til fisk	Forskningsrådet	NIFES	Kristin Hamre
NFR 147066/130 Lett konservering av produkter fra nye oppdrettsarter for å sikre holdbarhet og matvaretrygghet	Forskningsrådet	Fiskeriforskning	Bjørn T. Lunestad
Data tilgjengelig via web	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	NIFES	Anne D. Mæland
NFR 152641/130 Delprosjekt Risikovurdering overføring av uønskede stoffer fra fôr til fisk	Forskningsrådet/Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	NIFES	Marc Berntssen
Pelagisk kvalitet - fra hav til fat	FHL industri og eksport, pelagisk forum	SINTEF	Arne Levsen
Modellering av dioksin overføring fra fôr til filett i akvakultur	CAC AS	CAC AS	Marc Berntssen
Utvikling av kompetanse for rensing av fiskeolje og fiskemel for dioksiner og DLPCB	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	Fiskeriforskning	Marc Berntssen
Validering av utvalgte polibromerte flammehemmere 2004	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	NIFES	Kåre Julshamm
NFR 153472/140 Roles of vitamins in bone development and mineral metabolism	Forskningsrådet	NIFES	Rune Waagbø
Dioxmode	Nordisk ministerråd	Finnish Game and Fisheries Res. Inst.	Rune Waagbø
NFR 159197/I20 Stress genes in the Atlantic Cod Gadus morhua: EST sequencing and microarray production	Forskningsrådet	NIFES	Pål Olsvik
Næringsrettet forskning innen listeria monocytogenes og clostridium botulinum 2004	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	NIFES	Bjørn T. Lunestad
NFR 163503/V00 Analyse av vitaminer vha LC-MS/MS ved NIFES-ny instrumentering	Forskningsrådet	NIFES	Rune Waagbø
Contract No Q5RS-2000-30058	EU	Univ. Of Stirling	Bente Torstensen

Researching alternatives to fish oil for aquaculture			
ARC#40-044-01 Effect of replacing fish meal with .. (tidl. NFR 145352/120 ARC#4003)	Forskningsrådet*	Nutreco ARC A/S	Gro-Ingunn Hemre
Contract nr Q5TN-2002-00628 EU nettverk: Fish oil and meal replacement	EU	NIFES	Gro-Ingunn Hemre
NFR 153096/120 Absorpsjon, akkumulering og helse effekter av fluor hos laks føret med varierende mengde krillmel	Forskningsrådet	NIFES	Kåre Julshamn
NFR 153090/120 Lipid metabolism in Atlantic salmon	Forskningsrådet	Akvaforsk	Bente Torstensen
"NFR 153178/ Kvalitet og foredling av torsk	Forskningsrådet	Universitetet i Bergen	Marit Espe
Blåskjellenes liv i produksjonsanlegg	Forskningsrådet/SND	Havforskningsinstituttet	Arne Duinker
Førseminar 24.03.04	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	NIFES	Gro-Ingunn Hemre
Textbook: "Product quality and safety of fish"			Marit Espe
NFR 152931/120 Effektiv yngel og settefiskproduksjon av torsk	Havforskningsinstituttet, Forskningsrådet	Havforskningsinstituttet	Kristin Hamre
NFR 152932/120 Intensiv produksjon av kveiteyngel - larvekultur og ernæring	Forskningsrådet	Havforskningsinstituttet	Kristin Hamre
NFR 141758/120 Intensiv yngelproduksjon av kveite - ernæring oppdrettsmiljø	Forskningsrådet	Havforskningsinstituttet	Kristin Hamre
NFR 142474/140 Traceability and physiological effects of using modified plant ingredients in feed for Atlantic salmon	Forskningsrådet	Veterinærhøyskolen, Veterinærinstituttet	Gro-Ingunn Hemre
NFR 158930/I10 Establishing knowledge within functional genomic and biochemistry for optimal use of future fish feed lipid resources	Forskningsrådet	Akvaforsk	Bente Torstensen
Nutrigenomic studies elucidating the metabolic changes expected to take place in Atlantic salmon fed diets based on sustainable protein sources low in threonine, tryptophane, lysine and methionine	Forskningsrådet*	Ewos innovation AS	Marit Espe
Optimised nutrition and egg quality in Atlantic Cod ARC project # 4007101	Forskningsrådet*	Nutreco ARC A/S	Kristin Hamre
Oppgaver for Mattilsynet sentralt	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Nærings/fremmedstoff-workshop	Nordisk ministerråd	NIFES	Kåre Julshamn
Matvareanalyser MTV2003	Sosial-helsedirektoratet	NIFES	Kåre Julshamn
	Mattilsynet		
	Mattilsynet		
Samarbeid Norge-Polen om	Fiskeridepartementet	NIFES	Helge Hove

dioxinanalyse			
Laboratory Information Management System	Forskningsrådet/Utdannings- og forskningsdepartementet	NIFES	Adm

* prosjektet er brukerstyrt, dvs finansiering via ansvarlig institusjon.

UNDERVISNING, RÅD OG UTVALG

Oppsummering undervisning og utdanning

Fra høsten 2004 har Universitetet i Bergen, i samarbeid med NIFES, tilbudt et eget studieprogram som leder frem til en master i ernæring. Studietilbudet videreutvikles og fra høsten 2005 vil det også bli et nytt bachelor-studium i ernæring og et master-studium i klinisk ernæringsfysiologi. I løpet av 2004 ble 7 doktorgrader og 3 mastergrader uteksaminert ved Universitetet i Bergen, der kandidatene utførte forskningsprosjektene ved NIFES. Fire av forskerne hadde bistilling ved Universitetet i Bergen 2004.

Fullførte doktorgrader

GÜLEN ARSLAN

” Subjektiv matoverfølsomhet: Patologiske mekanismer, symptomer og diagnose.”

ERNST HEVRØY

”Alternative marine fish feed ingredients- growth, optimal utilisation and health in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)”

SIGURD TONHEIM

” Protein digestion and postprandial amino acid utilisation in stomach-less marine fish larvae.”

MONICA SANDEN

”Genetically modified plant products in feed to farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L. – Effects on growth, feed utilization, fish health and assessment of potential risks.”

HARALD SVEIER

”The physical qualities and composition of dietary protein; effects on incorporation and growth in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)”

MARI MOREN

”Vitamin A in juvenile and larval Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) – does Artemia cover the larval retinoid requirement?”

OLAV BRECK

”Histidine nutrition and cataract development in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.”

Fullførte hovedfag / mastergrader:

DIEP MACH

”The fatty acid contents in the muscle and liver of wild, fed-wild and farmed cod, and its development of rancidity during storage in ice or in slurry.”

JOHN BOSCO AHIMBISIBWE

”A comparison of the quality deterioration in the Atlantic cod and the Nile perch stored in ice or slurry”

ANN-CECILIE HANSEN

“Effects of replacing fish meal with vegetable protein in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua*).”

Undervisningsemner for Universitetet i Bergen

Forskere ved NIFES er ansvarlig for den ordinære undervisningen i følgende ernæringskurs/fagkombinasjoner ved Universitetet i Bergen:

MAR 253 (10 studiepoeng) Ernæring hos fisk

Ansvarlig: Prof. Rune Waagbø

MAR 254 (10 studiepoeng) Produktutvikling fra marint råstoff.

Ansvarlig: Prof. Ragnar Nortvedt

MAR 255 (10 studiepoeng) Næringsmiddelmikrobiologi med spesiell relevans til sjømat

Ansvarlig: Seniorforsker Dr. Bjørn Tore Lunestad

MAR 352 (15 studiepoeng) Næringsmiddelkjemi og analyse

Ansvarlig: Prof. Kåre Julshamn

MAR 353 (10 studiepoeng) Næringsmiddel toksikologi

Ansvarlig: Seniorforsker Dr. Anne-Katrine Lundebye Haldorsen

MAR 354 (10 studiepoeng) Kvalitet av sjømat

Ansvarlig: Prof. Ragnar Nortvedt

NUTR 201 (10 studiepoeng) Hovednæringsstoffer

Ansvarlig: Prof. Øyvind Lie

NUTR 301 (10 studiepoeng) Mikronæringsstoffer

Ansvarlig: Prof. Øyvind Lie

NUTR 302 (10 studiepoeng) Fordøyelse

Ansvarlig: Prof. Livar Frøyland

NUTR 310 (5 studiepoeng) Metodekurs - Ernæringsfaglig metodikk

Ansvarlig: Stipendiat Tormod Bjørkkjær

PUBLIKASJONER

Oppsummering publisering og formidling

I løpet av 2004 har instituttet publisert 55 artikler i internasjonale refereevurderte tidsskrift, gitt 70 innlegg på internasjonale vitenskaplige konferanser (foredrag og poster). I tillegg har instituttet formidlet forskningsresultater på populærvitenskaplig nivå både nasjonalt og internasjonalt gjennom media, arrangement for næringsaktører og allmennheten.

Internasjonale publikasjoner

NIFES Publikasjoner 2004

JULSHAMN, K., A.-K. LUNDEBYE, K. HEGGSTAD, M. H. G. BERNTSSEN and B. BØE (2004). "Norwegian monitoring programme on the inorganic and organic contaminants in fish caught in the Barents Sea, Norwegian Sea and North Sea, 1994-2001." *Food Additives and Contaminants* 21(No 4): 365-376.

AARAAS, R., I. J. HERNAR, A. VORRE, H. BERGSLIEN, B. T. LUNESTAD, S. SKEIE, E. SLINDE and S. MORTENSEN (2004). "Sensory, histological and bacteriological changes in flat oysters, *Ostrea edulis* L. during different storage conditions." *J. Food Safety* 69(6): 205-210.

AIRAS, S., A. DUINKER and K. JULSHAMN (2004). "Copper, zinc, arsenic, cadmium, mercury and lead in blue mussel (*Mytilus edulis*) in the Bergen harbour area , Western Norway." *Bulletin of Environment Contamination and Toxicology*, 73(2): 276-284.

AMLUND, H. and M. H. G. BERNTSSEN (2004). "Arsenobetaine in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): influence of seawater adaptation." *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 138: 507-514.

BERGE, G. E., M. GOODMAN, M. ESPE and E. LIED (2004). "Intestinal absorption of amino acids in fish; Kinetics and Interaction of the in vitro uptake of L-methionine in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.)." *Aquaculture* 229: 265-273.

BERNTSSEN, M. H. G., K. HYLLAND, K. JULSHAMN, A.-K. LUNDEBYE and R. WAAGBØ (2004). "Maximum limits for organic and inorganic mercury in fish feeds." *Aquacult. Nutr.* 10: 83-97.

BERNTSSEN, M. H. G., K. HYLLAND, A.-K. LUNDEBYE HALDORSEN and K. JULSHAMN (2004). "Higher faecal excretion and lower tissue accumulation of mercury in Wistar rats from contaminated fish than from methylmercury chloride added fish." *Food and Chemical Toxicology* 42: 1359-1366.

BETHUNE, C., K. JULSHAMN and A.-K. LUNDEBYE (2004). "A preliminary comparison of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) to lipid content and levels of polychlorinated biphenyls (PCBs) and dioxins (PCDD/Fs) in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*)." *Int. Food Sci. Tech*: accepted.

BETHUNE, C., J. NIELSEN, A.-K. LUNDEBYE and K. JULSHAMN (2004). "Current Levels of Primary Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Norwegian Seafood." *Organohalogen Compounds* 66: 3814-3819.

BJØRKKJÆR, T., L. A. BRUNBORG, G. ARSLAN, R. A. LIND, J. G. BRUN, M. VALEN and B. KLEMENTSEN (2004). "Reduced Joint Pain after Short-term Duodenal Administration of Seal Oil in Patients with Inflammatory Bowel Disease: Comparison with Soy Oil." *Scand. J.Gastroenterol.* 39(11): 1088-1094.

- BJØRNEVIK, M., M. ESPE, C. BEATTIE, R. NORTVEDT and A. KIESSLING (2004). "Temporal variation in muscle fibre area, gaping, texture, colour and collagen in triploid and diploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) ranging in body size from 2 to 10 kg." *J.Sci.Fd.Agric.* 84(6): 530-540.
- COYNE, R., Ø. BERGH, O. SAMUELSEN, K. ANDERSEN, B. T. LUNESTAD, H. NILSEN, I. DALSGAARD and P. SMITH (2004). "Attempt to validate breakpoint MIC values estimated from pharmacokinetic data obtained during oxolinic acid therapy of winter ulcer disease in Atlantic salmon(*Salmo salar*)." *Aquaculture* 238: 51-66.
- DAHL, L., H. M. MELTZER, L. JOHANSSON and K. JULSHAMN (2004). "The iodine content of Norwegian foods and diets." *Public Health Nutrition* 7(4): 569-576.
- DENG, D. F., HEMRE G.-I., T. STOREBAKKEN, S. Y. SHIAU and S. S. O. HUNG (2004). "Utilization of diets with hydrolyzed potato starch, or glucose by juvenile white sturgeon, as affected by Maillard reaction during processing." *Aquaculture*: accepted.
- DUINKER, A., B. E. TORSTENSEN and Ø. LIE (2004). "Lipid classes and fatty acid composition in female gonads of great scallops – a selective field study." *Journal of Shellfish Research.* 23(2): 507-514.
- ESPE, M., A. KIESSLING, B. T. LUNESTAD, O. J. TORRISSEN and A. M. RØRÅ (2004). "Quality of cold smoked salmon collected in one French hypermarket during a period of one year." *Food Science and Technology (Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie)* 37: 627-638.
- ESPE, M., K. RUOHONEN, M. BJØRNEVIK, L. FRØYLAND, R. NORTVEDT and A. KIESSLING (2004). "Interactions between ice storage time, collagen composition, gaping and textural properties in farmed salmon muscle harvested at different times of the year." *Aquaculture* 240: 489-504.
- FIVELSTAD, S., A. B. OLSEN, S. STEFANSSON, S. HANDELAND, R. WAAGBØ, F. KROGLUND and J. COLT (2004). "Lack of long- term sublethal effects of reduced freshwater pH alone on Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts subsequently transferred to seawater." *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61: 511-518.
- GRAFF, I. E., S. O. STEFANSSON, A. AKSNES and Ø. LIE (2004). "Plasma levels of vitamin D3 metabolites during parr-smolt transformation of Atlantic salmon *Salmo salar* L." *Aquaculture* 240: 617-622.
- GRAVE, K., T. E. HORSBERG, B. T. LUNESTAD AND I. LITLESKARE (2004). "Consumption of drugs against sea lice in Norwegian fish farming: Methods for the assessment of usage patterns and treatment frequency." *Diseases of Aquatic Organisms* 60: 123-131.
- HAMRE, K., R. CHRISTIANSEN, R. WAAGBØ, A. MAAGE, B. E. TORSTENSEN, B. LYGREN, Ø. LIE, E. WATHNE and S. ALBREKTSEN (2004). "Antioxidant vitamins, minerals and polyunsaturated lipids levels in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) - Effects on growth performance and fillet quality." *Aquacult. Nutr.* 10: 113-123.

- HEMRE, G.-I., D. DENG, R. P. WILSON and M. H. G. BERNTSSEN (2004). "Vitamin A metabolism and early biological responses in juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* M. saxatilis) fed graded levels of vitamin A." *Aquaculture* 235: 645-658.
- HEMRE, G.-I., Ø. KARLSEN, K. ECKHOFF, K. TVEIT, A. MANGOR-JENSEN and G. ROSENDAHL (2004). "Effect of season, light regime and diet on muscle composition and selected quality parameters in farmed Atlantic cod, *Gadus Morhua* L." *Aquaculture Research* 35: 683-697.
- HEMRE, G.-I., M. SANDEN, A.-M. BAKKE-MCKELLEP, A. SAGSTAD and Å. KROGDAHL (2004). "Growth, feed utilization and health of Atlantic salmon *Salmo salar* L. were not altered if fed genetically modified compared to non-modified soybean protein." *Aquaculture Nutrition*: accepted.
- HEVRØY, E. M., K. SANDNES and G.-I. HEMRE (2004). "Growth, feed utilisation, appetite and health in Atlantic salmon (*Salmo salar* L) fed a new type of high lipid fish meal, Sea Grain, processed from various pelagic marine fish species." *Aquaculture* 235: 371-392.
- HOLEN, E. and K. HAMRE (2004). "Towards obtaining long term embryonic stem cell like cultures from a marine flatfish, *Scophthalmus maximus*." *Fish Physiology and Biochemistry*. 29: 245-252.
- HOLEN, E. and R. JONSSON (2004). "Dietary nucleotides and intestinal cell lines. 1. Modulation of growth." *Nutrition Research* 24: 197-207.
- ISOSAARI, P., H. KIVIRANTA, A.-K. LUNDEBYE, Ø. LIE, G. RITCHIE and T. VARTIAINEN (2004). "Accumulation and distribution of PCDD, PCDF, and PCB congeners in Atlantic salmon (*Salmo salar*)." *Environ. Toxicol. Chem.* 23(7): 1672-1679.
- JULSHAMN, K., M. K. MALDE, K. BJORVATN and P. KROGEDAL (2004). "Fluoride retention of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed krill meal." *Aquacult. Nutr.* 10: 9-13.
- KIESSLING, A., M. ESPE, K. RUOHONEN and T. MØRKØRE (2004). "Texture, gaping and colour of fresh and frozen Atlantic salmon flesh as affected by preslaughtered iso eugenol or CO₂ anaesthesia." *Aquaculture* 236: 645-657.
- KROGDAHL, Å., G.-I. HEMRE and T. P. MOMMSEN (2004). "Review. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in post larval stages." *Aquaculture Nutrition* 10: 1-20.
- LEVSEN, A., T. ALVIK and S. GROTMOL (2004). "Neurological symptoms in the tricolor sharkminnow *Balantiocheilos melanopterus* associated with *Myxobolus balantiocheili* n.sp. infecting the central nervous system." *Diseases of Aquatic Organisms* 59: 135-140.
- LUND, E., D. ENGESET, E. ALSAKER, G. SKEIE, A. HJARTÅKER, A.-K. LUNDEBYE and E. NIEBOR (2004). "Cancer Risk and Salmon Intake." *Science* 305: 477.
- LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K., M. H. G. BERNTSSEN, Ø. LIE, G. RITCHIE, P. ISOSAARI, H. KIVIRANTA and T. VARTIAINEN (2004). "Dietary uptake of dioxins

(PCDD) and dioxin-like PCBs in Atlantic salmon (*Salmo salar*).¹ *Aquacult. Nutr.* 10: 199-207.

MALDE, M. K., L. ZERIHUN, K. JULSHAMN and K. BJORVATN (2004). "Fluoride, calcium and magnesium intake in children living in a high-fluoride area in Ethiopia. Intake through food." *International Journal of Paediatric Dentistry* 14: 167-174.

MOREN, M., T. NAESS and K. HAMRE (2004). "Conversion of beta-carotene, canthaxanthin and astaxanthin to vitamin A in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) juveniles." *Fish Physiology and Biochemistry* 27: 71-80.

MOREN, M., I. OPSTAD, M. H. G. BERNTSSEN, J.-L. Z. INFANTE and K. HAMRE (2004). "An optimum level of vitamin A supplements for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) juveniles." *Aquaculture* 235: 587-599.

MOREN, M., I. OPSTAD and K. HAMRE (2004). "A comparison of retinol, retinal and retinyl ester concentrations in larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed *Artemia* or zooplankton." *Aquaculture Nutrition* 10: 253-259.

OLSEN, R. E., R. J. HENDERSON, J. SUOTONAMA, G.-I. HEMRE, E. RINGØ, W. MELLE and D. R. TOCHER (2004). "Atlantic salmon, *Salmo salar*, utilizes wax ester-rich oil from *Calanus finmarchicus* effectively." *Aquaculture*: accepted.

ØRNSRUD, R., L. GIL and R. WAAGBO (2004). "Teratogenic interaction between elevated egg incubation temperature and egg vitamin A status in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)" *Journal of Fish Diseases* 27: 213-223.

ØRNSRUD, R., A. WARGELIUS, Ø. SÆLE, K. PITTMAN and R. WAAGBØ (2004). "Influence of egg vitamin A status and egg incubation temperature on subsequent development of the early vertebral column in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry." *Journal of Fish Biology* 64: 399-417.

ØYGARD, J. K., A. MAAGE and E. GJENGEDAL (2004). "Estimation of the mass-balance of selected metals in four sanitary landfills in Western Norway, with emphasis on the metal content of the deposited waste and the leachate." *Water Research* 38: 2851-2858.

RØRÅ , A. M., M. C. MONT and M. ESPE (2004). "Effects of country of origin on consumer preference of smoked salmon collected in a French hypermarket." *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 13(1): 69-85.

ROSENLUND, G., Ø. KARLSEN, K. TVEIT, A. MANGOR-JENSEN and G.-I. HEMRE (2004). "Effect of feed composition and feeding frequency on growth, feed utilisation and nutrient retention in juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua* L." *Aquaculture Nutrition* 10: 371-378.

SÆLE, Ø., J. SOLBAKKEN, K. WATANABE, K. HAMRE, D. POWER and K. PITTMAN (2004). "Staging of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) from firstfeeding through metamorphosis, including cranial ossification independent of eye migration." *Aquaculture* 239: 445-465.

SANDEN, M., M. H. B. BERNTSSEN, Å. KROGDAHL, G.-I. HEMRE and A.-M. BAKKE-MCKELLOP (2004). "An examination of the intestinal tract of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr fed different varieties of soy and maize." *Aquaculture Nutrition*: accepted.

SANDEN, M., I. J. BRUCE, M. A. RAHMAN and G.-I. HEMRE (2004). "The fate of transgenic sequences present in genetically modified plant products in fish feed, investigating survival of GM soybean DNA fragments during feeding trials in Atlantic salmon, *Salmo salar* L." *Aquaculture* 237: 391-405.

SANDEN, M., Å. KROGDAHL, A. M. BAKKE-MCKELLE, R. K. BUDDINGTON and G.-I. HEMRE (2004). "Growth, organ development and function of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr fed genetically modified (GM) soy and maize." *Aquaculture Nutrition*: accepted.

SLOTH, J. J., E. LARSEN and K. S. JULSHAMN (2004). "Selective arsenic speciation analysis of human urine reference materials using gradient elution ion-exchange HPLC-ICP-M." *Journal of Atomic Absorption Spectrometry* 19: 973-978.

STROHMEIER, T., J. AURE, A. DUINKER, T. CASTBERG, S. A. and Ø. STRAND (2004). "Flow reduction, seston depletion, meat content and distribution of diarrhetic shellfish toxins in a longline blue mussel (*Mytilus edulis*) farm." *Journal of Shellfish Research*.: accepted.

TONHEIM, S. K., M. ESPE, A. J. RAAE, M. J. DARIAS and I. RØNNESTAD (2004). "In vivo incorporation of [¹⁴C]-amino acids: an alternative protein labelling procedure for use in examining larval digestive physiology." *Aquaculture* 235: 553-567.

TORSTENSEN, B. E., L. FRØYLAND and Ø. LIE (2004). "Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil - Effects on Atlantic salmon (*Salmo salar*) tissue and lipoprotein composition and lipogenic enzyme activities." *Aquaculture Nutrition* 10: 175-192.

TORSTENSEN, B. E., L. FRØYLAND, R. ØRNSRUD and Ø. LIE (2004). "Tailoring of a cardioprotective fillet fatty acid composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed vegetable oils." *Food Chemistry* 87: 567-580.

TORSTENSEN, B. E. and I. STUBHAUG (2004). "Beta-oxidation of 18:3n-3 in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) Hepatocytes treated with different fatty acids *Lipids*." *Lipids* 39(2): 1-8.

WERGEDAHL, H., B. LIASET, O. A. GUDBRANDSEN, E. LIED, M. ESPE, Z. MUNA, S. MØRK and R. K. BERGE (2004). "Fish protein hydrolysate reduces plasma total cholesterol, uncreases the proportion of HDL cholesterol and lowers Acyl-CoA: Cholesterol acyltransferase activity in liver of Zucker rats." *J. Nutr.* 134: 1320-1327.

WILHELMSSEN, T. H., B. H. HANSEN, V. HOLTEN, P. A. OLSVIK and R. A. ANDERSEN (2004). "Improved separation of metallothionein isoforms by the presence of cyclodextrin in capillary zone electrophoresis." *Journal of Chromatography A* 1051: 237-245.

Internasjonale møter

ARAUJO, P. and L. Frøyland (2004). Poster. Error analysis in trilinolenoylglycerol quantification experiments by using liquid chromatography ion-trap mass spectrometry. 12th Nordic Mass Spectrometry Conference, Nyborg, Denmark.

TONHEIM, S. K., M. ESPE, K. HAMRE and I. RØNNESTAD (2004). Pre-hydrolysis of diet protein improves absorption and protein retention in stomach-less marine fish larva. 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Phuket Island, Thailand.

AMLUND, H. and M. H. G. BERNTSSEN (2004). Accumulation and elimination of dietary arsenobetaine in two marine fish species, the Atlantic salmon, *Salmo salar*, and the Atlantic cod, *Gadus morhua*. 3rd International Conference on Trace Element Speciation in Biomedical, Nutritional and Environmental Sciences, München, Tyskland.

BERNTSSEN, M. H. G. and G.-I. HEMRE (2004). BIOTECHNOLOGY AND QUALITY OF "FISH AS FOOD (invited). European Aquaculture Society - EAS, Barcelona, Spain.

BERNTSSEN, M. H. G., A.-K. LUNDEBYE and B. E. TORSTENSEN (2004). Use of alternative feed resources during a full-life cycle and reducing dioxins; food safety and health (Oral). 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Phuket, Thailand.

BETHUNE, C., J. NIELSEN, L. L. BJØRSVIK and H. HOVE (2004). Poster. Development of Analytical Methods and the Determination of Brominated Flame Retardants in Feed and Seafood. 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Phuket, Thailand.

BJØRKKJÆR, T., L. A. BRUNBORG, G. ARSLAN, R. A. LIND, J. BRUN, M. VALEN, B. KLEMENTSEN, A. BERSTAD and L. FRØYLAND (2004). Reduced joint pain after short-term duodenal administration of seal oil in patients with inflammatory bowel disease: comparison with soy oil. 6th Congress of the International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL), Brighton, UK.

BJØRKKJÆR, T., L. A. BRUNBORG, G. ARSLAN, R. A. LIND, J. G. BRUN, M. VALEN and B. KLEMENTSEN (2004). Comparison of the Effect of Seal Oil and Soy Oil on Joint Pain in Patients with Inflammatory Bowel Disease. 8th Nordic Nutrition Conference, Tønsberg.

BJØRKKJÆR, T., K. GREGERSEN, A. RØYNEBERG, G. ARSLAN, L. A. BRUNBORG, A. BERSTAD and L. FRØYLAND (2004). Structurally different marine oils in health and medicine (Innlegg for avsluttende EU prosjekt). Carotenoids and Dietary Lipids in Health and Disease, EU prosjekt: DLARFID, Krakow.

BRECK, O., E. BJERKÅS, P. CAMPBELL and R. WAAGBØ (2004). Poster(P125). Metabolic aspects of histidine and histidine related compounds in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr and smolt. 11th ISNFF, Phuket, Thailand.

BRUNBORG, L. A., K. JULSHAMN, R. NORTVEDT and L. FRØYLAND (2004). Poster. Nutritional composition of blubber and meat from hooded seal (*Cystophora cristata*) and harp seal (*Phagophilus groenlandicus*) from Greenland. 8th Nordic Nutrition Conference, Tønsberg, Norway.

BÜGEL, S., E. H. LARSEN, J. J. SLOTH, K. FLYTLIE, K. OVERVAD, L. C. STEENBERG and S. MOESGAARD (2004). Selenium from a high Se yeast supplement is well absorbed and retained in humans. Eight International Symposium on Metal Ions in Biology and Medicine, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, John Libbey Eurotext, Paris.

DAHL, L. and K. JULSHAMN (2004). Micronutrient contents of the average Norwegian diet. 8th Nordic Nutrition Conference, Tønsberg, Norway.

DAHL, L., K. JULSHAMN, L. JOHANNSON and H. M. MELTZER (2004). Dietary iodine intake of representative samples of Norwegians. 8th Nordic Nutrition Conference, Tønsberg, Norway.

DENG, D. F., G.-I. HEMRE, T. STOREBAKKEN, S. Y. SHIAU and S. S. O. HUNG (2004). Utilisation of glucose and hydrolyzed potato starch by White Sturgeon. The Eleventh International Symposium On Nutrition And Feeding In Fish, Phuket Island, Thailand.

DUBOIS, P. H., G. JOLY, P. H. PERNET, A. MÅGE, J. ØYGARD and D. GILLAN (2004). Eggquality, fertilization success, and population structure in field-contaminated populations of *Asterias rubens*. Echinoderms-München, München, Taylor & Francis, Balkema, Leiden.

FRØYLAND, L. (2004). Documentation of novel functions of marine byproducts. RUBIN konferansen, Trondheim.

FRØYLAND, L. (2004). Marine phospholipids versus vegetable phospholipids, Nestle Research Center, Lausanne.

FRØYLAND, L. (2004). Sjømat og helse. Foredrag for den kinesiske helseministeren, Tromsø universitetssykehus.

FRØYLAND, L. (2004). Marine oljer i et evolusjonistisk perspektiv (Forelesningsserie). Internasjonalt PhD kurs, Universitetet i Uppsäl.

FRØYLAND, L., S. L. SEIERSTAD, I. SELJEFLOT, O. JOHANSEN, R. HANSEN, H. MELTZER, G. ROSEN LUND and H. ARNESEN (2004). The impact of eating salmon fillets with different amounts of n-3 PUFA's on serum fatty acids and lipid levels in patients with coronary heart disease. 8th ISSFAL Conference, Brighton, UK.

GARATUN-TJELDSTØ, O., H. OTTERÅ, K. JULSHAMN and A. AUSTRENG (2004). Feed ingestion estimated in juvenile cod by inert lanthanid markers-preference and availability of feed-particle sizes. ICES Symposium, Gadoid Mariculture: Development and Future Challenges, Bergen, Norway.

GRAFF, I. E. (2004). Poster. Nutritional education in the Nordic Countries. 8th Nordic Nutrition Conference, Tønsberg, Norway.

HAMRE, K. (2004). Nutrition in cod (*Gadus morhua*) larvae and juveniles (invited keynote). ICES Symposium "Gadoid Mariculture: Development and Future Challenges", Solstrand, Os, Norway.

HAMRE, K., M. MOREN, J. SOLBAKKEN, K. ITTMAN, M. BERNTSSEN and I. OPSTAD (2004). Effects of fatty acids, vitamin A and iodine on metamorphosis in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Phuket Island, Thailand.

HAMRE, K., M. MOREN, J. SOLBAKKEN, I. OPSTAD and K. PITTMAN (2004). Impacts of nutrition on pigmentation and eye migration in Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* larvae (invited). Aquaculture 2004, Honolulu, Hawaii.

HAMRE, K., S. K. TONHEIM, E. HOLEN, A. KVÅLE, A. NORDGREEN and M. MOREN (2004). Nutrition in larvae and juveniles of the Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.). Halibut farming from A to Z, Bodø,.

HANSEN, A.-C., G. ROSENLUND, Ø. KARLSEN, K. TVEIT and G.-I. HEMRE (2004). Poster. Replacement of fish meal by two vegetable protein resources (soybeans and corn-gluten) and their effect on growth, feed utilisation and fish health in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua*). The eleventh International symposium on nutrition and feeding in fish, Phuket, Thailand.

HANSEN, A.-C., G. ROSENLUND, Ø. KARLSEN, K. TVEIT and G.-I. HEMRE (2004). Poster. Replacement of fish meal by two vegetable protein resources (soybeans and corn-gluten) and their effect on growth, feed utilisation and fish health in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua*). ICES symposium, Gadoid Mariculture: Development and future challenges, Bergen, Norway.

HEMRE, G.-I. (2004). Traceability and physiological effects of using genetically modified feed ingredients in feed for Atlantic salmon (invited). M network meeting wp2, Gothenburg, Sweden.

HEMRE, G.-I. (2004). Aquaculture in Norway, production of safe and healthy seafood, with special focus on the use of genetically modified feed ingredients (invited). The Fifth Symposium of World's Chinese Scientists On Nutrition and Feeding of Finfish and Shellfish, Zhuhai, Guangdong, China.

HEMRE, G.-I., M. SANDEN, A. M. B. MCKELLEP, C. NIELSEN, A. HOLST-JENSEN, K. BERDAL, R. BUDDINGTON and Å. KROGDAHL (2004). Traceability and physiological effects of using genetically modified feed ingredients in feed for Atlantic salmon (invited). World Aquaculture, Hawaii, USA.

HEVRØY, E. M., A.-E. JORDAL, I. HORDVIK, G.-I. HEMRE and P. OLSVIK (2004). Poster. Expression of myosin heavy chain gene (MyHC) in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed graded amounts of solubilised protein. The Eleventh International Symposium On Nutrition And Feeding In Fish, Phuket Island, Thailand.

HEVRØY, E. M., A. L. JORDAL, I. HORDVIK, G. I. HEMRE and P. A. OLSVIK (2004). Expression of the myosin heavy chain gene (MyHC) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed

with graded amounts of solubilised protein. 1st International qPCR Symposium & Application Workshop, Freising, Germany.

JORDAL, A.-E. O., I. HORDVIK and B. E. TORSTENSEN (2004). Gene expression of fatty acid binding proteins and Δ^5 fatty acid desaturase when feeding atlantic salmon (*salmo salar* l.) marine oil or different vegetable oils (Oral). 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Phuket, Thailand.

JULSHAMN, K. and L. DAHL (2004). Micronutrient contents of the average Norwegian diets. 8th Nordic Nutrition Conference, Tønsberg, Norway.

JULSHAMN, K., P. LEA and H. S. NORLI (2004). Determination of sodium in foodstuffs by flame AAS after microwave digestion: A collaborative study. AOAC International Meeting, Adam's Mark St. Louis, St. Louis, Missouri, USA.

KARLSEN, Ø., G.-I. HEMRE, A. MANGOR-JENSEN, K. TVEIT and G. ROSEN LUND (2004). Effect of varying levels of macro nutrients and continuous light on growth, energy deposits and maturation in farmed cod (*Gadus Morhua* L.). The Eleventh International Symposium On Nutrition And Feeding In Fish, Phuket Island, Thailand.

KVÅLE, A., A. MANGOR-JENSEN and K. HAMRE. (2004). Hydrolysed protein seem to be advantageous for cod (*Gadus morhua* L.) larvae. ICES-Symposium "Gadoid Mariculture: Development and Future Challenges, Solstrand Fjordhotel.

LIASET, B., H. WERGEDAHL, O. A. GUDBRANDSEN, E. LIED, R. K. BERGE and M. ESPE (2004). Enzymatic production of a fish protein hydrolysate from Atlantic salmon and beneficial effects in an obese animal model. Seafood and health, Val'Ocean Seafood and Health, Lorient, France.

LIASET, B., H. WERGEDAHL, O. A. GUDBRANDSEN, E. LIED, R. K. BERGE and M. ESPE (2004). Dietary protein and fatty liver. Møte ved Nestle hovudkontor i regi av Rubin og Nestle, Lausanne, Sveits.

LIE, Ø. (2004). Biotechnology and quality of "fish as food"-food safety. European Aquaculture Society.

LIE, Ø. (2004). Nutritional strongpoints for seafood - Results from recent research. Groundfish Forum, Munchen.

LIE, Ø. (2004). Safety of seafood. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Island.

LIE, Ø. (2004). Seafood Safety in Norway - Research and surveillance. Forum on Fish Trade and Safety, Qingdao, China.

LIE, Ø. (2004). Nutrition and seafood safety. 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Thailand.

LIE, Ø. (2004). Fish farming's feed resources - clean or cleaned? Vattenbruk 2004, Stockholm.

LIE, Ø. (2004). Presentasjon. AquaMax, DG research.

LOCK, E. J. R., M. H. A. G. GORISSEN, R. ØRNSRUD, S. E. WENDELAAR BONGA and G. FLIK (2004). Poster. The effect of 1 α ,25-dihydroxyvitamin D₃ and 24r,25-dihydroxyvitamin D₃ on the activity of osteoblasts on tilapia (*Oreochromis mossambicus*) scales in primary culture. 5th International Symposium on Fish Endocrinology (SISFE), Castellon, Spain.

LUNDEBYE, A.-K., H. AMLUND and M. H. G. BERNTSSEN (2004). Poster. Arsenic in fish: the effect of diet and salinity, and the consequence for food safety. Fourth SETAC World Congress and 25th Annual Meeting in North America, Portland, Oregon.

LUNDEBYE, A.-K., M. H. G. BERNTSSEN and M. a. H. SANDEN, G.-I. (2004). Potential environmental risks of aquaculture: metals, s and GM ingredients in fish feed. SETAC Europe 14th Annual Meeting, Prague, Czech Republic.

LUNDEBYE, A.-K. and Ø. LIE (2004). Nutrition and Seafood Safety. Invited speaker. The Eleventh International Symposium On Nutrition And Feeding In Fish, Phuket Island, Thailand.

LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K. (2004). An overview of undesirable substances in fish feed. Invited speaker. World Aquaculture Society, Hawaii.

LUNESTAD, B. T., M. OLSEN and T. BARNUNG (2004). Clostridium botulinum in Norwegian Atlantic herring and sprat. 2. Central European Congress of Food, Budapest, Ungarn.

MOREN, M., M. K. MALDE, Ø. KARLSEN, R. E. OLSEN, L. DAHL, G.-I. HEMRE and K. JULSHAMN (2004). Poster. Effect of krill meal, high in fluorine, on cod quality and health, - necessary assessments of an alternative protein source. ICES Symposium, Gadoid Mariculture: Development and Future Challenges, Solstrand, Norway.

MOREN, M., I. OPSTAD, K. PITTMAN and K. HAMRE (2004). Is iodine supplementation necessary in larval nutrition of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.)? Aquaculture Europe 04, Baelona, Spain.

OLSVIK, P. A. (2004). SOD, CAT and GSH-Px mRNA expression in liver of Atlantic salmon *Salmo salar* exposed to hyperoxic conditions during smoltification. 1st International qPCR Symposium & Application Workshop, Freising, Germany.

OLSVIK, P. A., M. BERNTSSEN, T. KRISTENSEN, G. BÆVERFJORD, B. O. ROSSELAND and R. WAAGBØ (2004). Stress gene expression in Atlantic salmon *Salmo salar* measured by real-time PCR. The XI International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Phuket, Thailand.

OLSVIK, P. A., S. MEIER, R. A. ANDERSEN, A. ARUKWE, M. CELANDER, A. GOKSØYR, K. HYLLAND, R. WAAGBØ and G. I. HEMRE (2004). Developing new tools for genomic research in the Atlantic cod. Environmental Toxicology Symposium, Oslo, Norway.

ROSNES, J. T., G. H. KLEIBERG, B. T. LUNESTAD and G. LORENTZEN (2004). Minimal Processing of New Farmed Fish Species. West European Fish Technologies Association. 34th WEFTA Annual Meeting, Lübeck, Germany.

ROSNES, J. T., G. H. KLEIBERG, M. SIVERTSVIK, S. ØINES, P. H. PRANTE, B. T. LUNESTAD and G. LORENTZEN (2004). Microbial growth in modified atmosphere packaged blue mussels *Mytilus edulis*. 5th International Conference on Shellfish Safety, National University of Ireland, Galway, Ireland.

SANDEN, M., Å. KROGDAHL, G.-I. HEMRE, M. H. G. BERNTSEN and A. M. BAKKE-MCKELLEP (2004). Cellular responses in the intestinal tract of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., Fry fed varieties of Soy. The Eleventh International Symposium On Nutrition And Feeding In Fish, Phuket Island, Thailand.

SLOTH, J. J., E. LARSEN, A.-K. L. HALDORSEN and K. JULSHAMN (2004). Arsenic speciation analysis - emphasis on inorganic arsenic in seafood. 3rd International Conference on trace Element Speciation in Biomedical, Nutritional and Environmental Sciences, Munchen.

STUBHAUG, I., Ø. LIE and B. E. TORSTENSEN (2004). beta-oxidation capacity in tissues of [1-14C] palmitoyl-CoA during parr-smolt transformation of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed either 100% capelin oil or 100% vegetable oil blend (Oral). 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Phuket, Thailand.

TONHEIM, S. K., M. ESPE, K. HAMRE and I. RØNNESTAD (2004). Pre-hydrolysis of dietary protein improves absorption and protein retention in stomach-less marine fish larvae. ICES Symposium, Gadoid Mariculture: Development and Future Challenges, Solstrand.

TORSTENSEN, B. E., J. G. BELL, A.-E. O. JORDAL, X. ZHENG, I. STUBHAUG, S. DOUGLAS and D. R. TOCHER (2004). ATLANTIC SALMON LIPID METABOLISM AND GENE EXPRESSION IS AFFECTED BY REPLACING DIETARY CAPELIN OIL WITH RAPESEED OIL OR LINSEED OIL (Oral). 6th Congress of ISSFAL, Brighton, UK.

TORSTENSEN, B. E., I. HORDVIK, S. DOUGLAS, S. P. LALL and A.-E. JORDAL (2004). Poster. Expression studies of lipid metabolism genes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) – effects of replacing dietary fish oil with rapeseed oil. 1st International qPCR Symposium, Munchen.

TORSTENSEN, B. E., I. HORDVIK and A.-E. JORDAL (2004). Poster. Gene expression of Fatty Acid Binding Proteins (FABP's) and γ Fatty Acid Desaturase when feeding Atlantic salmon marine oil or vegetable oils. M network meeting (Q5RT-2002-000628), Gothenbourg, Sweden.

VAN DER MEEREN, T., R. OLSEN, H. J. FYHN and K. HAMRE (2004). Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in juvenile production of marine fish. ICES Symposium "Gadoid Mariculture: Development and Future Challenges", Solstrand, Os, Norway.

WAAGBØ, R., O. BRECK and B. E. TORSTENSEN (2004). Dietary lipid regimes can affect cataract development in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) growers (Oral). 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Phuket, Thailand.

WILSON, R. P. and G.-I. HEMRE (2004). How to prepare and improve your international publication rate. The Fifth Symposium of World's Chinese Scientists On Nutrition and Feeding of Finfish and Shellfish (invited), Zhuhai, Guangdong, China.

YAZDANKHAH, S., A. HØIBY, A. A. SCHEIE, B. T. LUNESTAD, E. HEIR, K. NATERSTAD and H. KRUSE (2004). Use of triclosan and its association with development of anti-microbial resistance in bacteria. Årskonferanse Folkehelseinstituttet, Oslo.

Nasjonale møter

AMLUND, H., J. J. SLOTH and M. H. G. BERNTSSEN (2004). Arsen i det marine miljø. Miljøkjemisk Vintermøte, Geilo.

BÆVERFJORD, G., Å. ESPMARK WIBE, B. O. ROSSELAND, T. KRISTENSEN, B. SALBU, O. BRECK, P. A. OLSVIK and S. STEFANSSON (2004). O₂-overmetning. Fysiologi, helse og prestasjoner i sjøperioden. Havbruk 2004, NFR Programkonferanse, Clarion Airport Hotell, Gardermoen.

BJØRKKJÆR, T., G. ARSLAN, L. A. BRUNBORG, R. A. LIND, M. VALEN, J. G. BRUN, B. KLEMENTSEN, A. BERSTAD and L. FRØYLAND (2004). Effekten av selolje vs soyaolje på leddsmerter ved inflammatorisk tarmsykdom. Møte med presentasjon av ernæringsforskning, Det Medisinske Fakultet, UIB.

BJØRKKJÆR, T. and L. FRØYLAND (2004). Seloljeforskning ved NIFES (invitert). Foredrag for Weifa AS, Oslo.

FRØYLAND, L. (2004). Produksjon av sunn sjømat. Førseminar i regi av FHL havbruk, Gardermoen.

FRØYLAND, L. (2004). Foredrag Ernæring. Gastro møte, Solvorn.

FRØYLAND, L. (2004). Foredrag om norsk sjømat med spesiell fokus på torsk. Eksportutvalget for fisk, London.

FRØYLAND, L. (2004). Helseeffekter av selolje. Foredrag for Naturkost RUI AS, Bergen.

GRAFF, I. E. (2004). Fiskens forhold til vitamin D -Er det forskjellig fra vårt?, Hormonlaboratoriet, Haukeland Sykehus, Bergen.

HAMRE, K. (2004). Ernæring torsk stamfisk og tidlige stadier. Veterinærforeningens høstkurs: Torskeoppdrett, helse og kvalitet, Tromsø.

HAMRE, K., G. ROSENLUND, A.-C. HANSEN, Ø. KARLSEN, A. MANGOR-JENSEN and G.-I. HEMRE (2004). Hurtig vekst, god fôrutnyttelse, helse og leverstørrelse - hva betyr fôret? Veterinærforeningens høstkurs: Torskeoppdrett, helse og kvalitet, Tromsø.

HANSEN, A.-C., K. TVEIT, Ø. KARLSEN, G. ROSEN LUND and G.-I. HEMRE (2004). Effekter av å erstatte fiskemel med vegetabilsk protein i dietter for Atlantisk torsk (*Gadus morhua*). NFR Programkonferanse Havbruk 2004, Gardemoen, Norway.

HEMRE, G.-I. (2004). Genmodifisering: matmarkedet / akvakultur i Norge - status og hva gjøres (invitert). Fylkesmannen i Hordaland, Bergen, Norge.

HEMRE, G.-I. (2004). M nettverket (invitert). M nettverket, Oslo, Norge.

HEMRE, G.-I., M. MOREN, K. JUHL SHAMN and R. E. OLSEN (2004). Kan krill være en trygg råvare i fiskefôr? (invitert). FISK2004, Tromsø, Norge.

HEVRØY, E. M. (2004). Myosin heavy chain mRNA expression in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed different levels of solubilised protein. (Oral presentation). Ewos Innovation AS, NIFES.

HEVRØY, E. M. (2004). Alternative marine fish feed ingredients- growth, optimal utilisation and health in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) (Oral presentation). Ewos Innovation AS, Research group, Dirdal.

JULSHAMN, K. (2004). Tungmetaller og organiske miljøgifter, generelt og I forhold til skjell-resultater fra 2003. Skjellseminar, Mattilsynet, Bergen.

JULSHAMN, K. (2004). Status for skjellovervåkingen, Mattilsynet.

JULSHAMN, K. (2004). Norges aktivitet knyttet til dokumentasjon og overvåking av norsk produsert sjømat. Seminar for 18 spanske journalister, NIFES.

JULSHAMN, K. (2004). Overvåking av fremmedstoffer i sjømat. Pressefrokost, FF, G.O. Sars i tilknytning til Norfishing.

JULSHAMN, K. (2004). Matvaretrygghet - Hvordan står det til med laksen? First Securities' oppdrettsseminar, Oslo.

JULSHAMN, K. (2004). Mattrygghet - hvordan er situasjonen for norsk fisk? Norsk kjemisk selskap, avd. Tromsø.

JULSHAMN, K. (2004). Trygg sjømat og pelagisk fisk (foredrag). Pelagisk styringsgruppe, Bergen.

JULSHAMN, K., A. DUINKER and S. AIRAS (2004). Konsentrasjonen av metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) i Byfjorden i Bergen. Miljøkjemisk vintermøte, Geilo.

LEVSEN, A. (2004). Parasitter hos pelagisk fisk (invitert). Pelagisk samling/Pelagiske dager ved Norsk sjømatsenter, Bergen.

LEVSEN, A. (2004). Quality reducing parasites in pelagic fish, Nasjonalt senter for fisk og sjømat, Bergen.

- LEVSEN, A. (2004). Informasjon om NIFES' forskningsaktiviteter, Pelagisk forum, Bergen.
- LIE, Ø. (2004). Safe and healthy seafood - challenges and opportunities. Rundebordskonferanse, Stavanger.
- LIE, Ø. (2004). Oppsummering av resultat og nye forskningsbehov. Møte med FHF, Bergen.
- LIE, Ø. (2004). Hordalands marine kunnskapsmiljøer. Møte med Innovasjon Norge, Bergen.
- LIE, Ø. (2004). Troverdighet, vårt viktigste salgsargument. "Sjømat for alle", Bergen.
- LIE, Ø. (2004). Marin næring - oppdrett. Vestlandsrådet, Bergen.
- LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K. (2004). Regulering og risiko knyttet til fremmedstoffer i fiskefôr. Invitert foredragsholder. Miljøkjemisk Vintermøte, Geilo, Norway.
- LUNESTAD, B. T. (2004). Legemiddelbruk og kontroll. Kurs for Mattilsynet, Bergen.
- LUNESTAD, B. T. (2004). Mikrobiologi med spesiell vekt på Salmonella-bakterier i fiskefôr. kurs for Mattilsynet, Tromsø.
- LUNESTAD, B. T., JAN ARNE HOLM, J. ØVREBØ and J. LIBY (2004). Poster. Ozone as a processing aid in the seafood industry. Vintermøtet i Norsk forening for mikrobiologi, Voss.
- LUNESTAD, B. T., M. OLSEN and T. BARNUNG (2004). Clostridium botulinum in salted herring and sprat - implications for seafood safety. Vintermøtet i Norsk forening for mikrobiologi, Voss.
- MÅGE, A. (2004). Presentasjon av forskningsprosjektet "Dokumentasjon av Marine Ingredienser fra Biprodukter - DOCMAR". Møteplass Marin, Bergen.
- MÅGE, A. (2004). Presentasjon av forskningsprosjektet "Dokumentasjon av Marine Ingredienser fra Biprodukter - DOCMAR". MARING-Fagdag, Oslo/Gardermoen.
- MOREN, M. (2004). Fisk er sunt, men hva er sunt for fisken? Forskningsdagene, Bergen, Norge.
- OLSVIK, P. A. (2004). NIFES' rolle i forbindelse med opprettelse av et nasjonalt fiskegenomkonsortium. FUGE-møte., Gardermoen.
- OLSVIK, P. A. (2004). Stress gene expression in fish as biomarkers, Molekylærbiologisk institutt, Universitetet i Bergen, Bergen.
- ØRNSRUD, R., S. GROTMOL, H. KRYVI, K. NORDVIK, G. K. TOTLAND, E.-J. LOCK, G. FLIK and R. WAAGBØ (2004). Roles of fat soluble vitamins in bone development and mineral metabolism. Programkonferanse Havbruk i regi av Norges Forskningsråd, Gardermoen.

ROSNES, J. T., G. H. KLEIBERG, B. T. LUNESTAD and G. LORENTZEN (2004). Poster. Farmed spotted wolf-fish (*Anarhichas minor*) as a raw material for minimal processed foods-microbial and sensory quality. Vintermøtet i Norsk forening for mikrobiologi, Voss.

RUYTER, B., A. VEGUSDAL, T. TRAN, B. TORSTENSEN and T. GJØEN (2004). Lipid metabolisme i Atlantisk laks. Effekt av diettlipider på genregulering og membran funksjon (Oral). Havbruk programkonferanse, Norges Forskningsråd, Oslo.

SLOTH, J. J. (2004). Analysis of trace elements and trace element compounds using ICPMS (invited speaker). Matriks ICPMS seminar, Oslo, Norway.

SLOTH, J. J., H. AMLUND, M. H. G. BERNTSSEN, B. SOLLI and K. JULSHAMN (2004). Specieringsanalyse i sjømat ved bruk av HPLC og GC koblet til ICPMS. Miljøkjemisk vintermøte, Geilo.

TONHEIM, S. K., M. ESPE and I. RØNNESTAD (2004). Poster. Pre-hydrolysis improved the utilisation efficiency of a modell protein tube fed to Atlantic halibut larvae. Programkonferanse NFR, Gardermoen.

TORSTENSEN, B. E. (2004). Alternative vegetabiliske oljer, effekt på fiskens ytelse, helse og sluttprodukt.(Invited oral). Fôrkonferansen,, Gardermoen.

WAAGBØ, R. (2004). Fôrrapporten, en status over fôrressurssituasjonen i Norge utredet på oppdrag av Forskningsrådet. Fôrseminar i regi av FHL havbruk, organisert av NIFES, Clarion Hotell Oslo Airport.

Populærvitenskapelige artikler

AMLUND, H., M. H. G. BERNTSSEN, A.-K. L. HALDORSEN and K. JULSHAMN (2004). Arsen i fiskefôr - er det et problem? Norsk Fiskeoppdrett (antatt). 9: 62-64.

BELL, G., B. TORSTENSEN and J. SARGENT (2004). "Nutritious and Safe Aquaculture Produce: Potential Benefits of Vegetable Oils Replacing Fish Oils in Aquaculture Feeds-Part 1." Skretting Outlook 9.

BØE, R., C. BETHUNE and A.-K. LUNDEBYE HALDORSEN (2004). "Dioksiner, PCBer, polybromerte flammehemmere og mattrygghet." Norsk Fiskeoppdrett Desember: 30-34.

DUINKER, A. and K. JULSHAMN (2004). Tungmetallsituasjonen i norske skjell. Norsk Fiskeoppdrett. 1: 46-49.

ESPE, M. and A. M. B. RØRÅ (2004). Quality of cold smoked salmon offered to the general French consumer (invitert), FEEDINFO.

FRØYLAND, L. (2004). Sjømat for alle - innlegg om positive helseeffekter ved inntak av sjømat. Sjømat for alle konferansen, Bergen.

HAMRE, K. (2004). "Nutrition impacts pigmentation and eye migration in Atlantic halibut." *Global Aquaculture Advocate* 7(3): 45-46.

HAMRE, K., M. MOREN, J. SOLBAKKEN, I. OPSTAD and K. PITTMANN (2004). "Sammenheng mellom ernæring og feilutvikling hos kveitelarver." *Norsk Fiskeoppdrett* 7: 63-65.

JULSHAMN, K., M. H. G. BERNTSSEN, A.-K. LUNDEBYE HALDORSEN, A. MÅGE and M. LORENTZEN (2004). "Overvåkning av fremmedstoffer i norskprodusert laksefilet og laksefôr i perioden 1995-2003." *Norsk Fiskeoppdrett* 10b: 15-19.

LUNESTAD, B. T., K. GRAVE, R. A. MEDHUS and I. LITLESKARE (2004). "Fortsatt lavt forbruk av legemidler i norsk akvakultur." *Norsk fiskeoppdrett*.

MÅGE, A., K. JULSHAMN and A.-K. LUNDEBYE HALDORSEN (2004). "Kvikksølv og metylkvikksølv i fiskemuskel." *Norsk Fiskeoppdrett* 10b: 15-19.

OPSTAD, I. and K. HAMRE (2004). "Tidlig tilvenning av kveite og torsk til formulert fôr - forskningsmessig fremgang og utfordringer." *Havbruksrapporten* 2(1).

ØYGARD, J., E. GJENGEDAL and A. MÅGE (2004). "Avfall - frå miljøproblem til ein viktig ressurs ?" *Kjemi* 04: 14-16.

SANDEN, M. and G.-I. HEMRE (2004). "Fiskefôr med genetisk modifiserte planteråvarer, har vi nok kunnskap om dette?" *Norsk Fiskeoppdrett*: 50-51.

WAAGBØ, R., P. A. OLSVIK, O. BRECK, R. ØRNSRUD, M. BERNTSSEN and A.-K. L. HALDORSEN (2004). "Forskning innen fiskeernæring og helse ved NIFES i Bergen." *Fiskehelse* 6(1).

Rapporter

Prosjekt fremdrifts- og sluttrapporter er ikke listet opp her.

ESPE, M., A. PETRI and A. EL-MOWAFI (2004). Requirement of Lysine in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.).(konfidensiell), EWOS INNOVATION AS: 16.

ESPE, M., A. PETRI and A. EL-MOWAFI (2004). Requirement of Threonine in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) growing from 1 to 2 kilo body weight(konfidensiell), EWOS INNOVATION AS: 18.

JULSHAMN, K. (2004). "Næringsstoffinnhold i pillede reke (engelsk versjon)." FHL Industri og Eksport,Tromsø (15 sider).

JULSHAMN, K. (2004). "Foodstuffs- Determination of trace elements- Determination of sodium, magnesium and calcium by flame atomic absorption spectrometry (AAS) after microwave digestion." CEN/TC275/WG Oktober.

Bokkapitler

GRAFF, I. E. (2004). Vitaminer i sjømat. Sjømat fra fjæra (Kapittel). S. Mortensen, Duinker, A, Hald F.

MORTENSEN, S., A. DUINKER and F. HALD (2004). Sjømat fra fjæra [Seafood from the shore], Kom forlag, Ålesund, Norway.

STOSS, J., K. HAMRE and H. OTTERÅ (2004). Weaning and nursery. Culture of cold-water marine fish. E. Moksness, Kjørsvik, E. & Olsen, Y. Oxford, UK, Blackwell Science Ltd.