

LESEROM

eks. 1

- 6 SEPT. 1994

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

IKKE TIL UTLAN

Fiskeridirektoratet

Biblioteket



A RSMELDING 1993



INNHOOLD

	SIDE
FORORD	3
INSTITUTTETS HISTORIE	4
LEDELSE OG ORGANISASJON	5
INSTITUTTETS PERSONALE	6
REGNSKAP	7
VIRKSOMHET	8
FORSKNINGSSTRATEGI FOR PERIODEN 1993–1996	8
1. ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER	8
2. ERNÆRINGSKVALITET AV SJØMAT	9
ANALYSEMETODIKK	11
3. FORMIDLE FORSKNINGSRESULTATER OG FREMME BRUKEN AV SJØMAT I KOSTHOLDET	11
RESULTATER OPPNÅDD I 1993	12
1. ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER	12
2. ERNÆRINGSKVALITET AV SJØMAT	15
NFFR-PROSJEKTER 1993	15
ANDRE EKSTERNT FINANSIERTE PROSJEKTER	16
ANALYSEMETODER	16
3. FORMIDLE FORSKNINGSRESULTATER OG FREMME BRUKEN AV SJØMAT I KOSTHOLDET	19
UTDANNING/UNDERVISNING	19
DOKTORGRAD I ERNÆRINGSBIOLOGI	19
NASJONALT OG INTERNASJONALT FORSKNINGSSAMARBEID	21
BISTANDSPROSJEKTER	21
AQUACULTURE NUTRITION	23
RÅD OG UTVALG	24
FOREDRAG/PLAKATER	24
PUBLIKASJONER	26
ARTIKLER:	
KARBOHYDRAT I LAKSEFÔR – HVA ER DET IDÉELLE? ...	29
LAKSENS UTNYTTELSE AV LØSELIG PROTEIN	32
BIOTINBEHOV HOS SMOLT	35
LAKSEFÔR MED LÅGT JERNINNHOLD – KEISARENS NYE KLEDE?	38

F

ORORD

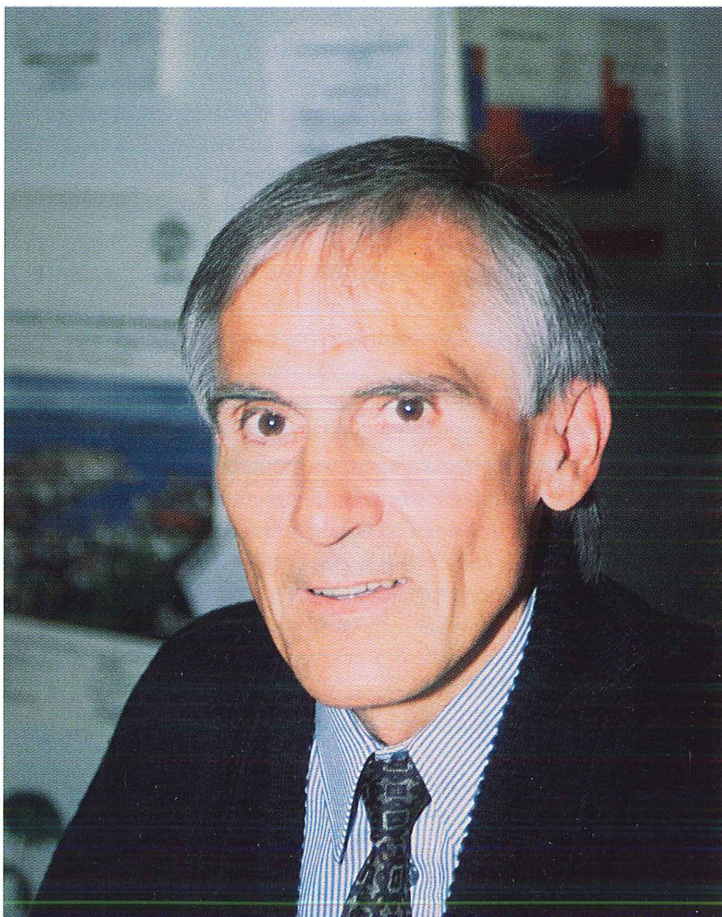
Fiskeridirektoratets ernæringsinstituttets forskning er solid forankret i norsk fiskerinæring. Instituttet har et levende, sterkt og åpent forskningsmiljø som er godt synlig i landskapet og har gode forbindelser nasjonalt og internasjonalt. Instituttet har sterk tro på egen kompetanse og verdien av egen forskning. God forskning krever et stimulerende og godt arbeidsmiljø noe som samtlige ansatte bidrar til.

I året som gikk ble vår kompetanse og våre forskningsresultater synlige på forskjellige måter. Jeg vil trekke frem tre eksempler.

Forskningsformidling er et prioritert område ved instituttet. I løpet av året fikk vi trykt brosjyren «Fakta om fisk» i samarbeid med en rekke sentrale norske aktører. I brosjyren er instituttets data på næringsinnhold et vesentlig bidrag. Om betydningen av den verdifulle trykksaken for leser/konsument uttaler redaksjonsgruppen følgende:

«Sjømatens betydning for riktig ernæring og kosthold er viktig, men det er også nødvendig med holdningsskapende arbeid som viser Kyst-Norges rikdommer og muligheter. Kunnskap, visjoner, prestisje og tro på mulighetene vil gjøre Norge til en ledende leverandør av sjømat. Fakta om fisk er ment som et bidrag i dette arbeidet». Disse betraktningene slutter jeg meg til. Brosjyren ble i løpet av året også trykt (i regi av Eksportutvalget for fisk) på engelsk, spansk og tysk som ledd i markedsføringen av norsk sjømat i utlandet.

I 1993 ble det tatt et initiativ fra instituttet til å heve standarden på instituttets tidsskrift «Fiskeridirektoratets skrifter Serie ernæring» til et internasjonalt tidsskrift i med «referee-ordning». Mens vi



enda var i planleggingsfasen ble vi kontaktet av det anerkjente engelske forlaget Blackwell Scientific Publications Ltd i Oxford med spørsmål om samarbeid. De hadde også sett behovet for et tidsskrift i ernæring relatert til akvakultur. Dette innspillet fra Blackwell gav prosjektet ny fart og i løpet av året ble tidsskriftet «Aquaculture Nutrition» etablert med sjefredaktør og tidsskriftets adresse lokalisert til Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Etableringen av tidsskriftet gir et sterkt faglig signal, og vil ha betydelig nytte og relevans for Norge som eksportør av oppdrettsprodukter.

Et annet eksempel på synliggjøring av instituttets kompetanse er ledervervet i arbeidsgruppen for

fettløselige vitaminer under Comité Européen de Normalisation (CEN). CEN er en internasjonal organisasjon for de nasjonale standardiseringsforbund i EU og EFTA. Metoder er vårt viktigste verktøy i ernæringsforskningen og gjennom arbeid i internasjonale fora vil verktøyet bli ytterligere slipt.

Virksomhetsåret 1993 var et godt år for instituttet. Fortjenesten ligger imidlertid hos instituttet ansatte som gjennom hardt arbeid og kreativitet har generert kunnskap som er nyttig og relevant for norsk fiskerinæring. Veien videre peker så avgjort oppover!

Kåre Julshamm
(forskningsjef)

I NSTITUTTETS HISTORIE

1947 Avdeling for vitaminundersøkelser ble opprettet som et ledd i utbyggingen av Fiskeridirektoratets kjemisk-tekniske forskningsinstitutt (Fiskerilaboratoriet). Formålet var å stå for utarbeiding og utføring av vitaminanalyser av betydning for fiskerinæringen.

1975 Avdelingen ble omorganisert til Fiskeridirektoratets vitamininstitutt. Dette skjedde i forbindelse med rasjonaliseringen av fiskeriforskningen, noe som førte til at den fiskeriteknologiske forskning ved Fiskerilaboratoriet ble overført til Fiskeriteknologisk forskningsinstitutt (FTFI) i Tromsø.

1983 Navneskifte til Fiskeridirektoratets ernæringsinsti-

tutt.

1993 Fiskeridepartementet nedsatte et utvalg, med instituttsjef Per Prante, Norconserv som leder for å utrede instituttets fremtidige tilknytnings- og organisasjonsform.

I løpet av tiden fra 1947 er virksomheten blitt utvidet til å omfatte et bredt spekter av ernæringsforskning, hvor fisk som råstoff og fiskeprodukter i ernæring for mennesker og husdyr står sentralt. Interessen for fiskeoppdrett har ført til økt innsats på feltet ernæring og føring av fisk.

En utvidelse av virksomheten ved instituttet kom med opprettelsen av Norges Fiskerihøgskole (NFH) som en avdeling ved Universitetet i Bergen (UiB) i 1972. I denne sammenheng ble instituttets leder professor II og en

forsker dosent II, siden professor II ved UiB. Videre ble en stipendiatstilling ved UiB lagt til Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. En av instituttets forskere var professor II i ernæringsfysiologi ved det Medisinske fakultet UiB frem til 1992. Norges Fiskerihøgskole ble i 1989 overført til Tromsø. Det Matematisk-Naturvitenskapelige Fakultet overtok imidlertid ansvaret for instituttets virksomhet under Norges Fiskerihøgskole inntil en instituttilknytning ved UiB ble avklart. I 1990 ble instituttets virksomhet vedrørende utdanning av cand.scient. og dr.scient. studenter knyttet formelt til Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB. I 1992 ble nok en stipendiatstilling knyttet til instituttet, men begrenset til 4 år.

L EDELSE OG ORGANISASJON

Administrasjon:

Forskningsjef, dr.philos.
Kåre Julshamm

Instituttet er organisert i følgende avdelinger:

1. Fett/fettløselige vitaminer og karbohydrater (forsker, dr.philos. Øyvind Lie)
2. Mineraler og sporelementer (forsker Amund Måge)
3. Protein/aminosyrer (forsker, dr.philos. Einar Lied)
4. Vannløselige vitaminer (forsker, dr.philos. Kjartan Sandnes)

En slik organisering er hensiktsmessig fordi den fordeler ansvaret for å opprettholde avansert analytisk kompetanse på områder som metodisk er noe forskjellig. I en bred anlagt ernæringsforskning henger imidlertid disse områdene sammen.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstituttets råd:

Fiskeridepartementet oppnevnte nytt råd for instituttet i 1993 med funksjonstid frem til 1997. Rådet har følgende sammensetning:

1. Forskningsjef Johannes Opstved, Sildeolje- og sildemellindustriens forskningsinstitutt (SSF), Bergen (leder), Forskningsjef Edel Elvevoll, Fiskeriforskning – Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning, Tromsø (varamedlem)
2. Førstekonsulent Bergljot Strømme Svendsen, Det kgl. Fiskeridepartement, Oslo (nestleder), Rådgiver Johnny Didriksen, Det kgl. Fiskeridepartement, Oslo (varamedlem)
3. Professor Grete Botten, Senter for helseadministrasjon, UiO, Oslo (medlem), Professor Christian Drevon, Avdeling for kostholdsforskning, UiO, Oslo (varamedlem)
4. Kvalitetsleder Anne Naas Strømsnes, Stolt Sea Farm A/S, Averøy (medlem), Prosjektleder Mette Helseth, Fiskerinæringens landsforening, Ålesund (varamedlem)
5. Salgssjef Øystein Pettersen, Uniprawns A/S, Tromsø (medlem), Ass.dir./eksportdir. Gunnar W. Iversen, Hallvard Lerøy A/S, Bergen (varamedlem)
6. Forsker Kjartan Sandnes, Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt, Bergen (medlem), Forsker Øyvind Lie, Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt, Bergen (varamedlem)
7. Fiskeridirektør Viggo Jan Olsen, Fiskeridirektoratet, Bergen (medlem), Avd. Dir. Rolv Behrens, Fiskeridirektoratet, Bergen (varamedlem)



INSTITUTTETS PERSONALE

Fast ansatte:

Forskningssjef:
Julshamm, Kåre

Forsker:
Andresen, Jan
Hemre, Gro-Ingunn
Lie, Øyvind
Lied, Einar
Måge, Amund
Sandnes, Kjartan
Waagbø, Rune

Avd.ingeniør:
Bargård, Siri
Berg, Torill
Brenna, Jan
Fjeldstad, Leikny
Haugnes, Jorun
Solli, Berit Engen

Ingeniør:
Asphaug, Vibecke
Irgens, Betty
Stave, Mariann

Laborantleder:
Heltveit, Aase
Konradsen, Bernt
Skjerve, Nils

Laborant:
Brustad, Gunn-Beate
Fauskanger, Vidar
Johannessen, Tove
Kallestad, Idun
Sedal, Laila Oksholm
(permisjon til 01.11.1993)
Wessels, Jacob

Lab.ass.:
Hansen, Mariann (vikar)
Heltveit, Sidsel (permisjon)
Hevrøy, Ruth (permisjon
f.o.m. 01.06.1993)

Førstesekretær:
Brustad, Linda

Førstefullmektig:
Simonsen, Inger-Marie

Renholdsbetjenter:
Bratlie, Margith
Meyer, Berit

Prosjektansatte:

Forsker:
Espe, Marit
Nortvedt, Ragnar
Rønnestad, Ivar

Stipendiat:
Albrektsen, Sissel (dr. stipendiat)
Andersen, Friede (dr. stipendiat)
Berge, Gerd Eikeland
Hamre, Kristin (dr. stipendiat)

Horvli, Ole (dr. stipendiat)
Kirkeide, Eli Katrin
Lorentzen, Mette (permisjon fra august) (dr. stipendiat)
Steiner, Mathilda Asiedu (dr. stipendiat)

Vit.ass.:
Mæland, Anne
Avd.ing.: Gjerdevik, Kathrin

Ingeniør:
Ask, Kjersti
Birkenes, Anita
Eliassen, Annbjørg
Langeland, Kari Elin

Lab.ass.:
Bolstad, Anna
Eidsvik, Tonja Lill (vikar)
Sleire, Jenny

Arbeidsmarkedstiltak:

Lab.ass.:
Esperås, Bjørn-Tore
Koren, Ellen Elisabeth

Ingeniør:
Thu Thao, Nguyen

Hovedfagsstudenter:

Austad, Tone
Berge, Gerd Eikeland (eksamen vårsemester 1993)
Børnes, Christine
Eckhoff, Karen
Fauske, Hilde
Flo, Petter (eksamen høstsemester 1993)
Hesjevik, Elin (eksamen vårsemester 1993)
Kjellevold, Marian
Lund, Britt Kjersti
Meland, Siv
Mæland, Anne
Rognsvåg, Britt Frøydis (eksamen vårsemester 1993)
Susort, Sissel Tjøstheim
Aas, Turid Synnøve



R

EGNSKAP

A. Midler over Fiskeridepartementets budsjett:

	1992	1993
Lønn og godtgjørelser	6.792.000	6.760.000
Varer og tjenester	4.256.000	4.640.000
Nordnesboder 3**		<u>1.700.000</u>
Ny anskaffelser*	<u>1.750.000*</u>	
	<u>12.748.000</u>	<u>13.100.000</u>

* Flermetall analyseinstrument (ICP-MS)

** Ekstra bevilgning i forbindelse med brann i Nordnesboder 3

B. Eksterne forskningsmidler:

NFR (avd. NFFR)	1.700.000	3.859.528
Stipendiat NFR		261.900
Andre	<u>2.820.000</u>	<u>2.288.700</u>
	<u>4.520.000</u>	<u>6.410.128</u>
Totalt	<u>17.268.000</u>	<u>19.510.128</u>

Brannen i Nordnesboder 3

Den 25.06.93 ble eiendommen inntil nordveggen av instituttet ødelagt av brann. Instituttet var leietaker i bygningen, Nordnesboder 3, hos firma O. Bratland A/S. En del av bygningen var nyoppusset og oppgradert til et egnet lokale for produksjon av fôr til instituttets forskningsvirksomhet. Ominnredningsarbeidet (tømmerarbeidet) var for det meste utført

med ekstra innsats av instituttets egne ansatte. I tillegg var det investert betydelige summer i grunnarbeid, gulvbelegg, vann-tilførsel, ventilasjon og strømtilførsel. Det var også installert et eget fryserom i lokalene. Innflytting var nettopp avsluttet, og instituttet ble påført et tap i størrelsesorden 3 mill. kr.

Tiltak for å sikre progresjon av igangværende forskningsprosjekter ble igangsatt umiddelbart, og noen

forsøk måtte avbrytes eller utsettes. Samtidig ble det iverksatt tiltak for å sikre gjenskaffelse av utstyr og lokaler gjennom søknad om tilleggsbevilgning over statsbudsjettet for 1993. Det ble stilt 1.7 mill. kr. til rådighet for 1993, og gjenskaffelse av utstyr ble igangsatt umiddelbart. Instituttet arbeider videre med denne saken og forventer å ha nye fasiliteter for produksjon av forsøksfôr klar i løpet av 1994.

VERKSOMHET

FORMÅLSPARAGRAF:

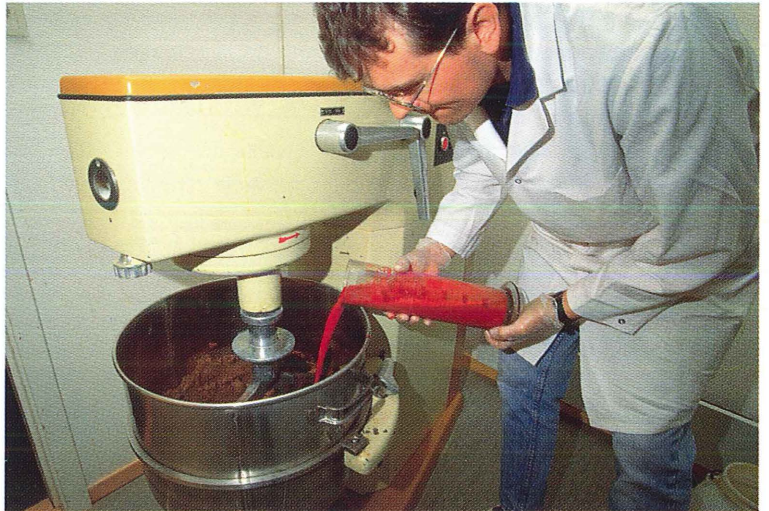
Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har som formål:

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

FORSKNINGSSTRATEGI FOR PERIODEN 1993 - 1996.

ERNÆRINGSFORSKNING:

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt skal framskaffe kunnskap og være premissleverandør til en fiskeri- og havbruksnæring som er i vekst, og som har et betydelig



potensial for å styrke sin posisjon som en lønnsom og livskraftig næring. Forskning bidrar i stigende grad til å styre utviklingen, og blir et stadig viktigere redskap til å fremme verdiskaping.

Instituttets forskningsområder tar utgangspunkt i overordnede politiske mål, og de behov og utfordringer en samlet fiskeri- og havbruksnæring står overfor. Forskningsinnsatsen vil være rettet mot oppgaver som krever straks-løsninger og mot oppgaver av mer langsiktig karakter innen følgende områder:

- 1 ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER
2. ERNÆRINGSKVALITET AV SJØMAT
3. FORMIDLING AV FORSKNINGSRISULTATER SAMT FREMME OPPLYSNING OM SJØMAT I KOSTHOLDET

1. ERNÆRING, FÔR OG FÔRRESSURSER

1.1 Ernæring hos laks

Laks vil fortsatt være den viktigste arten i oppdrett, og forskningsinnsatsen på laks må således videreføres. Fôret utgjør den største variable kostnad (nær 50 %) i produksjon av oppdrettsfisk. Dagens fôr kan imidlertid gjøres bedre og ernæringsmessig riktigere, og forskningsinnsatsen på førsiden er således en nøkkelfaktor for bedret kostnadseffektivitet i næringen. Dette arbeidet består i å bestemme ernæringsbehov og sammensette næringsstoffene slik at fôret gir optimal vekst og lavest mulig fôrforbruk samtidig som krav til optimal helse og produktkvalitet ivaretas.

Forskning rettet mot ernæringskunnskap og førsammensetning i kombinasjon med føringstrategi





og driftsrutiner vil være viktig for å redusere negative miljøvirkninger av oppdrett. I dette ligger utvikling av fôr som gir bedre fordøyelighet og fôrutnyttelse, samt redusere fôrtap til det marine miljø.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Optimalisere fôrsammensetningen til laks med hensyn på vekst, fôrutnyttelse, helse og produktkvalitet
- Utvikle fôr og fôringrutiner som reduserer negative miljøvirkninger av lakseoppdrett

1.2 Ernæring hos marin fisk

Kultivering av marine fiskearter forutsetter at det utvikles en sikker og kostnadseffektiv produksjon av yngel. Fôr- og ernæringsforskning vil være en nøkkelfaktor for å løse problemet med startfôring og tilvenning til formulert fôr. Det er imidlertid allerede lagt et grunnlag som gjør det mulig og interessant å ta fatt på forskningsoppgaver innen fôr og ernæring knyttet til matfiskproduksjon.

Forskningsinnsatsen må konsentre-

res om å utvikle fôrtyper og fôringrutiner som gir optimal fôrutnyttelse, vekst, helse og produktkvalitet.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Optimalisere levendefôr
- Optimalisere tilvenningsfôr
- Øke kunnskapen om fôrtyper som gir god vekst, fôrutnyttelse, helse og produktkvalitet.

1.3 Optimal utnyttelse av marine fôrressurser

Marine råvarer utgjør hovedandelen i fiskefôr, og Norge er i den fordelaktige situasjon å ha tilgang på egne fôrressurser (industrifisk) til oppdrett. Men marine fôrressurser må utnyttes optimalt, og det må arbeides videre med å utvikle bedre og mer kostnadseffektive fôr basert på direkte bruk av marint råstoff i produksjonen. Foruten kunnskap om ernæring og fôr er dette et forskningsområde som krever teknologisk og ressursbiologisk forskning, samt forvaltning knyttet til de ville bestander.

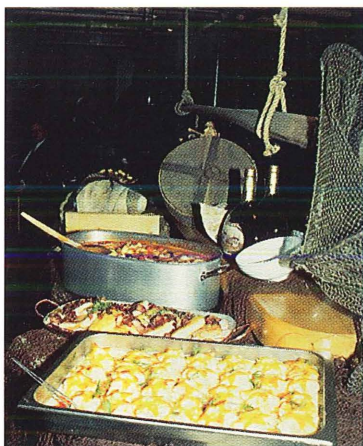
I Norge dumpes omkring 300.000 tonn fiskeavfall som lokalt forårsaker miljøproblemer, men som representerer en viktig fôrressurs dersom dette avfallet kan utnyttes på en riktig måte.

Prioriterte forskningsområder:

- Forbedret utnyttelse av marine fôrressurser
- Fremskaffe kunnskap som gir mulighet til en bedre utnyttelse av biprodukter fra fiskeri- og havbruksnæringen

2. ERNÆRINGSKVALITET AV SJØMAT

Foruten ernæringskvalitet inkluderer også kvalitetsbegrepet sensorisk-, teknologisk-, mikrobiolo-



representerer derfor et betydelig markedspotensiale for fisk og annen sjømat både nasjonalt og internasjonalt. I denne sammenhengen vil produktenes ernæringskvalitet være viktig.

Oppdrett av fisk gjør oss i stand til produktsikring og produktstyring gjennom fôrets sammensetning. Økt kunnskap om sammenhengen mellom fôr og næringsmiddelkjemisk sammensetning av produktet vil bidra til at vi kan fremskaffe de produkter som mar-

kedene ønsker. Det må også fremskaffes kunnskap om hvordan uheldige påvirkninger av fôr og miljø kan influere på fiskens ernæringskvalitet.

Prioriterte forskningsoppgaver:

- Dokumentere sammenhengen mellom miljø og ernæringskvalitet
- Fremskaffe kunnskap om sammenhengen mellom fôr og ernæringskvalitet

gisk- og etisk kvalitet. Ernæringskvalitet må sees i et helsemessig perspektiv og er nært knyttet til kunnskap om produkters innhold av gunstige og ugunstige stoffer (næringsmiddelkjemisk sammensetning) samt opptak av disse i organismen.

Et rent miljø er en forutsetning for produksjon av sjømat. Dette er også et viktig markedsføringsargument for slike produkter. Det er derfor av avgjørende betydning for Norges framtidige kystnæring at det blir truffet tiltak mot alt som forringer det marine miljø. Det gjelder deponering og utslipp av kjemiske stoffer som virker direkte giftig på akvatiske organismer, likeså naturfremmede stoffer som eventuelt etterspores i produktene, en av de stoffgruppene som er viktig i denne sammenheng er metaller. Ny teknologi er tatt i bruk ved instituttet (flermetallinstrument) til bestemmelse av metaller i marine prøver, og dette instrumentet vil således gi ny kunnskap om metaller i det marine miljø.

Feil kosthold er en vesentlig årsak til store helseproblemer i den vestlige verden. Det er alminnelig enighet om at et økt bruk av sjømat i kostholdet er helsefremmende. En økende helsebevissthet



- Fremskaffe kunnskap om ernæringskvalitet av bearbejdede produkter (påvirkning av prosess)

ANALYSEMETODIKK

Instituttets analytiske kompetanse er viktig for å sikre at Norge har tilgjengelig høy analytisk kompetanse med forskningsbasis i et institutt med institusjonell hukommelse og som er forankret i norsk fiskerinæring.

Prioriterte oppgaver:

- Utvikle nye kvalitetssikrede metoder
- Sentrale metoder skal akkrediteres

- Føre videre det nettverk instituttet har mot nasjonalt og internasjonalt kvalitetssikringsarbeid

3. FORMIDLE FORSKNINGSRISULTATER OG FREMME BRUKEN AV SJØMAT I KOSTHOLDET

Fortsatt vekst i norsk kystnæring krever at sjømatandelen i kostholdet øker både nasjonalt og internasjonalt. En forutsetning for å lykkes i disse markedene er kunnskapsoppbygging i alle ledd i næringen og hos konsumentene. Uansett om sjømat kommer fra

oppdrett eller fra tradisjonelt fiske, er det påkrevd med et system som sikrer kvaliteten på produkter som markedsføres under betegnelsen norsk sjømat.

Prioriterte oppgaver:

- Formidle kunnskap til fiskerier næringen
- Fremme bruken av sjømat i kostholdet
- Styrke undervisningstilbudet i ernæring på universitetsnivå
- Videreutvikle nasjonalt og internasjonalt forskningssamarbeid
- Delta i bistandsprosjekter.



RESULTATER OPPNÅDD I 1993

1. ERNÆRING, FØR OG FØRRESSURSER

1.1 Ernæring hos laks

– *Fastlegge behovet for essensielle aminosyrer*

Kunnskap om aminosyrebehovet er viktig i arbeidet med å optimalisere protein-nivå og sammensetning av før til oppdrettsfisk. Forsøk for å bestemme behovet for essensielle aminosyrer i før til Atlantisk laks med vekt på methionin, arginin, lysin og tryptofan inngår som en del av forskningsprogrammet «Produksjon av laks og ørret». Dette prosjektet er et samarbeid mellom Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt (prosjektansvarlig), Akvaforsk og Norsk Bioakva A/S (industripartner). På bakgrunn av resultatene fra forsøkene er behovet for methionin til laks i den aktuelle størrelsen estimert til 2.6 % av førproteinet. Forsøkene vil bli videreført i 1994.

– *Omsetning og behov av fettsyrer under smoltifisering*

Dårlig smoltkvalitet har vært et økende problem i oppdrett av laks. Instituttet samarbeider med Akvaforsk for å studere sammenhengen mellom fettsyrer i dietten og smoltifisering. På denne bakgrunn vil man kunne gi anbefalinger om et mer optimalt før til smolt. Det analytiske arbeidet etter eksperimentelle forsøk har pågått høsten 1993, og vil fortsette våren 1994.

– *Utnyttelse og omsetning av karbohydrater i før*

I program for laks og ørret (PAL) har instituttet arbeidet med å finne toleransegrenser for karbohydrat i før til laks. Det har også vært utført forsøk for å belyse hvorvidt laks kan utnytte og omsette stivelse som energi. Flere eksperimen-

telle forsøk er utført, der resultatene viser at det ideelle innhold av karbohydrater i laksefør ligger på omlag 10%, mens det tolerable nivå ligger på ca. 20%. Ved en tilsetning på 10% vil hele karbohydratmengden bli utnyttet, mens ved 20% tilsetning får en et overskudd, både i fiskens metabolisme og i utslipp til det omliggende miljø. Resultater for toleranse viser også at det er svært ulik respons på vinters- og sommerstid. Resultatene vedrørende førutnyttelse, miljø og fiskehelse er godkjent til publisering i internasjonale tidsskrifter, mens resultatene som beskriver effekt på metabolismen er sendt til publisering. Instituttet har også i møter med førindustrien formidlet disse resultatene til fri implementering i deres arbeider.

– *Behov og omsetning av kobber og magnesium*

Vi har i første halvår utført et føringsforsøk for å klarlegge kobberbehovet hos laks. Analysearbeidet fra forsøket pågår. Data blir ikke bearbeidet før prosjektmedarbeideren er tilbake fra morspermisjon i august 94. Vedrørende magnesiumsbehov vil føringsforsøk starte sent i 2. halvår.

– *Tilgjengelighet av jern*

Resultat fra et føringsforsøk med laks utført 1992 har blitt gjort ferdig, men det gjenstår fremdeles en del analyser. En foreløpig oversikt over resultatene ble presentert på et seminar i fiskeernæring, Lillehammer i mars.

– *Vurdering av fiskemel som mineralkilde*

Vi har her føret laks fra startforing i mars 1992 frem til smoltifisering i juni 1993 med og uten tilsetning av mineralblanding. Forsøket gikk

så over til et sulforsøk som ble avsluttet i september. Analysearbeidet er såvidt påbegynt.

– *Behov for og omsetning av vitaminene E og A*

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har som mål å fremskaffe bl.a. behovstall for vitamin E. Eksperimentelle forsøk viser at laksen har et minimums behov for vitamin E på ca. 60 mg/kg tørrfør, dette er noe høyere enn tidligere antatt. Resultatene fra disse forsøkene er godkjent til publisering internasjonalt og har også vært fremmet i nasjonale tidsskrifter (Norsk Fiskeoppdrett, og NFFR-nytt). Interaksjoner mellom vitaminer vil ha betydning i arbeidet med å fastsette et eksakt behov. Forsøk for å klarlegge interaksjoner mellom vitaminene E og C er utført, og det analytiske arbeidet pågår. Undersøkelser vedrørende interaksjoner mellom vitamin A og astaxantin er gjennomført (samarbeid med Matre Havbruksstasjon). Resultatene er sendt til publisering.

– *Ernæring og helse*

Resultater fra studier på laks viser at innholdet av karbohydrater og vitamin D i føret ikke påvirker immunitet og overlevelse etter bakteriell smitte. Et pilotstudium for å studere betydningen av astaxanthin for vekst og helse er gjennomført i samarbeid med Havforskningsinstituttet. Databehandling og publisering gjenstår.

– *Behov og omsetning av vitamin B₁₂ og folinsyre*

Forsøk for å studere behov og omsetning av vitaminene B₁₂ og folinsyre er gjennomført. Ti ulike førtyper med innblanding av vitaminene i bestemte konsentrasjoner

i forhold til hverandre («Central Composite Design») ble sammenlignet. Nødvendig analysearbeid og databearbeiding gjenstår, men foreløpige resultater viser at forsøket gir ny kunnskap som grunnlag for anbefalinger om tilsetning av disse vitaminene i fôr.

– Biotin og vitamin C knyttet til immunologi og fiskehelse

For å studere sammenhengen mellom vitamin C i fôret og immunstimulering vs. tid ble fôringsforsøk igangsatt i 1993. Forsøket vil bli avsluttet våren 1994 med vaksinasjonsforsøk og smitteforsøk (i samarbeid med Havforskningsinstituttet).

Forsøk har vist at den mengde fiskemel som finnes i laksefôr inneholder nok biotin (et B-vita-

min) til å dekke behovet for normal utvikling og vekst, men behovet for biotin hos laks under smoltifisering er høyere. Biotin må dermed tilsettes ekstra i smoltfôr.

1.2 Ernæring hos marin fisk

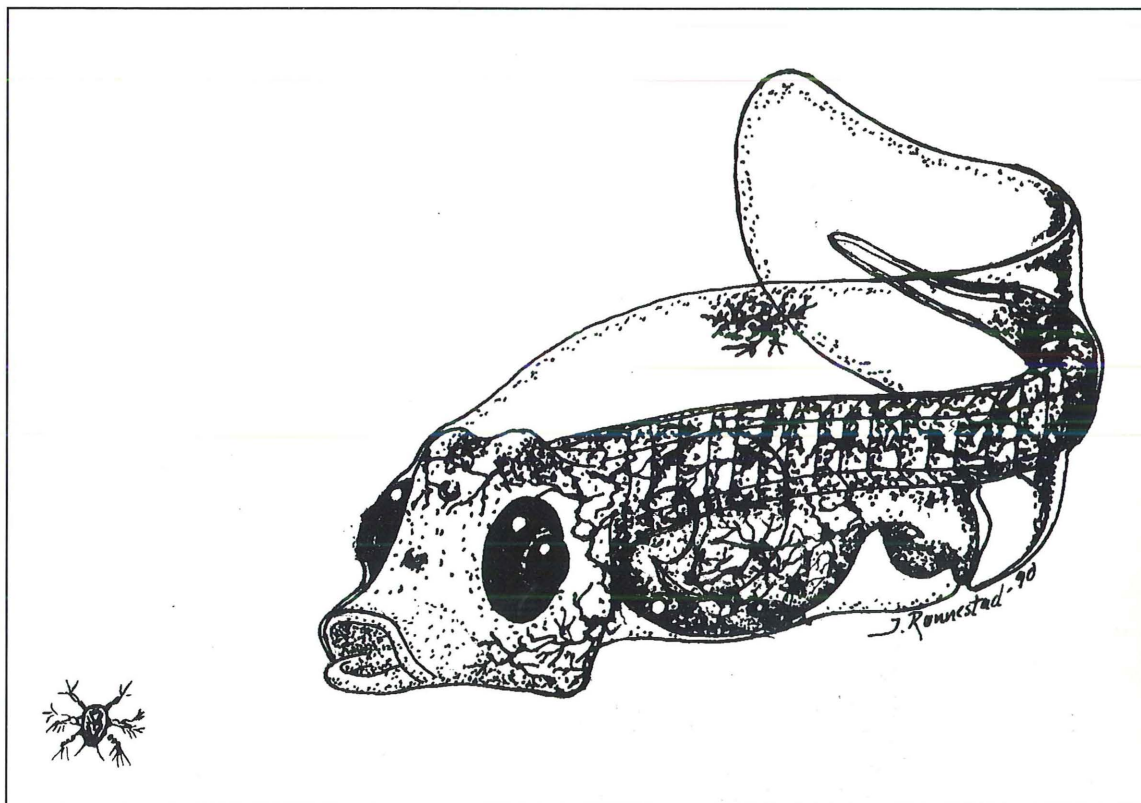
– Fastlegge betydningen av ulike fôringsregimer til torsk for vekst, restitusjonsvekst samt energi- og proteinutnyttelse til bruk i vekstmodeller

Forsøk omkring vekst, organutvikling, energi- og proteinutnyttelse hos torsk i størrelsen 0.1 til 2.5 kg som funksjon av fôringshyppighet og rasjon samt sult og réforing har gitt data som kan anvendes i modelleringsarbeid både i havbruk og i populasjonsdynamiske studier. I forsøkene har en anvendt brisling

som fôr; dette for å kunne trekke slutninger anvendbare også hvor torsk i naturen har beitet på andre liknende fôrorganismer. Forsøkene har samlet gitt data som kan anvendes for modellering av torskens vekst som funksjon av næringstilgang, men også data som kan anvendes for estimering av næringsgrunnlaget i en tidsperiode dersom en kjenner fiskens vekstutvikling, organutvikling og kjemiske sammensetning for samme tidsperiode.

– Fastlegge optimalt innhold av protein i fôr til torsk

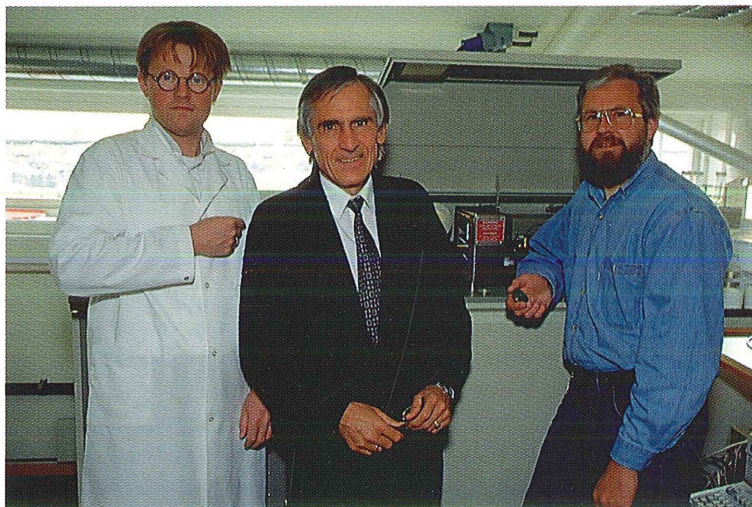
Forsøk for å bestemme innhold av protein for optimal proteinutnyttelse i fôr til torsk i oppdrett ble avsluttet i april/mars, 1993. Foruten vekst ble det gjennomført kjemiske og biokjemiske analyser



av organer for å oppnå et sikkert estimat av artens proteinbehov. Foreløpige data indikerer at torsk har et proteinbehov på ca. 40% proteinenergi; dette er lavere enn tidligere antatt. Behovet definert som optimalt innhold av protein i fôret synes også å være avhengig av fôrets konsistens og fordøyel-seshastighet.

– *Optimalisering av startfôr til marin fisk (levendefôr)*

Dersom Norge skal videreutvikle en bærekraftig oppdrettsnæring som også skal inkludere marin fisk må man beherske marin yngelproduksjon. Instituttet har engasjert seg i dette feltet i samarbeid med SINTEF, Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen og BP-Nutrition ARC, spesielt vedrørende ernæringskvalitet av rotatorier og artemia, og hvordan en kan gjøre levendefôr mer optimalt ernæringsmessig ved å bruke ulike anrikningsmedier. Inkorporering av vitaminene A, E, C, flere B-vitaminer, fettsyrer, aminosyrer og glukose er fulgt over en tidsperiode. Resultatene gir et viktig bidrag



til å optimalisere produksjonen av marin fiskeyngel, og resultatene er sendt til publisering.

– *Utredning av ernæringsbehov hos marin fiskeyngel*

Instituttet har ansvaret for en utredning om ernæringsbehov hos marin fiskeyngel (kunnskapsstatus og forslag til framtidig forskningsinnsats) i regi av Norges forskningsråd under NY FISK programmet. En gruppe fagpersoner fra

relevante fagmiljø i Norge deltar som referansegruppe. Sluttrapport fra prosjektet vil bli oversendt NFR innen 1. april 1994.

– *Fôring/fôringstrategi av matfisk kveite*

Gjennom et delprosjekt i samarbeid med Havforskningsinstituttet er instituttet engasjert i å utvikle fôrtyper og fôringsstrategi for matfisk kveite (NY FISK programmet NFR). I 1993 ble det gjennomført forsøk for å studere flyte/synke egenskaper av ulike fôr i kombinasjon med fôrutnyttelse og fôringsatferd. Prosjektet fortsetter i 1994. Videre forsøk bygger på de foregående, der målet er å framskaffe kunnskap som kan implementeres i næringsutvikling.

1.3 Optimal utnyttelse av marine fôrressurser

– *Videre studier omkring bruk av mikrobølgeteknologi til produksjon av fiskefôr*

Arbeidet på dette området omfatter i øyeblikket teoretisk strategi- og logistikkutvikling ved å analysere verdikjeden fra råstoff til fiskefôr.



Videre praktisk utprøving av aktuelle metoder må utstå til instituttets førkjøkken er gjenoppbygget etter brannen og til pågående patentstridigheter er avklart.

2. ERNÆRINGSKVALITET AV SJØMAT

– Utredning av produkttilpasset førkvalitet for laks

Instituttet gjennomfører en analyse (utredning) om produkttilpasset førkvalitet for oppdrettslaks (kunnskapsstatus og forslag til framtidig forskningsinnsats) i regi av Norges forskningsråd under PAL programmet. Sluttrapport fra prosjektet vil bli oversendt NFR våren 1994.

– Utvide kunnskapen om næringsinnhold i nye fiskearter aktuelle for konsum

Sjømat er ernæringsmessig et glimrende produkt. Ved introduk-

sjon av nye arter for konsum er det viktig å kjenne den næringsmiddelkjemiske sammensetning av disse. Instituttet har analysert mange næringsstoffer i en rekke arter i forbindelse med prøvafiske i regi av Fiskeridirektoratet, der analyseresultatene er publisert på 4 språk i brosjyren «Fakta om fisk». Resultatene vil også bli publisert i siste nr. av Fiskeridirektoratets skrifter Serie Ernæring (våren 1994).

– Misfarging av laks

Norsk laksenæring har de siste år mottatt et økt antall klager på fargekvaliteten på oppdrettslaks, og enkelte europeiske røkerier har måttet forkaste opptil 70% av laks kjøpt fra Norge. På denne bakgrunn har instituttet i samarbeid med Matre Havbruksstasjon startet forsøk for å belyse ernæringsmessige parametre som kan ha betyd-

ning for fargekvalitet på laksefilét. Forsøkene ble avsluttet i 1993, og de kjemiske analysene vil foreligge i løpet av 1994.

– Overvåking av tungmetaller i sjømat

Vedrørende overvåking av tungmetaller i sjømat har instituttet hatt to hovedfagstudenter i arbeid i første halvår. Den ene har analysert ferdig blåskjell fra en serie stasjoner innover i Hardangerfjorden/Sørfjorden, den andre har analysert blåskjell fra områder i Byfjorden, Bergen. Begge serier av data er under bearbeiding.

Vi har for tiden et samarbeid med Universitetet i Oslo, der analyser av arsen i blod fra et humanernæringsforsøk blir analysert i 2. halvår. Metodeoptimalisering har imidlertid vært nødvendig i tilknytning til analyser av arsen i blod.

NFFR-PROSJEKTER 1993

Prosjekttittel:

Aminosyrebehov hos Atlantisk laks.

Program:

Produksjon laks og ørret (PAL)

Faglig hovedansvarlig:

Einar Lied

Prosjektansatt:

Gerd Eikeland Berge

Anita Birkenes

Startår: 1993

Sluttår 1994

Prosjekttittel:

Ernæringsbehov hos laks.

Program:

Produksjon laks og ørret (PAL)

Faglig hovedansvarlig:

Amund Måge

Prosjektansatt:

Jorun Haugsnes (30%)

Jenny Sleire

Startår: 1992

Sluttår: 1994

Prosjekttittel:

Fettsyrebehov ved smoltifisering – forbedret førkvalitet.

Program:

Produksjon laks og ørret (PAL)

Faglig hovedansvarlig:

Øyvind Lie

Prosjektansatt:

Eli Katrin Kirkeide

Kari Elin Langeland

Startår: 1993

Sluttår:

Prosjekttittel:

Vannløselige vitaminer.

Program:

Produksjon laks og ørret (PAL)

Faglig hovedansvarlig:

Kjartan Sandnes

Prosjektansatt:

Anne Mæland

Startår: 1993

Sluttår:

Prosjekttittel:

Ernæringskvalitet av norsk fiskeråstoff og fiskeprodukter.

Program:

(FITEK)

Faglig hovedansvarlig:

Øyvind Lie

Prosjektansatt:

Ole Horvli

Startår: 1991

Sluttår: 1993

Prosjekttittel:
Produkttilpasset førkvalitet.
Program:
Produksjon laks og ørret
(PAL)
Prosjektansatt:
Marit Espe
Faglig Hovedansvarlig:
Kjartan Sandnes
Startår: 1993
Sluttår: 1994

Prosjekttittel:
Ernæringsbehov og krav til før-
sammensetning hos marine fiske-
larver.
Program:
NY FISK
Faglig hovedansvarlig:
Kjartan Sandnes
Prosjektansatt:
Ivar Rønnestad
Startår: 1993
Sluttår: 1994

Prosjekttittel:
Utnyttelse & omsetning av karbo-
hydrater hos laks.
Program:
Produksjon laks og ørret
(PAL)
Faglig delansvarlig:
Gro-Ingunn Hemre
Startår: 1993
Sluttår: 1994

ANDRE EKSTERNT FINANSIERTE PRO- SJEKTER

Prosjekttittel:
Pilotproduksjon av marin fiske-
yngel.
Faglig hovedansvarlig:
Øyvind Lie
Prosjektansatt:
Annbjørg Eliassen
Startår: 1991
Sluttår: 1993

Prosjekttittel:
SLaN Analyser av matvaretabellen
Faglig hovedansvarlig:
Kåre Julshamm
Prosjektansatt:
Katrinn Gjerdevik
Startår: 1992
Sluttår:

ANALYSEMETODER

– *Kvalitetssikring av metoder*
Utvikling og kvalitetssikring av kje-
miske og mikrobiologiske analyse-
metoder er en stor aktivitet ved
instituttet som vil gå over flere år.
En egen kvalitetssikringsgruppe er
nedsatt (1993). Denne tilretteleg-
ger kvalitetssikrings arbeidet, der
målsettingen er akkreditering av
instituttets sentrale metoder i løpet
av 1995.

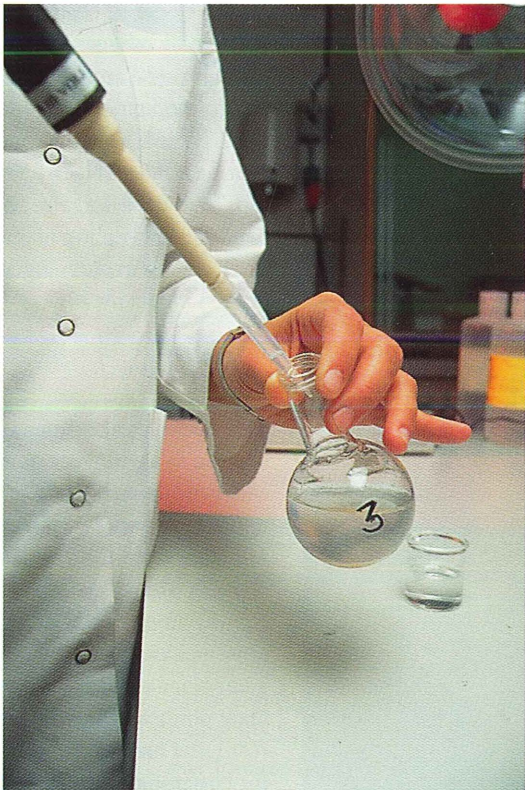
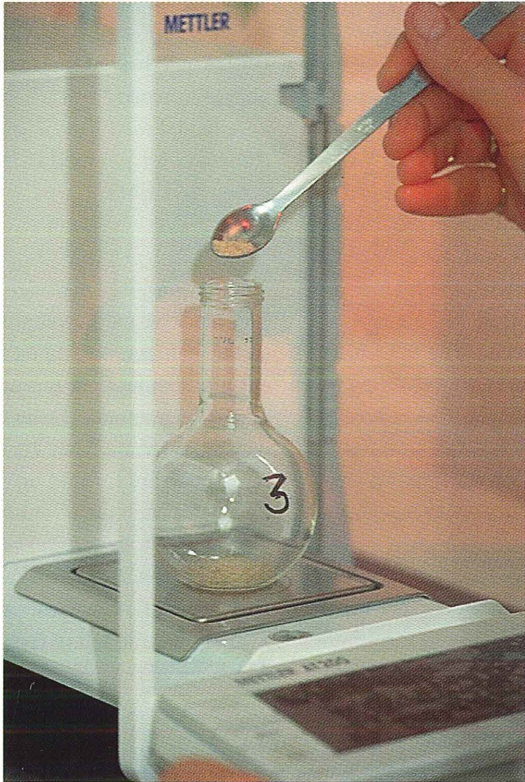
– *Referansefunksjon*
I tillegg til at instituttet har rutine-
analyser av B-vitaminer i SLaN-
sammenheng har også instituttet
fått referansefunksjon for følgende
analytter: totalprotein, total fett,
aminsyresammensetning, mettede

fettsyrer, monomettede fettsyrer,
flerummettede fettsyrer, vitamin A,
vitamin D, vitamin K, vitamin E,
vitamin C, thiamin, riboflavin,
niacin, pyridoksin, vitamin B₁₂,
folinsyre, pantotensyre, biotin,
histamin, andre biogene aminer,
natrium, kalium, magnesium,
kalsium, jern, mangan, sink,
kobber, selen, krom, jod, arsen
og kvikksølv.

– *Lipidklasser*
Iatroskan MK – 5 TLC/Fid ana-
lyser brukes til tynnsjiktroma-
tografisk (TLC) bestemmelse
av lipidklasser. Det er kjørt
prøveserier med marint materi-
ale, og resultatene ser ut til å gi
bra samsvar med tidligere arbeid
på området. En del utprøv-
inger på metodens pålitelighet
har vi også utført. Instrument-
presisjon og gjenvinning ser
ut til å ligge innenfor grenser
satt i kvalitetssikringshånd-
boken.

– *β-karoten*
Det er i de seinere år blitt fokusert
stadig mer på β-karoten i vårt kost-





hold. β -karoten er en viktig vitamin A kilde, men det er også vist høyt inntak av β -karoten i kosten virker forebyggende mot utvikling av visse kreftformer. En HPLC metode for å analysere β -karoten i ulike typer prøvemateriale er innarbeidet.

– *B-vitaminer*

Arbeidet med å innarbeide rutiner for bestemmelse av folinsyre ble igangsatt høsten 1993. To av instituttets ansatte foretok en studiereise til Svenska Nestlé Ab i Bjuv, Sverige, og til Livsmedelstyrelsen i København, Danmark. Disse institusjonene har innarbeidet metoder for mikrobiologisk bestemmelse av folinsyre. Arbeidet med å tilrettelegge og utprøve analysen ved instituttet ble igangsatt umiddelbart etter reisen, og metoden forventes å være operativ våren 1994.

– *Metaller*

To metoder til bestemmelse av organisk bundet kvikksølv har blitt studert i forbindelse med en hovedfagsoppgave; disse var kalddamp atomabsorpsjon og kappilar gasskromatografi. Arbeidet er utført i samarbeid med Fiskeridirektoratets sentrallaboratorium. Metode til bestemmelse av mangan i marine prøver med forskjellige atomabsorpsjonsteknikker er utviklet og tatt i bruk.

Dekomponering/oppslutning av biologisk materiale med mikrobølgeovn er en ny teknikk som har rukket å bli svært utbredt. Vi har studert effekten av dekomponering av biologisk materiale med anvendelse av tre typer mikrobølgeovner på bestemmelsen av Ag, Ba, Cr, Ni, Pb og Sn ved isotop fortykning ICP-MS. Dette er en teknikk som er spesielt egnet til gjenvinningsstudier. Resultatene viste at ovnen som gav høyest trykk i rørene var den mest effektive.

Vi har videre deltatt i et ringtestprosjekt i EF-regi (QUASIMEME) vedrørende bestemmelse av metaller i sedimenter.

Arbeidet med å utvikle en analysemetode for jod med ICP-MS ble påbegynt i 1993.

– *Immunologiske metoder*

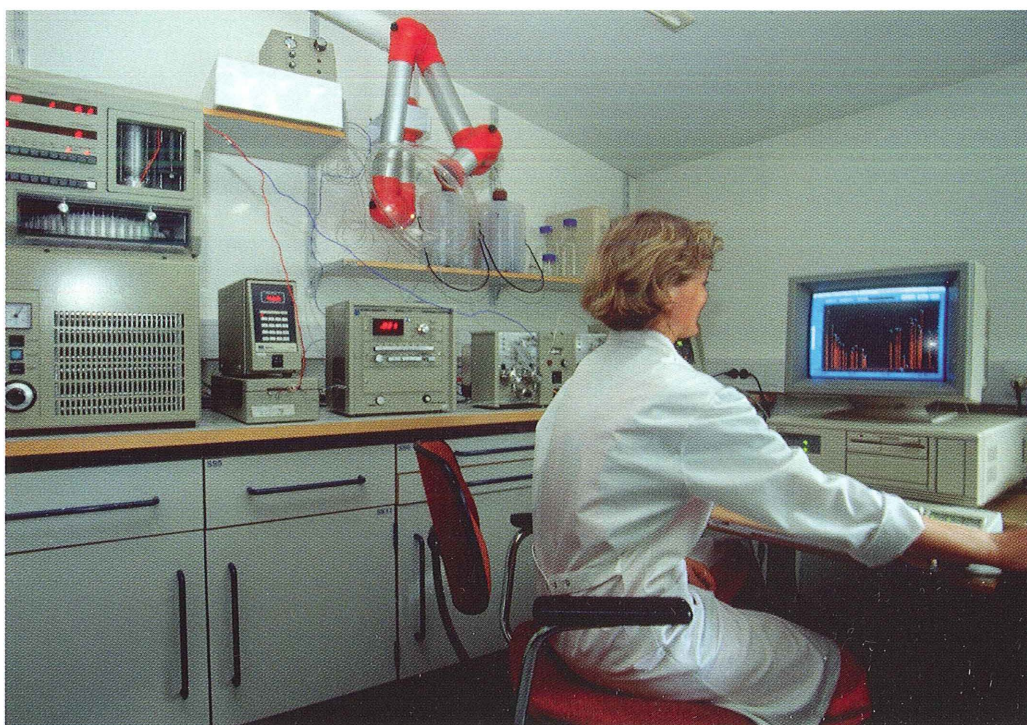
I forbindelse med forskningsprosjekter innen ernæring og helse er det innarbeidet flere immunologiske analysemetoder. Dette er standardmetoder, men har krevd tilpassinger til våre forhold og tilgjengelig utstyr. Metodene innbefatter bestemmelse av serum komplementaktivitet, lysozymaktivitet, makrofagaktivitet, samt analyse av T og B celledeling (proliferasjon).

– *Kalsium, magnesium og arsen*

Arbeidet med å fremskaffe referansemetoder til bestemmelse av kalsium og magnesium og arsen i matvarer med atomabsorpsjonspektrofotometri (AAS) i samarbeid med Nordisk Metodikkomite for Næringsmidler (NMKL) har fortsatt. Metodebeskrivelse til bestemmelse av kalsium og magnesium er godkjent, og avprøvingen vil finne sted i løpet av 1994.

– *Biogene aminer*

Metode for væskechromatografisk analyse av de biogene aminene cadaverin, putrescin og histamin er revidert og under kvalitetssikring. Metoden er derfor foreslått overfor Nordisk Metodikkomite for Næringsmidler (NMKL) som referansemetode, og skal i 1994/95 gjennomgå en metodeavprøving blant nordiske analyselaboratorier. Instituttet har norsk referentansvar for bestemmelse av disse aminene.



3. FORMIDLE FORSKNINGSRISULTATER OG FREMME BRUKEN AV SJØMAT I KOSTHOLDET

En viktig oppgave for instituttet er å informere om instituttets forskningsresultater til alle ledd i fiske- og næringsringene samt til andre forskningsmiljø nasjonalt og internasjonalt. Kunnskapsformidling til næringslivet skjer gjennom utdanning, foredrag og artikler.

UTDANNING/UNDERVISNING

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er tilknyttet Universitetet i Bergen ved at instituttet har 2 professorer II (Einar Lied og Kåre Julshamn), to stipendiater (Sissel Albrektsen og Kristin Hamre). Instituttet gir undervisning og studieplass for hovedfagsstudenter (cand.scient.) i ernæringsbiologi. Hovedfagsoppgavene gis innen disiplinene (1) generell ernæring, (2) næringsmiddelkjemisk analyse og (3) ernæring hos fisk i oppdrett. Hovedfagsoppgavene gis innenfor instituttets satsningsområde, og så vidt mulig innenfor større forskningsprosjekter.

Instituttet har også undervisning, veiledning og studieplass til dr.scient. kandidater. For tiden har instituttet 12 hovedfagsstudenter og 7 dr.scient. – kandidater. Instituttet har ansvaret for gjennomføring av følgende emner ved Det matematiske – naturvitenskapelige fakultet, UiB: BE260 Næringsmiddelkemi og analyse (5 vektall) og BE268 Ernæring hos fisk (3 vektall). Kåre Julshamn og Sissel Albrektsen var ansvarlige for BE260 og Einar Lied for BE268. I 1993 ble BE361 Generell ernæring forelest for første gang med

Øyvind Lie som ansvarlig for emnet. I tillegg foreleser instituttets forskere på følgende emner: B204 (Kristin Hamre, Amund Måge, Rune Waagbø, Gro-Ingunn Hemre), Delfag i ressursforvaltning og miljøvern (Amund Måge), BFM 303 (Amund Måge)

I 1993 har 5 kandidater avlagt eksamen i næringsmiddelkemi og analyse, 3 kandidater har avlagt cand.scient. eksamen og 2 kandidater har forsvart sin dr.scient.-grad ved instituttet.

DOKTORGRAD I ERNÆRINGSBIOLOGI

Instituttet er stolte over at to av instituttets ansatte forsvarte sine avhandlinger for dr.scient. graden ved UiB i dette året.

Marit Espe disputerte med avhandlingen «Studies on the utilization of pre-digested proteins in Atlantic salmon (*Salmo salar*)». I perioden 1989–1992 var Marit Espe NFFR-stipendiat ved instituttet. Stipendet og doktogradsarbeidet hadde bakgrunn i at økende vekst i oppdrettsnæringen kan medføre begrensninger i fiskemel som er den dominerende proteinkilde. Det er ønskelig at avskjær fra filéindustrien skal kunne resirkuleres tilbake til oppdrettsindustrien, dette må konserveres for ikke å gå i forråtnelse. Produksjon av ensilasjer er da det mest nærliggende. Ved en slik prosess vil proteinet klippes opp til peptider av ulike molekylvekt.

Problemstillingen var om en slik proteinkilde kan nyttes av laks. Doktorgradsarbeidet viste at fisk som fikk dietter hvor andelen løselig protein oversteg ca. 30% hadde redusert tilvekst. Dette kun-



ne ikke tilskrives forskjeller i fordøyelsen eller tømmehastigheten fra magen. Fiskene som ble tildelt pre-fordøyd protein absorberte aminosyrene på kortere tid sammenlignet med de som fikk intakt protein, men utnyttelsen til muskelproteinsyntese var dårligere. Videre ble det funnet at nedbrytningen av muskelprotein økte med økende pre-fordøyelse av proteinkilden. Det synes fra dette arbeidet som om laks kan nytte dietter hvor noe av proteinet foreligger som pre-fordøyd protein, men graden av pre-fordøyd protein i diettene bør ikke overskride 30% løselig nitrogen.

Rune Waagbø forsvarte sin avhandling «Nutritional immunology in Atlantic salmon (*Salmo salar*): Effects of dietary lipids and vitamin E, vitamin C and carbohydrate». Doktorgradsarbeidet har vært støttet av Norges Forskningsråd (avd. NFR) og F. Hoffmann-La Roche & Co i Sveits, og omhandler innflytelse av aktuelle næringsstoffer i fiskefôr på laksens helse og immunsystem. Næringsstoffene som tilføres gjennom fôret skal i tillegg til god vekst også sørge for at fisken er ved optimal helse. Noen nærings-



stoffer har vist seg gunstige når de tilføres høyere doser, mens andre har vært betraktet som skadelige. Doktorgradsarbeidet belyser helse-relaterte effekter av fôr med ulike fettkilder og nivå av vitamin E, vitamin C og karbohydrater. Resultatene viser nye aspekter av næringsstoffene ved hjelp av blod-kjemiske og immunologiske analyser. Konklusjonene samstemmer i at mye n-3 flerumettet fett fra sardinolje er sunt for fisken ved lave vanntemperaturer. Ved høyere temperaturer synes tradisjonelle fettkilder som loddeolje, med noe lavere n-3 flerumettet fett og høyt innhold av enumettede fettsyrer å være best. Tilsetning av vitamin E til fett endrer effekten av vaksinasjon og overlevelse etter sykdom på forskjellig vis. I et annet arbeid blir positive effekter av høye doser av en stabil vitamin C forbindelse i fiskefôr vurdert. De positive effektene som ble observert som følge av meget høye doser av vitamin C kan i hovedsak relateres til uspesifikke immunsystemer. Karbohydrater i fiskefôr oppfattes ofte som skadelig og derfor uønsket. Dette gjelder spesielt i oppdrett ved lave vanntemperaturer. Resultatene fra avhandlingen viser derimot at karbohydrater i fôret

opp mot 30% ikke påvirker immunologiske systemer og motstanden mot bakterielle sykdommer.

Doktorgradsstipendiater i ernæringsbiologi

Sissel Albrektsen:

Studies on pyridoxin to Atlantic salmon.

Friede Andersen:

Iron in Atlantic salmon nutrition, requirement and availability.

Kristin Hamre:

Studies on vitamin E to Atlantic salmon.

Ole Horvli:

Studies on vitamin D to Atlantic salmon.

Mette Lorentzen:

Utilisation of microminerals from fish meal based diets in Atlantic salmon (*Salmo salar*).

Amund Måge:

Trace elements in Atlantic salmon nutrition, determination, practical feeds, requirements and feed interactions.

Mathilda Steiner Asiedu:

Evaluation of the nutritive value of locally processed fish and cereals from Africa. Special emphasis on their use in weaning foods.

Cand. scient i ernæringsbiologi 1993

Gerd Eikeland Berge:

Lysin absorpsjon og inkorporering i muskel hos torsk (*Gadus morhua*).

Petter Flo:

Bestemmelse av Cr i biologisk materiale ved hjelp av grafittovn atomabsorbasjonspektrofotometri.

Elin Hesjevik:

Arsen i marin næringskjede. Bestemmelse av total-arsen og organiske arsenforbindelser.

Britt Frøydis Rognvåg:

Omsetning av glukose i torsk (*Gadus morhua*)

Cand. scient. oppgaver i ernæringsbiologi

Veronica Andersen:

Tungmetall i blåskjell fra Byfjorden.

Tone Austad:

Kjemisk analyse av tiamin.

Christine Børnes:

En reevaluering av Sørkjorden/Hardangerfjorden som produksjonsområde for marine næringsmidler med vekt på tungmetallinnhold.

Karen Eckhoff:

Bestemming av jod i fisk fra Rift Valley i Afrika; evaluering av positive og negative effekter.

Hilde Fauske:

Bestemmelse av kjemiske former av kvikksølv i akvatiske organismer.

Marian Kjellevoid:

Bestemming av fluor i fisk fra Rift Valley i Afrika; evaluering av positive og negative effekter.

Britt Kjersti Lund:

Protein/kalori feilernæring; virkning på immunapparatet.

Siv-Jorunn Meland:

Fordøyelighet og retensjon av ulike vitamin E forbindelser hos Atlantisk laks under startfôring.

Anne Mæland:

Biotin i fôr til laks.

Harald Nordås:

Bestemmelse av D-aminosyrer med HPLC; forekomst i fermenterte fiskeprodukter.

Sissel Tjøstheim Susort:

Fermentert fisk som proteinkilde i avvenningsdietter i u-land.

Kenneth Sørsdal:

(Kjemisk institutt/Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt): Bestemmelse av hydrid – dannede elementer (Se) i biologisk materiale med «Flow injection atomic spectroscopy» (FIAS).

Turid Synnøve Aas:

Kjemisk analyse av β -karoten.

Nasjonalt og internasjonalt forskingssamarbeid

Instituttet har i dag en del aktivitet rettet mot arbeid i utviklingsland samt forskerutveksling fra utviklingsland og andre land, selv om dette ikke er spesielt nevnt i formålsparagrafen.

Gjesteforskere



Ma del Pilar García-Riera kom som gjesteforsker til instituttet i september 1993. Hun tok sin utdanning i biologi ved Universitetet i Murcia (Spania). I 1990 fikk hun tildelt Spanias forskerpris «Research National Prize of Fundation Domingo Marínez» for sitt engasjement på prosjektet «Influence of O₂ and other environmental parameters on growth and diet utilization in teleost». Hun tok sin doktorgrad i september 1992 med oppgaven «Metabolic repercussions on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with different energetic sources in the diet». Etter avlagt doktorgrad underviste hun som universitetslektor ved Universitetet i Murcia, avdeling for fysiologi og farmakologi i emnet akvakultur, samtidig som hun var engasjert i flere forskningsprosjekter vedrørende før,

føring og fôrutnyttelse. Ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt skal hun arbeide med forskning på karbohydrater i fôr til marin fisk. Dette gjøres i to uavhengige prosjekter, et på piggvar og et på kveite.



Adel Farouk Ali Ali El-Mowafi

kom til Norge fra byen Zagazig (Egypt) i august 1993. Han er utdannet veterinær, og har i tillegg en Master-grad i fiskeernæring. Han har sin stilling som foreleser ved veterinærfakultetet i Zagazig, i Norge gjør han det praktiske arbeidet for en egyptisk doktorgrad. Adel var beste student på sitt kull og var eneste student fra sitt universitet i 1993 som fikk et såkalt «Channel System-stipend» i to år fra den egyptiske stat.

Adel er spesielt interessert i fiskeernæring med vekt på mineraler. Han vil arbeide med bl.a. magnesiumbehov hos laks og komparative analyser av tilapia.

Bistandsprosjekter

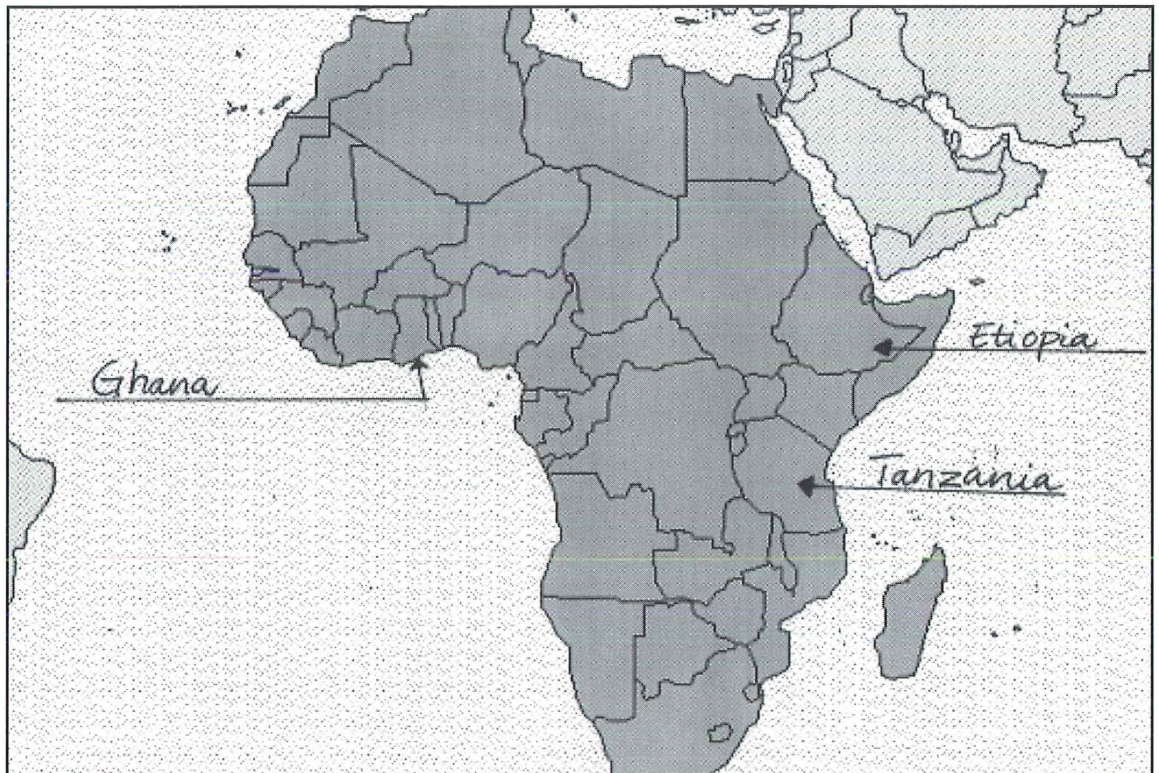
Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er engasjert i et samarbeid med Senter for Internasjonal Helse ved

Universitetet i Bergen vedrørende konservering av fisk ved fermentering og bruk av fisk i kostholdet, særlig til barn i utviklingsland. Det er i denne sammenheng inngått samarbeid med University of Ghana, Department of Nutrition and Food Science, Accra, Ernæringsinstituttet og Senter for Internasjonal Helse/UiB vil gjennom en felles søknad til Norsk utvalg for utviklingsrelatert forskning og utdanning (NUFU) videreutvikle kompetanse og forskning knyttet til proteinkvalitet i forbindelse med tradisjonell prosessering og bruk av fisk i kostholdet i utviklingsland. NUFU innvilget i mai 1993 denne søknaden, og prosjektet ble igangsatt i oktober. Som et ledd i denne kompetanseoppbyggingen skal det også investeres i analyseinstrumenter, datautstyr og faglitteratur i Ghana. Datautstyr er innkjøpt og under forsendelse til University of Ghana.

Nytt for 1993 er et samarbeidsprosjekt med FAO om fisk i ernæring der FAO finansierte reisen til to hovedfagsstudenter til Afrika for prøveinnsamling. Målsettingen med oppgavene er å bestemme fluorid og jod innholdet i fisk og utvalgte matvarer i to land i Øst-Afrika. I tillegg har instituttet en hovedfagsoppgave knyttet til Ghana (Vest-Afrika). Målsettingen med oppgaven er å studere effekten av tradisjonell fermentering og fermentering ved hjelp av melkesyrebakterier på den ernæringsmessige kvaliteten av fisk.

Øst-Afrika

Bakgrunn: Rift Valley i Øst-Afrika er et område med rike uutnyttede naturressurser. Det finnes mye fisk i mange av innsjøene, særlig fisk av pelagiske arter. Disse kan bidra til å økt inntak av



protein og andre viktige næringsstoffer i befolkningen.

Rift Valley er også kjent for å ha et fluoridrikt jordsmonn. Gjennom matkjeden ender fluorid opp i fisk, og fisk kan dermed gi oppkrav til dental fluorose. Dette stiller spørsmål om fiskens egnethet som mat til småbarn. Jodinntaket er for lavt hos befolkningen i Øst-Afrika. Jodmangel kan blant annet føre til mangelsykdommen struma.

Tradisjonelt har marin fisk vært regnet som en god jod kilde. Man vet derimot mindre om innsjø fiskens rolle i forbindelse med jodmangel hos befolkningen.

Gjennomføring: Karen Eckhoff og Marian Kjellevold reiste derfor til Etiopia og Tanzania for å samle inn fisk og matprøver (div. ingredienser i barnemat). I Etiopia ble det hentet prøver fra Lake Awasa og Lake Zwai, som ligger fire timers

kjøring sør for Addis Ababa.

Fisken ble kjøpt fersk direkte fra båtene, med god hjelp fra studenter på Awasa College. Studentene fikk også tilgang til et laboratorium hvor fisken ble dissikert, tørket og homogenisert. Nødvendig utstyr som hurtigmikser, plastikkposer og disseksjonsutstyr ble tatt med fra Bergen. Etter 14 dager reiste de videre til Tanzania, hvor de samlet inn prøver fra både Lake Victoria og Dar es Salaam. De marine fiskeprøvene fra Dar ble tatt for å sammenligne fluor og iod innhold i marine prøver med prøver av ferskvannsfisk. I Tanzania fikk de hjelp til prøvetaking av Elisabeth Macha fra Tanzania Food and Nutrition Centre. Hun fulgte med rundt på de forskjellige fiskemarkedene, og hjalp dem med å plukke ut de aktuelle artene. Etter tre uker i Tanzania reiste de tilbake til

Bergen, der de nå er i full gang med analysene.

Vest-Afrika

Bakgrunn: Ernæringsstatusjonen er dårlig for store befolkningsgrupper i Afrika, særlig hos barn under avvenning. En bedring av ernæringsstatus hos denne utsatte gruppen vil redusere barnedødeligheten og samtidig sikre en helsemessig god utvikling.

Gjennomføring: For å fermentere fisk på tradisjonelt vis, men under kontrollerte betingelser, og dessuten samle inn ferdig fermentert fisk fra lokale markeder, reiste Sissel Tjøstheim Susort til Ghana i nov. 1993. Til prøveinnsamlingen fikk hun hjelp av Josefine Nketsia-Tabiri, en Ph.D-student født og oppvokst i Ghana som har drevet en del forskning på fermentert fisk. Josefine

Nketsia ga Sissel innføring i tradisjonell fermentering og sørget for veiledning ved kjøp av riktig type fisk. Mesteparten av fisken ble kjøpt fersk direkte fra fiskere. Denne ble brukt i et fermenteringsforsøk utført på Department of Nutrition and Food Science, University of Ghana, Accra. I tillegg ble det kjøpt noe ferdig fermentert fisk fra et lokalt marked. Alle prøvene ble brakt til Norge i frossen tilstand. Prøvematerialets ernæringsmessige verdi vil bli undersøkt både biokjemisk, biologisk og kjemisk ved instituttet.

AQUACULTURE NUTRITION

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har siden 1976 publisert **Fiskeridirektoratets skrifter, serie ernæring**. Frem til 1990 kom serien uregelmessig, fra 1990 kom den ut med to nummer pr. år. Forsker Georg Lambertsen var redaktør frem til 1990 da forsker Leif R Njaa overtok.

De publiserte artiklene har hele tiden vært på engelsk.

Det har vært et sterkt ønske om å omorganisere skriftene slik at man kunne få en rutine med at det

ble etablert en ordning med såkalt «referee» og godkjenning fra utenforstående eksperter av artiklene før publisering. For å få realisert dette ble det skrevet til ca. 25 utenlandske og til ca. 10 norske spesialister innen fiske-ernæring med forespørsel om de ville delta i en «Editorial Advisory Board». Praktisk talt alle sa seg villige, mange var også entusiastiske for tiltaket.

Tiltaket ble med dette internasjonalt kjent, og etter kort tid ble vi kontaktet av det engelske forlaget **Blackwell Scientific Publications Ltd (BSP)**. Forlaget hadde syslet med ideen å starte et tidsskrift innen fiske-ernæring og foreslo et samarbeid om prosjektet. En ble enige om å gå sammen om å publisere tidsskriftet **Aquaculture Nutrition** fra begynnelsen av 1995. Redaksjonen består av L.R.Njaa (Editor in Chief) og Ø. Lie fra instituttet og professor Jauncey fra University of Stirling, Skottland. Kim Jauncey er leder for «Unit of Aquaculture Nutrition, Institute of Aquaculture». Editorial Advisory board består av 23 spesialister. Tidsskriftet vil komme ut med 4 nummer pr. år.

Fiskerimessen om sjømat, Bergen

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt tok initiativet til en felles stand med Fiskeridirektoratets kontrollverk, Statens næringsmiddeltilsyn, og Statens ernæringsråd. Standen tok for seg de respektive institusjoners virke med spesiell vekt på sjømat. Her kunne folk få informasjon om næringsmiddelkjemisk sammensetning av sjømat, kvalitetskontroll i Norge, anbefalinger av inntak av n-3 fettsyrer og mye mer. De kunne også se video som illustrerte matproduksjon fra fisker/oppdretter til ferdig tallerkenrett.

CALL FOR PAPERS

* FREE SAMPLE COPIES AVAILABLE *

AQUACULTURE NUTRITION

ISSN 1353-5773

NOTES FOR CONTRIBUTORS

A MAJOR NEW JOURNAL FOR 1995

BSP BLACKWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS LTD
Osney Mead, Oxford OX2 0EL, UK Fax: 0865 721205
Tel: 0865 240201

RÅD OG UTVALG

CEN (Comité Européen de Normalisation).

CEN er en internasjonal organisasjon for de nasjonale standardiseringsforbund i EU og EFTA (18 land), der Norsk almenstandardisering (NAS) er medlem. Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har lederansvaret (forsker Øyvind Lie) for den gruppen i CEN (CEN/TC 275/WG 9), som arbeider med fettløselige vitaminer.

Kompetansegruppe kvalitet – fisk

NFFRs programstyre for «Teknologiutvikling i fiskeindustrien» (FITEK) oppnevnte ovennevnte kompetansegruppe på sin samling i september. Kompetansegruppen oppnevnte Kåre Julshamn som formann og Øyvind Lie som sekretær. Bakgrunnen for etableringen av kompetansegruppen var etter FITEKs mening behov for 1) et bindeledd til ulike brukerinteresser i norsk fiskerinæring samt 2) å være rådgiver for forskningsråd, forvaltning og industri i kvalitetsspørsmål. Ved å samle ekspertisen for fisk, vil samarbeidet med andre grupper innen næringsmiddelforskningen forbedres.

Ernæringsbiologisk forening

Ernæringsbiologisk forening er en faglig forening som er åpen for alle som er interessert i ernæring og kosthold. Foreningen ble stiftet i 1976 ved instituttet, og består av studenter, stipendiater og fast ansatte ved instituttet. Foreningen holder møte 2 til 4 ganger hvert semester.

Styret 1993: Christine Børnes

(leder), Hilde Fauske (kasserer), Leif R. Njaa (styremedlem), Kjartan Sandnes (styremedlem), Gerd Eikeland Berge (varamedlem)

Andre

Kåre Julshamn og Einar Lied er medlemmer i «Rådgivende utvalg for prøveutaking og analyser av næringsmidler, RUPAN», Statens næringsmiddeltilsyn. Kåre Julshamn er formann i RUPAN.

Kåre Julshamn og Einar er medlemmer i Nordisk Metodikkomite for Næringsmidler (NMKL).

Dessuten er Kåre Julshamn norsk formann i komiteen «Kontaminanter» under NMKL.

Kåre Julshamn og Einar Lied er medlemmer av interimstyret for Divisjon for akvakultur og bioteknologi ved Høytteknologisenteret i Bergen.

Kåre Julshamn er varamedlem i styret for «Resirkulering» og utnyttelse av organiske biprodukter i Norge (RUBIN).

Kåre Julshamn er varamedlem i Statens ernæringsråd og medlem i Statens ernæringsråds utvalg for matforsyning.

Amund Måge er kasserer i Norsk Selskap for Ernæring.

Kjartan Sandnes er varamedlem i «Rådet for fôrvarer til fisk».

Rune Waagbø er styremedlem i Norsk forening for Akvakulturforskning.

FOREDRAG/ PLAKATER

Instituttets ansatte formidler sin kunnskap til næringen gjennom foredrag på møter og ved å skrive populærvitenskapelige artikler i næringens egne organer som Norsk Fiskeoppdrett og Fiskets

Gang. I tillegg har vi fått et godt samarbeid internt med Fiskeridirektoratet, kontoret for rettleiding og informasjon vedrørende informasjonsformidling.

ALBREKTSSEN, S. & SANDNES, K.

Nutritional studies on vitamin B₆ in Atlantic salmon (*Salmo salar*).

EIFAC workshop on methodology for determination of nutrient requirements in fish.

Eichenau, Tyskland, 29. juni – 01. juli.

ANDERSEN, F. & JULSHAMN, K.

Tilgjengelighet av jern. Seminar i fiske-ernæring. Lillhammer, 3.–5. mars.

BRENNAN, J., JULSHAMN, K., MÅGE, A., SAND, G. & THOMASSEN, Y.

Microwave sample digestion of biological materials of measurement of Ag, Ba, Cr, Ni, Pb, Se, and Sn-recovery studies by ICP-MS. XXVII Colloquium Spectroscopicum International, York, UK, 29. juli.

CONCEICÃO, L., J. VERRETH, A. POLAT, I. RØNNESTAD & MACHIELS, M.

A dynamic stimulation model for amino acid metabolism in yolk-sac larvae (*Hippoglossus hippoglossus*). ICES symposium. Mass Rearing of Juvenile Fish, Bergen, Norway, June 21–23.

FYHN, H.J., FINN, R.N., HELLAND, S., RØNNESTAD, I. & LØMSLAND, E.

Nutritional value of phyto- and zooplankton as live food for marine fish larvae. In proceed-

dings from First International Conference Fish Farming Technology, Trondheim, Norway, August 9–12.

GRAHL-MADSEN, E. & LIE, Ø.

The effect of different levels of vitamin K in diets to cod (*Gadus morhua*). VI International Symposium on Fish Nutrition & Feeding. Hobart, Tasmania, 4.–7. oktober.

HAMRE, K.

Atlantisk laks under startfôring: Vitamin E behov, og forandringer ved vitamin E mangel. Seminar i fiske-ernæring, Lillehammer, 21.–23. mars.

HAMRE, K. & LIE, Ø.

Vitamin E – requirement and changes during deficiency in Atlantic salmon. International Symposium on Fish Nutrition & Feeding. Hobart, Tasmania, 4.–7. oktober.

HAMRE, K. & LIE, Ø.

Organ distribution of α -tocopherol in Atlantic salmon (*Salmo salar*) through smoltification. Adelaide, Australia, 26. september – 1. oktober.

HEMRE, G.I.

Karbohydrater i fôr til kveite. Seminar i fiskeernæring, Lillehammer 3.–5. mars.

HEMRE, G.I.

Carbohydrates utilization by Atlantic salmon. EIFAC Workshop on Methodology for determination of nutrients in fish. Munchen, July.

HEMRE, G.I.

Karbohydraters betydning i stamfiskfôr. Pilot-produksjon av

marine fiskeyngel. Stavanger, november.

HEMRE, G.I.

Karbohydrater i fôr til laks. Forskersamling PAL. Bergen, mai.

HORVLI, O. & LIE, Ø.

Nutritional studies on vitamin D₃ in Atlantic salmon (*Salmo salar*). VI International Symposium on fish nutrition & feeding. Hobart, Tasmania 4.–7. oktober.

JULSHAMN, K., BRENNAN, J., MAAGE, A., SAND, G. & THOMASSEN, Y.

Microwave sample digestion of biological materials for measurement of Ag, Ba, Cr, Ni, Pb and Sn – recovery studies by ICP-MS. XXVIII Colloquium Spectroscopicum Internationale (CSI), York, U.K., 29. juni - 4. juli.

JULSHAMN, K.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt's forsknings strategi frem til 1997. Statens næringsmiddeltilsyn, 26. juni.

LIE, Ø.

Fettsyresammensetning av membranlipider i fisk – betydning av fôrets sammensetning og vanntemperatur. Workshop om Biomembraner. Danmark, Hillerød, 15.–16. mars.

LIE, Ø.

Sjømat og helse. Seminar i Fiskeernæring, Fiskeriforskning, 3. juni.

LIE, Ø.

Effects of alfa-tocopherol and n-3 fatty acids on the quality of Atlantic salmon. NorFa-works-

hop, Oxidation in foods. Finland, Helsinki, 10.–11. juni.

LIE, Ø.

Seafood and human health. International Fagkonferanse Fiskeri/Eksport, Fiskerimessen i Bergen 6. mai.

LIE, Ø.

Nutrition of marine fish larvae – review on lipids. ICES Symposium on Mass Rearing of Juvenile Fish. Bergen 21.–23. juni.

LIE, Ø.

Fôrets betydning for produktkvalitet hos laks. Trondheim, 14. august.

LIE, Ø. & JENSEN, A.M.

Importance of broodstock nutrition for optimal production in aquaculture. First International Conference, Fish Farming Technology. Trondheim, 9.–12. august.

LIE, Ø.

Stamfiskens ernæring. Avslutningsmøte: Pilotproduksjon av marinfiskeyngel. Stavanger, 2. november.

LIE, Ø.

Levende fôrets ernæringsverdi i en typisk startfôrsituasjon. Avslutningsmøte: Pilotproduksjon av marin fiskeyngel. Stavanger, 2. november.

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

Manganese determination in biological materials by flame AAS and electrothermal AAS. XXVIII Colloquium Spectroscopicum Internationale (CSI), York, U.K., 29. juni - 4. august.

MÅGE, A., LORENTZEN, M. & JULSHAMN, K.
Ernæringsbehov hos laks.
Forskermøte, PAL-programmet, Bergen, 6.–7. mai.

MÅGE, A.
Aspects of Norwegian fisheries and the role of minerals and trace elements in fish nutrition.
Gjesteforelesninger ved Faculty of Veterinary Medicine, University of Zagazig, Zagazig, Egypt, 9. juni.

MÅGE, A., LORENTZEN, M., ANDRESEN, F., BJØRNEVIK, M. & JULSHAMN, K.
Trace elements in Atlantic salmon nutrition: Feed concentrations, requirements and interactions. EIFAC Workshop on Methodology for Determination of Nutrient in Fish. München, Germany, 29. juni – 1. juli.

MÅGE, A., LORENTZEN, M., ANDERSEN, F., BJØRNEVIK, M. & JULSHAMN, K.
Trace element content in fish filets as influenced by form and content of trace elements in fish feed. XV International Congress of Nutrition, Adelaide, Australia, 26. september – 1. oktober.

MÅGE, A.
FAO sitt arbeid og eige arbeid for FAO i fjerne østen.
Ernæringsbiologisk forening. Bergen, 2. november.

NORTVEDT, R.
Matfiskeoppdrett av kveite – en oversikt. Ny fisk. Edvard Grieg Suitell, Bergen, 24.–25. november.

NORTVEDT, R.
Akvakultur og ernæring, Kjemometri og industri.

Temamøte i regi av Norsk Kjemisk Selskaps faggruppe for kjemometri, Voss, 10.–12. mars.

NORTVEDT, R.
Bruk av programpakken CSS: Statistica. Kurs i statistikk ved Matre Havbruksstasjon, Matredal, 22. april.

RØNNESTAD, I.
The role of free amino acids in marine fish larvae. In 14. th Conference of European Society for Comparative Physiology and Biochemistry University of Kent, Canterbury England. March 29. – April 2.

RØNNESTAD, I., TANDLER, A., KOVEN, B., HAREL, M. & FYHN, H.J.
Energy metabolism during development of eggs and larvae of two marine warm water fish species: gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). ICES symposium. Mass Rearing of Juvenile Fish, Bergen, Norway, June 21–23.

RØNNESTAD, I.
Utilization of free amino acids in relation to first feeding in marine fishes. Biokjemisk Institutt, Universitetet i Bergen, Februar.

RØNNESTAD, I.
Physiological functions of free amino acids during embryogenesis in marine fishes. 3rd International course on fish larval nutrition, ERASMUS ICP-91/NL-1139/01, Universitetet i Wageningen, Nederland, Mai 1993.

RØNNESTAD, I.
Ernæring hos marine fiskelarver. Årsmøte i Ny Fisk programmet. Bergen.

SANDNES, K.
Bruk av marine fôrressurser i Norge. Seminar i fiske-ernæring, Lillehammer, 21. –23. mars.

SANDNES, K.
Studies on vitamin C in Atlantic salmon (*Salmo salar*). EIFAC workshop on methodology for determination of nutrient requirement in fish. Eichenau, Tyskland, 29. juni –1. juli.

WAAGBØ, R.
Omega 3 fettsyrer og vitaminer i sjømat. Møte i Landsforeningen for Hjerte- og Lungesyke, Bergen, september.

PUBLIKASJONER

ALBREKTSSEN, S., WAAGBØ, R. & SANDNES, K.
Tissue vitamin B₆ concentration and aspartate aminotransferase (AspT) activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed graded dietary levels of vitamin B₆. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, 6, 21– 33.

ASIEDU, M., NILSEN, R., LIE, Ø. & LIED, E.
Effect of processing (sprouting and/or fermentation) on sorghum and maize. I: Proximate composition, minerals and fatty acids. Food Chemistry, 48, 351– 353.

ASIEDU, M., LIED, E., NILSEN, R., & SANDNES, K.
Effect of processing (sprouting and/or fermentation) on sorghum amaze. II: Vitamins and amino acid composition. Biological utilization of maize protein. Food Chemistry, 48, 201– 204.

BJØRNEVIK, M. & MÅGE, A.
Effects of dietary iron supplementation on tissue iron concentrations and haematology in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, 6, 35–45.

BORREBAEK, B., WAAGBØ, R. CHRISTOPHERSEN, B., TRANULIS, M. A. & HEMRE, G-I.
Adaptable hexokinase with low affinity for glucose in the liver of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Comp. Biochem. Physiol. 106B, 833–836.

CHRISTIANSEN, R., WAAGBØ, R. & TORRISSEN, O.J.
Effects of polyunsaturated fatty acids and vitamin E on flesh pigmentation in Atlantic salmon (*Salmo salar*). In: Fish Nutrition in Practice (Eds. S.J. Kaushik and P. Luquet) INRA Editions, Paris, 339–343.

Von der DECKEN, A. & LIED, E.
Metabolic effects on growth and muscle of soya-bean protein feeding in cod (*Gadus morhua*). Br. J. Nutr., 69, 689–697.

ESPE, M., LIED, E. & TORRISSEN, K.R
In vitro protein synthesis in muscle of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) as affected by the degree of proteolysis in feeds. J. Anim. Physiol. & Anim. Nutr., 69, 260–266.

ESPE, M., LIED, E. & TORRISSEN, K. R
Changes in plasma and muscle free amino acids in Atlantic salmon (*Salmo salar*) during absorption of diets containing

different amounts of hydrolysed cod muscle protein. Comp. Biochem. Physiol., 105A, 555–562.

ESPE, M & LIED, E.
Ensilasjeprotein som førkilde til laks. Fiskets Gang, 2: 29–31.

FYHN, H.J, FINN, R.N., HELLAND, S., RØNNESTAD, I., & LØMSLAND, E.
Nutritional value of phyto-and zooplankton as live food for marine fish larvae. In: Reinertsen, H., L.A. Dahle, L. Jørgensen, K. Tvinnerheim (eds.) Fish Farming Technology, Balkema, Rotterdam. pp. 121–126.

FYHN, H.J. and RØNNESTAD, I.
Physiological functions of free amino acids during embryogenesis in marine fishes. In: Verreth, J. (ed): 3rd International course on fish larval nutrition, ERASMUS ICP-91/NL-1139/01, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.

HAGVE, T.A., LIE, Ø. & GRØNN, M.
The effect of dietary N-3 fatty acids on osmotic fragility and membrane fluidity of human erythrocytes. Scand J. Clin Lab Invest, 53, 75–84.

HEMRE, G-I, LIE, Ø. & SUNDBY, A.
Dietary carbohydrate utilization in cod (*Gadus morhua*): metabolic responses to feeding and fasting. Fish Physiol. Biochem., 10, 455–463.

HEMRE, G-I, KARLSEN, Ø., LEHMANN, G., HOLM, J. C. & LIE, Ø.
Utilization of protein, fat and glycogen in cod (*Gadus morhua*) during starvation. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, 6, 1–9.

LIE, Ø., MANGOR-JENSEN, A. & HEMRE G-I.
Broodstock nutrition in cod (*Gadus morhua*) – effect of dietary fatty acids. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, 6, 11–19.

LIE, Ø.
Changes in fatty acid composition of neutral lipids and glycerophospholipids in developing cod eggs. In: Walther, B.T. and H.J. Fyhn (eds) Physiological and Biochemical Aspects of fish development. University of Bergen, Bergen, Norway. pp. 330–337.

LIE, Ø. & MANGOR-JENSEN, A.
Importance of broodstock nutrition for optimal production in aquaculture. In: Reinertsen, H., L.A. Dahle, L. Jørgensen, K. Tvinnerheim (eds.) Fish Farming Technology, Balkema, Rotterdam. pp. 35–40.

LIE, Ø., SANDVIN, A. & WAAGBØ, R.
Influence of dietary fatty acids on the lipid composition of lipoproteins in farmed Atlantic salmon (*Salmon salar*). Fish Physiol Biochem., 12, 249–260.

MÅGE, A., LORENTZEN, M., BJØRNEVIK, M. & JULSHAMN, K.
Zinc requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry during start feeding. In: Fish Nutrition

in Practice (Eds. S.J. Kaushik and P. Luquet) INRA Editions, Paris, 873-882.

MÅGE, A.

Tredje asiatiske fiskeriforum: Asiatiske fiskeri mot år 2000. Fiskets Gang, 1: 20-22.

MÅGE, A &

JULSHAMN, K., 1993.

Assessment of zinc status in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) by measurement of whole body and tissue levels of zinc. Aquaculture, 117, 179-191.

NORTVEDT, R.

Lakselarvens respons på lysbehandling og mangel på fysisk støtte. Fiskets gang 9, 37-41.

RØNNESTAD, I. & FYHN, H.J.

Importance of free amino acids in embryonic energy production of three marine flatfishes as revealed by measurements of oxygen consumption and ammonia production. In: Walther, B.T. and H.J. Fyhn (eds) Physiological and Biochemical Aspects of Fish Development. University of Bergen, Bergen, Norway. pp. 285-289.

RØNNESTAD, I. & NAAS, K.E.

Routine metabolism in Atlantic halibut at first feeding- a first step towards an energetic model. In: Walther, B.T. and H.J. Fyhn (eds) Physiological and Biochemical Aspects of Fish Development. University of Bergen, Bergen, Norway. pp. 279-284

RØNNESTAD, I.

No efflux of free amino acids in larvae of Atlantic halibut (*Hippo-*

glossus hippoglossus). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 167: 39-45.

RØNNESTAD, I. & FYHN, H. J.

Metabolic aspects of free amino acids in developing marine fish eggs and larvae. Reviews in Fisheries Science, 1, 239-259.

RØNNESTAD, I.

Hva er ernæringsmessig det beste før til marine fiskelarver? Fiskets Gang, 7/8: 23-25.

RØNNESTAD, I., GROOT,

E. P. & FYHN, H. J.

Compartmental distribution of free amino acids and protein in developing yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Marine Biology, 116, 349-354.

STAVELAND, G., MARTIN

SEN, I., NORHEIM, G. &

JULSHAMN, K.

Levels of environmental pollutants in flounder (*Platichthys flesus L.*) and cod (*Gadus morhua L.*) caught in the waterway of Glomma, Norway. II Mercury and Arsenic. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 24, 187-193.

STEFFANUSSEN, D., LIE, Ø.,

MOKSNESS, E. &

UGLAND, K. I.

Growth of juvenile common wolffish (*Anarhichas lupus*) fed practical fish feeds. Aquaculture, 114, 103-111.

STEINER-ASIEDU, M., LIED,

E. LIE, Ø., NILSEN, R. &

JULSHAMN, K.

The nutritive value of sun-dried pelagic fish from the Rift Valley in Africa. J. Sci. Food Agric., 63, 439-443.

WAAGBØ, R., SANDNES, K., TORRISSEN, O. J., SANDVIN, A. & LIE, Ø.

Chemical and sensory evaluation of fillets from Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed three levels on N-3 polyunsaturated fatty acids at two levels of vitamin E. Food Chemistry, 46, 361-366.

WAAGBØ, R., SANDNES, K.

& LIE, Ø.

Smoltifisering påvirkes av fettsyrer og vit. E i føret. Norsk Fiskeoppdrett, nr. 3, 24-26.

WAAGBØ, R., SANDNES, K.,

LIE, Ø. & RAA NILSEN, E.

Health aspect of dietary lipid sources and vitamin E in Atlantic salmon (*Salmo salar*). I. Erythrocyte total lipid fatty acid composition, haematology and humoral immune response. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, 6, 47-62.

WAAGBØ, R., SANDNES, K.,

JØRGENSEN, J., ENGSTAD,

R., GLETTE, J. & LIE, Ø.

Health aspect of dietary lipid sources and vitamin E in Atlantic salmon (*Salmo salar*). II. Spleen and erythrocyte phospholipid fatty acid composition, nonspecific immunity and disease resistance. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, 6, 63-80.

WAAGBØ, R., GLETTE, J.,

RAA NILSEN, E. &

SANDNES, K.

Dietary vitamin C, immunity and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Fish Physiol. and Biochem. 12, 61-73.



KARBOHYDRAT I LAKSEFÔR – HVA ER DET IDEELLE?

Av
Gro-Ingunn Hemre

Kan vi ved å optimalisere karbohydratinholdet i fôret bidra til redusert fôrforbruk uten at dette slår negativt ut på vekst? Og hva med miljøet, er det bare god røkting som teller, eller er også fôrsammensetningen av betydning? Ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har vi i forskningssammenheng tatt opp disse spørsmålene og sett på betydningen av ulike mengder hvetemel i laksefôr. Med hvetemel tenker forskerne først og fremst karbohydrat – og hva er egentlig det?

Kjemisk hører karbohydrat til polyhydroksyaldehyder og polyhydroksyketoner. Vi kjenner dem best som ulike sukker- og meltyper. Et litt spesielt karbohydrat bør nevnes fordi det har vært endel debatt omkring dette – kitin – et polyglukosamin som utgjør mesteparten av skallet i bl.a. reker, små hoppekreps og krabber. Kitin er imidlertid svært lite nyttbart som karbohydratkilde, selv om rovfisk i naturen må forholde seg til det. Blant de enkle kjente karbohydratene finner vi ribose og deoksyribose (pentoser) som inngår i arvestoffet vårt, og glukose, fruktose og galaktose (heksosier) som alle finnes litt av i laksefôr. I dagens ekstruderte fôr finner vi også endel maltose, et disakkarid på linje med vanlig bordsukker (sukrose), men satt sammen av kun 2 glukosemolekyler. Av de mer sammensatte karbohydratene vil stivelse dominere i fiskefôr, sammen med begrensede mengder fiber av ulik type. I selve fiskekroppen finnes i blodet ren glukose (blodsukker), og i organene glykogen (lagringsformen av glukose).

Karbohydratene inngår også i glykoproteiner som er viktige celleo-

verflatestoffer og glykolipider som f.eks. spingomyelin som ligger rundt og beskytter nervebanene.

Hvorfor tilsettes karbohydrat i fiskefôr?

I fiskeoppdrettets spede begynnelse overførte man mye av fôrkunnskapen fra landbrukets svin- og fjørfehold og prøvde forsiktig å forandre dette til fisk. Ved fôring av disse landdyrene får man mange positive effekter av ulike karbohydrattilsetninger, selv om karbohydrat ikke er et essensielt (=livsnødvendig) næringsemne. Det ble funnet at fordøyelig karbohydrat var en god energikilde, og fiber var nødvendig for at tarmen skulle fungere normalt. Disse landdyrene er derimot fra naturens side karbohydratpisere (plantespisere) mens vår laks er proteinspiser (dvs. et rovdyr). Etterhvert som forskningsresultater har fremkommet har også mengde karbohydrat og fiber blitt drastisk redusert i fiskefôr. Karbohydrat tilsettes idag for å bidra til god teknisk kvalitet på pelletene (bindemelets oppgave) og som billig energikilde.

Forskjell på tolererbart og optimalt nivå.

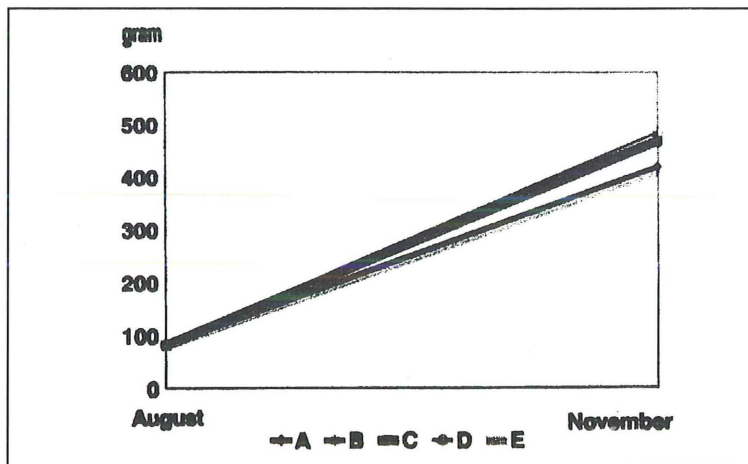
Med tolererbart nivå menes hvor mye som kan tilsettes i fôret uten at veksten blir redusert og dødeligheten øker. Denne problemstillingen er i første rekke rettet mot billigst mulig fôr pr. vektenhet.

Viktigere er det å finne frem til det mest ideelle innhold (det optimale). Det vil si å sette grenseverdier i forhold til hvordan karbohydratene påvirker faktorer som f.eks. fôrforbruk, fordøyelighet, fiskens blodsukkernivåer og å finne sammenhengen mellom fôrets innhold av karbohydrat og lagring av glykogen. Vil f.eks. karbohydratnivået i fôret ha betydning for mengde glykogen i laksefiléten og vil i så fall dette påvirke slaktekvaliteten? Det er også viktig å finne ut hvilken sammenheng det er mellom nivået av karbohydrat i fôret og virkning på miljø og fiskehelse.

Hvilken betydning har karbohydrat for fiskens vekst?

Ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er det gjennomført et forsøk med laks hvor innblandingen av ekstrudert hvetemel varierte fra 0 til 30%. Her gav resultatene grunnlag for klare konklusjoner – for mye og for lite er like galt! Både 0 gruppen og 30% gruppen kom dårlig ut, mens ingen forskjell kunne måles m.h.p. vekst når fôrvariasjonen var mellom 5 og 20% (se figur 1).

Ut fra vekstkurven kan vi konkludere med et toleransenivå for ekstrudert hvetestivelse mellom 5 og 20%. Det må i denne sammenheng tilføyes at det ikke var dødelighet i forsøket. Legg også merke til at ingen karbohydratinnblanding faktisk gav dårligere vekst. Dette bekrefter resultater fra studier på andre dyr og andre fiskearter som



FIGUR 1. Figuren viser at det var dårligere vekst hos laks føret uten (A) eller med svært høye nivå (30%) ekstrudert hvetestivelse (E). Det var ingen forskjell i vekst når nivået varierte mellom 5% og 20% (B, C og D).

viser at når karbohydrat tilsettes i riktige mengder, påvirker de veksten positivt!

Hva så med førfaktor?

I det samme forsøket ble også førfaktor bruk nøye kontrollert. Resultatene for en føringperiode på 3 mnd. viste en klar sammenheng mellom førutnyttelse og førets karbohydratinhold (se tabell 1).

Tabell 1. Tabellen viser førfaktor (g tørrt før spist/g tilvekst) for en periode som gav en vektøkning fra ca. 80 g og til ca. 450 g.

Karbohydratnivå i før	Førfaktor
0%	0.62
5%	0.61
10%	0.61
20%	0.68
30%	0.87

Svært gode førfaktorer (0.61) ble oppnådd når karbohydratinholdet

i føret var fra 0 til 10%. I 20% gruppen økte forforbruket med 11% og i 30% gruppen med hele 42% (begge sammenlignet med 10% gruppen). Disse resultatene kan tyde på at 30% karbohydratinblanding i før til laks er for høyt, og at det er ingen ting å vinne på å gå under 10% når det gjelder førutnyttelse.

Fordøyelse av ekstrudert hvetestivelse, betydning av mengde, og påvirkning på de andre næringsstoffene.

I ekstruderingsprosessen sprekker stivelseskornene og de lange sti-

velseskjedene kuttes opp. Dette gjør karbohydrat mer tilgjengelig for laksetarmens enzymer. Imidlertid har rovfisk som laks kun små mengder karbohydratnedbrytende enzymer. Resultater fra forsøk med økende mengde karbohydrat (også av lett fordøyelig type) viser en klar sammenheng mellom tilsatt mengde og fordøyelighet (se tabell 2).

Som tabellen viser ble fordøyeligheten av stivelse redusert fra over 90% til rundt 75% når førets innhold av ekstrudert hvetestivelse økte fra 10 til 20 og 30%. Redusert fordøyelse ble også funnet for fett og tørrstoff når mengde stivelse i føret var høyt (30%). Det vil si at rest-stivelse i tarmen i dette forsøket førte til lavere fordøyelse også av andre føringredienser og har dermed virket på samme måte som fiber i laksetarmen.

Miljø – et enkelt regnestykke

Miljø og påvirkning fra oppdrett har vært et hett tema i de senere år. Har så førets karbohydratinhold noe å si for det marine miljøet? Resultatene vedrørende førfaktor gir en viss aning – førfaktoren øker når karbohydratmengden øker fra 10 til 20 og 30%. Setter vi tallene for førfaktor gjennom hele forsøksperioden sammen med tallene for vekst og fordøyelse, kan tap av de ulike næringsstoffene fra tar-

Tabell 2. Tilsynelatende fordøyelighet av stivelse (karbohydrat), protein, fett og tørrstoff hos laks gitt før med ulike mengder innblanding av hvetemel.

Tilsynelatende fordøyelighet (%)	Karbohydratnivå i før, %				
	0	5	10	20	30
Stivelse	-	91	93	75	76
Protein	95	95	94	94	93
Fett	94	95	94	92	89
Tørrstoff	91	91	90	87	83

men til det omliggende miljø regnes ut som vist i Tabell 3.

Tallene i tabell 3 viser en drastisk økning i utslipp fra gruppe 0 – 10% og opp til gruppe 20 – 30%, spesielt med hensyn på stivelse. Dersom disse tallene ekstrapoleres til en produksjon på 300 tonn vil stivelsesutslipp for gruppe 5–10% utgjøre under 2 tonn. Økes karbohydratnivået i fôret til 30% vil årlig utslipp komme opp mot 24 tonn. I disse beregningene er det ikke tatt hensyn til førspill.

Betydning av disse resultatene

Sammenholdes resultatene for vekst, fôrutnyttelse og tilsynelatende fordøyelighet kommer fisk fôret med 5 – 10% ekstrudert hvetestivelse likt ut. For oppdretteren vil det bety liten forskjell i produksjon

Tabell 3. Utslipp til det marine miljø ved utfôring av 1 kg fôr.

Utslipp:	Karbohydratnivå i fôr, %				
	0	5	10	20	30
Tørrstoff, g	70	74	85	127	183
Nitrogen, g	4	4	5	4	4
Fett, g	10	9	12	18	26
Stivelse, g	–	3	6	53	81

om det benyttes et fôr med 5 eller 10% karbohydrat. Ingen tilsetning eller høye nivå vil derimot gi dårligere utbytte når det gjelder vekst og fôrforbruk, og dersom alle fôrene hadde vært priset likt ville 20% fôret bety en økt førkostnad på 11%, mens 30% fôret ville gi hele 42% høyere førkostnader, samt økt sedimentering under merdene. Fôrprodusenten vil imidlertid måtte tenke teknisk kvalitet sammenholdt med råvarepriser, og her vil

nok 10% fôret komme bedre ut enn 5% fôret.

Ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er dette bare starten på optimaliseringsarbeidet. Det vil se på videre er de helsemessige effekter av karbohydrater (både typer og mengder), og hvordan stivelse omsettes i laksen etter at det er fordøyd, bl.a. sammen med Akvaforsk knyttet til programmet «Produksjon av laksefisk» under Norges forskningsråd (NFR).

LAKSENS UTNYTTELSE AV LØSELIG PROTEIN

Av
Marit Espe & Einar Lied

Ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har det i de senere år blitt arbeidet med problemstillingen: er laksefisker istand til å utnytte delvis pre-fordøyd protein til muskelvekst. Dette arbeidet ble igangsatt da det er ønskelig å kunne resirkulere avskjær fra filetin-dustrien tilbake til akvakulturnæringen. En måte å gjøre dette på er å syrekonservere avskjæret; lage ensilasje. I en slike prosess vil proteinet gå i oppløsning, dvs. brytes ned til peptider og aminosyrer. For å kunne nytte ensilasjefôr til oppdrettsfisk er det derfor ønskelig å få mer kunnskap om hvordan fisk utnytter delvis pre-fordøyd protein.

Økende vekst i oppdrettsnæringen fordrer stadig økende behov for protein. Hovedproteinkilden idag er basert på fiskemel, og kan føre til en begrensning i vekst av akvakulturnæringen dersom vi ikke kan finne alternative proteinkilder som gjør at fisken vokser tilnærmet like godt som den gjør på fiskemel.

Fiskemel av høy kvalitet er relativt dyrt. Prisen for det ferdige produktet varierer med svingningene i det internasjonale marked, og har i den senere tid vært fallende. Ut fra et økonomisk synspunkt er det derfor ønskelig for oppdretteren å vurdere alternative proteinkilder. Dessuten er Norge et langstrakt land og fiskefangster leveres flere steder langs kysten til ulike fiskeindustrier. Dette gir relativt store mengder avskjær som det både utfra økonomiske og miljømessige forhold er ønskelig å la gå inn igjen i fôrproduksjonen. En måte å gjøre dette på er syrekonservering av avskjær og industrifisk. Syrekonservering er idag bare av begrenset omfang brukt i næringen ettersom syrekonservert fisk vil autolyseres ved lag-

ring dvs. at ensilasjen til brytes ned til peptider av ulik molekylveststørrelse. Ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har en undersøkt om denne nedbrytningen av protein medfører forandringer i fiskens evne til å nytte slike protein i vekstprosessen.

Utnyttelse av pre-fordøyd protein.

Det har lenge vært kjent at fisk som føres på frie aminosyrer viser redusert vekst sammenlignet med fisk som får intakt protein som f.eks. fiskemel (Walton et al., 1986). Dette mener man skyldes redusert proteinsyntese og lekkasje av aminosyrer over gjeller og i uri-

nen (Murai et al., 1984; Cowey og Walton, 1988). Også i forsøk med ensilasjebasert fôr er det rapportert om redusert vekst som ble tilskrevet redusert fordøyelighet (Stone og Hardy, 1986; Stone et al., 1989). For å belyse hvordan laks utnytter pre-fordøyd fiskeprotein ble tømme hastigheten fra magen, fordøyelsen, absorpsjonskapasiteten og protein omsetningen i muskelen i fisk gitt denne typen fôr undersøkt.

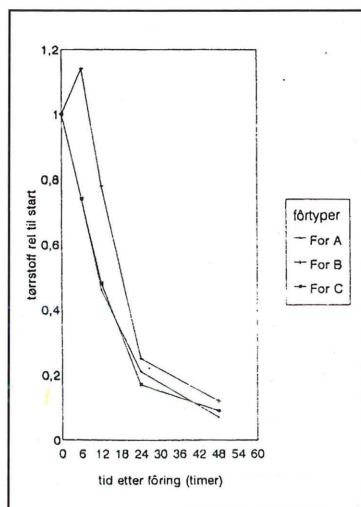
Da en ved bruk av ensilasjebasert fôr ikke har god kontroll med alle faktorer som skjer under lagring og oppløsning av proteinet, ble det nyttet pepsin pre-fordøyd torskemuskel i våre forsøk.

Torskemuskel ble nyttet direkte, eller etter prefordøyelse med enzymet pepsin i 6 eller 48 timer. Dette gav et protein som hadde ulik grad av løselig protein. Det er laget tørrfôr hvor proteinet utgjorde ca. 27 g protein per MJ fordøyelig energi.

I dette arbeidet var det tendens til en svak nedgang i prosentvis daglig tilvekst når fôrproteinet nærmet seg et innhold på 30% av proteinkilden som løselig protein (Tabell 1). Dette er i samsvar med resultater vi har funnet tidligere i forsøk med laks gitt ensilasjebasert fôr (Espe et al., 1992a). Denne reduserte tilveksten skyldes enten dårligere fordøyelse og absorpsjon eller dårligere utnyttelse av det absorberte proteinet til muskelvekst. Fiskene viste ingen forskjell-

Tabell 1. Tilvekst og fordøyelse hos laks gitt fôr med økende grad av pre-fordøyd protein.

	Kontroll- fôr (fôr A)	Pre-fordøyd 6 timar (fôr B)	Pre-fordøyd 48 timar (fôr B)
% daglig tilv.	0.59	0.57	0.53
Fordøyelighet	94	94	91



Figur 1. Tømmehastigheten av tørrstoff fra magen hos laks gitt fôr med økende mengder pre-fordøyd protein (Fôr A, B og C er ikke hydrolysert og hydrolysert med pepsin i hhv 6 og 48 timer).

ler i tømmehastigheten fra magen (Figur 1). Molekylvektfordelingen av mageproteinene avspeilte derimot den fordelingen som var i fôret. Heller ikke i fordøyelsen av protein målt med inert markør (Cr_2O_3) var det forskjeller mellom fisk gitt de ulike fôrene (Tabell 1).

Konsentrasjonen av aminosyrer i plasma og i muskelens pool av frie aminosyrer var imidlertid høye

Tabell 2. Muskelmetabolismen hos laks gitt fôr med økende mengde av pre-fordøyd protein.

	Protein-syntese (pr. gram våt vekt)	Glykogeninnhold (pr. gram våt vekt)	Lysosomal hydrolyse (tyr frigitt pr. time pr. gram våt vekt)
Fôr A	23.86a	9.00a	0.353a
Fôr B	11.70b	9.07a	0.379ab
Fôr C	14.14b	8.69a	0.415b

Vertikale rekker med ulike bokstaver er signifikant forskjellige ($p < 0.05$).

for fisk som fikk fôr med delvis hydrolysert protein (Figur 2). Alle tre fôrene viste absorpsjonsmaksimum 6–12 timer etter fôring. Dette tyder på en mer effektiv absorpsjon av aminosyrer fra tarmlumen i fisk som får delvis oppløst protein. Selv om konsentrasjonen av aminosyrer var høye i muskelpoolen hos fisk som fikk delvis hydrolysert protein, var proteinsyntesen lavere, det vil si at de ikke utnyttet den økte mengden tilgjengelig aminosyrer til økt muskelvekst. Ved å måle andre metabolitter i muskelen fant vi en nedgang i muskelglykogen og en signifikant økning i lysosomal nedbrytning av muskelens protein (Tabell 2). Dette kan tyde på at en ved fôring av delvis hydrolysert protein gjør slik at fiskene går tom for energi og dermed blir tvunget til å nytte mer av sitt protein til vedlikehold av energiomsetningen. Dette kan tydeligere sees dersom en beregner henholdsvis retinert fett og protein på gjennomsnittlig kroppsvikt i forsøksperioden (Tabell 3). En ser da at fiskene som fikk det hydrolyserte proteinfôret er «tomme» for retinert fett, mens de som fikk fôr A (kontrollfôret) har nok fett i kosten til fremdeles å bygge inn fett i kroppen. Innen en forsøksperiode på 49 dager hadde imidlertid ingen

Tabell 3. Retensjon av protein og fett (retinert/gjennomsnittlig kroppsvikt i forsøksperioden).

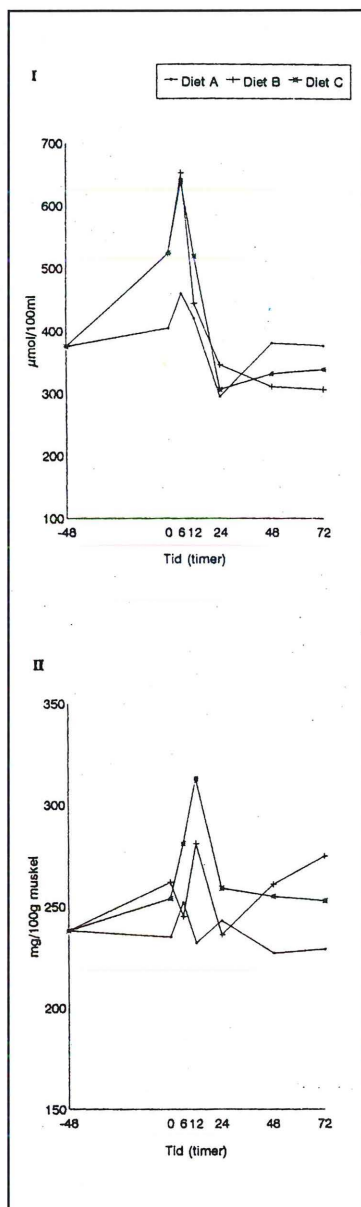
	Retinert N	Retinert fett
Fôr A	0.39	0.22
Fôr B	0.39	0.02
Fôr C	0.42	0.04

av gruppene begynt å tære på sitt lager i kroppsprotein.

Da mye av arbeidet som tidligere er gjennomført med løselig protein i fôr til fisk er på innblanding av frie aminosyrer, var vi også interessert i å prøve å finne ut noe om sammenhengen mellom mengde innblandet frie aminosyrer og proteinsyntese. Dette ble undersøkt i et arbeid hvor proteinkilden (seimuskelen) ble vasket fri for løselig protein og deretter tilsatt graderte mengder av en blanding av frie aminosyrer med samme aminosyresammensetning som seimuskelen. Det ble nyttet fôr hvor 0, 10, 20, 30 og 40 prosent av seimuskelen ble erstattet av en aminosyreblanding med samme aminosyresammensetning som fiskemuskel. Fisk som fikk 30 prosent innblanding av frie aminosyrer hadde høyest innhold av plasma frie aminosyrer og høyest proteinsyntese (Tabell 4). Resultatene tyder på at en lavere innblanding av frie aminosyrer i dietten har en positiv effekt på innbygningen av muskelprotein, mens en høyere innblanding medfører reduksjon i denne effekten. Tidligere arbeid med unge kyllinger viste at disse også er istand til å utnytte ca. 30 prosent frie aminosyrer i fôret (Espe et al., 1992 b).

Konklusjon

Disse arbeidene tyder på at laksefisk vokser på delvis oppløst protein, men dersom andelen løselig



Figur 2. Konsentrasjone av plasma frie aminosyrer (I) og muskel frie aminosyrer (II) etter fôring av laks dietter med økende pørefordøyelse av proteinet. For fôr A, B og C, se tekst til figur 1.

Tabell 4. Sum frie aminosyrer i plasma og proteinsyntese i muskel hos laks gitt dietter hvor 0, 20, 30 og 40% av den intakte proteinkilde er erstattet med en blanding av frie aminosyrer.

	Sum frie aminosyrer i plasma	Protein syntese (pr. gram våt vekt)
Fôr 0% faa	290b	12.50bc
Fôr 10% faa	302b	12.29c
Fôr 20% faa	329ab	18.92a
Fôr 30% faa	384a	21.25a
Fôr 40% faa	325ab	17.04ab

Vertikale rekker med ulike bokstaver er signifikant forskjellige ($p < 0.05$).

proteinet overskrider ca. 30 prosent, avtar graden av utnyttelse. Fiskene får kanskje en mangel på energi fra fett og starter å forbrenne protein.

Ved innblanding av frie aminosyrer, bedres vekst og innbygning av muskelprotein, men også her er det en tendens til at overskridelse av ca. 30 prosent frie aminosyrer (løselig protein) i fôret medfører reduksjon i syntesen av muskelprotein.

Referanser

Cowey, C.B. & Wilson, M.J., 1988. J. Fish Biol., 33, 293-305.
 Espe, M., Haaland, H. & Njaa, L.R., 1992 a. Comp.Biochem. Physiol. 103A (2), 369-372.

Espe, M., Haaland, H. & Njaa, L.R., 1992b. J. Sci. Food Agric. 58 (3), 315-321.
 Murai, T., Ogata, H., Takeuchi, T., Watanabe, T. & Nose, T. 1984. Bull.Jap. Soc. Sci. Fisheries 50 (11) 1957.
 Stone, F.E., & Hardy, R.W., 1986. J. Sci. Food Agric. 37, 797-802.
 Stone, F.E., Hardy, R.W., Shearer, K.D. & Scott, T.M., 1989. Aquaculture 76, 109-118.
 Walton, M.J., Cowey, C.B., & Adron, J.W., 1982. J. Nutr. 112, 1525-1535.
 Walton, M.J., Cowey C.B., Coloso, R.M. & Adron, J.W., 1986. Fish. Phys. Biochem. vol. 2. no. 1-4, 161-169.
 F.G. Nr. 2, 1993.

B IOTINBEHOV HOS SMOLT

Av
Rune Waagbø, Kjartan Sandnes og
Anne Mæland

B-vitaminet biotin er antatt å spille en rolle i smoltifiseringen av laks. Biotinbehovet hos smoltifiserende laks er særlig interessant ut i fra antagelsen om at dette vitaminet påvirker viktige funksjoner knyttet til gjellevev, tarmvev, hudpigmentering og hudstyrke.

Innledning

Biotin, noen ganger også kalt «vitamin H» i litteraturen, er nødvendig i såkalte karboksyleringsreaksjoner, og inngår i omsetning av aminosyrer og oppbygging av druesukker, fettsyrer og purinbaser (forbindelser i arvestoffet). Biotinmangel har hos fjørfe resultert i skader i fjærdrakt, hud og nebb. Andre husdyr får dårlig pels, hudlidelser og skadde klover ved mangel.

For fisk er lite publisert i nyere tid når det gjelder dette vitaminet. Arbeid fra 1950 (Phillips m. fl.) beskrev en sykdomstilstand som ble kalt «blue slime patch disease» eller «blåslim-syken» som ble satt i sammenheng med biotinmangel hos bekkerøye. Dette innbefatter endret struktur av gjellevev med økning i antall slimproduserende celler som produserer et mer klebrig slim.

Behovet for biotin for vekst er lavt, og er beregnet til 0,1 mg/kg hos yngel av regnbueørret (Koppe m. fl. 1993). Foreløpige data fra et hovedfagsstudium utført ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt indikerer at behovet for biotin er dekket uten ekstra tilsetning i fiskemelbaserte dietter til laks (Mæland, 1994). Biotinnivået i fôr uten tilsetning av biotin ble i dette forsøket analysert til 0,3 mg/kg.

I et annet forsøk ble regnbueørret fôret med fiskemelbasert fôr med (2,3 mg/kg) og uten (0,11 mg/kg) tilsetning av biotin, og deretter utsatt for stress (Koppe m. fl. 1993). Det var ingen forskjell i vekst og ingen tegn på vitaminmangel, men stressresponsen var forskjellig hos fôringsgruppene (Koppe m. fl. 1993).

Fôringsforsøk

Vi reiste spørsmålet om behovet for biotin endrer seg hos laks under og etter smoltifisering. Sår og dårlig skinn representerer en potensiell fare for osmotiske forstyrrelser under og etter smoltifiseringen. Det ble derfor gjennomført et fôringsforsøk ved Matre havbruksstasjon i 1993. Laks som tidligere var fôret med fire ulike nivå

av biotin i fiskemelbaserte fôr fra startfôring (1992) ble benyttet (analyserte biotinverdier var 0,3 mg/kg, 0,7 mg/kg, 1,2 mg/kg og 1,6 mg/kg). En ekstra gruppe av laks fikk fôr uten biotintilsetning (0,3 mg/kg) og med eggehvitpulver (10% i fôret). Eggehvitpulveret inneholder et protein – avidin – som nedsetter tilgjengeligheten av biotin. Hver av disse fem diettene ble fôret ut i tre kar med 140 fisk i hvert. Vannkvaliteten ble justert med tilsetning av saltvann (2 g/l) og lysregimet tilsvarte naturlig lys.

Vekst under smoltifiseringen ble registrert i hvert kar. Saltvannstoleransetest (saltvann med 34 g salt/l) ble utført regelmessig. Analyser av blodprøver fra fisk etter 24 timer samt registrering av dødelighet etter 96 timer ble foretatt.

Resultater og diskusjon

Figur 1 viser gjennomsnittsvekten av fisken gjennom forsøket (bulkvekt fra 3 kar per fôr). Ved starten av smoltifiseringen (1. februar) og inntil midten av april var vekten signifikant høyest i fisk som fikk 0,7 mg biotin/kg fôr i forhold til gruppene som hadde fått tilsatt mer biotin, hvorefter forskjellene i vekt jevnet seg ut. Fisk som hadde fått eggehvite i fôret vokste kun fra 9

Tabell 1 Saltvannstest av fisk fra fôringsgruppene. Tallene angir død fisk (% av 20 fisk pr. fôrgruppe) etter 96 timer i saltvann (34 g/l).

Dato	Biotin i fôret (mg/kg)			
	0,3	0,7	1,2	1,6
9. februar	85	65	65	30
16. mars	100	100	100	100
28. april	100	100	100	100
2. juni	0	20	0	25
23. juni	55	85	0	0

til 14 g i løpet av perioden februar til juni. Smoltifiserende laks viste ingen forskjell i biotinnivå i lever (1,3 – 1,8 µg/g vev). I følge litteraturen er det funnet 5 til 10 ganger disse levernivåene hos lakseyngel og laks i sjø. Det gjenstår å undersøke om innholdet av biotin i nyre- og gjellevev gjenspeiler føreneres innhold i vårt forsøk.

Resultatene fra sjøvannstoleransetester utført i løpet av smoltifiseringen er presentert i Tabell 1. Dødeligheten hos laks som var utsatt i 34 g/l sjøvann var minst i gruppene som hadde fått over 1 mg biotin/kg fôr i februar og juni. Forløpet av dødelighet kan tyde på at toleransen for sjøvann gjennom smoltifiseringen blir påvirket av biotin i føret.

Hvis man sammenlikner blodanalyser av fisk fra fôringsgruppene som ble testet for saltvannstoleranse (SV) og kontrollfisk (FV) i mars (Tabell 2) ser man at det er et fordelaktig nivå, dvs. lavere kon-

Tabell 2. Serum klorid verdier av fisk fra fôringsgruppene 24 timer etter overføring til saltvann (34 g/l) den 16. mars (SV). Kontrollprøver tatt fra fisk i ferskvann fra samme grupper og samme dag er inkludert (FV) og effekten av saltvanns-stresset er regnet som differansen mellom SV og FV.

Analyse	Vann	n	Biotin i føret (mg/kg)				(SEM)
			0,3	0,7	1,2	1,6	
Klorid (Mm)	SV	10	196	197	189	185	(<6)
	FV	15	128	129	130	129	(≤1)
Differanse			+68	+68	+59	+56	
Protein (g/l)	SV	10	49	51	50	49	(<3)
	FV	15	49	49	48	50	(<2)
Differanse			0	+2	+2	-1	

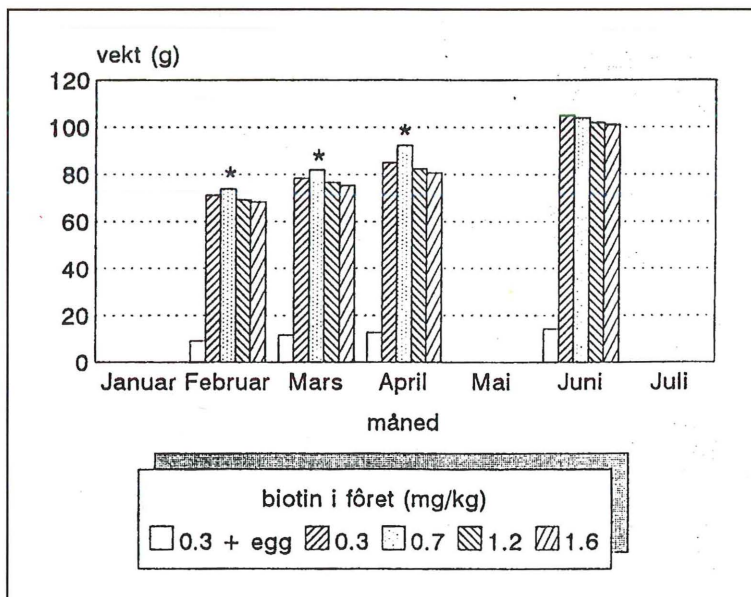
sentrasjon, av klorid i serum hos fisk som har fått over 1 mg biotin/kg fôr. Serumnivået av klorid er godt korrelert til saltvannstoleranse. Små forskjeller i serum protein verdiene mellom gruppene viser at andre komponenter i serum som har betydning for opprettholdelse av ionebalansen ikke er påvirket i nevneverdig grad.

Dødeligheten etter 96 timer i saltvann i denne perioden av smoltifiseringen (mars-april) var 100 % i alle gruppene. Dette samsvarer med dødeligheten hos laks utsatt for naturlig lysregime rapportert tidligere (Stefansson m. fl. Norsk Fiskeoppdrett 9–89).

Alle data sett under ett viste at dødeligheten etter overføring til sjøvann var signifikant negativt korrelert til kondisjonsfaktoren og, som ventet, positivt korrelert til serum klorid konsentrasjonen. Til tross for at serum klorid var forskjellig mellom fôringsgruppene i testen utført den 23. juni ser det ikke ut til at dette kan være årsaken til det ulike utfallet av saltvannstesten ved denne dato (gjennomsnittsverdier mellom 133 og 147 Mm). Endel analysearbeid som kan være oppklarende for disse forskjellene i sjøvannstoleranse gjenstår.

Foreløpig konklusjon

Veksten under smoltifiseringen var signifikant negativt korrelert til biotinnivået i føret. Vekstforskjellene jevnet seg imidlertid ut i tiden frem mot ferdig smolt.



Figur 1. Gjennomsnittsverdier av fisk gjennom fôringsforsøket (stjerne angir signifikant forskjell, p<0,05).

Resultatene av blodanalysene og dødeligheten i saltvannstestene indikerer fordeler ved økt tilsetning av biotin hos smoltifiserende laks.

Referanser

- Mæland, A. (1994). Biotin i fôr til laks (*Salmo salar*). Hovedfagsoppgave ved Fiskeridirektorates Ernæringsinstituttet – Universitetet i Bergen. Under bearbeidelse.
- Phillips, A.M., Brockway, D.R. and Rodgers, E.O. (1950). Biotin and brown trout: the tale of a vitamin. *Progr. Fish. Cult.* 12, 67–71.
- Koppe, W.M., Frigg, M. and Günther, K.D. (1993). Effects of biotin on growth and stress response in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.).
- Proceedings from EIFAC workshop on methodology for determination of nutrient requirements in fish. p. 37. Eichenau, Germany.
- Stefansson, S., Sigholt, T., Staurnes, M. og Åsgård, T. (1989). Virkninger av lysperiode på smoltifisering og sjøvannstoleranse. *Norsk Fiskeoppdrett* 9, 46–51.

LAKSEFÔR MED LÅGT JERNINNHOLD – KEISARENS NYE KLEDE?

Av
Amund Måge, Friede Andersen og Rune Waagbø

Synet på mineralet jern vart i løpet av 1991 endra frå å vera livsnødvendig til meir å vera eit giftstoff. Det vart hevda at vanlege kommersielle fôr inneheldt så mykje jern at det var skadeleg. Samstundes vart det lansert lågjernfôr, som vart presentert i form av noko uklare samanblandingar av forskningsresultat og produktreklame. Resultatet av dette vart full stopp i bruk av jernsupplement til fiskefôr og nesten full stopp i bruk av blodmjøl i fiskefôr. Dermed har vi så godt som avskrive ei aktuell proteinkjelde og i staden sett i gang Norges største fôringsforsøk. Er det vitenskapeleg dekning for desse endringane, eller er det berre keisaren sine nye klede ?

Jern er eit livsnødvendig mineral som har mange viktige funksjonar hos dyr. Mest kjent er jernet si rolle som del av hemoglobin som fraktar livsviktig oksygen i blodet, og i myoglobin, som lagrar oksygen i cellene.

Men jern har og mange andre viktige funksjonar blant anna i energiomsetjinga i fisken og i ensymsystem som vernar fisken mot giftstoff.

Jernkonsentrasjon i laksefôr

Konsentrasjonen av jern i kommersielle laksefôr varierer mykje, og vil hovudsakeleg vera bestemt av tre faktorar:

- 1) Jernkonsentrasjon i fiskemjølet som vert brukt i fôret
- 2) Eventuell innblanding av blodmjøl
- 3) Supplementering av jern (i mineralblanding)

Jernet i fiskemjølet kjem både frå råvara (fisken), og som eit bidrag frå prosessutstyr. I fisk som er råvare til fiskemjølet er konsentrasjonen frå 40 til 90 mg/kg tørr vekt

avhengig av art. Tilførsel av jern frå prosessen som startar med fiskefôrstoff til ein har ferdig fôr, vil kunna variera mykje frå nesten ingenting til mange hundre mg/kg tørr fôr (sjå figur 1).

Blodmjøl/blodsoll, som tidlegare vart mykje brukt i fiskefôr, vil bidra med omlag 10–50 mg jern/kg fôr per prosent innblanda i fôret.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har jamnleg utført analysar av jern i fiskefôr dei siste 8 åra og funne jernkonsentrasjonar mellom 51 og 515 mg jern/kg tørr fôr.

Jernbehov

Det har vore utført fleire studiar av kor mykje jern det må vera i fiskefôr for å dekkja fisken sine behov. I forsøk med laks ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er minimumsbehovet estimert til 41–51 mg jern/kg tørr fôr. I eit anna forsøk utført i Kanada vart det anslått til å vera mellom 43 og 73 mg jern/kg tørr fôr.

I slike eksperiment brukar ein som regel rensa (semi-syntetiske) diettar basert på proteinkjelder

som kasein og gelatin. Ved bruk av praktiske fôr vil som regel behovet vera noko høgare som diskutert under. Vi har i dag sett prøvar av slike fôr som ligg heilt ned mot minimumsbehovet. Mangel på jern viser seg fyrst i form av blodmangel (anemi) og i meir alvorlege tilfelle også i form av veksthemming.

Absorpsjon og tilgjenge

For mineralar og sporelement skjer reguleringa av mengden av mineralet i det indre miljø for ein stor del i tarmen. Fisken har truleg mekanismar som prøver å regulera absorpsjon etter behov.

For jern er det stor skilnad i absorpsjon etter kva form jernet opptrer i tarmen og kva som elles er i fôret. Hemjern er mykje mer tilgjengeleg både for oppbygging av hemoglobin og for lager i lever, medan prosessjern er lite tilgjengeleg (Sjå Figur 2). Av andre fôrkomponentar som er viktige for jern kan nemnast vitamin C som aukar jernabsorpsjonen. Når ein skal vurdera jernnivået i eit fôr kan ein difor ikkje berre vurdera konsentrasjon av jern, men og ta omsyn til jernet si form og andre fôrkomponentar.

Transport

Frå tarmen vert jern transportert i blodet bunde til eit spesielt transportprotein, transferrin, rundt til ulike organ i fisken. Fritt jern er giftig. For at skader ikkje skal oppstå bind difor transferrin jernet sterkt, og det er normalt overkapasitet av transferrin for å fanga opp fritt jern. Både data frå regnbogeaure og våre data frå laks tyder på at kun 15–25% av kapasiteten for å binda jern er brukt når fisken et vanleg kommersielt fôr.

Dårleg regulering av jernomsetjing med fritt jern i blodet har vorte sett i samband med vintersår

og auka lakselusangrep. Men ut frå våre data og litteraturdata, er det grunn til å stilla spørsmål om hypotesen om dårleg jernregulering stemmer med dei faktiske tilhøve.

Lagring

Dei høgaste konsentrasjonane av jern i ulike organ i laks finn vi i lever, fornyre og milt. Jernlageret i lever er viktig i og med at det kan mobiliserast ved behov. Nivået av jern i lever hos vill laks har vi funne til å vera i området 150–200 mg/kg våt vekt. Hos oppdrettslaks er jernnivået lågare. Laksen kan henta jern frå dette jernlageret når den treng det for å laga meir hemoglobin.

Hos andre dyr vert jern lagra i lever både bunde til proteinet ferritin og til proteinet hemosiderin. Jern kan mobiliserast til bruk frå begge desse proteina. I milt og fornyre vert også jern til ein viss grad lagra frå nedbrytning av gamle blodceller til bruk i nydanning av raude blodceller.

Jern, gifrverknad og antioksidantar

No skal vi ikkje på nokon måte avskrive at jern kan ha negative effektar. Jern og andre sporelement er også pro-oksidantar og høgt innhald av jern kan auka farten i harskningprosessar i fôr og i fisk. Om dette faktisk skjer vil vera avhengig av jernet si kjemiske form og mengde, av kvaliteten på feittet (olja) i fôret og ikkje minst av mengde naturlege og tilsette antioksidantar i fôret.

Vurdering av antioksidantar saman med jern/helse kjem dårleg fram i informasjonen i fagblada (På Mærkanten, Norsk Fiskeoppdrett og Nordisk Akvakultur). Dette er eit viktig moment, spesielt siden det lanserte helsefôr har høgare mengde fleiurmetta feitt, som treng spesielt vern mot harskning.

Dei rapporterte negative verkna-dene av jernverdiar opp mot 500 mg/kg slik som veksthemming, vintersår, lakselus angrep og større infeksjonsfare, kan vera vanskelege å repetera. Til dømes har forsøk ved Fiskeridirektoratets ernærings-institutt ikkje vist veksthemming med så høge jernkonsentrasjonar som 1500 mg/kg i form av jernsulfat (Figur 3). Vidare har andre forsøk ikkje funne effekt på lakselus eller vintersår med aukande innblanding av blodmjøl.

Når det gjeld auka fare for infeksjonar er det forøvrig innan humanmedisinen to ulike syn, som begge har mykje data å støtta seg til. I fylgje det eine synet er det bra å ha låg jernstatus ved visse infeksjonar. Det andre synet framhevar at låg jernstatus aukar faren for infeksjon og er meir skadeleg under infeksjon.

I norsk oppdrettsnæring har ein ikkje nok og eintydige data til at ein på fagleg grunnlag kan evaluera fiskefôr som gode eller dårlege åleine på grunnlag av jernkonsen-trasjonen.

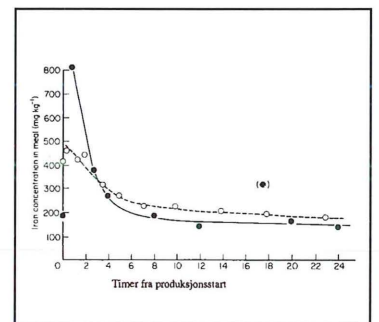
Avsluttande kommentarar

Vi har i denne artikkelen prøvd å visa at biletet av jern i fôr som den store stygge ulven er meir nyansert enn det som har kome fram dei siste åra.

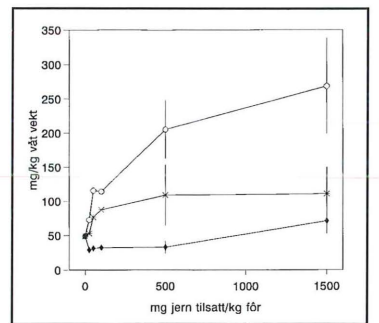
Dei forsøka som ligg til grunn for lanseringa av lågjernfôr er interessante. Men det er noko tidleg å trekkja for sikre konklusjonar når ein ikkje veit meir om verkna-den av ulike former for jern, kva antioksidantar som er i fôret, kvaliteten på fôrfeittet og samverknader mellom desse faktorane. Vidare bør ein vita meir om status av jern og antioksidantar i fisken.

Det synes som om kunnskapsbasen for formulering av fiskefôr er altfor liten. Kvifor skulle ellers store deler av fiskeoppdrettsnæ-

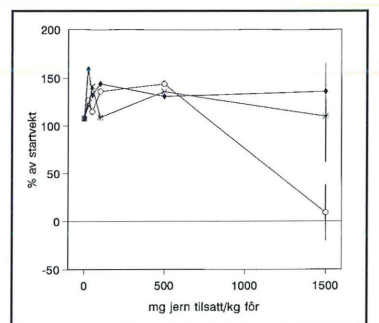
ringa endra syn på jern uten ein gjennomgripande fagleg debatt? Det er difor ynskjeleg at innsatsen innan forskning på ernæringsbehov hos laks vert styrka som eit bidrag til å gjera næringa meir stabil.



Figur 1. Jernkonsentrasjon i fiske-mjøl frå to fabrikkar i øve til tid etter oppstart av produksjon (Etter Søvik, Opstvedt og Brækkan, 1983)



Figur 2. Jernkonsentrasjon i lever hos laks gjeve ulik mengde og form av jern, egne forsøk.



Figur 3. Vekst hos laks gjeve ulik mengde og form av jern, egne forsøk.

N.F. 2A, 1994.

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

Postboks 1900 – 5024 Bergen Nordnes

Tlf. 55 23 80 00

ISSN 0365-8252

ISBN 82-91065-05-5