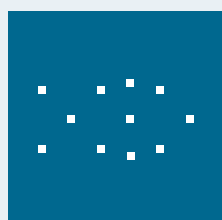


NIFES

Årsmelding 2005



N I F E S

NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

Styrets beretning

NIFES har i 2005 nådd flere viktige milepæler som har vært med på å øke kunnskapen og bevisstheten om ernæring og sjømat nasjonalt og internasjonalt. Som de første i verden publiserte forskere ved NIFES i 2005, en metode for etablering av stamcellekulturer fra marin fisk, med markører som identifiserte cellene. En modell for å kunne beregne konsentrasjonen av dioksin og dioksinliknende PCB i laksefilet ut fra konsentrasjonen i fôret, ble også utviklet ved instituttet i fjor. I tillegg var NIFES sammen med flere institusjoner først ute med å undersøke effekten av skreddersydd laks hos hjertepasienter, og dokumenterte bedret helsestilstand hos alle pasientene. På bakgrunn av NIFES' unike kompetanse innenfor ernæring i et helkjedeperspektiv, skal instituttet koordinere prosjektet Aquamax som i fjor ble omsøkt og innvilget i EUs sjette rammeprogram i konkurranse med flere andre internasjonale forskningsmiljøer. Lokalt i Bergen var NIFES med på å sette ernæring på dagsorden da programstyret i ernæring arrangerte "Fagdag i ernæring" for første gang i fjor. Disse resultatene viser at NIFES har en kompetent og dynamisk stab som er aktive på mange viktige felt både nasjonalt og internasjonalt.

I året som gikk, etablerte NIFES et nytt samarbeid med HI som sikrer instituttet et bedre statistisk grunnlag for informasjonen i databasen "Sjømatdata". Området trygg sjømat er et område der NIFES må styrkes, og samarbeidet med HI er et godt utgangspunkt for utvidet overvåking, registrering, analysing og kommunikasjon, samt en løpende oppdatering av databasen. Denne informasjonen vil bidra til å sikre tillit til norsk sjømat, og samtidig synliggjøre de faktiske risiki som finnes.

Styret har i 2005 fulgt utviklingen av "Den Blågrønne Matallianse" med interesse, og er tilfreds med departementenes grunnleggende forståelse av forskjellen mellom forvaltningsrettet og næringsrettet forskning. Samtidig må en unngå for skarpe grensedragninger, som kan medføre at instituttene bruker mer energi på å etablere samarbeid enn å utvikle kunnskap. NIFES må sikre at kompetanse og utrustning som er nødvendig i instituttets forskningsarbeid, blir værende ved instituttet.

Styret har hatt 5 styremøter i 2005, og som et ledd i å forstå NIFES' internasjonale samarbeid la styret ett av møtene til INRA's Pôle d'Hydrobiologie i Saint-Pee, Biarritz i Frankrike. Vi fikk her treffe ledelse og forskere, og ble orientert om aktiviteten ved instituttet og dets samarbeid med NIFES.

En betydelig andel av NIFES' ansatte bruker mye tid og energi på deltakelse i norske og internasjonale faglige råd og utvalg, og på bidrag når fiskerimyndighetene presenterer sjømatnæringen. Styret er orientert om at dette er en nødvendig, men vanskelig balansegang for instituttets nøkkelpersonell, og at slik aktivitet kan resultere i at forskningen mister ressurser og nødvendig fokus. Styret mener likevel at slik deltakelse er nødvendig for sjømatnæringen og for NIFES' internasjonale anseelse, og at det derfor bør videreføres.

For å bidra til videre utvikling og styrking av NIFES tok styret tidlig i 2005 initiativ til en dialog mellom Fiskeri- og kystdepartementet og NIFES for å lage en plan for denne utviklingen fram til 2020. Slik styret ser det, er en økning i ressurser både med tanke på personell og instrumentering nødvendig for at instituttet skal være i stand til å håndtere økningen i de oppgavene det er pålagt både for den nasjonale og internasjonale sjømatnæringen. Utvikling av NIFES frem mot 2020 har blant annet vært drøftet på et felles møte mellom styret og departementet i 2005, og styret vil følge opp initiativet også i 2006.

Stortingsmelding nr.20 (2005) viser både vilje til og visjon for forskning. NIFES er ett av Norges ledende forskningsinstitutt innenfor marin sektor, og det passer derfor godt inn i instituttets visjon og ansvarsområde at havet og maten settes opp som sentrale forskningssatsinger i denne Stortingsmeldingen. Det er viktig at den grunnleggende og uavhengige sjømatforskningen får livsvilkår, både for å generere ny kunnskap som kan danne grunnlaget for næringer vi i dag bare ser konturene av og for å dekke forvaltningens behov for forskning. I denne sammenheng mener styret at forvaltningen bør styrke dialogen med Norges Forskningsråd, og synliggjøre de store behov for satsinger som må til for å sikre at vår sjømat opprettholder tillit i markedene.

Styret takker for konstruktiv dialog med instituttets ledelse og Fiskeri- og kystdepartementet og takker alle ansatte for solid innsats i 2005.

Styret for NIFES

Ragnar Berger
(leder)

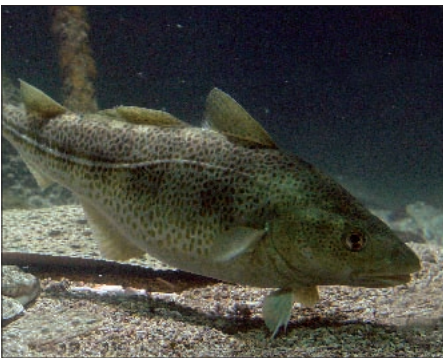
Henrik Stenwig

Johannes Nakken

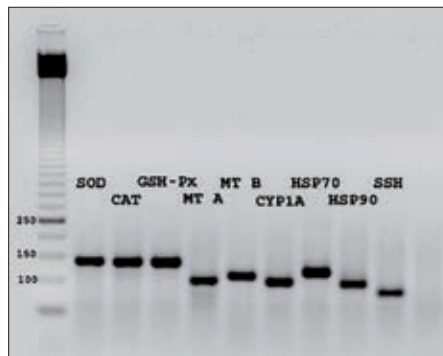
Kirsti Koch Christensen Ingvild Eide Graff

Innhold

Innhold.....	3
Instituttets organisasjonsstruktur	4
Medlemmer og varamedlemmer i styret.....	4
Regnskap.....	4
Forskningshøydepunkt: Akvakulturnæring.....	5
Forskningshøydepunkt: Trygg sjømat.....	7
Forskningshøydepunkt: Sunn sjømat.....	9
Forskningshøydepunkt: Dokumentasjon og overvåkning.....	11
Instituttets personale.....	13
Forskningsprosjekter.....	14
Undervisning, råd og utvalg.....	17
Publisering og formidling.....	18



Side **5**



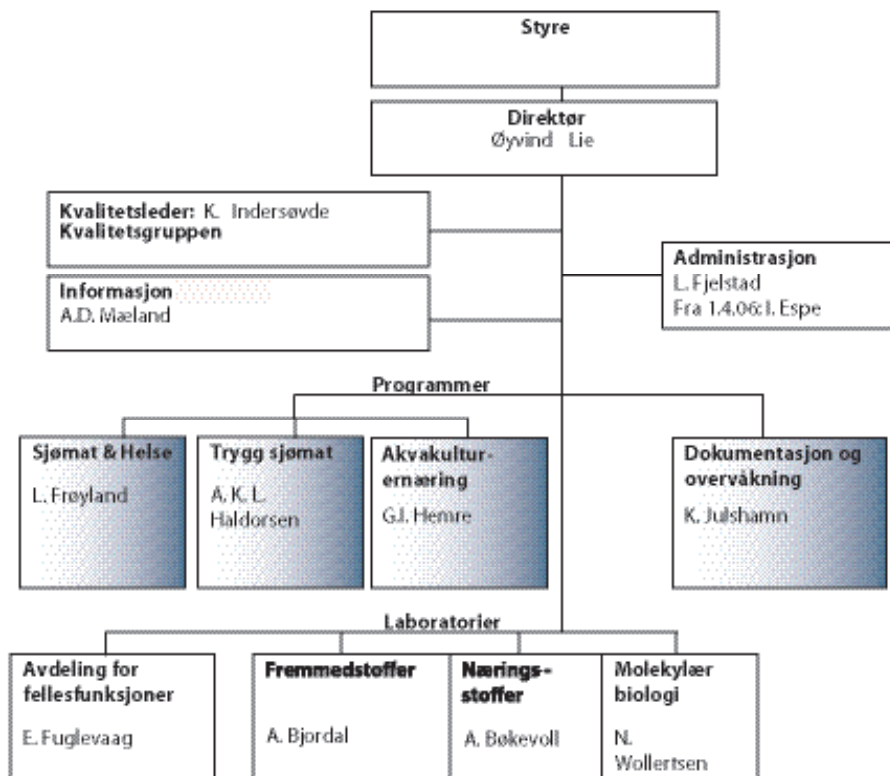
Side **8**



Side **12**

Instituttets organisa

Figuren viser organisasjonsstrukturen i NIFES slik den ser ut i dag etter navneendringer 1. mars 2006. Flere drift- og serviceaktiviteter er blitt flyttet til den nyopprettede Avdeling for fellesfunksjoner. Laboratoriet for sporstoff har skiftet navn til Laboratoriet for fremmedstoffer. Laboratoriet for fett og vitamin analyser har skiftet navn til Laboratoriet for næringsstoffer. Det tidligere Laboratoriet for biokjemi er blitt delt mellom Laboratoriet for fremmedstoffer og Laboratoriet for næringsstoffer.



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

Regnskap

Fiskeri- og kystdepartementets budsjett kap 1023:

Statsbevilgning 38 770 000

Eksterne forskningsmidler:

Eksterne forskningsmidler inkl. UiB 47 874 000

Totalt: 86 644 000



Forskningshøydepunkt

1

Riktig fôr gir sunn fisk

Knappt med marine ressurser gjør at oppdrettsnæringen i fremtiden vil være avhengig av fôrråvarer fra alternative kilder. Endringer i fôret kan påvirke både fiskens helse og produktetets kvalitet. Instituttet forsker på ernæring av oppdrettsarter for å sikre forutsigbar og levedyktig yngelproduksjon, hindre deformiteter og utarming av stamfisk, fremme god fiskehelse gjennom riktig ernæring og økt kvalitet av både fisk og skjell. Fôrets sammensetning har betydning for ernæringsmessig kvalitet av sluttproduktet, og akvakultur representerer en unik mulighet til å skreddersy produkter med tanke på optimal ernærings sammensetning.

En sterk foreldregenerasjon

Torsken gyter opp til 20 ganger gjennom en sesong, men rognkvaliteten varierer. Dette avhenger blant annet av stamfiskfôrets næringsinnhold. Det har vært eksempler på anlegg som har mistet stamfisken sin fordi den har manglet viktige næringsstoffer. I et 2-årig prosjekt undersøker NIFES hvordan nærings sammensetning i stamfisken endrer seg over tid gjennom gytesesongene.

Samarbeidspartnere: Nutreco ARC, Havforskningsinstituttet, Havlandet Marin Yngel AS, Cod Culture Norway AS, SagaFjord Sea Farm AS

Når fôret har lavt innhold av viktige næringsstoffer kan dette gi dårlig fiskehelse og død. Sammen med flere partnere undersøker NIFES næringsstoff sammensetningen i stamfisk sammenliknet med villfisk. Vi har identifisert flere viktige mikronæringsstoffer som er lavere i oppdrettet stamtorsk sammenliknet med villtorsk.

NIFES vil også variere fettsyresammensetningen i stamfiskfôret, for å se hvordan dette endrer fettsyresammensetningen i fisken og påvirker kjønnshormonene. Endringer i kjønnshormonene påvirker produksjonen av næringsstoffer til rognen.

Nye anrikninger av rotatorier

70 dager etter klekking har torskelarvene i intensivt oppdrett en overlevelse på bare 5-30 %. Torskeyngel fra intensivt oppdrett kan i tillegg utvikle forskjellige former for deformiteter på larvestadiet. Disse kan observeres på det som skal bli ryggraden så tidlig som 10 dager etter klekking. Deformitetene kan komme av mangel på viktige næringsstoffer.

Torskelarver i intensivt oppdrett (oppdrettsanlegg på land) spiser rotatorier. Disse larvene har lavere overlevelse og vokser langsommere enn torskelarver i ekstensivt oppdrett (oppdrettsanlegg i poll), som spiser copepoder. NIFES har undersøkt næringsinnholdet i rotatorier, som er dyrket på forskjellige fôr, og sammenliknet det med næringsinnholdet i copepoder.

Rotatorier viser seg å ha lave verdier av jod, mangan, kobber, selen, sink og tiamin. Nivå av vitamin A, C og E varierer med rotatoriefôret og kan noen ganger være lavt.

NIFES har lyktes med å anrike rotatorier med vitaminer og jod. Det er mer teknisk vanskelig å anrike med mineraler, som mangan, selen og sink, men vi er i gang med oppgaven. Neste skritt blir å føre torskeyngel med rotatorier anriket med forskjellige mengder mikronæringsstoffer, for å se om dette virker positivt inn på vekst, overlevelse og deformiteter.

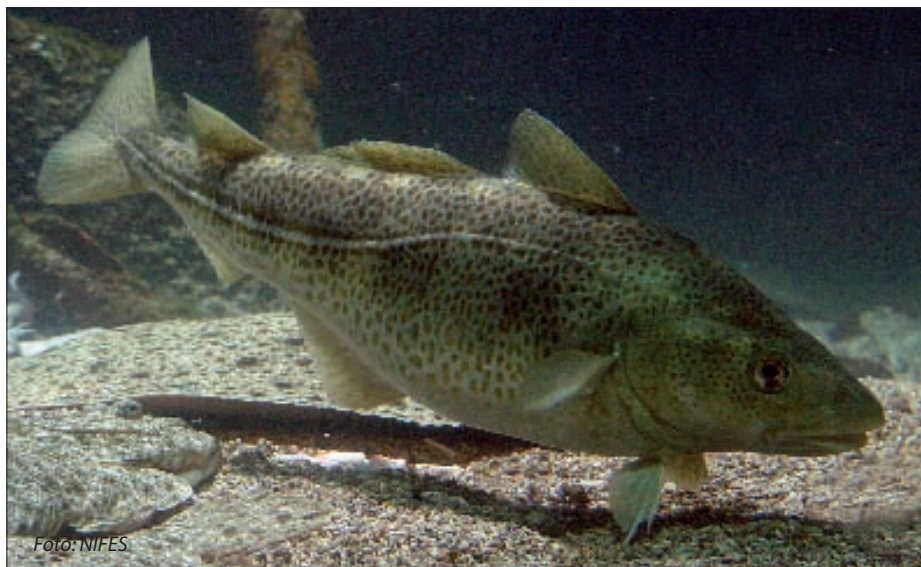


Foto: NIFES

Stamceller og feilpigmentering

Kveite og piggvar i landbaserte anlegg kan utvikle feilpigmentering. Vi vet at dette blant annet skyldes ernæring. Nye funn fra stamcelleforskningen vil legge grunnen for nye og bedre fôringsforsøk med piggvar og kveite.

Stamceller er noe vi alle har rundt i kroppen. Det er uspesialiserte celler som kan dele seg mange ganger, og de er opphavet til spesialiserte celler. Det finnes flere typer stamceller, men stamceller fra fostre, som består av ca. 1000 celler (midt-blastula-stadiet), kan bli til hvilken som helst celle i kroppen, som blodceller, muskelceller og nettopp pigmentceller.

NIFES har etablert kulturer av stamceller fra fosterstadiet til piggvar.

Disse stamcellene videreutvikler seg ikke ukontrollert til andre celletyper. Når vi ønsker det, kan vi imidlertid "trigge" stamcellene, slik at stamcellene utvikler seg til pigmentceller.

Vi vet at fettsyresammensetning og vitamin A påvirker feilpigmentering. I fortsettelsen skal NIFES studere hvordan disse næringsstoffene virker inn på utviklingen fra stamcelle til pigmentcelle, for å kunne identifisere årsaken til feilpigmenteringen. Dette gjør vi ved

blant annet å tilsette forskjellige fettsyrer i de ulike kulturene og se hva som skjer med cellene.

Mange utfordringer

Forsøk med stamceller gjør det mulig å teste mange næringsstoffer over kortere tid sammenliknet med et fôringsforsøk. Det er også mye rimeligere, men innebærer mange utfordringer. En av dem er at det finnes få og ikke optimale verktøy for å påvise stamceller i fisk. NIFES arbeider derfor med å lage antistoff for fisk, som vi bedre kan påvise stamcellene med. Nye funn fra stamcelleforskningen vil legge grunnen for nye og bedre fôringsforsøk med piggvar og kveite.

Når laks spiser GMO

For få år siden inneholdt en fôrresept til laks ca. 50 % fiskemel. I dag inneholder en vanlig fôrresept rundt 30 % fiskemel. Resten er erstattet med vegetabilsk protein. Det har blitt stadig vanskeligere for norske fiskefôrprodusenter å skaffe relevante råvarer fra planter garantert fritt for genmodifiserte organismer. GM-planter vokser raskt, er rimelig i innkjøp og dyrkes flere steder i verden, men er foreløpig ulovlig å dyrke i Norge. Det er viktig å vite hvordan GM i fôr kan påvirke fisken.



Foto: NIFES

GMO (genmodifiserte organismer) kan være en plante, mikroorganisme eller et dyr som har fått endret sine arveegenskaper (DNA) ved hjelp av moderne genteknologi. Den nye DNA sekvensen kalles et transgen. I dag er de største produsentene av GMO USA, India, Canada og land i Asia, mens Europa har en mindre produksjon.

62 % av all soya som produseres globalt er i dag genmodifisert. Med tiden kan det bli vanlig å finne GM i fiskefôr i Norge, fordi det vil bli vanskeligere for fôrprodusentene og andre importører å finne råvarer som ikke inneholder transgent DNA. NIFES undersøker hva som skjer med laksen hvis den spiser GM-planter, som mais og soya. Mais og soya er vanlige ingredienser i fiskefôr i dag.

GM i laksefôr

Først og fremst må vi finne ut om fisken tar skade av å bli fôret med disse planteråvarene. Negative effekter kan være redusert vekst, dårlig fôrutnyttelse og redusert helsestatus. I tillegg er det viktig å undersøke om fisken inneholder

rester av GM DNA eller fremmed protein, om det akkumulerer i enkelte av fiskens organer og om det kan påvirke helsen til forbrukeren.

Nye metoder

Tidligere undersøkelser har vist at laks fôret med GM-mais eller GM-soya kan få effekter, som større milt, små og umodne røde blodceller. Det er foreløpig ukjent hvordan transgent DNA eller proteiner uttrykt fra det transgene DNA, for eksempel bt-proteinet som man finner i GM mais, vil påvirke laksen sin tarm, om laksecellene har en forsvarsmekanisme som bryter det ned eller om tarmen utvikler seg unormalt. Prosjektgruppen har utviklet nye metoder for å studere hva som skjer i tarmen når laksen spiser GM-planter.

Det er gjort flere forsøk hvor laks er blitt fôret med GM mais og GM soya i flere måneder, og hvor tarmsystemet er undersøkt for celleforandringer. Tarmen har en rask celledeling, hvor samspillet

mellom celledeling, differensiering og celledød er veldig viktig. Forandringer her kan være tegn på tarmforstyrrelser. Celledeling og – differensiering (PCNA) er en sensitiv biomarkør, som kan avsløre forandringer ved svært små mengder GM.

I tidligere forsøk har vi funnet endringer i celledelingen i laksens tarm knyttet til bruk av ulike GM råvarer i fôret. Senere har det vist seg at denne tarmforandringen sannsynligvis var knyttet til bruk av planteråvarer i fôret generelt og ikke genmodifiserte planteprodukter spesielt. I tillegg viser forsøk at opptaksmønsteret til glukose endrer seg når råvaren er genmodifisert. Det er for tidlig å si hvilken betydning dette vil ha for laksen.

Nå arbeider NIFES med en ny lovende metode for å spore DNA sekvensene gjennom opptak i tarmen.

*Samarbeidspartnere:
Norges Veterinærinstitutt og Norges
Veterinærhøgskole*



Forskningshøydepunkt

2

Trygt fôr og trygg mat

I oppdrett starter produksjon av sunn og trygg sjømat med fôret. Årsaken til matskandalene i Europa i den senere tid har vært forurenset fôr. Dette har vist nødvendigheten av å ha kunnskap om fremmedstoffer i hele næringskjeden fra innholdet i fôret, effekt på dyrehelse, overføring til spiselig del og hva dette betyr for menneskets helse. Instituttet forsker på betydningen av fremmedstoffer for vår helse, og har bl.a. vist at giftigheten av forurensende stoffer er avhengig av hvilken kjemisk form de befinner seg i. Slik kunnskap er viktig ved bestemmelse av internasjonale regelverk som for eksempel grenseverdier for ulike fremmedstoffer i fôr og mat i EU. Helse respons hos forbruker er avhengig av både konsentrasjon av fremmedstoff samt næringsstoffer i sjømat. Når vi vet mer om samvirke mellom disse stoffene kan vi gi en helhetlig vurdering i forhold til helse og mattrygghet. NIFES har nasjonal referansefunksjon på en rekke analysemetoder inkludert kvalitetsforringende og helseskadelige mikroorganismer og parasitter i sjømat. Dette arbeidet innbefatter omfang og forekomst av parasitter og mikroorganismer og blir utført i samarbeid med overvåkningsprogrammet ved NIFES og industrien.

Hvordan redusere miljøgifter i fôr?

Fiskeråstoff til fiskefôr inneholder miljøgifter, som dioksiner, dioksinliknende PCB (dIPCB) og bromerte flammehemmere. NIFES har undersøkt tre muligheter for hvordan man kan redusere innholdet av dioksiner og dIPCB i fiskefôr.

EUs grenseverdi for dioksiner er 4 ng WHO-TEQ/kg våt vekt laksefilet og 2,25 ng WHO-TEQ/kg for fôr. EUs grenseverdi vil øke i 2006 (feb. 2006: 8 ng WHO-TEQ/kg våt vekt laksefilet), for også å inkludere dIPCB. For bromerte flammehemmere (PBDE) er det enda ikke satt noen øvre grenseverdi.

Analysen fra NIFES viser at

nivået av dioksiner i fôr og laksefilet er under EUs grenseverdier på henholdsvis 2,25 ng WHO-TEQ/kg og 4 ng WHO-TEQ/kg våt vekt. For 2005 viser analysene en gjennomsnittsverdi for dioksin på 0,35 ng WHO-TEQ/kg våt vekt laksefilet.

For 2005 viser analysene en gjennomsnittsverdi for dIPCB på 1,2 ng WHO-TEQ/kg våt vekt laksefilet. Et

samlet nivå av dioksiner og dIPCB i 2006 på rundt 1,6 er således under EUs nye grenseverdi.

Stor oppmerksomhet rundt mattrygghet har økt fokuset på å redusere innholdet av miljøgifter i fiskefôret, slik at fremmedstoffnivået skal bli så lavt som mulig i filet.

Dioksiner, dIPCB og PBDE

NIFES har undersøkt hvordan nivåene av dioksiner, dIPCB og PBDE kan senkes i fôret.

3 muligheter i fôrproduksjonen:

1. Bruke marine råvarer som inneholder lite dioksiner, dIPCB og PBDE.
2. Bruke plantebasert materiale som naturlig har lite dioksiner, dIPCB og PBDE.
3. Fjerne uønskede stoffer fra marine fôrårstoffer.

Metode 1 gir mindre dioksiner i fôr og filet, men har relativt liten påvirkning på nivået av dIPCB.

Metode 2 gir både mindre dioksiner, dIPCB og PBDE i fiskefilet.

Metode 3 For å fjerne dioksiner og dIPCB fra marine oljer brukes fysisk-kjemiske renseteknikker. For fiskemel brukes andre metoder. Aktivt kull absorpsjon fjerner effektivt dioksiner, men har begrenset effekt på dIPCB og ingen effekt på PBDE. Molekylærestillasjon fjerner effektivt dioksiner, dIPCB og PBDE.



Bildet viser fiskeolje. For å fjerne dioksiner og dIPCB fra marine oljer brukes fysisk-kjemiske renseteknikker.

Foto: NIFES

Katarakt og beindeformiteter hos oppdrettsfisk

Katarakt og beindeformiteter er helseproblem for fisk i oppdrett. I mai 2005 arrangerte NIFES en todagers workshop om beindeformiteter hos oppdrettslaks og -torsk for å samle og utveksle kunnskap i de forskjellige forskningsmiljøene. I tillegg arbeider også NIFES med flere katarakt-prosjekter.

Katarakt, eller grå stær, betyr at øyelinsen, som normalt er helt klar, blir mer eller mindre tilsløret. Både laks og torsk i oppdrett kan få katarakt, uten at vi helt vet årsaken. Histidin er en essensiell aminosyre og flere forsøk med laks har vist at histidin tilsatt i fôret kan være med på å forebygge katarakt. NIFES undersøker nå hvordan ulike vannkvaliteter, fettkilder i fôret og fôrets astaxanthin nivå virker inn på forekomsten av katarakt. Det vil si hvordan de påvirker omsetningen av histidin, ionebalansen og utviklingen av oksidative skader i øyet.

Oksidativt stress

Oksidativt stress oppstår hvis man får overskudd av oksidanter eller "frie radikaler" i kroppen eller ikke har nok antioksidanter. Antioksidanter holder oksidantene i sjakk. Frie radikaler dannes i kroppen hele tiden, hvor de kan være til skade eller nytte. Fargestoffet astaxanthin

er en antioksidant, som blant annet hjelper laksen til å motstå oksidative skader. Vegetabiliske fettkilder i fôret ser ut til å kunne øke risikoen for katarakt, men årsaken til dette er foreløpig ukjent.

Workshop om beindeformiteter

I mai 2005 arrangerte NIFES en workshop, hvor 70 internasjonale og nasjonale eksperter innen beinbiologi og fiskehelse, representanter fra havbruksnæringen, forskere og representanter fra Mattilsynet samlet seg for å utveksle informasjon om beindeformiteter. Mesteparten av tiden gikk med til å presentere forskningsresultater og mulige årsaker til beindeformiteter. Etikk og dagens regler i fiskehelse ble også diskutert. På www.nifes.no kan du hente ut en rapport fra workshop'en.

Risiko og standardisering

Under workshop'en ble det klart at

utvikling av deformiteter skjer både i tidlige og sene livsstadier. Flere forhold synes å øke risikoen:

- Ugunstig temperatur og gassmetning i tidlige stadier hos laks og torsk.
- 0-års smolt i rask vekst viser seg å være utsatt.
- Vaksinasjonstype og temperatur ved vaksinasjon av laks har betydning.
- Ubalansert ernæring, spesielt fosfor, hos laks og torsk, har betydning.

Det ble også diskutert standarder av diagnoser og hvilken forskningsinnsats som er nødvendig for å identifisere risikofaktorer. Det ble poengtert at alle parter bør samarbeide for å løse problemet med beindeformiteter i oppdrett.

Videre arbeid

NIFES har startet et strategisk instituttprogram (Norges forskningsråd) for å undersøke de fettløselige vitaminene sin rolle i utviklingen av deformiteter. Så langt har vi funnet at for mye vitamin D og A kan gi deformiteter, og starter nå undersøkelser av betydningen til vitamin K i denne sammenheng. Vitamin K er nødvendig for normal beinmineralisering.

Samarbeidspartnere: Marine Harvest Norge, Skretting Irland, Nutreco ARC Norge, University of East Anglia, GB, Høyskolen i Bergen, Universitetet i Bergen.

Nye biomarkører

Biomarkører kan hjelpe oss til å forstå hva som skjer i en fisk når den spiser uønskede førestoffer.

I fagfeltet toksiko-genomics brukes genuttrykk som biomarkører for å studere hvordan individuelle fisk responderer på eksponering for ugunstige førestoffsetninger og miljøgifter. En biomarkør er en markør for en biologisk endring.

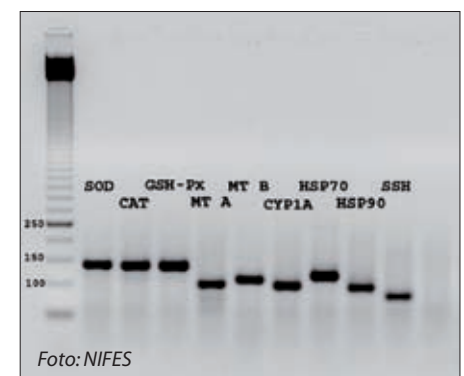
Genuttrykk som biomarkører for eksponering for ugunstige miljøfaktorer er nyttige siden uttrykket i cellene potensielt kan endre seg veldig raskt, og en kan dermed kartlegge responser umiddelbart etter at en respons har inntruffet og før skade eventuelt skjer. Videre kan en studere mekanisme-responser samtidig hos tusenvis av gener med mikromatrise teknikker, for å si noe om hvordan ernærings- og miljøfaktorer påvirker fisken. NIFES utvikler nå blant annet genekspressjonsbiomarkører for å undersøke oksidativt stress hos laks,

som kan forårsakes av eksponering av tungmetaller i fôr. Oksidativt stress er en tilstand der ustabile produkter, som kan gjøre skade på en rekke viktige biologiske prosesser i cellene, dannes.

Nye biomarkører

NIFES har undersøkt om genuttrykket av antioksidant-enzymene Cu/Zn superoksid dismutase (SOD), katalase og glutation peroksidase (GSH-Px) i lever egner seg som biomarkører for å påvise oksidativt stress hos smoltifiserende laks. Det er for tidlig å si om SOD, katalase og GSH-Px genuttrykk egner seg som biomarkører. NIFES arbeider videre med å utvikle gode biomarkører for ulike typer stress i laks basert på uttrykk av stressrespons gener.

Samarbeidspartnere: Akvaforsk, NIVA og Universitetet for miljø og biovitenskap



Genuttrykk som biomarkører for eksponering for ugunstige miljøfaktorer er nyttige siden uttrykket i cellene potensielt kan endre seg veldig raskt



Forskningshøydepunkt

3

Sjømat er sunt

Sjømat inneholder flere av de mest helsefremmende næringsstoffene vi kjenner; proteiner, vitaminer, sporelementer og flerumettede omega-3 fettsyrer. Befolkningen blir generelt anbefalt å øke inntaket av sjømat eller fisk. Dokumentasjon på de helsefremmende effektene ved å spise sjømat blir et viktig bidrag til å nå dette målet. Et økt fokus på mattrygghet har i midlertidig fremmet et behov for å drive balansert helserisikovurdering som tar hensyn til både positive og eventuelle negative komponenter i sjømaten. NIFES forsker for å fremskaffe kunnskap om både effektene av sjømatens næringsstoffer og uønskede fremmedstoffer på vår helse, og samvirke mellom de helsefremmende og de uønskede stoffene. Det blir et viktig hjelpemiddel for å sikre en balansert vurdering, knyttet til rådgiving av befolkningen når det gjelder sjømatkonsum, for både nasjonale og internasjonale myndigheter.

Marine fosfolipider for bedre mental helse?

Det vestlige kostholdet har endret seg vesentlig de siste 100 årene. Vi spiser stadig mer vegetabiliske omega-6 fettsyrer i forhold til marine omega-3 fettsyrer. Samtidig har mentale lidelser og atferdsproblemer økt. Epidemiologiske studier viser at lavt inntak av sjømat er knyttet til økte forekomster av psykiske lidelser. Før ble den positive effekten av omega-3 fettsyrer assosiert med hjerte- og karlidelser. Nå ser vi at omega-3 fettsyrer også er viktig for hjernen.



I følge WHO utvikler 25 % av befolkningen i både industrialiserte og utviklingsland mentale lidelser eller atferdsproblemer i løpet av livet. Trenden er økende, til tross for at det er mer fokus på og bedre behandling nå enn tidligere. Flere undersøkelser har vist at land med lavt sjømatinntak har høyere forekomster av psykiske lidelser, og det er gjort studier som viser at pasienter blir bedre

når de spiser marine omega-3 fettsyrer. For å forstå årsaken til en slik bedring har Sjømat og helseprogrammet satt fokus på ernæring og mental helse gjennom flere prosjekter. Ett av prosjektene undersøker om opptak av marine omega-3 fettsyrer i de ulike organer er avhengig av omega-3 kilde, dvs. om den kommer fra mat eller fra kapsel.

Opptak av omega-3

I et forsøk ble rotter føret med ulike omega-3 kilder: laks, tran, selolje, torsk, marine fosfolipid, etylester (kapsler) og soyaolje, rik på omega-6 fettsyrer. NIFES ønsket å se på hvordan de ulike omega-3 fettsyrene, gitt i forskjellige former, ble tatt opp i hjernen, leveren og i røde blodceller. Resultatene viste at ulike vev påvirkes forskjellig av de ulike formene for omega-3 fettsyrer. Til tross for lavere konsentrasjon av omega-3 fettsyrer i føret, ga marine fosfolipider like god inkorporering av DHA i rottehjernen som de andre marine fettsyrekildene. Man vet foreløpig ikke hvilken betydning dette

har for hjernefunksjonen og vi ønsker derfor å studere dette videre i fremtidige prosjekter.

Omega-3 i hjernen

I den vestlige kosten er det en ubalanse mellom omega-6 og omega-3 fettsyrer. Det er ønskelig å redusere inntaket av omega-6 og øke inntaket av omega-3 fettsyrer for å få en bedre balanse mellom disse fettsyrene.

Fettsyrene påvirker molekylære biologiske prosesser i hjernen. En teori er at fettsyresammensetningen i kosten påvirker den såkalte synaptiske plastisiteten. Synapsene er kontaktpunktet mellom nerveceller, muskelceller eller kjertelceller. I synapsene ligger forklaringen på hvordan mennesket lærer og hvordan erfaringer forandrer oss i løpet av livet. Dette kalles synaptisk plastisitet, og er det som gjør at vi utvikler oss i takt med omgivelsene.

NIFES har startet et samarbeid med Universitetet i Bergen for å studere blant annet synaptisk plastisitet i forhold til ulike førsammensetninger og ulike fettsyrekonsentrasjoner i føringforsøk med rotter.

Samarbeidspartnere: Institutt for biomedisin og Institutt for biologisk og medisinsk psykologi ved Universitetet i Bergen. Institutt for indremedisin ved Haukeland Universitetssykehus.

Restprodukter kan bli kosttilskudd

Hvert år blir 150 000 tonn fullverdig fiskeavskjær degradert til biprodukter. Mye av dette blir ensilert for bruk i dyrefôr. Restfett i ensilasjen gjør at den ikke alltid egner seg like godt som dyrefôr. I tillegg brytes næringsstoffer ned i prosessen. I docmar.net prosjektet dokumenterer NIFES nye og gode måter å bruke råstoffet på.

Det er flere ting som tyder på at det vil bli større og lettere tilgang på restproduktene i fremtiden. Enhetene i oppdrettsnæringen har de siste årene bare blitt større. Dette åpner for mer foredling av blant annet oppdrettsfisk i Norge og mer kontrollert tilgang på restprodukter.

Docmar.net

I 2005 har NIFES arbeidet mye med prosjektet docmar.net, som består av 5 delprosjekter. Docmar.net koordineres av NIFES, hvor NIFES har spesielt ansvar for 3 av delprosjektene. Et av delprosjektene omhandler hydrolysert fiskeprotein og utvikling av fedme. Et annet tar for seg tilgjengelighet og absorpsjon av kalsium fra fiskebein.

Hydrolysert fiskeprotein mot fedme

Enzymatisk behandling av restprodukter fra fiskeindustrien kan gi høykvalitets hydrolyserte fiskeproteiner. I dette delprosjektet sammenligner NIFES utvikling av fedme hos forsøksdyr,

som enten har fått melkeproteiner, soya proteiner eller hydrolyserte fiskeproteiner i kosten.

Foreløpige data er svært lovende, og viser at fiskeproteiner motvirker utvikling av fedme sammenliknet med både melke- og soya proteiner. Det kan virke som om fiskeproteiner hjelper dyrene til å forbrenne mer av fett i kosten, noe som igjen fører til at dyrene legger mindre på seg. Det arbeides videre med å kartlegge underliggende mekanismer.

Kalsium fra fiskebein

Beinskjørhet er en vanlig lidelse i Norge. Kalsium er et viktig beinmineral og gjennom hele livet blir noe kalsium tatt vekk fra knoklene, mens nytt blir lagt til. Når mer kalsium blir fjernet enn det som kommer til blir vi beinskjøre. Vi vet at de kalsiumproduktene som finnes på markedet absorberes dårlig i tarmen vår. Kalsium fra fiskebein regnes imidlertid som en god kalsiumkilde flere steder i verden, men dette er lite vitenskapelig

dokumentert. NIFES har undersøkt opptak av kalsium fra laksebein hos gris.

Bruker enzym

For å skille fiskekjøttet og fiskebeina fra hverandre ble restproduktene enten tilsatt industrielt produsert enzym, eller restproduktene ble kokt. Fiskebeina ble tørket og malt opp og tilsatt griseføret. Resultater fra forsøket viste at grisene absorberte kalsium fra fiskebein renset med enzym merkbart bedre enn kalsium fra kommersielle kalsiumtabletter. Samtidig var opptaket av kalsium fra kokte fiskebein lik opptaket fra kommersielle kalsiumtabletter. Kommersielle kalsiumtabletter er laget av oppmalt kalkstein.

Videre forsøk

I videre forsøk undersøker NIFES opptak av kalsium fra enzymbehandlet sei- og torskprodukt hos gris. Resultatene fra et humant forsøk, hvor opptak av kalsium fra enzymbehandlet laks- og torskprodukt undersøkes, vil være klare i slutten av 2006.

Samarbeidspartnere: Hydrolysert protein: University of Southern Denmark, Institutt for indremedisin ved Haukeland Universitetssykehus, Nutri Marine Life Science og Marine Harvest Ingredients. Kalsium: Agrifood Research Finland, Den Kongelige Veterinær og Landbohøyskole, Danmark og Avdeling for ernæringsvitenskap, instituttgruppe for medisinske basalfag, Universitetet i Oslo

Spiseforsøk med laks

De siste årene har det vært økt fokus på at maten vi spiser skal være trygg. Derfor har det vært viktig å ta hensyn til både de positive og de negative komponentene i sjømat når vi skal vurdere hvordan den påvirker helsen vår. I et spiseforsøk som ble kalt "Fjord til bord", undersøkte NIFES hvordan oppdrettslaks med ulikt nivå av omega-3 fettsyrer påvirker helsen til hjertepasienter. Dette forsøket ble fulgt opp av studien "Laks til lunsj".

Fjord til bord

Hjertepasientene spiste 700 gram oppdrettslaks i uken, med tre ulike nivåer av de langkjedete omega-3 fettsyrene. Disse fettsyrene kalles ofte de "marine omega-3 fettsyrene". Alle pasientene hadde positive helseeffekter ved å spise fisken, men fisk med høyest nivå av marine omega-3 fettsyrer ga mest positiv effekt. Mange av de positive helseeffektene av å spise sjømat er forbundet med disse marine omega-3 fettsyrene og for å få ulikt nivå av disse fettsyrene i laksen, ble den gitt fôr med tre ulike fettkilder: Enten 100% fiskeolje, eller 50% fiskeolje og 50% planteolje, eller 100% planteolje. Problemet er imidlertid at fisk med det høyeste nivået av de sunne marine omega-3 fettsyrene, også har det høyeste nivået av fremmedstoffer som for eksempel PCB

og dioksiner. Ved å blande inn planteoljer i føret, synker mengde PCB og dioksiner, men også andelen marine fettsyrer. I "Fjord til bord" forsøket ble det grundig sjekket at laksemåltidene var trygge å spise, og resultatene som viser innholdet av fremmedstoffer i laksen og i blodprøver fra pasientene er nylig publisert i det medisinske tidsskriftet European Journal of Clinical Investigation. I denne studien ble ikke samspillet mellom næringsstoffer og fremmedstoffer studert. Dette har vi fulgt opp i prosjektet "Laks til lunsj" som beskrives nedenfor. Her ønsker man å øke kunnskapen nettopp om dette samspillet.

Laks til lunsj

20 friske personene som deltok i prosjektet "Laks til lunsj" fikk 300 gram laks til lunsj fordelt på 2 ganger i uken.

Gjennomsnittet i den norske befolkning spiser sjømat to ganger i uken. Laksen var enten føret med vegetabiliske eller marine oljer. Personene ble tett fulgt opp med analyser av både næringsstoffer og fremmedstoffer. Det ble tatt blodprøver for å undersøke fettsyreprofil og opptak av dioksin, dioksinliknende PCB og bromerte flammehemmere. I tillegg ble nivåene av kolesterol, LDL, HDL og triglyserider målt for å studere hvordan næringsstoffer og fremmedstoffer påvirker helsen vår. Det ble samlet kostholdsdata fra deltakerne i forsøket slik at resultatene kan sammenliknes med det generelle kostholdet. Prosjektet, som blant annet skal resultere i to mastergrader, bidrar til å øke kunnskapen om samspillet mellom næringsstoffer og fremmedstoffer ved inntak av fet fisk. Slike resultater vil være et viktig bidrag til en balansert risikovurdering og derved en helhetlig konklusjon. Resultatene forventes klare i slutten av 2006.

Samarbeidspartnere: Fjord til bord: Nutreco ARC, Norges veterinærhøgskole, Nasjonalt folkehelseinstitutt og Ullevål universitetssykehus. Laks til lunsj: Institutt for biomedisin, Universitetet i Bergen.



Forskningshøydepunkt

4

Dokumentasjon og overvåkning

Det er en forutsetning at sjømaten vi spiser er trygg. NIFES utøver årlig en rekke overvåkingsprogrammer som kartlegger innholdet av fremmedstoffer i fiskefôr, fisk og fiskeprodukter. NIFES overvåking er knyttet tett til instituttets forskning på fremmedstoffers giftighet, overføring til spiselig del, i tillegg til stoffenes betydning for mattrygghet. Analysene utføres regelmessig, for å kunne dokumentere trender når det gjelder utviklingen av problemstoffer i sjømat og fôrråvarer. Tallmaterialet brukes for å risikovurdere om sjømaten er trygg og sunn å spise.

Stort behov fremover

Hvert år landes og eksporteres det flere millioner tonn villfisk og oppdrettsfisk her i landet. Maten representerer store verdier, og det er viktig at maten er trygg. Flere hendelser i 2005 viser at det er behov for stor innsats innen dokumentasjon og overvåkning av fremmedstoffer i fisk i årene som kommer.

Flere fremmedstoffer har fått stor oppmerksomhet i 2005, som dioksiner, dioksinliknende PCB, kvikksølv og metylkvikksølv.

Dioksin og dioksinliknende PCB (dlPCB)

Det er gjort nye analyser for dioksin i oppdrettet Atlantisk laks. Resultatene viser et gjennomsnittlig dioksininnhold på 0,35 ng dioksin WHO-TEQ/kg våt vekt. Tallene for 2002 var 0,58 ng dioksin WHO-TEQ/kg våt vekt. Dette gir oss bekräftelsen på at dioksininnholdet i oppdrettslaks ikke øker, og at dioksininnholdet holder seg godt under EUs maksimale grenseverdi på 4 ng dioksin WHO-TEQ/kg våt vekt.

Det er gjort nye analyser i oppdrettet Atlantisk laks i 2005. Resultatene viser et gjennomsnitt på 1,6 ng WHO-TEQ/kg våt vekt av sum dioksiner og sum dl PCB. Resultatet er uforandret fra 2004. Innholdet holder seg godt under EUs øvre grenseverdi på 8 ng WHO-TEQ/kg våt vekt for sum dioksiner og sum dl PCB.

Kvikksølv utenfor Fedje

Vest for Fedje ligger den tyske ubåten U-864 på 150 meters dyp. Den kan ha hatt en last på 60-70 tonn kvikksølv da den ble torpedert, som kan lekke ut og forurense fisk og fauna.

I 2004 undersøkte NIFES kvikksølvinnholdet i forskjellige fiskearter rundt ubåten. Resultatene viste verdier av kvikksølv i torsk, sei og lange som er vanlige i disse fiskeartene fanget i åpent hav (normalverdier), mens det var forhøyede verdier av kvikksølv i krabbe og uer.

En ny undersøkelse av de samme artene høsten 2005 for Kystdirektoratet og Mattilsynet viste imidlertid at kvikksølvinnholdet hadde økt i alle artene, som tyder på en lokal forureningskilde av kvikksølv. Resultatene viste et gjennomsnitt på 0,15 mg kvikksølv/kg våt vekt for torsk, 0,20 mg/kg våt vekt for brosme, 0,27 mg/kg våt vekt for lange og 0,18 mg/kg våt vekt for krabbe. Artene har normalverdier på henholdsvis 0,01-0,08 mg/kg våt vekt, 0,05-0,17 mg/kg våt vekt, 0,03-0,15 mg/kg våt vekt og 0,10-



Foto: NIFES

Tallmaterialet fra Program for dokumentasjon og overvåkning brukes for å risikovurdere om sjømaten er trygg og sunn å spise.

0,14 mg/kg våt vekt. EUs øvre grenseverdi er 0,5 mg/kg våt vekt. NIFES har sendt forslag til Mattilsynet om hvordan Mattilsynet kan overvåke utviklingen av kvikksølv i sjømat rundt U-864 i fortsettelsen. Rapporten er tilgjengelig på www.nifes.no

Metylkvikksølv

EUs øvre grenseverdi for kvikksølv i sjømat er basert på det totale kvikksølvinnholdet. Det er imidlertid den organiske delen av kvikksølvet, metylokvikksølv, som er mest giftig. For å kunne si noe om mattrygghet i forhold til kvikksølv nivå må man kunne si noe om andelen metylokvikksølv.

NIFES har utviklet en metode for bestemmelse av metylokvikksølv. Metoden baserer seg på bruk av ny teknologi (GC-ICP-MS), som bestemmer innholdet av metylokvikksølv mer presist enn tidligere. Bestemmelse av total kvikksølv er fortsatt viktig, blant annet fordi den er rask og rimelig.

JECFA, (Joint Expert Committee on Food Additives), har senket det tolerable ukentlige inntaket (TWI) for kvikksølv fra 3,3 µg/kg kroppsvekt til 1,6 µg/kg kroppsvekt på bakgrunn av ny kunnskap om kvikksølvets giftighet.



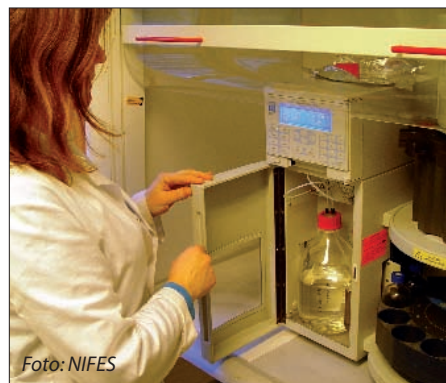
Ved NIFES sitt laboratorium for fremmedstoffer analyseres prøver blant annet for PCB innhold. Bildet viser en såkalt GCMS (gasskromatograf masse spektrometer).

Nye akkrediterte metoder

I 2005 ble nye metoder akkreditert for bestemmelse av:

- Termotolerante koliforme bakterier i næringsmidler
- *Listeria monocytogenes* (Mini Vidas)
- Metylokvikksølv
- Uorganisk arsen
- PAH
- Pesticider
- Malakitgrønn og leucomalakittgrønn
- Fluor
- Kongeneren PBDE-183
- Histamin
- Astaxanthin og Cantaxantin
- Vitamin A
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ -tokoferol og $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ -toketrieniol
- Vitamin K1 og K2 (MK-4)

Av disse var bestemmelse av Vitamin A og $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ -tokoferol og $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ -toketrieniol utvidelser av allerede akkrediterte metoder.



Høyteknologisk verktøy er nødvendig for å få nøyaktige og representative analyseresultater. Bildet viser en ASE-enhet (automatisk ekstraksjonsenhet).

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 (slutt juni)
Hatland Anette
Plagemann Signe K.
Indresøvde Kristin

Forskere:

Sjømat og helse

Araujo Pedro
Frøyland Livar
Graff Ingvild Eide
Klementsens Beate (slutt juli)
Liaset Bjørn
Malde Mariann K.
Ruzzin Jerome
Dahl Lisbeth Jane

Trygg sjømat

Amlund Heidi
Berntssen Marc
Bethune Claudette
Glover Chris
Bøe Roald (slutt aug.)
Haldorsen Anne-Katrine L.
Levsen Arne
Lunestad Bjørn Tore
Olsvik Pål
Waagbø Rune
Ørnstrud Robin
Petri Dietrich
Sloth Jens, 10% stilling

Akvakulturer næring

Duinker Arne
Espe Marit
Hamre Kristin
Hemre Gro-Ingunn
Holen Elisabeth
Nortvedt Ragnar, 20% stilling
Torstensen Bente

Hevrøy Ernst
Moren Mari
Sanden Monica
Stubhaug Ingunn
Nanton Dominic
Srivastava Ashutosh (slutt sept.)
Tonheim Sigurd, 20% stilling

Dokumentasjon og overvåkning

Hove Helge
Julshamn Kåre
Bjørsvik Lucia L.
Måge Amund

Teknikere:

Aseerwatham Joe (slutt juni)
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
Irgens Betty
Iversen May Britt
Kausland Anette
Kolås Kjersti
Leirnes Else
Malaiamaan Joseph
Mykkeltvedt Eva
Nguyen Thu Thao
Nielsen John
Nordgård Dagmar
Nygaard Sissel
Olsen Georg
Rygg Margrethe
Rød Kari Elin
Sedal Laila, permisjon
Simonsen Trine (slutt april)
Solli Berit
Syversen Anne Karin
Torgilstveit Eva
Torsvik Manfred, permisjon
Wessels Jacob
Wollertsen Nina

Ylving Sonja
Aase Anne Margrethe
Einen Ann Cathrine
Midthun Elise

Stipendiater:

Bjelland Linn Anne
Amlund Heidi (disp. 20.05.05)
Bohne Victoria J. B.
Sloth Jens J. (disp. 04.03.05)
Jordal Ann-Elise
Kvåle Audil
Nordgreen Andreas
Oxley Anthony
Sagstad Anita
Stubhaug Ingunn (disp. 02.09.05)
Hansen Ann Cecilie
Bjørkkjær Tormod
Zhang Jian
Hovda Maria B.
Maurstad Torunn
Lie Kai Kristoffer
Krossøy Christel

Studenter:

Bjørge Benedicte
Gregersen Kine
Bergslien Morten
Muren Michael
Smith-Giske Siri
Bjørnerem Anders
Mollan Ted Andreas
Noven Aleksejevna Tatiana
Christensen Guro K.
Olsen Halldis
Eide Linn
Ihler Gurid S.
Bjerke Caroline N.
Lind Ragna Anne
Åsnes Elin R.
Røyneberg Anita
Criaes Gabriel
Amin Amir E. Y.
Bakke Lene
Sele Veronika
Robertson Lesley
Hiswaty Hafid
Thao Xuan La
Steigum Endre
Dankel Simon Erling N.
Ingvaldsen Kristin
Wiik Maria
Johansen Dan Roger
Vågenes Lina B.

Lærlinger:

Kjelstrup Anita (fagpr. 7.juli)
Haque Abdula Mamun

Forskningsprosjekter

Merk: Kun finansiering til NIFES er nevnt i denne listen.

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
Postdoc L.A Brunborg	G.C Rieberfondene	NIFES	Linn A Brunborg
NFR 165303 Omega 3 Kina	Forskningsrådet	NIFES	Livar Frøyland
NFR 165251 Improved bonehealth	Forskningsrådet	NIFES	Ingvild E Graff
Ernæring og mental helse	Universitetet i Bergen	NIFES	Lisbeth Dahl
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 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 filet 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 Julshamn
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
Forprosjekt parasittologi I påvente SIP (overvåknings-informasjons- og beredskapsprogram for parasitter i pelagisk sektor og havbruk	Salg av forskningskvoter	NIFES	Arne Levsen
NFR 165233 Effects of environmental and nutritional stress on gene regulation in the Atlantic cod <i>Gadus morhua</i>	Forskningsrådet	NIFES	Pål Olsvik
NFR 164773 Intensiv oppdrett-workshop	Forskningsrådet	NIFES	Rune Waagbø
NFR 168449 Toxicological evaluation of endosulfan in fish feed	Forskningsrådet*	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	Marc Berntsen
NFR 163323/S40 Radioactivity in produced water from Norwegian oil and gas installations - concentrations, bioavailability and doses to marine biota	Forskningsrådet	Institutt for energiteknikk-Kjeller	Marc Berntsen
FHF 232024-Fremmedstoffer FHF Handlingsplan for 2005-Fellestiltak mattrygghet	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	NIFES	Bjørn T Lunestad
FHF 232014-Medisinerester FHF Handlingsplan for 2005-Fellestiltak mattrygghet	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	NIFES	Anne K L Haldorsen
Contract No Q5RS-2000-30058 Researching alternatives to fish oil for aquaculture	EU	Univ. Of Stirling	Bente Torstensen
ARC#40-044-01 Effect of replacing fish meal with ..	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
NFR 152931/120 Effektiv yngel og settefiskproduksjon av torsk	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	NIFES	Gro-Ingunn Hemre
NFR 158930/110 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
NFR 163520 Proteinutnyttelse i marine fiskelarver	Forskningsrådet*	Maripro AS	Sigurd Tonheim
NFR 164842 Improving metamorphic success and juvenile quality in Atlantic halibut and white grouper through dietary supplementation of iodine	Forskningsrådet	NIFES	Mari Moren
NFR 168769/150 nhs-Universitetspilotene UiB. Nettverksprosjekt med forskningsinstitusjoner og industri.	Forskningsrådet*	Universitetet i Bergen	Kristin Hamre
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
Matvaretabellen MVT2004/2005	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Næringsstoffer i barnemat	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Kartlegging av dioksin, dioksinlike PCB og andre PCB i formidler til fisk (fiskemel og fiskeolje)	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Tilsynsplan for fiskefor	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Restmengder, forbudte og forurensede stoffer i fisk 2005 (Fremmedstoffprogrammet for fisk (96/23))	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Overvåkningsprosjektet for skjell som høstes og omsettes kommersielt del 2 fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler og krabber)	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn

Fremmedstoffer i prosesserte sjømatprodukter	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Kartlegging av metaller i sjømat	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Kartlegging av dioksin, dioksinlike PCB og andre PCB i fiskevarer og konsumferdige fiskeoljer til humant konsum	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Kartlegging av brommerte flammehemmere og andre nye miljøgifter i sjømat	Mattilsynet	NIFES	Kåre Julshamn
Analyser av PAH	Oljeindustriens landsforening	NIFES	Amund Måge
Analyse av Hg ved Fedje (U864)	Kystdirektoratet	NIFES	Amund Måge

* prosjektet er brukerstyrt.

Undervisning

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 ble videreutviklet i 2005 og fra høsten 2005 ble det tilbudt et nytt bachelor-studium i ernæring og et masterstudium i klinisk ernæringsfysiologi. I løpet av 2005 ble 3 doktorgrader og 5 mastergrader fullført og forsvart ved Universitetet i Bergen, der kandidatene var tilknyttet NIFES. Fire seniorforskere ved NIFES hadde bistilling med blant annet ansvar for emneundervisning ved Universitetet i Bergen i 2005. I alt deltok NIFES med undervisning innen åtte emner (80 stp).

Fullførte doktorgrader

HEIDI AMLUND

”The disposition of arsenobetaine in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. and Atlantic cod, *Gadus morhua* L.”

JENS JØRGEN SLOTH

”Speciation analysis of arsenic - Development of selective methodologies for assessment of seafood safety.”

INGUNN STUBHAUG

”Lipid metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) With emphasis on lipid catabolism.”

Fullførte hovedfag / mastergrader

MORTEN BERGSLIEN

“Effect of age and size on the depuration rate of diarrhetic shellfish toxins (DST) for the blue mussel, *Mytilus edulis*.”

KINE GREGERSEN

“Comparison of acute effects of duodenal seal and soy oil administration on gastric accommodation and symptoms in patients with food hypersensitivity.”

BENEDIKTE BJØRGE

“Acute radiation proctitis: Fatty acids, inflammatory parameters and oxidative status.”

MICHAEL MUREN

“Pro-vitamin A activity of astaxanthin i Atlantic salmon smolt (*Salmo salar* L.).”

ANITA RØYNEBERG

“The impact of different dietary sources of marine poly-unsaturated fatty acids on the fatty acid composition of rat brain, liver and red blood cells.”

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 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)

Næringsmiddeltoksikologi

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/Dr. Robin Ørnsrud

NUTR 301 (10 studiepoeng)

Mikronæringsstoffer

Ansvarlig: Prof. Øyvind Lie/Dr. Robin Ørnsrud

NUTR 302 (10 studiepoeng)

Fordøyelse

Ansvarlig: Prof. Livar Frøyland

NUTR 310 (5 studiepoeng)

Metodekurs - Ernæringsfaglig metodikk

Ansvarlig: Prof. Livar Frøyland/stipendiat Tormod Bjørkkjær

Publisering og formidling

I løpet av 2005 har NIFES publisert 44 artikler i internasjonale refereevurderte tidsskrift. Forskere har gitt 67 innlegg på internasjonale vitenskapelige konferanser (foredrag og poster).

NIFES har drevet populærvitenskaplig forskningsformidling gjennom 18 populærvitenskapelige artikler, deltatt på arrangement som AquaNor for næringen og formidlet til allmennheten via www.nifes.no, Matportalen og Forskningsdagene 2005.

Instituttet har redaktøransvar for den vitenskapelige journalen Aquaculture Nutrition, som publiseres av Blackwell Science i England. Journalens "Impact Factor" er dette året redusert til 0,79, på grunn av flere utgivelser (fra 4 til 6 i året). Etter forespørsel fra Kina er arbeidet startet for å kunne tilby Aquaculture Nutrition på kinesisk i fremtiden.

Internasjonale publikasjoner

1. AL-ARABI, S. A. M., M. ADOLFSSON-ERICI, et al. (2005). "Contaminant accumulation and biomarker responses in caged fish exposed to effluents from anthropogenic sources in the Karnaphuly river, Bangladesh." *Environmental Toxicology and Chemistry* 24(8): 1968-1978.
2. ARAUJO, P. and L. FRØYLAND (2005). "Statistical Approach to the Rational Selection of Experimental Subjects." *Accreditation and Quality Assurance* 10(5): 185-189.
3. ARAUJO, P., T. NGUYEN, et al. (2005). "Chemometric Approaches in Calibration Experiments of Trilinolenoylglycerol by Liquid Chromatography Ion-Trap Mass Spectrometry." *Journal of the American Society for Mass Spectrometry* 16(3): 388-396.
4. ARSLAN, G., O. H. GILJA, et al. (2005). "Response to intestinal provocation monitored by transabdominal ultrasound in patients with food hypersensitivity." *Scand. J. Gastroenterol.* 40: 386-394.
5. BARSKA, I., W. GUZ-RUCZYNSKA, et al. (2005). "Non-ortho polychlorinated biphenyls (PCBs) in Baltic fish in the 1999-2003 period." *Bulletin of the Sea Fisheries Institute* 1(164): 3-22.
6. BERNTSSEN, M. H. G., A.-K. LUNDEBYE, et al. (2005). "Reducing the levels of dioxins and dioxin-like PCBs in farmed Atlantic salmon by substitution of fish oil with vegetable oil in the feed." *Aquacult. Nutr.* 11: 219-231.
7. BETHUNE, C., K. JULSHAMN, et al. (2005). "A preliminary comparison of Polybrominated diphenyl ethers to lipid content and levels of polychlorinated biphenyls and dioxins in norwegian-farmed atlantic salmon (*Salmo salar*)." *International Journal of Food Science and Technology* 40: 143-148.
8. BRECK, O., E. BJERKÅS, et al. (2005). "Histidine nutrition and genotype affect cataract development in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)." *Journal of Fish Diseases* 28: 357-371.
9. BRECK, O., E. BJERKÅS, et al. (2005). "Dietary histidine affects lens protein turnover and synthesis of N-acetylhistidine in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) undergoing parr-smolt transformation." *Aquaculture Nutrition* 11: 321-332.
10. DENG, D. F., G.-I. HEMRE, et al. (2005). "Utilization of diets with hydrolyzed potato starch, or glucose by juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*), as affected by Maillard reaction during feed processing." *Aquaculture* 248: 103-109.
11. ERICHSEN, K., A. M. MILDE, et al. (2005). "Low-dose Oral Ferrous Fumarate Aggravated Intestinal Inflammation in Rats with DSS-Induced Colitis." *Inflamm. Bowel Dis.* 11(8): 744-748.
12. GUDBRANDSEN, O. A., H. WERGEDAHL, et al. (2005). "Dietary proteins with high isoflavone content or low methionine-glycine and lysine-arginine ratios are hypocholesterolaemic and lower the plasma homocysteine level in male Zucker fa/fa rats." *British Journal of Nutrition* 94: 321-330.
13. HAMRE, K., G. BÆVERFJORD, et al. (2005). "Macronutrient composition of formulated diets for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.) juveniles, II: protein/lipid levels at low carbohydrate." *Aquaculture* 244: 283-291.
14. HAMRE, K., M. MOREN, et al. (2005). "The impact of nutrition on metamorphosis in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.)." *Aquaculture* 250: 555-565.
15. HEMRE, G.-I., M. SANDEN, et al. (2005). "Growth, feed utilization and health of Atlantic salmon *Salmo salar* L. fed genetically modified compared to non-modified commercial hybrid soybeans." *Aquaculture Nutrition* 11: 157-167.
16. HEVRØY, E. M., M. ESPE, et al. (2005). "Nutrient utilisation in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed increased levels of fish protein hydrolysate during a period of fast growth." *Aquaculture Nutrition* 11: 301-313.
17. ISOSAARI, P., A.-K. LUNDEBYE, et al. (2005). "Dietary accumulation efficiencies and biotransformation of poly-brominated diphenyl ethers in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*)." *Food Additives and Contaminants* 22(9): 829-837.
18. JORDAL, A.-E. O., B. E. TORSTENSEN, et al. (2005). "Dietary Rapeseed Oil Affects the Expression of Genes Involved in Hepatic Metabolism in Atlantic Salmon (*Salmo salar*)." *J.Nutr.* 135: 2355-2361.
19. JULSHAMN, K., P. LEA, et al. (2005). "Determination of sodium in foodstuffs by flame AAS after microwave digestion: A collaborative study." *Journal of AOAC International* 88: 1212-1216.

20. JULSHAMN, K., A. MÅGE, et al. (2005). "A preliminary study on tailoring of fillet iodine concentrations in adult Atlantic salmon (*Salmo salar*) through dietary supplementation." *Aquaculture Nutrition* 12: 45-51.
21. KROGDAHL, Å., G.-I. HEMRE, et al. (2005). "Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages." *Aquaculture Nutrition* 11: 103-122.
22. LARSEN, E. H., J. ENGMAN, et al. (2005). "Determination of inorganic arsenic in white fish using microwave-assisted alkaline alcoholic sample dissolution and HPLC-ICP-MS." *Anal. Bioanal. Chem.* 381: 339-346.
23. LEVSEN, A., B. T. LUNESTAD, et al. (2005). "Low detection efficiency of candling as a commonly recommended inspection method for nematode larvae in the flesh of pelagic fish." *J. Food Protection* 68(4): 828-832.
24. LUNESTAD, B. T. and K. GRAVE (2005). "Therapeutic agents in Norwegian aquaculture from 2000 to 2004: Usage and residue control." *Bulletin of the European Association for Fish Pathologists* 25(6): 284-290.
25. MOREN, M., T. E. GUNDERSEN, et al. (2005). "Quantitative and qualitative analysis of retinoids in *Artemia* and copepods by HPLC and diode array detection." *Aquaculture* 246: 359-365.
26. NORDGARDEN, U., T. HANSEN, et al. (2005). "Endocrine growth regulation of adult Atlantic salmon in seawater: The effects of light regime on plasma growth hormone, insulin-like growth factor-I, and insulin levels." *Aquaculture* 250: 862-871.
27. OLSVIK, P. A., T. KRISTENSEN, et al. (2005). "mRNA expression of antioxidant enzymes (SOD, CAT and GSH-Px) and lipid peroxidative stress in liver of Atlantic salmon (*Salmo salar*) exposed to water hyperoxic conditions during smoltification." *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C. Toxicology and Pharmacology.* 141: 314-323.
28. OLSVIK, P. A., K. K. LIE, et al. (2005). "Evaluation of potential reference genes in qRT-PCR studies of Atlantic salmon, *Salmo salar*." *BMC Molecular Biology* 6(21).
29. OXLEY, A., D. R. TOCHER, et al. (2005). "Fatty acid utilisation and metabolism in caecal enterocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed dietary fish or copepod oil." *Biochimica et Biophysica Acta, Molecular and Cell Biology of Lipids* 1737: 119-129.
30. OXLEY, A., B. E. TORSTENSEN, et al. (2005). "Enzyme activities of intestinal triacylglycerol and phosphatidylcholine biosynthesis in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)." *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 141: 77-87.
31. SANDEN, M., M. H. B. BERNTSEN, et al. (2005). "An examination of the intestinal tract of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr fed different varieties of soy and maize." *Journal of Fish Diseases* 28(6): 317-330.
32. SEIERSTAD, S. L., T. T. POPPE, et al. (2005). "Influence of dietary lipid composition on cardiac pathology in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L." *Journal of Fish Diseases* 28: 677-690.
33. SEIERSTAD, S. L., I. SELJEFLOT, et al. (2005). "Dietary intake of different fed salmon; the influence on markers of human atherosclerosis." *European Journal of Clinical Investigation* 35: 52-59.
34. SLOTH, J., K. JUHLSHAMN, et al. (2005). "Total arsenic and inorganic arsenic content in Norwegian fish feed products." *Aquacult. Nutr.* 11: 61-66.
35. SLOTH, J. J., E. H. LARSEN, et al. (2005). "Report on three aliphatic dimethylarsinoyl compounds as common minor constituents in marine samples. An investigation using high performance liquid chromatography/inductively coupled plasma mass spectrometry and electrospray ionisation tandem mass spectrometry." *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 19(2): 227-235.
36. SLOTH, J. J., E. H. LARSEN, et al. (2005). "Survey of inorganic arsenic in marine animals and marine certified reference materials by anion exchange high-performance liquid chromatography-inductively coupled plasma mass spectrometry." *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 53: 6011-6018.
37. STROHMEIER, T., J. AURE, et al. (2005). "Flow reduction, seston depletion, meat content and distribution of diarrhetic shellfish toxins in a long-line blue mussel (*Mytilus edulis*) farm." *Journal of Shellfish Research* 24(1): 15-23.
38. STUBHAUG, I., L. FRØYLAND, et al. (2005). "β-oxidation capacity of red and white muscle and liver in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) - Effects of increasing dietary levels of rapeseed oil and olive oil to replace capelin oil." *Lipids* 40: 39-47.

39. STUBHAUG, I., D. R. TOCHER, et al. (2005). "Fatty acid metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) hepatocytes, and influence of dietary vegetable oil." *Biochimica et Biophysica Acta* 1734(3): 277-288.
40. TONHEIM, S. K., M. ESPE, et al. (2005). "Pre-hydrolysis improves utilisation of dietary protein in the larval teleost Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.)." *Journal of Experimental Biology and Ecology* 321: 19-34.
41. TORSTENSEN, B. E., J. G. BELL, et al. (2005). "Tailoring of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Flesh Lipid Composition and Sensory Quality by Replacing Fish Oil with a Vegetable Oil Blend." *J. Agric. Food Chem.* 53(26): 10166 - 10178.
42. XIAOZHONG, Z., B. E. TORSTENSEN, et al. (2005). "Environmental and dietary influences on highly unsaturated fatty acid biosynthesis and expression of fatty acyl desaturase and elongase genes in liver of Atlantic salmon (*Salmo salar*)." *Biochimica et Biophysica Acta* 1734: 13-24.
43. ØYGARD, J. K., E. GJENGEDAL, et al. (2005). "Mass-balance estimation of heavy metals and selected anions at a landfill receiving MSWI bottom ash and mixed construction wastes." *Journal of Hazardous Materials* 123A: 70-75.
44. ØYGARD, J. K., A. MÅGE, et al. (2005). "Effect of an uncontrolled fire and the subsequent fire fight on the chemical composition of landfill leachate." *Waste Management* 25: 712-718.

Internasjonale møter

BERNTSSEN, M. H. G., Å. OTERHALS, et al. (2005). Dioxins in farmed Norwegian salmon (*salmo salar*). 6th world congress on seafood safety, trade and quality, Sydney, Australia.

BETHUNE, C., L. FRØYLAND, et al. (2005). Circulating contaminant and fatty acid levels in patients after a controlled diet of farmed salmon. 25th International Symposium on Halogenated Environmental Organic pollutants and POPs, Toronto, Canada.

BETHUNE, C., L. FRØYLAND, et al. (2005). Poster: Circulating contaminant and fatty acid levels in coronary heart disease patients after a controlled diet of preferentially farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). The 3rd Fish Meal and Oil Replacement (FORM) meeting, Utrecht, Holland.

BETHUNE, C., J. NIELSEN, et al. (2005). Current levels (2003-2004) of brominated flame retardants in feed and selected Norwegian seafood. 25th International Symposium on Halogenated Environmental Organic pollutants and POPs, Toronto, Canada.

BOHNE, V. B. and K. HAMRE (2005). Long-term study of ethoxyquin disposition in Atlantic salmon (*Salmo Salar*, L.) fed graded levels dietary ethoxyquin. The 23rd Nordic Lipid Symposium, Reykjavik, Iceland.

BOHNE, V. J. B. and K. HAMRE (2005). Poster. Ethoxyquin and metabolites concentrations in the fillet of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.). Aquaculture Europe, Trondheim, Norway, EAS special publication.

DUINKER, A. (2005). Possibilities and mysteries in scallop reproduction. 15th International Pectinid Workshop, Mooloolaba, Australia.

FINNE, F. E., P. A. OLSVIK, et al. (2005). Oxidative stress and cellular damage in rainbow trout hepatocytes exposed to single chemicals and environmental extracts. Pollutant Responses In Marine Organisms (PRIMO), Alessandria, Italy.

HAMRE, K., A. SRIVASTAVA, et al. (2005). Poster. Micronutrients in the rotifer (*Brachionus plikatilis*) cultured on four different diets. Aquaculture Europe, Trondheim, Norway, EAS special publication.

HANSEN, B. H., Ø. GARMO, et al. (2005). Stress gene expression in differently acclimated brown trout populations exposed to a severely metal contaminated lake. XIII International Conference on Heavy Metals in the Environment, Rio de Janeiro, Brazil.

HANSEN, B. H., Ø. GARMO, et al. (2005). Stress gene expression and metal accumulation in differently metal-acclimated brown trout populations exposed to a severely metal contaminated lake. SETAC Europe 15th Annual Meeting, Lille, France.

HANSEN, B. H., S. RØMMA, et al. (2005). Catalase and metallothionein expression and metal accumulation in differently acclimated brown trout populations exposed to a severely metal contaminated lake. International Conference on Heavy Metals in the Environment.

- HANSEN, B. H., S. RØMMA, et al. (2005). Responses of metallothionein, superoxide dismutase and catalase in gills of brown trout naturally exposed to sublethal Cd/Zn- and Cu-concentrations. SETAC Europe 15th Annual Meeting, Lille, France.
- HOLEN, E. and K. HAMRE (2005). Poster. Culturing embryonic stem (ES) cells from turbot, *Scophthalmus maximus*. Larvi'05-Fish & Shellfish Larviculture Symposium, Ghent, Belgium, European Aquaculture Society, Special Publication.
- HOVDA, M. B., J. T. ROSNES, et al. (2005). Use of molecular biological techniques to detect and characterize spoilage organisms in modified atmosphere packaged farmed cod (*Gadus morhua*). 35th WEFTA meeting, Antwerp, Belgium.
- KVÅLE, A., A. MANGOR-JENSEN, et al. (2005). Poster. Effects of protein hydrolysate in feed for Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) at weaning. Larvi'05 Fish and Shellfish Larviculture Symposium, Ghent, Belgium, European Aquaculture Society, Special Publication.
- LEVSEN, A. (2005). *Kudoa histolytica* causing post mortem myoliquefaction (soft flesh) in North Sea mackerel. 1st Symp. Scand.-Baltic Soc. Parasitol., Vilnius, Lithuania.
- LEVSEN, A. (2005). *Kudoa histolytica* in Atlantic mackerel - its taxonomy, effect on fish host, and apparent geographic range extension. Invited guest lecture, Inst. f. Exp. Pathol., Keldur, Reykjavik.
- LEVSEN, A. (2005). Modelling the life cycle of the *Anisakis simplex* species complex in the North Atlantic. Invited guest lecture. The Fisheries Research Inst, Reykjavik.
- LIE, Ø. and A. K. L. HALDORSEN (2005). Seafood safety - present and future challenges. The 23rd Nordic Lipid Symposium, Reykjavik, Iceland.
- LUNDEBYE, A.-K., C. N. GLOVER, et al. (2005). Functional toxicogenomic approach for assessment of risks and benefits associated with a methylmercury-contaminated diet. Society of Environmental Toxicology and Chemistry North America, 26th Annual Meeting, Baltimore, MD.
- LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K. (2005). Major challenges related to contaminants in seafood. Round Table Conference, Japan.
- LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K. (2005). Microbiological and parasitological aspects of seafood safety. Round Table Conference, Japan.
- LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K. (2005). Research and legislation related to contaminants in farmed fish. III FORM Thematic Network, Utrecht.
- LUNESTAD, B. and K. GRAVE (2005). Surveillance of drug use in Norwegian aquaculture: Application of the data for risk based drug residue control. EAFP-møte, København.
- LUNESTAD, B. T. and A. LEVSEN (2005). Distribution of *Anisakis simplex* larvae in Norwegian spring spawning herring and North Sea mackerel. 1st Symp. Scand.-Baltic Soc. Parasitol., Vilnius, Lithuania.
- MOREN, M. and K. HAMRE (2005). Iodide uptake in Atlantic halibut larvae and post-larvae from water. 6th International Symposium on Flatfish Ecology, Maizuru, Japan.
- MOREN, M., M. K. MALDE, et al. (2005). Effect of Krill meal, high in fluoride, on cod quality and health, -necessary assessments of an alternative protein source. Aquaculture Europe 2005, Trondheim.
- MOREN, M., J. J. SLOTH, et al. (2005). Poster. Is seawater a reliable source of iodine for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.). Larvi'05 Fish and Shellfish Larviculture Symposium, Ghent, Belgium, European Aquaculture Society, Special Publication.
- MAAGE, A. (2005). Fisheries By-products: Documentation of Nutritional Effects to Increase Value in Utilisation by Industry. Invited speaker. 3rd Health Sea International Symposium, Graneville, Frankrike.
- MAAGE, A. and K. JULSHAMN (2005). Norwegian surveillance programmes on seafood products related to food safety. Oral presentation Nordic Workshop, Reykjavik, Iceland.
- MAAGE, A., M. K. LORENTZEN, et al. (2005). Poster. Norwegian Surveillance of Seafood Safety. National Forum on Contaminants in Fish, Baltimore, USA.

- OLSVIK, P. A. (2005). Gene expression as biomarkers in fishes: Some examples from recent studies at NIFES (Invited oral). Environmental Risk from Multiple Stressors Workshop, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway.
- OLSVIK, P. A. (2005). Nutri-toxicogenomic studies in Atlantic cod - Current and planned research at NIFES. Workshop on genetic research in Atlantic cod, Reykjavik, Iceland.
- OLSVIK, P. A. (2005). Toxicogenomics and multiple stressors (Invited oral). Workshop: Ecological Risk from Multiple Stressors, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway.
- OLSVIK, P. A., B. H. HANSEN, et al. (2005). Biomonitoring of zebrafish Cd exposure by gene array *Danio rerio*. (Proceedings). XIII International Conference on Heavy Metals in the Environment, Rio de Janeiro, Brazil.
- OLSVIK, P. A., K. K. LIE, et al. (2005). Poster. Gene expression profiling of zebrafish exposed to produced water. 8th International Meeting of the Microarray Gene Expression Data Society, Bergen Center for Computational Science, Computational Biology Unit, University of Bergen, Bergen, Norway.
- OTERHALS, Å., M. BERNTSSEN, et al. (2005). Reduction of persistent organic pollutants in fish oil by short path distillation. WEFTA, Belgium.
- OTERHALS, Å., M. H.-G. BERNTSSEN, et al. (2005). Decontamination of fish oil by active carbon adsorption. Lipidforum, Reykjavik, Iceland.
- TOLLEFSEN, K.-E., J. BALAAM, et al. (2005). Bioassay directed fraction and chemical identification of organic contaminants in effluents from oil production activities. SETAC Europe 15th Annual meeting, Lille.
- TONHEIM, S. K., A. NORDGREEN, et al. (2005). Poster. In vitro digestibility of water soluble and water insoluble protein fractions of some commonly used fish larval feeds and feed ingredients. Larvi'05 Fish and Shellfish Larviculture Symposium, Ghent, Belgium, European Aquaculture Society, Special Publication.
- ØRNSRUD, R., G. TOTLAND, et al. (2005). Elevated retinol levels do not cause spinal deformities in the developing salmon embryo. Workshop on bone deformities in salmon and cod, Bergen.

Nasjonale møter

- BJØRKKJÆR, T., G. ARSLAN, et al. (2005). Effekten av selolje vs soyaolje på leddsmerter ved inflammatorisk tarmsykdom. Årsmøte Norsk Gastroenterologisk forening, Lillehammer, Norge.
- BRUNBORG, L. A. (2005). Du blir hva du spiser. Forskningsdagene, Presentasjon, Bergen.
- BRUNBORG, L. A. (2005). Sjømat til alle - ernæring og helse. Presentasjon for styret/ledelsen i SunKost kjeden, Norsk sjømatcenter, Bergen.
- BRUNBORG, L. A. (2005). Sjømat til alle - ernæring og helse. Norsk biokjemisk selskap, julemøte, Bergen.
- BRUNBORG, L. A., A. BERSTAD, et al. (2005). Selolje i klinisk forskning. Vårmøte for gastroenterologisk avdeling Haraldsplass Diakonale sykehus, Bergen.
- DAHL, L. (2005). Prosjektpresentasjon for justisminister Odd Einar Dørum med flere., Bergen fengsel.
- DAHL, L. (2005). Prosjektpresentasjon for medlemmer i justiskomiteen, Bergen fengsel.
- DUINKER, A. (2005). Hvordan få Ola og Kari Nordmann til å elske østers? Skjellkonferansen 2005, Stavanger.
- FINNE, E. F., P. A. OLSVIK, et al. (2005). Poster. Bioassay-assisted monitoring of industrial effluents and environmental samples. NSFT Winter-meeting, Beitostølen, Norway.
- GLOVER, C. N. (2005). Utilising genomic technologies for investigating nutritional and toxicological impacts of diet on seafood and seafood consumers. Nordic seminar on "Food, nutrition and genes", Lillestrøm.

- HANSEN, B. H., S. RØMMA, et al. (2005). Poster. Stressgener og tilpasning hos ørret fra gruveområder ved Røros. NFR PROFO-Conference, Oslo, Norway.
- HOVDA, M. B., J. T. ROSNES, et al. (2005). Identification of microbiological diversity in packaged cod at high CO₂ concentrations. Vintermøtet i Norsk forening for mikrobiologi, Voss.
- JULSHAMN, K. (2005). Er overvåkingen av norsk sjømat god nok? Jubileumsseminar "105 år er da ingen alder", Bergen.
- JULSHAMN, K. (2005). NIFES sin rolle i markedsberedskapen. Hva gjør vi når alarmen går? Effektiv beredskap er en forutsetning for å sikre tilliten til norsk sjømat. Beredskapsseminar for norsk sjømatnæring, Rica Hell Hotell, Stjørdal.
- LEVSEN, A. (2005). Zoonotiske parasitter fra fisk og sjømat. Invitert foredragsholder. Fisk og sjømat - smitterisiko for mennesker. Seminar i regi av Veterinærinstituttet, Bryggen Museum, Bergen.
- LUNDEBYE HALDORSEN, A.-K. (2005). Hva er egentlig situasjonen mht. miljøgifter i sjømat? MARING Fag dag, Gardemoen.
- LUNESTAD, B. T. (2005). Alexandre Yersin - ikkje berre oppdagaren av pestbakterien. Vintermøtet i Norsk forening for mikrobiologi, Voss.
- LUNESTAD, B. T. (2005). Antibiotikaresistens i fiskemikrober - risiko for vår helse? Fisk og sjømat - smitterisiko for mennesker, Veterinærinstituttet, Bergen.
- LUNESTAD, B. T. (2005). Mikrobiologiske utfordringer i pelagisk sektor. Seminar for pelagisk fisk, Pelagisk forum, Ålesund.
- MÅGE, A. (2005). Kvikksølv - fare for vårt blå spisskammers ? U-båtseminar Fedje.
- MÅGE, A. (2005). Laksen - sunn eller skummel ? Om overvaking og verdier i norsk sjømat. Fagseminar om Laks, Matfestivalen i Ålesund, Ålesund.
- MAAGE, A. and Ø. LIE (2005). Recent developments, consumer confidence and sustainable feed production. Oral presentation. . Workshop on-Coldwater Aquaculture, Aquanor, Trondheim, Norway.
- ROSNES, J. T., G. H. KLEIBERG, et al. (2005). Poster. Effect of modified atmosphere packaging on the microbial and sensory quality of Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Vintermøtet i Norsk forening for mikrobiologi, Voss.
- ROSTEN, T., B. O. ROSSELAND, et al. (2005). Documentation of fish welfare. Experiments and recommendation on fish transportation in open-, closed- and semi-closed well boats. Aquaculture Europe 2005 meeting, Trondheim, Norway.
- RØMMA, S., B. H. HANSEN, et al. (2005). Poster. Responses of metallothionein, superoxide dismutase and catalase in gills of brown trout exposed to sublethal Cd, Cu and Zn concentrations in situ. NSFT Winter-meeting, Beitostølen, Norway.
- SANDEN, M. (2005). Bioinformatics-related research at NIFES. Overview of research activities. Bioinformatics meeting, Bergen.
- TORSTENSEN, B. E. (2005). Hva skjer når oppdrettslaksen blir planteeter? 105 års Jubileumskonferanse HI/Fisk.Dir./NIFES (Invited oral), Bergen.

Populærvitenskapelige artikler

- BELL, G., B. TORSTENSEN, et al. (2005). "Replacement of Marine Fish Oils with Vegetable Oils in Feeds for Farmed Salmon." *Lipid Technology* 17(1): 7-11.
- BJØRKKJÆR, T. (2005). "Spennende seloljeforskning." *Revmatiker* 2.
- BRUNBORG, L. A. (2005). "Kosthold er pop." *Bergensavisen*.
- BRUNBORG, L. A. (2005). "Marine oljar frå sel og fisk - godt for kroppen, kanskje?" *Vikebladet Vestposten*.
- BRUNBORG, L. A. (2005). Presseoppslag i dagsrevyen, NRK.

DAHL, L. (2005). Fisk mot impulsbrekk og vold. Sjømat. 2.

DAHL, L. (2005). "Slipp fangene fri med riktig kosthold." Mat & Helse 8.

DUINKER, A. and M. BERGSLIEN (2005). "Avgiftning av skjell [Detoxification of mussels]." Kyst og Havbruk, Havforskningsinstituttet: 158-160.

HEVROY, E. M. and M. ESPE (2005). "Lett tilgjengelige marine proteiner åpner for mer plantekost." Norsk Fiskeoppdrett 11a/05: 52.

HEVRØY, E. M. (2005). "Alternative marine fish feed ingredients. Growth, optimal utilisation & health in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)." INTERNASJONAL AQUAFEED 8(5): 20-26.

HOLEN, E. (2005, 14.06.). "Feilutvikling hos fisk."

LEVSEN, A. and B. T. LUNESTAD (2005). "Om sjømat, kveis og sushi." Artikkel i regi av Pelagisk forum/FHL. Distribuert som bransjeintern informasjon til FHL, div. medlemsbedrifter i Pelagisk forum, Norges Sildesalgslag, Mattilsynet og Eksportutvalget for fisk: 6 ss.

LUNESTAD, B. T. (2005). "Meir enn ein oppdagar av pestbakterien." Tidsskrift for den Norske Lægeforening, Internasjonal medisin 125(5): 612-613.

MÅGE, A. (2005). "Dokumentasjon av ernæringseffektar av bi-produkt gjennom målretta og open FoU." Norsk Fiskeoppdrett 12A: 26-27.

MAAGE, A., K. JULSHAMN, et al. (2005). "Surveillance of contaminants in Norwegian salmon fillets and salmon feed - som highlights from 1995-2003." Fish Farming Today 196: 8-9.

OLSVIK, P. A. (2005). "Kartlegger stressgener hos torsk, BIOT2000, Bioteknologi i primærnæringene." Nyhetsbrev Norges Forskningsråd nr13.

ROSNES, J. T., G. H. KLEIBERG, et al. (2005). "Lang holdbarhet på oppdrettskveite i modifisert atmosfære." Norsk fiskeoppdrett 5: 50-52.

Rapporter

DIGRE, H., I. G. AURSAND, et al. (2005). Sluttrapport for prosjektet Pelagisk kvalitet fra hav til fat (2003-2005), Prosjektets oppdragsgivere er FHF, Innovasjon Norge og NFR.: 57 ss.

HOVE, H. T., K. JULSHAMN, et al. (2005). Overvåkningsprogram for medisinrester og andre fremmedstoffer i norske akvakulturprodukter. Årsrapport 2004. Bergen, NIFES.

JULSHAMN, K., K. GJERDEVIK, et al. (2005). Prosjekt "Analyser av mel - mvt 2004 -laboratorietjester". Rapport til Mattilsynet. Bergen, NIFES: 24 sider.

JULSHAMN, K. and A. MÅGE (2005). Næringsstoffanalyser av utvalgte barnematsprodukter - 2004/2005. Sluttrapport. . Bergen, NIFES: 23 sider.

JULSHAMN, K. and A. MÅGE (2005). Næringsstoffinnhold i krabbe. Rapport til SINTEF, Fiskeri og Havbruk AS. Bergen, NIFES: 6 sider.

JULSHAMN, K. and A. MÅGE (2005). Overvåkningsprogram for skjell. Årsrapport 2004, Rapport til Mattilsynet. Bergen, NIFES: 27.

MÅGE, A. (2005). DDT i Sørfjorden - Rapport frå feltarbeid på leit etter DDT, ASES-Rapport 08-2005
Odda, Hardanger miljøsenster: 25 sider.

MÅGE, A., K. JULSHAMN, et al. (2005). Overvåkningsprogram for fôrvarer til fisk og andre akvatiske dyr. Årsrapport 2004. Bergen, NIFES.

SKELI, J., A. RUUS, et al. (2005). Kildekartlegging av DDT i Sørfjorden, Hordaland. Forprosjekt. Rapport LNR 5038-2005. Odda, Hardanger Miljøseier: 42 sider.

WAAGBØ, R., O. BRECK, et al. (2005). Final report of the Workshop Bone disorders in intensive aquaculture. Bergen, NIFES: 1-42.

Bokkapitler

HANDY, R., J. MCGEER, et al. (2005). Toxic Effects of Dietary Metal Exposure: Laboratory Studies. Toxicity of dietborne metals to aquatic organisms. W. J. A. J.S. Meyer, K.V. Brix, S.N. Luoma, D.R. Mount, W.A. Stubblefield, C.M. Wood (eds.). Pensacola, SETAC PRESS. In press: pp. 59-112.

LEVSEN, A. (2005). Parasitter med næringsmiddelhygienisk betydning hos pelagisk fisk. Elektronisk kvalitetshåndbok for pelagisk industri, Utarbeides i samarbeid mellom SINTEF Fiskeri og havbruk, NIFES og Møreforskning.

NORBERG, B., G. RIPLE, et al. (2005). Stamfiskhold og eggproduksjon. Kveitehåndboken. A. MANGOR-JENSEN: 16-21.

NORTVEDT, R., K. HAMRE, et al. (2005). Kveitas krav til fôr og fôring. Kveite i oppdrett. A. Mangor-Jensen. Bergen, Norway, Havforskningsinstituttet.

ROSENLUND, G., G.-I. HEMRE, et al. (2005). Fôr og ernæring. Oppdrett av torsk. H. Otterå, Taranger, G. L. og Borthen, J., Norsk Fiskeoppdrett A.S.