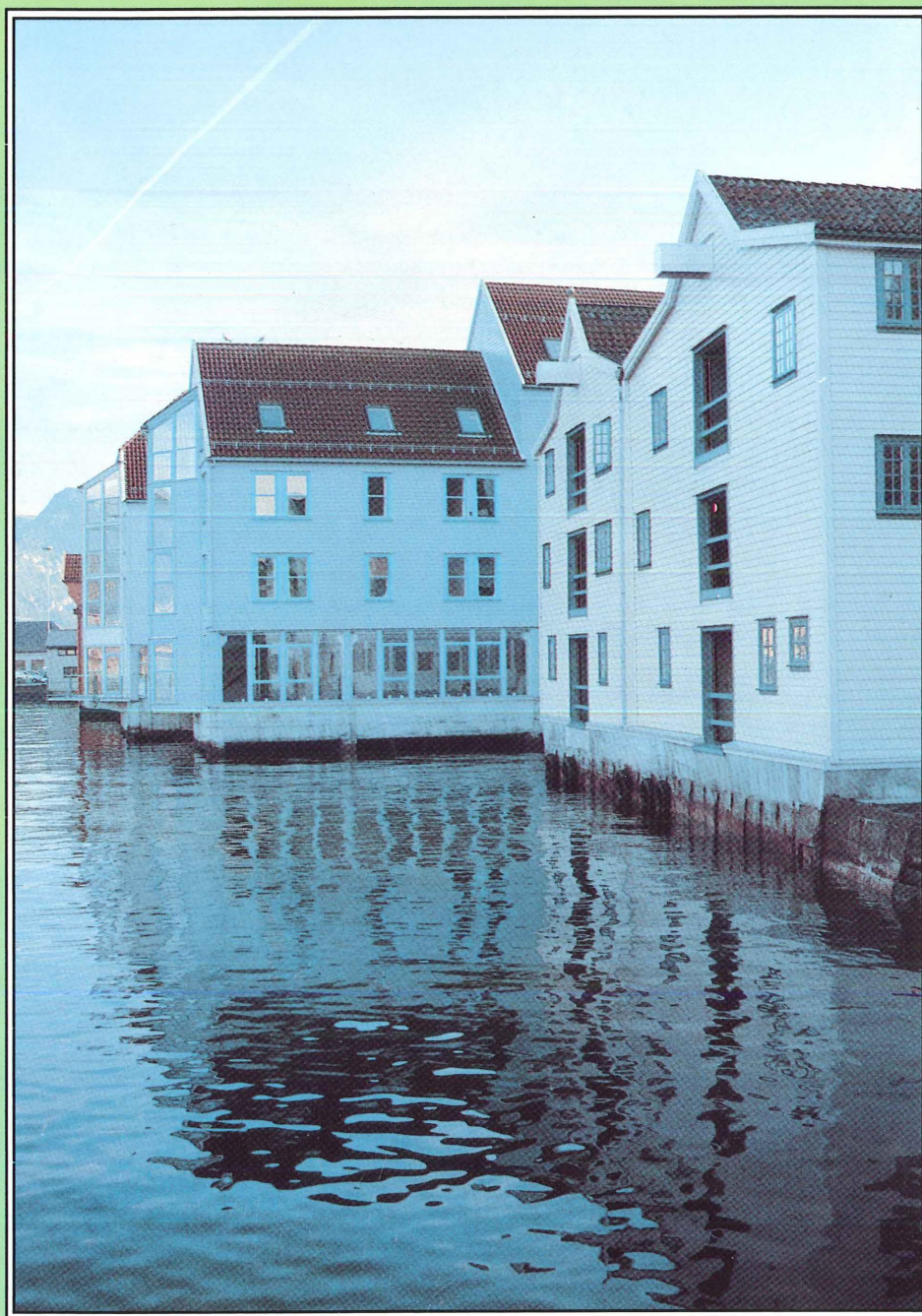


FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

ÅRSMELDING 1989



ÅRSBERETNING VEDKOMMENDE NORGES FISKERIER 1989 NR. 4

Innhold

	SIDE
FORORD	4
INSTITUTTETS HISTORIE	5
LEDELSE OG ORGANISASJON	6
ØKONOMI	7
INSTITUTTETS PERSONALE	8
FORSKNING:	
SAMMENDRAG	9
VIRKSOMHET:	9
Fett og fettsyrer	9
Karbohydrater	10
Proteiner og aminosyrer	10
Vitaminer	11
Mineraler og sporelementer	12
Dyrestall	14
Instituttets PC-Nettverk	14
ARTIKLER:	
Ernæringsforskning – en investering for fremtiden	15
Fisk og fiskeprodukter – en god kilde til (n-3) fettsyrer	17
Karbohydrater – en alternativ energi kilde i fôr til torsk?	20
Er problemet med vitamin C i fiskefôr løst?	23
Kor mykje mineralar og sporelementer treng laksen?	26
NFFR-PROSJEKTER 1989	29
UNDERVISNING OG HOVEDFAGSOPPGAVER	30
KONTAKTVIRKSOMHET	
Råd og utvalg	31
Foredrag/postere	31
PUBLIKASJONER	33



For Ernæringsinstituttet ble året 1989 først og fremst et flytteår. Etter nærmere 40 års virksomhet i Lars Hillesgt. 26 skulle nå instituttet få laboratorielokaler og kontorer lokalisert i tilknytning til Fiskeridirektoratets øvrige avdelinger. Planleggingen av romprogrammet for våre nye lokaler i Nordnesboder 1 og 2 startet i 1987, og en betydelig arbeidsinnsats ble utført av instituttets ansatte både før og etter innflytting for å få tjenlige laboratorier. Et godt resultat var mulig ved at vi hadde et utmerket samarbeid med arkitektene og Administrasjonsavdelingen ved Fiskeridirektoratet gjennom hele planleggings- og byggeperioden.

Nedpakking og flytting skjedde i slutten av mars. Dessverre ble laboratorieinnredningen, som jo er meget komplisert for å dekke dagens krav til arbeidsmiljø, først ferdig i løpet av sommeren. Installasjon og justering av instrumentparken tok også sin tid. Ernæringsinstituttet har fått et rasjonelt og godt bygg hvor en har lyktes i å forene den gamle bygningens arkitektur med det krav til sikkerhet som stilles til et moder-

ne næringsmiddelkjemisk laboratorium.

Til tross for forsinkelser ved flyttingen har våre prosjekter stort sett blitt gjennomført som planlagt ved en ekstra innsats av instituttets ansatte utover høsten.

Når nå alle avdelingene under Fiskeridirektoratet er samlet på Nordnes, kan vi oppnå rasjonaliseringsgevinster som vil være til beste for norsk fiskerinæring. Et nært samarbeid med administrasjonsavdelingen, avdeling for kvalitetskontroll og ikke minst med kontoret for rettledning og informasjon vil medføre en bedre informasjonsflyt av instituttets forskningsresultater ut til fiskerinæringen. Blant annet vil et samarbeid med Sentrallaboratoriet ved Fiskeridirektoratet være viktig i tilknytning til forvaltningen av de nye forskriftene om fôr og fôrmidler til fisk i oppdrett. Ernæringsinstituttet skal ivareta det faglige grunnlaget for forvaltningen av disse forskriftene, og Sentrallaboratoriet skal ha ansvaret for alle kontrollfunksjonene. Også i 1989 var det skifte av forskningssjef ved Ernæringsinsti-

tuttet. Professor Jan Raa sluttet i stillingen som forskningssjef ved instituttet i desember 1988 og professor Georg Lambertsen ble ansatt som fungerende forskningssjef fra denne dato.

Kåre Julshamn

INSTITUTTETS 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.

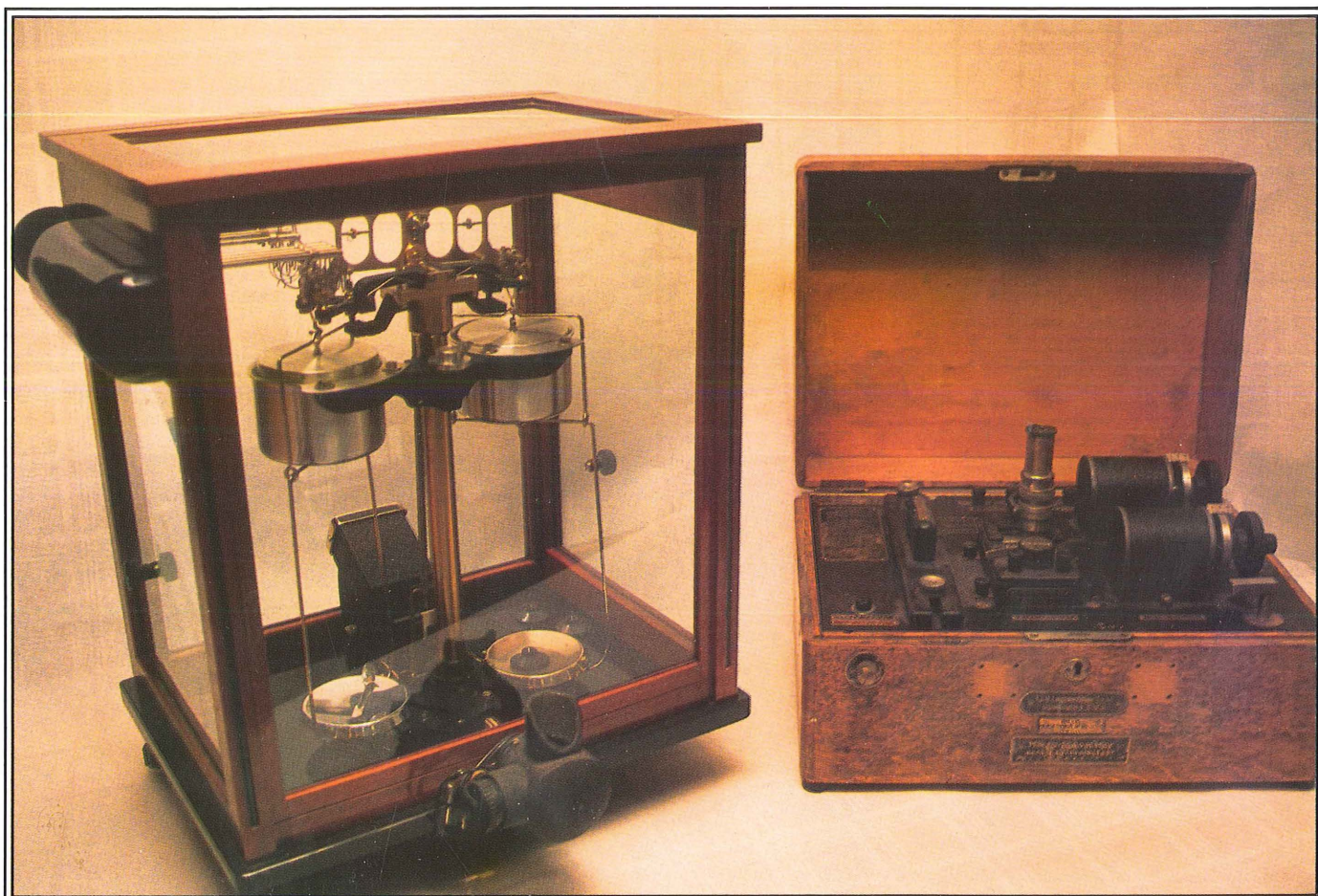
1975 Avdelingen ble omorganisert til Fiskeridirektoratets vitamininstitutt. Dette skjedde i forbindelse med rasjonaliseringen av fiskeriforskningen, noe som førte til at den fiskeriteknologiske forskning ved Fiskerilaboratoriet ble overført til Fiskeriteknologisk forskningsinstitutt (FTFI) i Tromsø.

1983 Navneskifte til Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt.

I løpet av tiden fra 1947 er virksomheten blitt utvidet til å omfatte et bredt spekter av ernæringsforskningen, 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) med instituttet som en avdeling ved Universitetet i Bergen (UiB). I denne sammenheng ble instituttets leder professor II og en forsker dosent II, siden professor II ved UiB. Videre er en stipendiatstilling ved UiB lagt til Ernæringsinstituttet. En av instituttets forskere er professor II i ernæringsfysiologi ved det Medisinske Fakultet, UiB. Norges fiskerihøgskole ble i 1988 overført til Tromsø.

Matematisk Naturvitenskapelig Fakultet overtok i den forbindelse ansvaret for instituttets virksomhet under Norges fiskerihøgskole i påvente av hvilke institutt-tilknytning denne virksomheten skulle ha.



LEDELSE OG ORGANISASJON

Administrasjon:

Forskningssjef, Georg Lambertsen
1. konsulent Tom Titlestad

Ernæringsinstituttets analysevirksomhet dekker følgende hovedområder:

1. Fett/fettløselige vitaminer og karbohydrater
2. Proteiner/aminosyrer
3. Vannløselige vitaminer
4. Mineraler og sporelementer

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

Fett/fettløselige vitaminer og karbohydrater:

Forsker Georg Lambertsen
Forsker Øyvind Lie

Protein/aminosyrer:

Forsker dr.philos. Leif R. Njaa
Forsker dr.philos. Einar Lied

Vannløselige vitaminer:

Forsker dr.philos. Einar Lied
Forsker Kjartan Sandnes
Forsker Rune Waagbø

Mineraler og sporelementer:

Forsker dr.philos. Kåre Julshamn

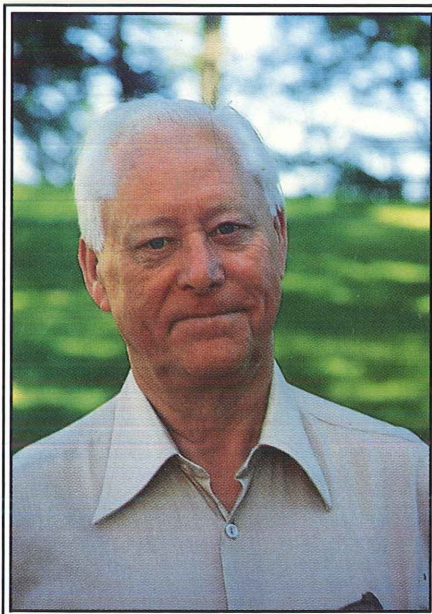
Rådet for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har hatt følgende sammensetning:

Medlemmer

Prof. Jan Raa (leder)
Prof. Marit Christensen
Førstesekr. Edith Totland
Fung.leder Kerstin Trygg
Disp. Gerd Solveig Matisen
Disp. Torbjørn Sandnes
Byråsjef Knut Sverdrup
Forsker Einar Lied

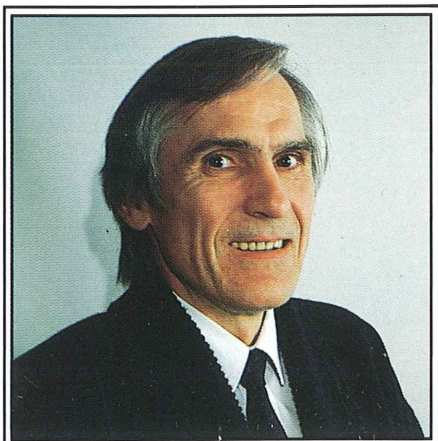
Varamedlemmer

Prof. Jan I. Pedersen
Byråsjef Kirsti Grøtnes
Førstelab. Nils Skjerve

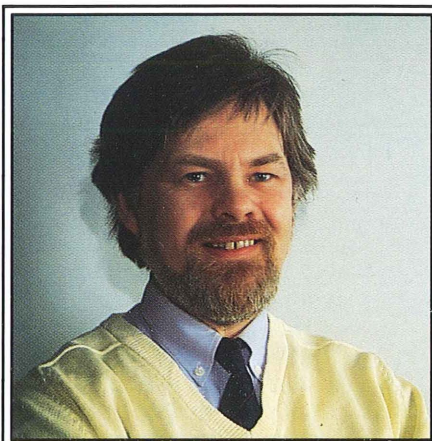


Georg Lambertsen

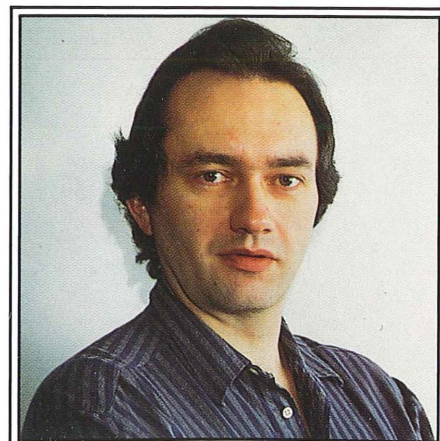
Kåre Julshamn

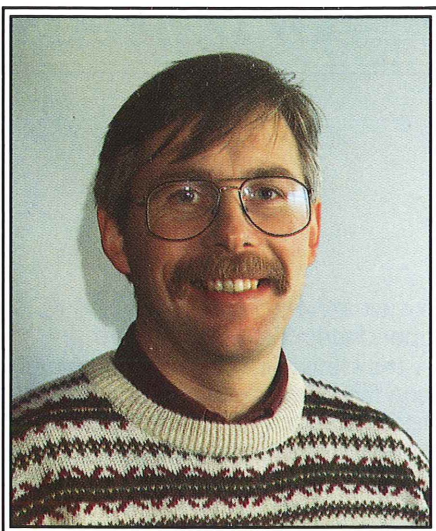


Einar Lied

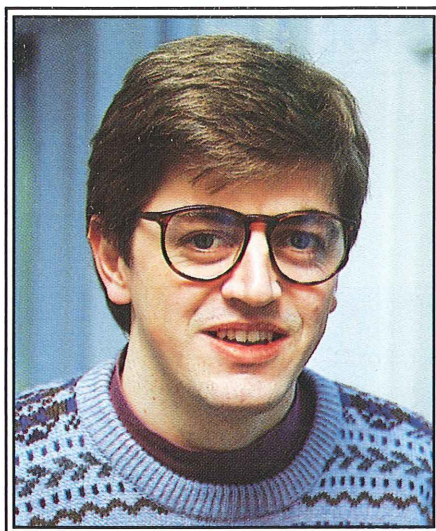


Kjartan Sandnes

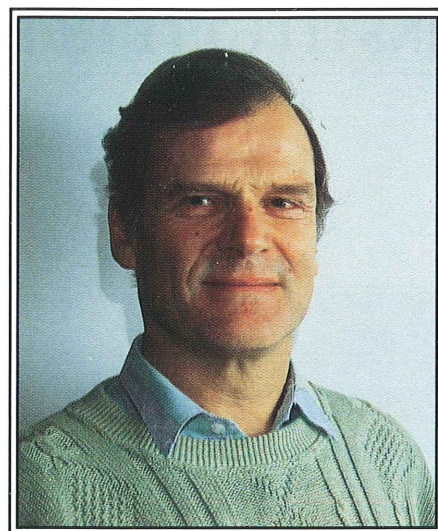




Øyvind Lie



Rune Waagbø



Jan W. Andresen

**Fiskeridirektoratets
ernæringsinstitutt
har som formål:**

- å arbeide for norsk fiskeri-
næring 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
fôrmidler.
- å drive ernæringsstudier på
akvatiske arter i oppdrett.
- å utvikle analysemetoder for
næringsmidler med spesiell
vekt på marine produkter.
- å informere om sine forsk-
ningsresultater og ellers
fremme opplysning om fisk i
ernæring.

ØKONOMI

Instituttet får sin grunnbevilgning fra Fiskeridepartementets bevilgning til Fiskeridirektoratet (kap. 1020.05.). Utover dette mottar instituttet økono-

misk tilskudd til forskning fra Norges Fiskeriforskningsråd (NFFR) samt andre finansieringskilder.

A		1989	1988
Ordinære midler over statsbudsjettet:			
	Lønn og godtgjørelse	6.320.000	6.354.000
	Varer og tjenester	3.790.000	3.693.000
	Spesielle driftsutgifter	348.000	174.000
		<hr/>	<hr/>
		10.458.000	10.221.000
B			
Eksterne forskningsmidler:			
	NFFR	2.070.000	1.920.000
	Andre	880.000	413.000
		<hr/>	<hr/>
		2.950.000	2.333.000

INSTITUTTETS PERSONALE

Forskningsjef, Lambertsen, Georg
Førstekonsulent, Titlestad, Tom

Forsker, Andresen, Jan
» Julshamn, Kåre
» Lie, Øyvind
» Lied, Einar
» Sandnes, Kjartan
» Waagbø, Rune

Professor, Leif R. Njaa (seniorstipendiat)

Avd. ingeniør, Boge, Gjermund
» Brenna, Jan
» Haugsnes, Jorun
» Fjeldstad, Leikny

Ingeniør, Bargård, Siri
» Berg, Torill
» Irgens, Betty
» Solli, Berit Engen
» Stave, Mariann

Førstelab., Heltveit, Aase
» Skjerve, Nils

Laborant, Kallestad, Idun
» Konradsen, Bernt
» Sedal, Laila Oksholm
» Wessels, Jacob

Lab. ass. Brustad, Gunn-Beate
» Heltveit, Sidsel
» Hevrøy, Ruth
» Hoel, Harald
» Johannessen, Tove

Kontorfullmektig, Brustad, Linda
» » Simonsen,
» » Inger-Marie

Renholdsbetjent, Horne, Liv Gerda
» » Meyer, Berit
» » Storetvedt, Johanna
» » Unger, Berit

Prosjektansatte:
Stipendiat/forsker, Espe, Marit
» » Hemre, Gro-Ingunn
» » Haaland, Herborg
» » Knudsen,
» » Eva Rosendahl
» » Måge, Amund
» » Sandvin, Aslaug

Universitetsstipendiat,
Albrektsen, Sissel

Ingeniør, Ask, Kjersti
» Berge, Gerd Eikeland

Hovedfagsstudenter: Bjørnevik, Marit
» » Flo, Petter
» » (Kjem. inst., UiB)
» » Lorentzen, Mette
» » Steiner, Matilda

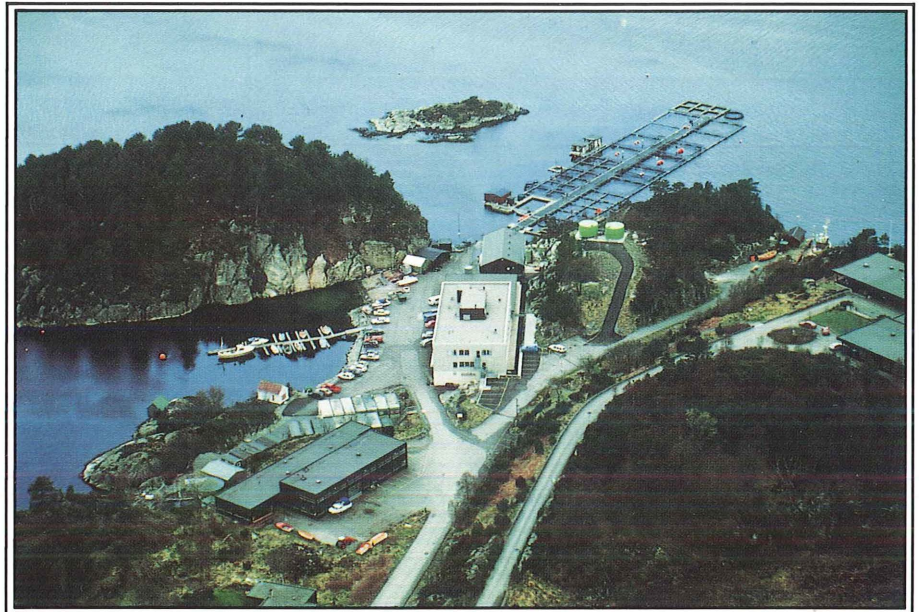


SAMMENDRAG

Instituttets forskningsaktivitet var i 1989 svært mye konsentrert om oppdrettsfiskens ernæringsbehov. Norges Fiskeriforskningsråd har tildelt instituttet forskningsmidler til flere prosjekter.

Av årets forskningsoppgaver kan nevnes:

- * Kvalitetskriterier for ensilasjeråstoff og ensilasje til fiskefôr.
- * Oppdrettsfiskens behov for, og omsetning av, protein og karbohydrat.
- * Ernæringsstudier ved utsetning av torsk i fjord «Masfjord-prosjektet».
- * Flerumettet fett i laksefôr, vekst, helse, reproduksjon og filetenes matkvalitet.
- * Sporelementer i laksefôr, fordøyelse, lagring og betydning for helse.
- * Sporelementer i marine næringsmidler, ernæringsmessig verdi.
- * Fett i fôr til marine fiskearter, deponering og behov for essensielle fettsyrer.
- * Nye former for vitamin C i fiskefôr, opptak og behov.



Havbruksstasjonen Austevoll. Praktiske forsøk gjennomføres i stor grad ved Havforskningsinstituttets forsøksstasjoner.

Fiskeforsøkene gjennomføres ved havbruksstasjonene i Austevoll og Matre, der driftsomkostningene belastes de enkelte prosjekter. En rekke nyanskaffelser ble nødvendig i løpet av året, spesielt en ny aminosyreanalytator som ble et stort økonomisk løft, fordelt over to år. Likeledes er instituttets datautstyr helt fornyet med forøket kapasitet.

I tidligere år har instituttet påtatt seg vitaminanalyser av innsendte prøver fra farmasøytisk industri, sykehus og næringsmiddelindustri. Det økende behovet for forskning knyttet til fiskeri- og oppdrettsnæringen har gjort det nødvendig å begrense denne praksis til kun å gjelde analyser av prøver som har tilknytning til norske fiskerier.

VIRKSOMHET

Ernæringsinstituttets forskning bygger på god fagkunnskap innen kjemisk og biologisk analyse av marine råstoffer, og utvikler kompetanse på dette området videre som ledd i forskningen.

Instituttet utfører ikke regulære handelsanalyser av næringsmidler og fôrmidler, men utfører spesielle analyser etter nærmere avtale med interessenter. Det legges i slike tilfeller vekt på at instituttet blir faglig koblet inn i de prosjekter som har behov for instituttets analysekompetanse.

FETT OG FETTSYRER

Oppdragsanalyser

Det er utført et beskjedent antall oppdragsanalyser i 1989. I tilknytning til prosjekt: «Kjøttprøver» (samarbeidsprosjekt med Landsforeningen for kosthold og helse) har fettsyresammensetningen i en rekke produkter blitt analysert.

Metodearbeid

Analyser av fettsyrer utgjør hovedtyngden av det analytiske arbeidet. Instituttet har to gasskromatografer,

hvorav den ene har automatisk injeksjonsystem og er knyttet opp til et datasystem slik at dette utstyret kan kjøres døgkontinuerlig. Lipidklassene analyseres ved hjelp av HPLC og TLC og det er spesielt blitt arbeidet med en HPLC metode for å separere lipidklassene: kolesterylestre, voksester og triglycider. Ketostoffer og etoxyquin analyseres også ved hjelp av HPLC.

Forskningsoppgaver

Det har vært arbeidet med artene laks, torsk, kveite, ål og steinbit i 1989.

Torsk

Det er utført et stort antall forsøk for å studere fettomsetningen hos torsk. I torskkeegg er fettsyresammensetningen i de enkelte lipidklasser analysert fra befruktning til klekking for å undersøke fettomsetningen i eggene under embryogenesen. Fordøyelse og absorpsjon av ulike lipider, og hvordan fôrfettet påvirker fettsyresammensetningen av fosfolipider i en rekke organer er undersøkt. Betydningen av keto-stoffer i energiomsetningen er studert. Forsøk for å utprøve syntetiske fôrblandinger («purified diets») til bruk i behovsstudier ble gjennomført.

Laks

Det er gjennomført omfattende studier for å undersøke den generelle fettomsetning i laks. Dette er knyttet opp mot et stort fôringsforsøk med laks (12 merder), hvor fisken har fått tre ulike nivåer n-3 fettsyrer samt to nivåer vitamin E (fortsetter i 1990). Fettsyresammensetningen av lagrings- og membranlipider i en rekke organer er analysert for å studere hvorledes laksen omsetter de forskjellige fettsyrene. I forbindelse med studier av laksens helse er spesielt membranlipider i milt, røde blodceller og lever undersøkt. Membranlipider i gjeller studeres for å belyse fôrets betydning på osmoreguleringen.

Kveite

Vekstforsøk med innfanget kveite på Island (fortsetter i 1990) utføres for å undersøke betydningen av forskjellige fôrtyper og vanntemperatur på vekst og kjemisk sammensetning av produktet. Det har vært ett prøveuttak i 1989. Dette er et nordisk samarbeidsprosjekt mellom Havforskningsinstituttet på Island, Senter for Havbruk, Havforskningsinstituttet og Ernæringsinstituttet. Arbeidet er støttet av Nordisk industrifond via prosjektet «Hippoglossus».

Ål

To størrelser av villfanget ål samt oppdrettet norsk og italiensk ål ble innsamlet. En rekke analyser ble utført for å undersøke hvordan størrelse og fôring påvirker sammensetningen av ålen.

Steinbit

I tilknytning til forsøk ved Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, har det vært utført analyser av fôr, filet og lever.

KARBOHYDRATER

Metodearbeid

Analyser av stivelse i fôr, glykogen i ulike organer og glukose i blod utgjorde hovedtyngden av analysearbeidet. Autoanalysator ble brukt til disse analysene. En HPLC-metode for måling av melkesyre og ketostoffer ble utviklet.

Forskningsoppgaver

Hoveddelen av arbeidet ble utført på torsk. Endel målinger på kveite og ål ble også utført.

Torsk

Tidligere forskning har vist en begrenset evne hos torsk til å fordøye og utnytte karbohydrater som energi. I et fôr som inneholdt ca. 20% stivelse (tilsvarende kommersielt marint fôr) finner vi en uforklarlig rest i torskens på opptil 70% av det fordøyde. Et forsøk ble derfor utført for å klarlegge hvorvidt et høyt stivelsesinnhold i fôret utøver en konstant belastning («fôrstress») for torskens. En rekke forsøk er også utført for videre å klarlegge torskens omsetning av karbohydrat. Dette arbeidet har omfattet hormonstudier (insulin, glukagon og glukagon-liknende-peptid) og enzymstudier (heksokinase), og er et samarbeid med Norges Veterinærhøgskole.

Kveite

Blodglukosenivåer og deponering av glykogen i filét og lever hos kveite ble kartlagt i forhold til ulike fôrtyper og omgivelsestemperatur. Dette arbeidet har gått inn som en del av prosjektet «Hippoglossus» (Nordisk Industriefond).

Ål

Glykogendeponering i filét og lever hos ål ble kartlagt i forhold til størrelse og fôring. To grupper villfanget (liten og stor) og en gruppe oppdrettet (salgsstørrelse) ål ble brukt i dette arbeidet.

PROTEIN

Oppdragsanalyser

Det har ikke vært utført oppdragsanalyser dette året.

Metodearbeid

Aminosyreanalysatoren brøt sammen i 1988. Ny analysator ble bestilt samme år, men ble ikke levert før høsten 1989. Dette har ført til at arbeidet med metodeutvikling har stått stille. Virksomheten på dette feltet har vært konsentrert omkring innkjøring av nytt analysesystem (Waters), herunder og oppkopling av systemet mot datamaskin (Maxima).

Utvikling av analysemetoder for aminer ved hjelp av høytrykksvæskrokromatograf har fortsatt; aminer vil sannsynligvis bli et av de kriterier som vil bli aktuelle ved bedømming av kvalitet på fiskeråstoff til mel og ensilasje.

Det er igangsatt utvikling av metodikk for kvantitativ bestemmelse av muskelproteiner hos fisk ved hjelp av polyacrylgelelektroforese (PAGE) kombinert med densitometri; slik metodikk er viktig i forbindelse med forskning knyttet til proteindannelse i muskevev (filét), men også i forbindelse med studier omkring kvalitet av fiskefilét.

Forskningsoppgaver

Virksomheten har vært knyttet til problemstillingene: (1) råstoff og kvalitet av mel, ensilasje og ensilasjeprodukter av fisk, (2) kvalitetskriterier for fiskeensilasje, (3) protein i fôr til oppdrettsfisk, (4) proteinsyntese og proteinomsetning hos oppdrettsorsk og (5) vekst, protein og energiomsetning hos torsk i forbindelse med fjord/havbeite.

Problemstillinger knyttet til kvalitet av fiskeråstoff, mel og ensilasje har vært å finne objektive kjemiske kriterier for kvalitet som bør kunne korreleres til biologisk kvalitet. Det er laget ensilasje av forskjellige fiskeslag i laboratoriet, og i disse er det analysert aminosyrer og aminer, ammoniak og total flyktig N. Fiskeridirektoratets sentrallaboratorium utfører analyser av fett, aske, TMAO og DMA, frie fettsyrer og oksydasjonskriterier på det samme materialet. Dette har vært et samarbeid der det dels er utført ensilering i «bøtte skala» og dels i større porsjoner. De større porsjonene har vært mulig å lage ved velvillig innsats fra A/S Hordafôr, SSF og fra Austevoll Fiskeindustri.

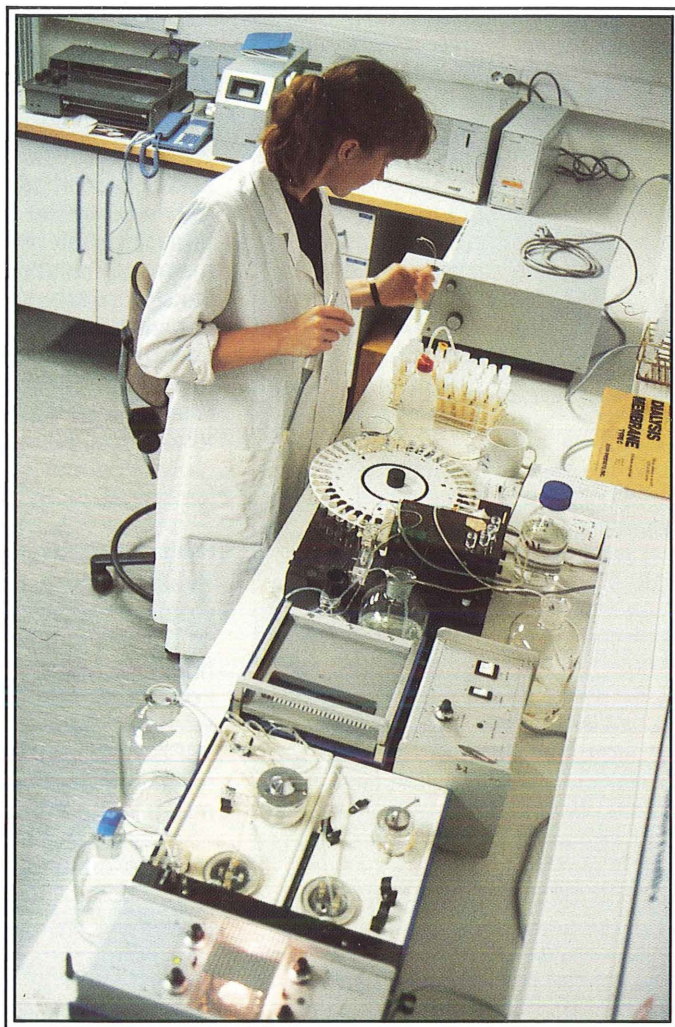
Med disse ensilasjene er det utført rotteforsøk for å plukke ut ensilasjer som videre kan prøves ut i forsøk med laks. Et slikt forsøk er nå igang.

Det er også gjennomført fôringsforsøk med rotter for å studere næringsverdien av tre fiskeslag fra Ghana, og hvordan forskjellig behandling av disse påvirker matkvaliteten.

Proteiner utgjør den største og også dyreste komponenten i fiskefôr.

En bedre utnyttelse av protein til vekst samt bruk av alternative og billige proteinkilder i fiskefôr vil være viktig for å gjøre oppdrettsnæringen mest mulig konkurransedyktig. Dette er dessuten en forutsetning for at oppdrett av en marin art som torsk skal kunne lykkes økonomisk. Forskning på dette feltet ved Ernæringsinstituttet har derfor i stor grad vært konsentrert om studier omkring proteinfordøyelse og absorpsjon, sammenhengen mellom fôrprotein og muskelvekst (filétproduksjon) under ulike ytre betingelser, særlig i forhold til temperatur samt sammenhengen mellom proteintype, proteinutnyttelse og proteinsyntese i muskelvev.

I forbindelse med prosjektet «Torsk i fjord» (Masfjorprosjektet) har Ernæringsinstituttet samarbeid med Havforskningsinstituttets senter for ressurs (Bunnfisk sør) og Institutt for fiskeri og marin biologi, U.i.B. Prosjektet tar sikte på å studere bæreevnen i en fjord i forhold til utsetting av torsk samt utvikle dynamisk-fysiologiske vekstmodeller for torsk. Ernæringsinstituttet har ansvaret for den eksperimentelle virksomheten knyttet til energi og stoffomsetning, organutvikling, fordøyelighet og fordøyelighets-hastighet i forhold til diett-type og sammensetning. Ernæringsinstituttet har også ansvaret for analyse av diettsammensetningen til fisk utsatt i fjorden samt analyse av utsatt fisk innsamlet ved prøvdefiske.



Instituttet har vært nødt til å begrense analyseoppdrag for andre interesserte enn fiskerinæringen.

VITAMINER

Oppdragsanalyser

Instituttet har opprettholdt beredskapen for vitaminanalyser, men har vært nødt til å begrense analyseoppdrag for andre interessenter enn fiskerinæringen. Dette gjelder særlig analyser for farmasøytisk industri, sykehus og landbrukets organisasjoner. En slik avgrensning har vært nødvendig for å kunne avhjelpe fiskerinæringens behov for vitaminanalyser, som særlig har vært knyttet til vitamininnhold i fisk og fiskefôr.

Øvrige aktiviteter var knyttet til bestemmelse av vitaminer i kjøttprodukter i samarbeid med Landsforeningen for kosthold og helse.

Ernæringsinstituttet har analyseberedskap for følgende vitaminer: Thiamin, riboflavin, pantotensyre, pyridoksin, niacin, biotin, folinsyre, vitamin B12, vitamin C, vitamin A og vitamin E.

Metodearbeid

Alle analysemetoder for vitaminer har vært vedlikeholdt og anvendt i 1989. I tillegg har det spesielt vært arbeidet med metodeutvikling i tilknytning til forskningsoppgaver for vitaminene C, B₆ og E (se nedenfor).

Utvikling og tilpasning av metoder for analyse av derivater (ulike kjemiske former) for vitamin C har vært en viktig del av forskningen omkring vitamin C. Foruten askorbinsyre er instituttet nå istand til å analysere askorbinsyre-2-sulfat, askorbinsyre-2-monofosfat og en form for vitamin C som finnes bundet i organer hos fisk, men der bindingstruktur/kjemisk form ennå ikke er definert.

I forbindelse med oppgave knyttet til behov og omsetning av vitamin B₆ hos laks, har analysemetoden for dette vitaminet vært optimalisert og tilpasset til forskningsoppgavene som er planlagt.

Når det gjelder fettløselige vitaminer er det arbeidet med å nedskalere analysemetodene for vitaminene A og E. En slik modifisering av metodene er nødvendig for å tilpasse disse til ernæringsforskning knyttet til føring av oppdrettsfisk.

Forskningsoppgaver

Forskningsinnsatsen har vært knyttet til vitamin C, vitamin B₁ (thiamin), vitamin B₆ (pyridoksin), vitamin A og vitamin E.

Vitamin C er nødvendig i fôr til fisk, men det har vært et problem at vanlig krystallinsk vitamin C (L-askorbinsyre) lett brytes ned i fôr under produksjon og lagring. Det er mulig å forandre vitamin C molekylet kjemisk slik at stabiliteten økes, men spørsmålet har vært om disse produktene (derivatene) har tilfredstillende vitamin C aktivitet i fisken. Forskningen ved Ernæringsinstituttet har vært konsentrert omkring hvor effektivt laks utnytter de ulike vitamin C derivatene som er tilgjengelige. Resultatene har vist at vitamin C som har bundet til seg fosfatgrupper er stabile i fiskefôr, og at de har god vitamin C aktivitet. På bakgrunn av blant annet Ernæringsinstituttets forskning omkring dette, benyttes idag slike forbindelser i norskprodusert fiskefôr med godt resultat. Arbeidene med dette har vært støttet av F. Hoffmann La-Roche (Sveits), Lohmann Tierernaehrung (Tyskland) og Showa Denko (Japan).

Vitamin B₆ (pyridoksin) hører til de

vannløselige vitaminene, og har en viktig funksjon i nedbrytning og omsetning av protein og aminosyrer i levende organismer. Fisk har et høyt proteinbehov, og det er hos en rekke dyrearter funnet at behovet for pyridoksin varierer med mengde protein i fôret. Videre er det funnet at pyridoksin kan påvirke immunrespons og motstandsevne mot sykdom hos en rekke arter, deriblant fisk. Behov og funksjoner av vitamin B6 er i liten grad undersøkt hos atlantisk laks.

Fra 1. juli 1989 er en stipendiat ved Universitetet i Bergen knyttet til Ernæringsinstituttet med oppgave å gjennomføre et Dr. scient. studium omkring behov og omsetning av vitamin B₆ i fôr til laks.

Thiaminase er et enzym som destruerer vitaminet thiamin (B₁). Dette enzymet finnes i fiskearter som lodde, makrell og sild. Råstoff og avfall fra disse artene brukes i produksjonen av fôr (våtfôr) til oppdrettsfisk. Grunnet tilfeller av thiaminmangel hos fisk i oppdrett fôret med lodde-basert våtfôr har instituttet igangsatt studier omkring destruksjon av thiamin i slike typer fôr samt studier av eventuell destruksjon av thiaminase i fiskens mage-tarmkanal. Resultatene forventes å foreligge i 1990. Av de fettløselige vitaminene arbeides det særlig med vitamin E, men også med vitamin A i tilknytning til prosjektet «Betydningen av flerumettede fettsyrer og fettløselige vitaminer under kjønnsmodning hos laks». Prosjektet utløper i 1990, da laks som har gått i fôringsforsøk over tre år ved Matre Havbrukstasjon skal strykes og eggnes kvalitet og klekkeegenskaper skal undersøkes. Arbeidet på dette prosjektet i 1989 omfattet særlig immunologiske studier knyttet til fiskehelse. Deler av dette arbeidet ble gjennomført i samarbeid med Universitetet i Tromsø og Felleslaboratorium for bioteknologi ved Universitetet i Bergen.

MINERALER OG SPORELEMENTER

Oppdragsanalyser

Oppdragsanalysene har vært utført på næringsmidler og fôrvarer hovedsakelig basert på marint råstoff. Følgende mineraler og sporelementer har vært analysert: Natrium, kalium, magnesium, kalsium, fosfor, fluor, vanadium, krom, mangan, jern, kobber, sink, arsen, selen, kadmiem, tinn, bly og kvikksølv. Oppdragsgivere har vært fôrprodusenter, fiskeoppdrettere, næringsmiddelindustrien og forskningsinstitusjoner.

Metodearbeid

Kvalitetssikring av mineral- og sporelementanalyser er arbeid som er viktig og nødvendig og som pågår kontinuerlig. Dette arbeidet er i første rekke konsentrert om analyser som anvender grafittovn atomabsorpsjon (GFAA). Denne teknikken har høy følsomhet, men påvirkes lett av kjemiske komponenter i prøven (som gir

og parametrene må optimaliseres for det enkelte prøvematerialet. Analyser av selen i bein kan kun utføres med Zeeman atomabsorpsjon og dette skyldes de høye konsentrasjonene av fosfor og kalsium.

I tilknytning til helsemyndighetenes fokusering på uorganisk arsen i sjømat var det nødvendig å ta opp arbeidet med en analysemetode til bestemmelse av uorganisk og organisk bundet arsen i marine produkter. Metoden baserer seg på separasjon av kjemiske former av arsen med GC og HPLC og hvor arsen i fraksjonene blir målt med grafittovn atomabsorpsjon.

Et omfattende metodestudium ble utført for å bestemme krom i fôr og feces med flamme atomabsorpsjon i forbindelse med Ernæringsinstituttets mange fordøyelighetsforsøk.

I tilknytning til en hovedfagsoppgave skal krom bestemmes i næringsmidler ved hjelp av grafittovn



Når det gjeld mineral og sporelementbehov hos laks har kunnskapsløysa rådd.

interferenser) slik at det kan oppstå både systematiske og tilfeldige feil i analysen. Omfanget av interferensproblemene har vist seg å være størst for elementene selen og arsen.

Optimalisering og forbedring av metoden til bestemmelse av selen i fôr, vev, urin, feces og bein har vært en viktig del av forskningen vedrørende biologisk tilgjengelighet av selen. Resultatene viser at mengde matriksmodifiserende middel, foraskning- og atomiseringstemperatur er kritiske parametre for bestemmelse av selen,

atomabsorpsjon. Sjømat og andre næringsmidler har lave krominnhold og analysemetoden er således tidkrevende og komplisert.

Forskningsoppgaver

Forskningsaktiviteten har hovedsakelig vært konsentrert om prosjektene: «Mineral – og sporelementbehovet hos laks» og «sjømat som sporelementkilde i norsk kosthold». Det førstnevnte prosjektet har som målsetting:

- 1) Fastsette ernæringsmessige behov hos oppdrettsfisk for utvalgte mineraler og sporelementer (magnesium, kalsium, fosfor, jern, mangan, kobber, vanadium, sink og selen).
- 2) Studere opptak, retensjon og tilgjengelighet av disse mikronæringsstoffene fra ulike forråstoffer og fôrblandinger.
- 3) Vurdere behovet for tilsetning av mineraler og sporelementer i fôr til laks, når fiskemel alene eller i blanding med ensilasje blir brukt som proteinkilde.
- 4) Utvikle en mineralblanding for bruk i oppdrett av atlantisk laks.

Den ovenstående problemstilling er svært omfattende og vil således kreve en betydelig innsats av Ernæringsinstituttet de neste 3 til 5 år.

Prosjektet startet med en del utprøvinger for å finne et egnet fôr som både kunne gi god vekst og var lavt i sporelementinnhold. Torskemuskemel ble funnet å være egnet som proteinkilde til dette formålet. Dette melet har vært brukt i to 3-måneders fiskeforsøk. I det første forsøket var målsetningen å finne det ernæringsmessige behovet for sink og i det andre for jern. I begge forsøkene ble det brukt liten laks i ferskvann. Det ble målt vekst og hematologiske parametre i tillegg til at mange organer ble analysert for sink-, jern- og kadmiumkonsentrasjoner. Innholdet av disse metallene ble også målt i hel fisk. Sinkbehovsforsøket var det første i en serie av behovsforsøk på laks. Det ble derfor tatt ut svært mange prøver for analyse for å gi grunnlag for senere forsøk. Prøvene er ferdig analysert, og vi kan ut fra resultatene slå fast at sinkkonsentrasjonen i hel fisk og i serum synes å reflektere sinkinntaket godt. Behovet, definert ut fra et visst konsentrasjonsområde i serum og hel fisk, er trolig 40 – 60 mg Zn/kg i dette fôret. Med hensyn til jernbehovsforsøket er analysearbeidet så vidt startet opp.

Det andre store prosjektet har hatt som målsetning å vurdere marine næringsmidler som sporelementkilde i kostholdet. Et kartleggingsarbeid av innholdet av essensielle mineraler og sporelementer, samt andre metaller, i mer enn femti forskjellige arter av fisk og skalldyr er påbegynt. Dette datamaterialet blir en svært viktig dokumentasjon i sammenhenger som ernæring, industri, forvaltning, eksport etc. Tilgjengeligheten av sporelementer fra et utvalg av disse produktene har blitt studert i forsøk med rotter. Det ble studert hvordan et elements opptak og utnyttelse i organismen ble påvirket (økt/nedsatt) av andre næringsemner i kosten, f. eks. påvirkning

fra proteiner, fett og andre sporelementer. Fisk har et høyt innhold av selen. Forsøk med torsk, uer, makrell og sild som proteinkilde i fôr til rotter har vist en god utnyttelse av selen fra disse fiskeslagene. Derimot ble selen fra tunfisk dårligere utnyttet i organismen enn selen fra de nevnte fiskeslagene. Dette ble vist ved målinger av aktiviteten til det selenavhengige enzymeret glutation peroksydase i lever og serum. En annen viktig side av selenproblematikken er å karakterisere den kjemiske formen til elementet i sjømat. Dette arbeidet ble påbegynt i 1989. Denne kunnskap vil være nødvendig for å kunne forklare forskjeller i biologisk tilgjengelighet av selen fra marine næringsmidler.

I tilknytning til PUFA-prosjektet ble eventuelle interaksjoner mellom omega-3 fettsyrer og sink/selen status i laks studert (ref. annet sted). Her ble det funnet at hverken de forskjellige fettkildene som ble brukt, eller tilsetning av vitamin E influerte på sinkstatus i fisken. Derimot ble det funnet at fettkilden påvirket selenstatus i fisken.

Tidligere studier ved Ernæringsinstituttet har vist at arseninnholdet i torsk påvirkes hovedsaklig av hva fisken spiser. Analyser utført i 1989 av arsen i flyndre, fanget på ett sted i åpen sjø, viste en spredning i innholdet fra 15 til 105 mg/kg spiselig vare. De høyeste arsenverdiene ble funnet i de tyngste individene. Det har ikke tidligere vært rapportert så høye arsenverdier i fisk fanget i rent sjøvann. Den uorganiske andelen av arsen ble bestemt i prøver av flyndre med lave og høye arseninnhold. Resultatene viste at innholdet av uorganisk arsen var lavere enn 0.5 mg/kg spiselig vare og uavhengig av totalarseninnhold. Et høyt totalarseninnhold vil ikke forringe flyndrens ernæringskvalitet dersom innholdet av uorganisk arsen er lavt. En karakterisering av de kjemiske formene til arsen i flyndre og andre marine arter vil fortsette.

I et samarbeidsprosjekt med Universitetet i Oslo og Veterinærinstituttet ble arseninnholdet i torsk og flyndre studert. Det ble samlet inn prøver av torsk og flyndre hver måned fra bestemte stasjoner og prøver av muskel og lever ble analysert. Dette materialet er ikke ferdig bearbeidet.

DYRESTALL

Ernæringsinstituttet har også i de nye lokalene på Nordnes egne dyrestaller for forsøk med dyr. Stallene er innredet for forsøk med rotter og kyllinger, men det vil kunne bli aktuelt å holde andre arter i fremtiden, f.eks. kaniner i forbindelse med innføring av nye immunologiske analyseteknikker. På grunn av innflytting og klargjøring av lokalene våren 1989 ble det gjennomført forsøk med dyr kun i siste halvår. De nye dyrestallene fungerer godt, og er spesialutrustet med hensyn til utluftning, temperatur og luftfuktighet.

Forsøk med dyr omfatter studier av fordøyelighet, fôrutnyttelse og biotilgjengelighet av spesielle næringskomponenter i marine råstoffer og produkter. Spesielt kan nevnes forsøk for å finne fram til kvalitetskriterier for fiskeensilasje, og for å bestemme tilgjengeligheten av mineraler og spor-elementer fra sjømat.



Instituttet har ikke egne våtlaboratorier til ernæringsstudier hos fisk, men gjennomfører slike forsøk ved, og i

samarbeid med Havforskningsinstituttets havbruksstasjoner.

INSTITUTTETS PC-NETTVERK

Det ble i 1987–88 kjøpt inn noen få maskiner av typen PC-AT, eller 286-maskiner, etter prosessortypen. Maskinene var utstyrt med disketter på 20 eller 40 Mb og EGA fargeskjermer. Disse maskinene ble brukt som «stand alone» maskiner av en del av instituttets medarbeidere.

I forbindelse med flytting til nye lokaler ble det besluttet å skifte ut vårt foreldede «Lux-net» med et moderne industristandard PC-nettverk. I likhet med resten av Fiskeridirektoratet ble det anskaffet Novell Netware. EDB-avdelingen har vært rådgivere, både med planlegging, innkjøp og installa-

sjon. Det ble i mai -89 kjøpt inn 8–10 små 286-maskiner, samt en noe større 286-maskin med 40 Mb disk. Denne ble montert som nett-server. Det ble kjøpt inn nettkort til alle nye maskiner, og de gamle fikk også etter hvert nettkort montert. Vi hadde den første tiden 8–10 maskiner i nettet. Vår gamle laserskriver, brukt i Lux-net, ble koblet mot serveren. Senere har vi kjøpt inn nødvendig utstyr for utvidelser og utvidet maskinparken noe, slik at vi i dag har 20 maskiner og to laserskrivere koblet i nettet. Nettet har over 30 brukere.

Tekstbehandling har hittil vært vik-

tigste bruksområde på nettverket, med WordPerfect 5.0 i nettversjon som verktøy. Vi kan utnytte nettet betydelig bedre ved å installere ytterligere programvare. Det er mest aktuelt å satse på samme program-«familie», spesielt regneark og eventuelt database og tegneprogram.

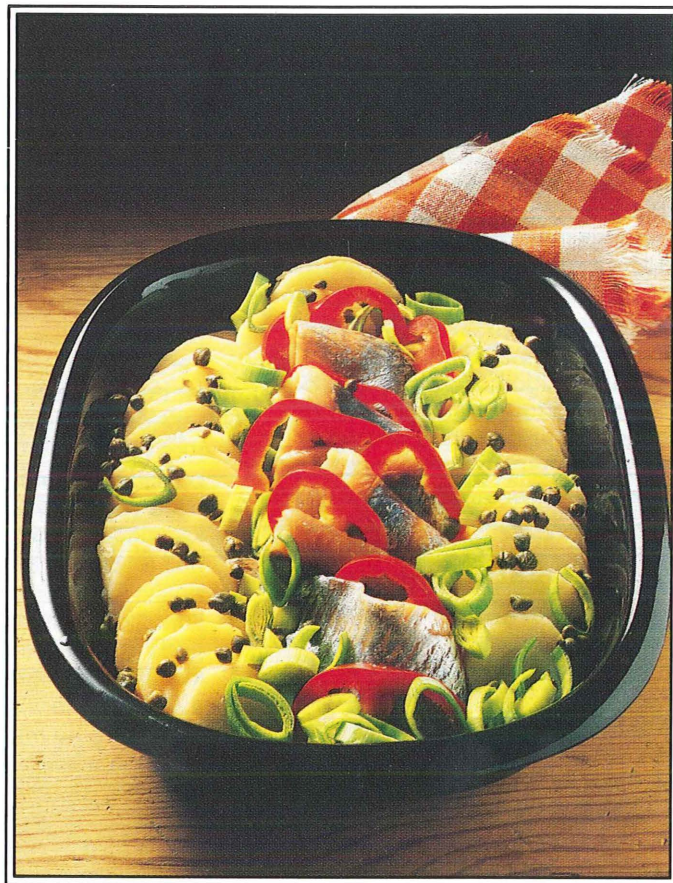
Vi kan uten ytterligere investeringer i utstyr knytte 14 nye maskiner til nettet. Serveren er imidlertid allerede i dag såpass belastet at vi bør skifte den ut med en rask 386-maskin med minst 100 Mb disk.

Einar Lied

Kosthold og helse

En kan uten videre slå fast at kostholdet er den viktigste delen av vårt nærmiljø. Dette ble engang på tysk spissformulert slik: «Man ist was man isst», eller oversatt «man er det man spiser». Målestokken for god ernæring er trivsel og god helse. Gjennom ens kostvaner påvirker en sin egen helseutvikling. Sammenhengen mellom ernæring og livsstilssykdommer som hjerte-karlidelser er grundig dokumentert; dessuten blir utviklingen av enkelte kreftformer i stadig større grad antatt knyttet opp mot kostholdet. Nyere undersøkelser gjort i USA har antydning at inntil 1/3 av alle dødsfall kan tilbakeføres til befolkningens ernæring og kosthold. Selv om en slik undersøkelse ikke uten videre kan overføres til andre befolkningsgrupper, viser den imidlertid at sammensetningen av kostholdet spiller en vesentlig rolle for den enkeltes trivsel og helse, særlig i de industrialiserende samfunn tilsvarende vårt eget, hvor livsstilssykdommer er blitt det største og et av de mest ressurskrevende helseproblemer i vår tid.

«Kvalitet er ikke lenger bare utseende, lukt og smak...»



Fisk er mat

Den klare sammenhengen mellom kosthold og helse har ført til en bevisstgjøring hos konsumentene for betydningen av næringsmidlenes og kostholdets sammensetning for egen helse.

En slik bevisstgjøring stiller på den ene siden store krav til produktkvalitet og produktsammensetning; på den annen side gir dette også store muligheter til å påvirke og endre befolkningens kostvaner under den klare forutsetning at en gjennom forskning og velfunderte vitenskapelige data kan dokumentere påstander og anbefalinger. Fiskerierne er, i likhet med jordbruket, i første rekke matproduksjon, enten direkte som mat til mennesker, eller indirekte gjennom fôr til dyr (f. eks. oppdrettsfisk). Uten dette aspektet blir fiskerinæringen meningsløs. I motsetning til jordbruket som satser forskningsmidler på ernæringsforskningen og bruker resultater fra denne forskningen i markedsføringen for å øke bruken av jordbruksprodukter i kostholdet (f. eks.; Melk – helse i hver dråpe) ligger fiskerinæringen fremde-

les langt etter og bruker lite midler på dette forskningsfeltet. Det er i denne sammenheng betenkelig at sentrale organer i norsk fiskeriforskning stryker et forskningsprogram, som nettopp er knyttet opp mot fisk som mat. Det er i mange sammenhenger vist at fisk og fiskeprodukter inneholder næringsstoffer som er gunstige i forbindelse med blant annet forebygging av ernæringsrelaterte sykdommer. En satsing på ernæringsforskning for å øke andelen av fisk og fiskeprodukter i kostholdet vil i denne sammenhengen ha klare fordeler for fiskeindustrien og samtidig bidra til en bedre helse i befolkningen samt bidra til at samfunnets ressursbruk i forbindelse med behandling av ernæringsrelaterte sykdommer kan reduseres.

Kvalitet og kvalitetskrav

Lederen for en av Sveriges største næringsmiddelbedrifter oppsummerte i et foredrag resultatet fra en av bedriftens konsumentundersøkelser slik

«Det er det som ligger på tallerken som betyr noe». Overført til fisk viser dette at konsumentene er mer opptatt av fisk som mat enn fisk som råstoff. Konsumentenes krav til sluttproduktene kvalitet, som også inkluderer den ernæringsmessige sammensetningen, er derfor sentrale i markedsføringen.

Kvalitet er ikke lenger bare utseende, lukt og smak; kvalitetsbegrepet er idag utvidet til også å omfatte næringsmiddelkjemisk sammensetning med hensyn på innhold av positive næringsstoffer såvel som fri for negative fremmedstoffer. Kvalitetskravet endres stadig i takt med markedenes ønsker om hva matvareprodukter bør eller ikke bør inneholde.

Mange markeder setter idag maksimumsgrenser for innhold av fremmedstoffer; det er imidlertid ikke vanskelig å tenke seg at markedene i fremtiden også vil sette kvalitetskrav til produktene angående minimumsinnhold og biologisk tilgjengelighet av positive næringsstoffer, som f.eks. flerumettede omega-3 fettsyrer, es-

sensielle sporelementer og vitaminer. Det er derfor viktig at industrien kan møte kvalitetskrav stilt av konsumentene og av markedene, med andre ord at en kan produsere det produktet som markedet til enhver tid ønsker.

Fôr og produktsammensetning

Mens man i produkter av villfanget fisk ikke kan gjøre noe med fiskens naturlige sammensetning, er mulighetene for å manipulere med sammensetningen av produkter fra oppdrettsindustrien stor. Ernæringsforskningen har vist at også fisken «er det den spiser», og at man gjennom fôrsammensetningen kan påvirke sluttproduktets sammensetning. Dette gir muligheter til å produsere et fiskeprodukt som til enhver tid møter konsumentenes krav både når det gjelder næringsmiddelkjemisk sammensetning og innhold av uønskede fremmedstoffer. En bevisst satsing på ernæringsforskning innenfor dette feltet vil være en investering for fremtiden og en langt bedre utnyttelse av forskningsressurser enn f.eks. en storstilt satsing på genetisk forskning, som krever store materielle og økonomiske ressurser, krever meget lang tid og hvor resultatet er langt mer usikkert enn det en allerede vet en kan oppnå innenfor en relativt kort tidsramme gjennom endringer i fôrsammensetningen.

Oppdrett av fisk er blitt en betydelig industri i Norge og utgjør økonomisk sett en stor del av norsk fiskeeksport. Norske fagmiljøer innenfor ernæringsforskning har i vesentlig grad bidratt til den suksess, som norsk oppdrettsindustri, til tross for mange problemer, faktisk er blitt. I forhold til de totale økonomiske ressurser, som er blitt kanalisert til fiskeriforskningen, har ressursene tilført den oppdrettsrelaterte ernæringsforskningen vært beskjedne. De relativt små ressursene er imidlertid blitt effektivt utnyttet. Resultatene fra denne forskningsinnsatsen har vært og er med på å sikre norsk oppdrettsnæring både i forbindelse med effektiv utnyttning av fôrressurser og i forbindelse med markedsføringen av oppdrettsfisk og produkter fra denne industrien.

Kvalitet og marked

Fisken er en del av det marine miljø og vil derfor være eksponert for de påvirkninger miljøet til enhver tid utsettes for. Bevisstgjøring i miljøspørsmål vil utsette fisk og fiskeprodukter for et betydelig press, både som mat til mennesker og fôr til dyr, særlig når det gjelder innhold av uønskede fremmedstoffer. Blant de viktigste elemen-

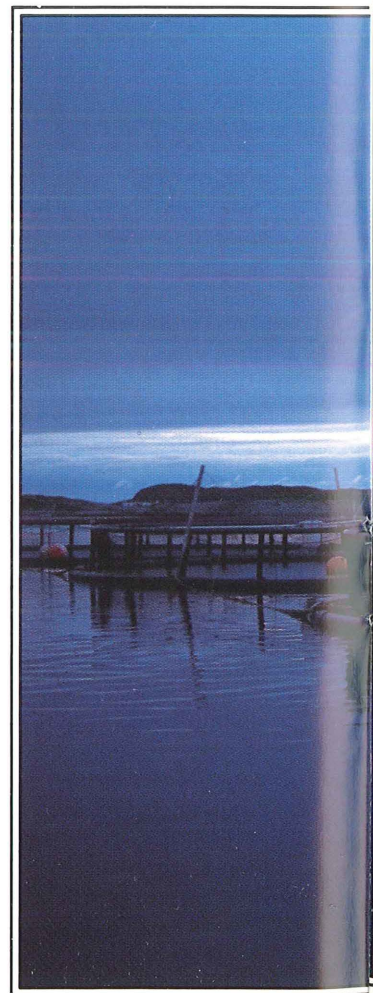
tene i valg av matvarer idag er at de er fri for fremmedstoffer og at de er helsebringende. Norsk fisk og fiskeprodukter stiller her i en særklasse ettersom råstoffet til den norske fiskeindustrien hentes i uforurensede områder som Norskehavet og Barentshavet. Ernæringsforskningen har vist at norsk fisk og fiskeprodukter, fremstilt av villfanget fisk fra våre havområder og oppdrettsfisk, er fri for uønskede fremmedstoffer og at produktene er rik på næringsstoffer som er gunstige for trivsel og god helse. Til tross for dette er norsk sjømat gjentagne ganger blitt utsatt for et betydelig press, særlig på det internasjonale marked. Det ingen vanskelig spådom å fremsette at norsk fiskerinæring vil møte stadig strengere og utvidede kvalitetskrav både nasjonalt og internasjonalt. Slike krav kan være motivert ut fra helsemessige aspekter eller de kan være begrunnet ut fra proteksjonistiske og handelspolitiske motiver. Felles for slike krav er at bevisbyrden pålegges produsentene. Bare ved hjelp av en sterk ernæringskompetanse forankret i et internasjonalt anerkjent forskningsmiljø, med analytisk bredde og med produktkunnskap som ligger i forkant av dagens krav kan en møte skjerpede kvalitetskrav samt avvise påstander av negativ karakter. Derved kan en hindre tap av markedsandeler for norsk fisk og fiskeprodukter, og bidra til å sikre industriens fremtid.

Forskningens nytteverdi

En stilles overfor spørsmål som; «Er forskningen nyttig? Vil en investering i forskning kunne bidra til å løse nåværende og fremtidige problemer?» Vanligvis er slike spørsmål vanskelig å besvare fordi oppfatningen av forskningens nytteverdi blant annet er avhengig av (1) øynene som ser og (2) hvilke tidsperspektiv en arbeider innenfor. Generelt kan en besvare slike spørsmål med at all forskning er nyttig ut fra det faktum at kunnskap er viktig i alle sammenhenger i et moderne samfunn og grunnlaget for oppbygging og utvikling av alle typer industrier. Forskning og forskningsresultater som synes unyttig, uinteressant og irrelevant idag, vil ofte kunne gi et avgjørende bidrag til en fremtidig løsning av problemer som idag synes uløselige, eller bidra til å løse eller belyse fremtidige problemer. Det er tilstrekkelig å vise til den betydningen grunnforskningskompetanse (i sin tid svært ofte ansett som irrelevant og unyttig) i fysikk, kjemi, biokjemi og fysiologi har innenfor anvendt medisin idag for utvikling av behandlingsmetoder og sykdommer som for få år siden var uhelbredelige.

Hvem vil idag hevde at oppbygging av denne kompetanse har vært unyttig? I alle fall ikke brukerne! Det er naturlig å trekke fram en parallell med relevans til ernæringsforskning og norsk fisk. Ernæringsforskningen er en tverrfaglig vitenskap og omfatter fagområder som biologi, biokjemi, fysiologi, kjemi samt tekniske og samfunnsvitenskapelige disipliner. En må kunne få hevde at innenfor fiskeriforskningen er teknisk og kjemisk forskning knyttet til produktutvikling og produksjonsmetoder samt samfunnsvitenskapelig forskning i alle år blitt prioritert foran biologisk, biokjemisk, fysiologisk og næringsmiddelkjemisk forskning. Ikke desto mindre er det resultatene fra den mer «unyttige» forskningen innenfor ernæringsbiokjemi, ernæringsfysiologi og næringsmiddelkjemisk som er det vitenskapelig grunnlaget for å kunne hevde at fisk og fiskeprodukter er helsebringende kost, og som gjør det mulig å bruke dette i den nasjonale og ikke minst den internasjonale markedsføring av produktene.

Fisk er og blir mat til mennesker, enten som produkter til konsum, eller indirekte som fôr til dyr. Med støtte i vitenskapelige data fra ernæringsforskningen kan en markedsføre norsk sjømat som det som den faktisk



Norsk fiskerinæring vil møte stadig strengere og utvidede kvalitetskrav både nasjonalt og internasjonalt.

er, nemlig sunn og næringsrik mat, fri for helseskadelige fremmedstoffer og full av helsefremmede næringsstoffer. Fiskerinæringen står sterkest med en tung ernæringsforskning i ryggen. En investering i ernæringsforskningen er derfor en investering i fiskerinæringens fremtid.

FISK OG FISKEPRODUKTER – EN GOD KILDE TIL (N-3) FETTSYRER

Jan W. Andresen, Leikny Fjeldstad, Øyvind Lie og Georg Lambertsen.

Betydningen av fiskefettet i kosten har blitt fokusert etter at de danske legene Dyerberg og Bang kom fram til at det var en lavere frekvens av blant annet hjerte/karsykdommer i befolkningen på Grønland enn i Danmark. Dette ble sett i sammenheng med eskimoenes kost som inneholder en langt større andel av fiskefett enn kosten til den danske befolkning.

Effektene ble først og fremst sett i sammenheng med de to langkjedete fettsyrene 20:5 og 22:6 av n-3 serien. Disse fettsyrene er karakteristiske i fett fra marin fisk og andre marine organismer. Andre epidemiologiske undersøkelser har seinere understøttet at n-3 fettsyrer har betydning for frekvensen av hjerte/kar sykdommer i en befolkning, og at de også kan ha en positiv virkning på en rekke andre sykdommer.

Dette har ført til en stor forskningsaktivitet over hele verden for å finne årsakene og mekanismene til betyd-

ningen av de flerumettede fettsyrene, både av n-3 og n-6 serien. Det vil føre for langt å komme inn på detaljer fra denne forskningen her, men bare kort nevne at fra flerumettede fettsyrer dannes det en rekke forbindelser som er svært aktive i cellenes stoffskifte. Disse kalles med et felles ord for «eikosanoider» og innbefatter de fire gruppene: prostaglandiner, tromboksaner, prostacykliner og leukotriener. Det er påvist en rekke forbindelser i hver av de fire gruppene, som kan dannes både fra n-6 og n-3 fettsyrer. Arbeidet med disse forbindelsene har gitt ny innsikt og forståelse av hva de flerumettede fettsyrene i kosten betyr for folks helse, men fortsatt er det svært mye en ikke vet.

Dette har da også medført en stigende interesse for hvorledes en kan øke inntaket av de marine fettsyrene i kosten. Vi har derfor foretatt en undersøkelse av et representativt utvalg av fiskeprodukter av marin opprinnelse.

Resultater og diskusjon

Et representativt utvalg av forskjellige fiskeprodukter ble innkjøpt i vanlige matvarebutikker. Ferske og frosne varer samt behandlede produkter som var røkt, salted eller hermetisert ble inkludert. Prøvene ble analysert etter tilberedning slik de konsumeres av forbrukerne, f.eks etter steking eller koking.

Det er påvist minst 100 forskjellige fettsyrer i fett fra fisk. I tabellene er fettsyrebildet kraftig forenklet, de mettede og monoumettede fettsyrene er gitt som summer og av de flerumettede er det gitt enkeltverdier av 18:2 n-6 (linolsyre), 20:5 n-3 (EPA) og 22:6 n-3 (DHA). Videre er summen av flerumettede fettsyrer (både n-3 og n-6), og hvor mange gram n-3 fettsyrer en får ved å spise 100 gram av matproduktet presentert.

Tabell 1 angir fettsyrer i produkter av torsk, som i kvantum er vårt viktigste fiskeslag til humant konsum. Fettet i torskfilet har et høyt innhold av 20:5 og 22:6 men da fettinnholdet er svært lavt gir 100 gram filet bare 0.1 gram n-3 fettsyrer. En ser også at frysing av fileten gir et ubetydelig tap av n-3 fettsyrer.

Analysene av stekte torskpanetter viser hvorledes et produkt forandrer sammensetning ved bearbeiding. Fettprosenten er økt til 2.7% og fett-



syrebildet viser at dette vesentlig skyldes vegetabilsk fett fra steking. Dette produktet har derfor liten verdi som n-3 kilde.

Torskerogn er rik på flerumettede fettsyrer, men et lavt fettinnhold gjør at 100 gram ikke gir mer enn et halvt gram n-3 fettsyrer. Tran er en god n-3 kilde og er tatt med som en referanse i og med at mange nordmenn har som tradisjon å ta en skje tran hver dag i vinterhalvåret. Det tilsvarer 5 gram og gir 1 gram n-3 fettsyrer.

Resultatene fra et utvalg av andre magre fiskeprodukter er gitt i tabell 2. Sei har som torsk en mager filet og selv om fettene har et høyt innhold flerumettede n-3 fettsyrer gir 100 gram mindre enn 0.2 gram av disse fettsyrene. Frysing har også her liten betydning for sum av de flerumettede fettsyrene. Fiskepudding er av samme grunn som torskapanetter en ubetydelig kilde til n-3 fettsyrer. Fettsyresammensetningen tyder på at den er stekt i smult og dette bidrar neppe til økt ernæringsmessig kvalitet av produktet.

Hvalkjøtt er tatt med som en representant for marine pattedyr. Av tabellen ser vi at innholdet av 22:6 n-3 er betydelig lavere enn i fiskeartene. Kjøttet er i tillegg magert slik at innholdet n-3 pr. 100 gram blir lavt. Reker er vanligvis av liten betydning i hverdagskosten, og gir som de andre magre produktene lite n-3 fettsyrer.

Tabell 3 viser fettsyresammensetningen av en del feite og halvfeite fiskeslag. Sammenligner en disse med de magre ser en at med økt fettinnhold gir disse et bra bidrag av n-3 fettsyrer. I de halvfeite fiskene (uer, steinbit, rødspette og kveite) vil fettprosenten i fileten variere sterkt avhengig av årstidene. Dette vil selvsagt ha betydning for fettsyreinntaket. Av tabellen ser en at laks og regnbueørret er gode kilder til n-3 fettsyrer, og i oppdrettsfisk har en dessuten mulighet til påvirke sammensetningen ved hjelp av føret.

I tabell 3 er fettsyresammensetningen av produkter av feite fiskeslag gitt. Brisling er selv om den er nedlagt hermetisk i en vegetabilsk olje en god n-3 kilde. Makrell i tomat og røkemakrell er utmerkete kilder til n-3 fettsyrer, 100 gram gir over 5 gram. Fettprosenten i disse produktene vil variere avhengig av hvilken tid på året makrellen er tatt, høstmakrellen er feit mens makrell tatt tidlig om våren er mye magrere. Kokt eller stekt makrell er selvsagt også tilsvarende gode kilder til n-3 fettsyrer.

Sild (i dette tilfelle spekesild) er også ypperlig som kilde til flerumettede fettsyrer. Det anbefales ofte fra medisinsk hold at en bør ta inn minst 2 gram n-3 fettsyrer pr. dag. En spi-

seskje tran dekker 50% av dette. I tillegg får en et rimelig inntak av de fettløselige vitaminene A og D. Større inntak av tran er ikke anbefalt, fordi en da får mer enn en dagsdose av tran-vitaminene. Den andre halvdel er det naturlig å dekke via inntak av fisk. Bruker en mager fisk og fiskeprodukter til middag, noe en absolutt bør gjøre, får en tilført omlag et halvt gram n-3 fettsyrer, men samtidig også rikelig protein av høy kvalitet.

Dersom halvfeit fisk står på menyen øker inntaket til 1-2 gram, og bruker en feit fisk til middag blir inntaket over 5 gram. Bruker en produkter av feit fisk som pålegg (ca. 25g) på brødet vil en skive gi ca. 1 gram n-3 fettsyrer. Med fisk til middag noen dager i uken og feit fisk som påleggsvare pluss en skje tran hver dag har en ingen problem med å oppnå et helsefremmende inntak av n-3 fettsyrer uten bruk av n-3 kapsler av ulike slag.

TABELL 1. FETTSYRESAMMENSETNING AV PRODUKTER FRA TORSK

	Fersk	Filet Kokt Frosset	Panetter Stekt	Rogn Kokt	Tran
Sum mettede	20.9	27.8	26.2	24.6	16.5
Sum monoener	22.6	19.6	39.0	28.8	49.7
18:2 n-6	1.1	1.4	11.9	0.9	2.0
20:5 n-3	14.0	16.6	0.5	19.1	9.0
22:6 n-3	31.5	27.3	0.9	20.0	10.4
Sum polyener	49.1	47.2	13.3	41.6	23.7
% Fett	0.2	0.2	2.7	1.3	-
g (n-3)/100g	0.1	0.09	0.04	0.53	-

TABELL 2. FETTSYRESAMMENSETNING AV MAGRE FISKEPRODUKTER

	Fersk	Sei Filet kokt Frosset	Fiske pudding Stekt	Hval- kjøtt Frosset	Reker Rensede kokte
Sum mettede	25.9	29.8	43.3	27.9	25.1
Sum monoener	18.3	18.2	30.9	35.6	33.4
18:2 n-6	1.2	1.6	5.4	3.4	1.7
20:5 n-3	11.2	18.4	0.9	14.3	17.4
22:6 n-3	34.2	22.7	2.5	6.5	16.2
Sum polyener	48.5	46.6	9.6	27.5	36.5
% fett	0.3	0.3	-	0.7	1.0
g (n-3)/100 g	0.14	0.14	-	0.17	0.35

Fett

Fett (lipider) er en fellesbetegnelse på en rekke forbindelser. Disse kan deles inn på flere forskjellige måter avhengig av egenskapene. En viktig egenskap ved fett er at det ikke er løselig i vann men i løsningsmidler. Den viktigste bestandelen av fett er fettsyrer, sammensetningen av disse er viktig for egenskapene til fett.

Fettsyrer

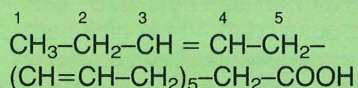
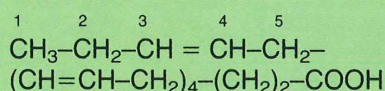
Fettsyrer defineres gjerne som langkjedete syrer (mer enn 12C) og blir klassifisert etter antall karbonatomer i kjeden, antall dobbeltbindinger og plasseringen av disse. En fettsyre uten dobbeltbinding kalles en mettet fettsyre, med en dobbeltbinding kalles den en monoumettet (el monoen) fettsyre og er der flere dobbeltbindinger kalles den flerumettet. Det blir her brukt n-nummer for plasseringen av dobbeltbinding-

gen, dvs. nummeret på karbonatomet, regnet fra metyl enden, der første dobbeltbinding er plassert (se fig.).

n-3 fettsyrer

Eksempler fra denne gruppen er 20:5 n-3 (EPA) og 22:6 n-3 (DHA) som er karakteristiske flerumettede fettsyrer fra marine fisk.

20:5 n-3

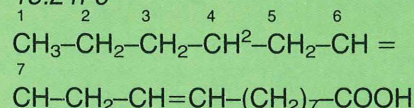


n-6 fettsyrer

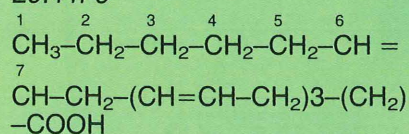
Et eksempel er 18:2 n-6 (linolsyre) som er vanlig i vegetabiliske oljer.

Et annet eksempel er 20:4 n-6 (araidonsyre)

18:2 n-6



20:4 n-6



Fettsyrer finnes i liten grad som frie fettsyrer i naturlige fettblandinger. Fett lagres i en organisme vanligvis i form av triglyserider (depot fett) og er en viktig energikilde. Fettsyrer er også viktige bestandeler av cellemembraner og da som en del av fosfolipider.

TABELL 3. FETTSYRESAMMENSETNING AV SPISELIG DEL¹ FRA ULIKE FISKESLAG

	Uer	Steinbit	Rødspette	Regnbueørret	Laks	Kveite	Blåkveite
	Stekt	Froset	Fersk	Fersk	Fersk	Røkt	Fersk
Sum mettede	25.2	18.2	23.1	22.3	21.0	25.4	16.3
Sum monoener	48.0	49.9	39.2	48.4	47.3	46.0	66.8
18:2 n-6	1.6	1.4	1.0	5.1	2.0	1.5	1.1
20:5 n-3	8.1	10.1	11.5	4.6	5.3	6.5	3.5
22:6 n-3	8.7	9.2	6.5	9.5	10.7	9.2	4.4
Sum polyener	21.8	24.1	27.7	23.0	23.2	21.4	10.9
% fett	2.8	2.8	0.5	9.7	6.6	3.9	15.9
g (n-3)/100	0.56	0.54	0.13	1.74	1.40	0.78	1.56

¹) kokt filet.

TABELL 4. FETTSYRESAMMENSETNINGEN AV PRODUKTER FRA FEIT FISK

	Brisling i olivenolje Hermetikk	Makrellfilet i tomat Hermetikk	Røkemakrell Filet Rå	Spekesild Filet Rå
Sum mettede	18.3	21.3	26.7	24.9
Sum monoener	58.9	41.3	43.9	49.6
18:2 n-6	3.4	6.0	2.0	1.5
20:5 n-3	5.9	5.4	5.8	5.0
22:6 n-3	6.7	8.7	9.6	6.5
Sum polyener	18.0	28.9	23.3	17.9
% fett	30.3	30.0	25.9	16.5
g(n-3)/100 g	4.43	6.88	5.51	2.72

KARBOHYDRATER – EN ALTERNATIV ENERGI KILDE I FÔR TIL TORSK?

Gro-Ingunn Hemre, Øyvind Lie og Georg Lambertsen

Ved oppdrett av laks er fôret den desidert største enkeltkostnad og utgjør ca. 1/3 av de totale kostnader. Rikelig tilgang på billig og ernæringsmessig godt fôr vil derfor påvirke lønnsomheten ved oppdrett av både laks og marine fiskeslag som torsk. Dagens høye pris på høykvalitets fiskemel har resultert i søking etter alternative fôrkomponenter som fisken kan nytte som energi i stedet for protein. Forskere og produsenter har prøvd å komponere fôr der en del av fiskemelet er erstattet med vegetabiliske fôrstoffer som soyamel og hvetemel. Et kommersielt laksefôr inneholder omlag 16–20 gram karbohydrater pr. 100 gram tørt fôr. Melet som tilsettes fôret blir idag for det meste ekstrudert før innblanding for å gjøre karbohydratdelen lettere fordøyelig for fisken. Erstatning av protein med karbohydrat i fôret har imidlertid ikke alltid vært vellykket, og i mange tilfeller har man målt lavere fôrutnyttelse ved innblanding av hvete og soya. Det er velkjent at høy innblanding av karbohydrater kan påvirke opptak av andre næringsstoffer som proteiner og fett. Hvor grensen ligger vil avhenge både av meltype og hvordan melet er behandlet før innblanding.

Alle typer mel inneholder både løselig og uløselig fiber. Uløselig fiber er kjent for sin evne til å øke passasjehastigheten gjennom tarmen, mens løselig fiber påvirker tykkelsen på vannlaget som ligger tett inntil tarmveggen og dette kan påvirke bl.a. aktiviteten til membranavhengige enzymer og absorpsjon av næringsstoffer. Det har ofte blitt observert at oppdrettsfisk kan ha mer eller mindre kronisk diaré. Dette kan skyldes høyt innhold av ulike typer fiber i fôret, som kan påvirke tarmen og dens mikroflora. Det er foreløpig sparsomt med konkrete forskningsresultater når det gjelder både laksens og torskens evne til å utnytte karbohydrat og hvilke nivåer i fôret som vil gi problemer for fisken.

Under vårt arbeid med karbohydrater har vi utviklet en metode til direkte bestemmelse av mengde fordøyelig

stivelse i fôret og glykogen i fisken. Stivelse tilsettes i fôret og finnes som rest i tarmen, mens glykogen er fiskens eget karbohydratlager. En analyselinje for måling av glukose f.eks. i blod er også i drift. Vi har hittil bare sett på fordøyelige karbohydrater, ikke fiber.

Fordøyelse

Vi vet at ulike meltyper, bl.a. hvete, inneholder enzyminhibitorer for amylase. Disse hemmer dermed nedbrytningen av lange stivelseskjeder i fisketarmen. Ved å ekstrudere eller på annen måte modifisere melet, vil inhibitorerne miste sin virkning samtidig som hvetens lange stivelseskjeder

blir forkortet og dermed lettere fordøyelig for fisken. Proteinrike meltyper som soyamel inneholder ofte mye løselig fiber. Dette fører til at høy innblanding av disse som fiskemelerstatning kan føre til en redusert fordøyelse. De løselige fibre er vanskelig å bli kvitt ved behandlingen av melet og i soyakonsentrat finner man hele 17% løselig fiber.

Vi har sett på en del meltyper (soyamel, hvetemel og potetmel) og sammenlignet fordøyelsen av disse hos torsk. Vi brukte i våre forsøk ekstrahert soyamel (inneholdende 40% karbohydrater hvorav ca. halvparten er løselig fiber), rå-, forklisset (kokt) og ekstrudert hvete (for å studere hva



Forsøk har vist at torsken har en begrenset evne til å nyttiggjøre seg karbohydrater fra fôret.

som skjer ved behandling) og en modifisert potetstivelse (Lygel F60) med svært gode svelleegenskaper i kaldt vann.

Torsken ble tilvendt fôret i 4 uker før fordøyelighetsmålingene ble gjort for å være sikker på at tarmens enzymsystemer var tilpasset det fôret torsken spiste. Fôret vi brukte var et våtfôr som vi selv blandet.

Tabell 1 viser sammensetningen av råstoffene i de 5 fôrgruppene. Alle fôrene ble tilsatt 1% bindemel i form av guar-gum. Kromoksyd ble brukt som ufordøyelig indikator. Protein, fett og karbohydrat ble i alle grupper tilsatt på lik gram basis; 140 gram protein, 30 gram fett og 104 gram karbohydrat. Ved forsøksslutt ble tarmen delt i 4 avsnitt og frosset før feces ble dissekert ut til analyser.

Analyses resultatene (Figur 1) viser at ekstrudert hvete ble best fordøyd, forklisset hvete litt dårligere og rå hvete ligger lavest av disse tre. Potetstivelse kommer på samme nivå som rå hvete. Felles for gruppene gitt potetstivelse, forklisset og ekstrudert hvete er en øket fordøyelse bakover i tarmen, dvs. glukose blir også absorbert i tarmavsnitt 2. Dette skjer ikke for rå hvete og kan forklares ved intakte amylaseinhibitorer samt lange stivelseskjeder fra rå hvete. Ekstrahert soyamel blir ikke fordøyd av torsken. Proteinfordøyeligheten ble også målt for å se om meltypen påvirket denne. Alle fôrtypene gav en proteinfordøyelse over 90% unntatt fôret som inneholdt ekstrahert soyamel. En vesentlig del av proteinet i denne gruppen kom fra soyamel og torsken hadde her kun 60% proteinfordøyelighet.

Resultatene fra dette forsøket viser at både meltype og behandling av melet er viktig for torskens evne til fordøyelse. I dette forsøket fikk alle gruppene lik mengde karbohydrater av ulik type fra fôret. Vi vet at også mengden karbohydrat tilsatt kan påvirke fordøyelsen, noe som er vist i gjentatte forsøk med ørret. Vi satte derfor opp et forsøk for å kartlegge hvilken rolle mengden karbohydrater spiller for fordøyelsen hos torsk.

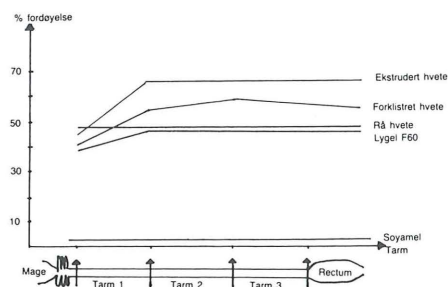


Fig. 2. Fordøyelighet av stivelse (økende mengde stivelse fra gruppe 1 til 3).

Tabell 1. Fôrsammensetning fordøyelighetsforsøk I

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Akkar	59	803	803	803	851
Vann	646	—	—	—	—
Loddeolje	28	27	27	27	26
Søyamel	254	—	—	—	—
Rå hvete	—	157	—	—	—
Forklisset	—	—	157	—	—
Ekstrudert	—	—	—	157	—
Lygel F60	—	—	—	—	115
Vitaminer	1	1	1	1	1
Mineraler	1	1	1	1	1
Kromoksyd	1	1	1	1	1
Guar-gum	10	10	10	10	10
Protein	140	140	140	140	140
Fett	30	30	30	20	20
Karbohydrat	104	104	104	104	104

150 torsk ble fordelt i 3 grupper som ble gitt fôr med økende mengde stivelse. Karbohydratfordøyelsen ble målt på samme måte som beskrevet ovenfor. Figur 2 viser at det er en lineær sammenheng mellom mengde karbohydrater tilsatt i fôret og fordøyelighet. Og for torsk som for ørret vil en økt stivelsesinnblanding gi redusert karbohydratfordøyelse.

Hvordan bruker torsken absorbert glukose?

Blodglukose og glukose i urin: Fra fordøyelighetsforsøk med ulike typer karbohydratkilder tok vi ut blod og urin for å måle mengde glukose (mg glukose/100 ml). Blodglukoseverdiene gjenspeiler fordøyeligheten. Soyagruppen har en blodglukoseverdi på 20 mg/100 ml blod. All denne glukosen må komme fra nedbryting av glykogen og leverens egenproduksjon av glukose fra andre forbindelser som f.eks. aminosyrer (protein). Torsken som fikk rå, forklisset og ekstrudert hvete og potetstivelse hadde blodglukoseverdier på hhv. 31, 41, 46 og 43 mg/100 ml. Uttak var tatt 12 timer etter siste fôring og ingen av gruppene hadde klart å regulere tilbake sitt glukosenivå til hvilenivå (soyagruppen). Vi fant glukose i urin i alle grupper, men mengden urin var svært begrenset. Soyamel, rå-, forklisset-, og ekstrudert hvete og potetstivelse hadde en konsentrasjon i urin på hhv. 3, 4, 5, 5 og 5 mg glukose/100 ml.

Vekst og fôrforbruk: Vi satte så opp et forsøk for å se på sammenhengen mellom mengden karbohydrater i fôret og torskens evne til å nyttiggjøre seg disse. 240 torsk ble fordelt på 8 kar, der 2 og 2 kar fikk samme fôr. Karbohydratkilden var her for-kokt potetstivelse. Gruppe 1 fikk et fôr uten stivelse i fôret, gruppe 2, 3 og 4

fikk et fôr med økende karbohydratinnhold (10% økning for hver gruppe). Torsken ble fôret i 8 uker. Tabell 2 viser at prosentvis tilvekst er den samme for gruppe 1, 2 og 3 og litt høyere for gruppe 4. Fôrforbruket øker med økende mengde stivelse tilsatt i fôret, og ved utregning viser det seg at mengde energi inntatt øker med økende karbohydratinnblanding i fôret. Av spesiell interesse var at mengde protein spist pr. fisk var nøyaktig den samme i alle grupper. Fôrfaktoren (gram fôr spist/tilvekst) var henholdsvis 0.85, 0.90, 1.00 og 1.05 for gruppe 1, 2, 3 og 4.

Blodglukose ble målt i 12 timer etter siste fôring og viste også i dette forsøket en økning med økende mengde karbohydrater i fôret. Gruppe

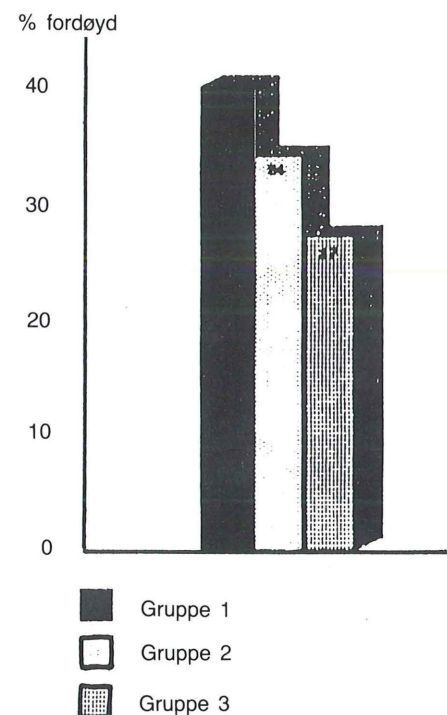


Fig. 1. Fordøyelighet av forskjellige meltyper hos torsk.

1, 2, 3 og 4 hadde en blodglukose på hhv. 36, 49, 53, og 75 mg/100 ml.

Lagring av glykogen i lever og muskel: Fra samme forsøk tok vi også ut organer til analyser av glykogen. Startfisken og torsken gitt et fôr uten stivelse hadde et glykogeninnhold i lever på totalt 0.2 gram og i muskel på ca. 0.5 gram. Når stivelse ble tilsatt i fôret økte mengden glykogen til omlag det dobbelte i begge organer. Mengden økte ikke videre fra gruppe 2 til gruppe 3 og 4. Torsken når altså et metningsnivå for mengde leverglykogen i motsetning til regnbueørret.

En oppsummeringsfigur som viser fordelingen av blodglukose og glykogeneponering i lever og muskel er forsøkt skissert, se Figur 3. Ut fra denne figuren ser vi at av det absorberte finner vi igjen ca. 1% i form av blodglukose, 17% har gått til glykogenlagring i lever og 8% i muskel. 74% av absorbert glukose kan ikke finnes igjen i denne figuren. Av dette skilles nok litt ut i urin og kanskje endel over gjellene. Gjelle-ekskresjon har vi ikke målt, men dette er registrert for tunfisk i oppdrett og kan i så tilfelle forklare et øket energiinntak med økende mengde karbohydrater i fôret.

Kan et glukoseoverskudd utgjøre konstant stressfaktor?

Resultatene skissert i Figur 3 ledet oss inn på tanken om en mulig negativ effekt av karbohydrater dersom disse ble tilført i så store mengder som kommersielle torskefôr gir idag. Et diettrelatert stressforsøk med torsk ble satt opp. 150 torsk ble fordelt i to grupper, den ene fikk et tilnærmet kommersielt fôr, med ca. 20 energi prosent fra ekstrudert hvete (gruppe B), mens den andre fikk et fôr uten tilsetning av karbohydrater (gruppe A).

Etter 8 ukers fôring utsatte vi torsken for håving og transportstress, tok ut blod og organer til analyser før stress (hvile), og 0.5, 1, 1.5, 3, 6, 12, 24, 36 og 96 timer etter stress. Foreløpig har vi kun analysert blodglukose og kortisol. Kortisol er et hormon som blir brukt som en indikator for stress hos fisk.

Figur 4 viser at det skjedde en rask økning av kortisolnivået fra hvile på ca. 2 µg/100 ml i begge grupper, en topp 1 time etter stress i begge grupper og der begge gruppene var tilbake til hvilenivået etter 24 timer.

Blodglukosemålingene (Figur 5) viser at gruppen som har fått et karbohydratfritt fôr hadde et hvilenivå på 59 mg/100 ml etter 8 ukers fôring. Torsken som ble gitt et tilnærmet kommersielt fôr hadde et hvilenivå på

Tabell 2: Vekst, fôrbruk og fôrfaktor for torsk som har spist ulike mengder karbohydrat. Karbohydratmengden er 0% for gruppe 1 og øker med 10% for hver gruppe opp til gruppe 4. Protein byttes mot karbohydrat.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Startvekt, g	316	308	309	309
Sluttvekt, g	403	391	401	420
Tilvekst, %	27	27	30	36
Fôrforbruk, g	588	554	596	668
g tørrstoff spist/g vekst	0.85	0.90	0.95	1.05

79 mg/100 ml. 3 timer etter håving og transport hadde fisken i begge gruppene nådd et maksimalt nivå av glukose i blodet, men torsken fôret med karbohydratfôr viste en markert økt blodglukose (over 180 mg/100ml) i forhold til torsken som ble gitt et fôr uten karbohydrater (85 mg/100 ml). En sakte regulering tilbake til hvilenivå ble funnet i gruppe A etter ca. 36 timer, mens gruppe B selv 96 timer etter stress ikke har klart å normalisere sitt glukosenivå.

Konklusjon

Våre forsøk antyder at torsken har en begrenset evne til å nyttiggjøre seg karbohydrater fra fôret. Første begrensning finner vi allerede i tarmen med begrenset fordøyelighet av komplekse karbohydrater. Karbohydratfordøyelsen er avhengig av behandlingsgraden (rå-, forklistret-, og ekstrudert hvete) og av mengden karbohydrat tilsatt i fôret.

Glykogenlagrene i lever og muskel blir fulle allerede ved små karbohydratmengder tilsatt i fôret, og blodglukose reguleres dårlig. Stressforsøket antyder også at store mengder karbohydrater fra fôret kan være en belastning for torsken.

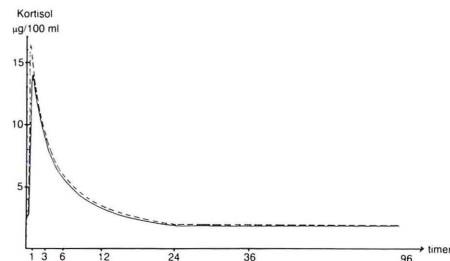


Fig. 4. Kortisolnivåer i blod hos stresset torsk. Den stiplede linjen viser nivåer hos torsk som har spist et fôr med karbohydrater og den heltrukne linjen viser nivåer hos torsk som har spist et karbohydratfritt fôr.

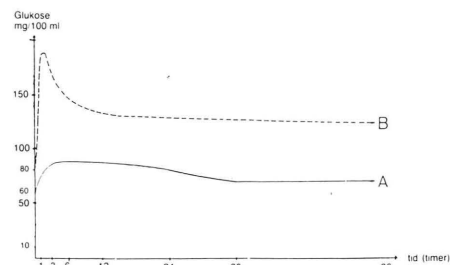


Fig. 5. Glukosenivåer hos torsk som har blitt utsatt for stress. Gruppe A har fôr stressforsøket spist et karbohydratfritt fôr og gruppe B et fôr med tilsvarende stivelsesinnhold som et kommersielt fôr.

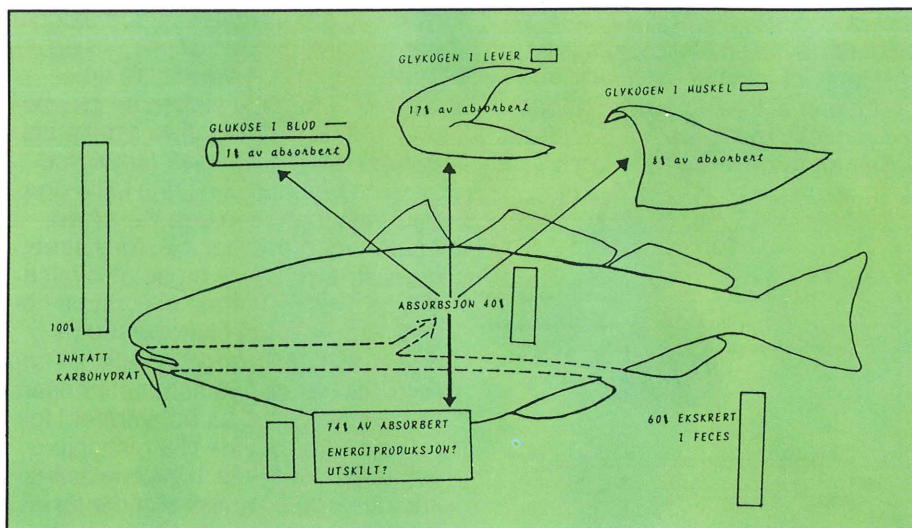


Fig. 3. Oppsummeringsfigur for omsetning av glukose hos torsk.

ER PROBLEMET MED VITAMIN C I FISKEFÔR LØST?

Kjartan Sandnes, Siri Bargård, Rune Waagbø og Sigurd Øines¹⁾

¹⁾ (TROUW Forskningscenter)

Vitamin C, eller askorbinsyre, er en nødvendig bestanddel i fôr til laksefisk. Forskere og oppdrettere har særlig vært opptatt av to sider av vitamin C problematikken i de senere årene. Det ene er å finne fram til en form av dette vitaminet som er holdbar under produksjon og lagring av fiskefôr, og det andre er *hvor mye* vitamin C fisken har behov for under ulike oppdrettsforhold. Her skal vi først og fremst ta utgangspunkt i askorbinsyreforbindelser (derivater), deres stabilitet i fôret og retensjon og biotilgjengelighet i fisken.

Stabilitet under produksjon og lagring av fôr

For å undersøke dette ble det produsert fôr der vanlig vitamin C (krystallinsk askorbinsyre) og derivatene askorbat-2-sulfat og askorbat polyfosfat ble tilsatt på to ulike måter i en mengde tilsvarende 500 mg askorbinsyre/kg. I det ene forsøket ble disse tilsatt i fôrblendingen før ekstrudering og i det andre ble de tilført fôret gjennom oljen som ble lagt på pelleten etter ekstrudering. Det ble også tatt prøver av fôret like etter tilla-

gingen og deretter med en ukes mellomrom over en lagringsperiode på 11 uker. Fôrprøver ble lagret både ved 4°C og ved 20°C.

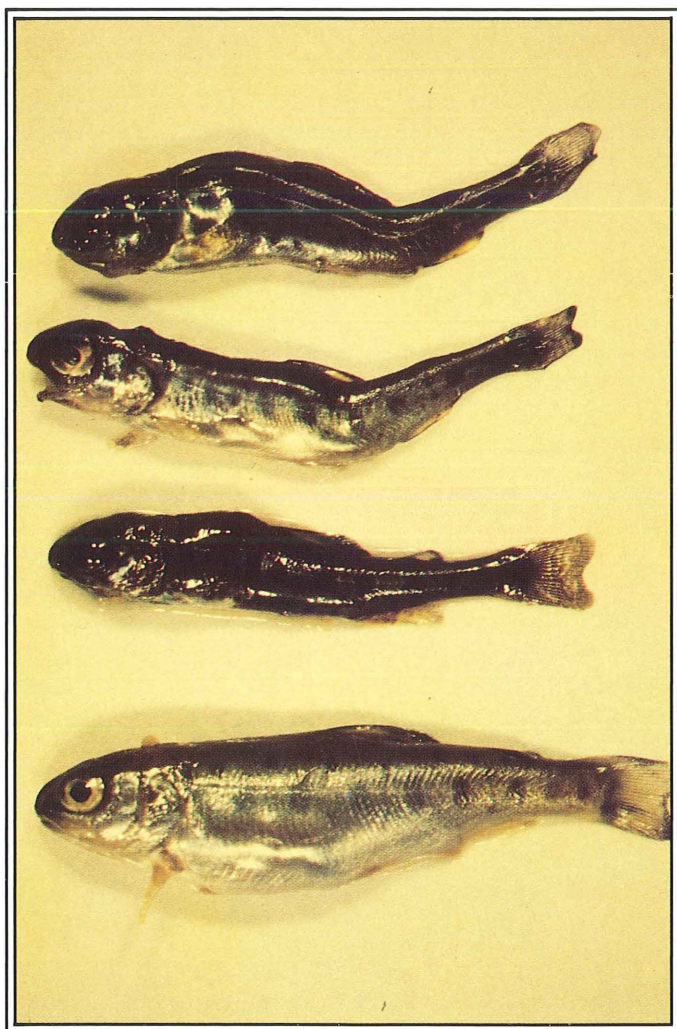
Alle analyser av fisk og fôr ble utført ved Ernæringsinstituttet, unntatt askorbat polyfosfat i fôrprøvene som ble analysert av Rangen Aquaculture Research Center i USA som har utviklet en metode for dette derivatet.

Resultatene fra dette forsøket viste at askorbat polyfosfat og askorbat-2-sulfat viste god stabilitet gjennom ekstruderingsprosessen og under lagring ved begge temperaturer. De fôrene som ble benyttet til fiskeforsøkene, der vitamin C-formene ble tilsatt i oljen som ble lagt på etter ekstrudering ble studert nærmere. For askorbat-2-sulfat lå de analyserte verdiene i fôret (gjennomsnittlig 310 mg/kg) noe lavere enn de 500 mg som ble tilsatt. Dette skyldtes sannsynligvis problemer med å holde askorbat-2-sulfat homogen i oljen under tilsetning til fôret. Innholdet av askorbat polyfosfat var 450 mg/kg ved tillaging av fôret og etter lagringsperioden på 11 uker ved 20°C viste analysen 510 mg/kg. Dette illustrerer igjen problemene med å få til en homogen innblanding med denne metoden. Videre er det også mulighet for usikkerhet i analysene.

Den dårlige stabiliteten av vanlig vitamin C (krystallinsk askorbinsyre) er vist ved at vi her fant 475 mg/kg i fôret etter tillagingen, mens denne verdien var sunket til omlag 10 mg etter lagring ved 20°C. Dette er godt kjent fra tidligere og tas med her for å illustrere forskjellen i holdbarhet sammenligner med askorbat-2-sulfat og askorbat polyfosfat.

Retensjon og biotilgjengelighet

Fôrene som var tilsatt krystallinsk askorbinsyre, askorbat-2-sulfat og askorbat polyfosfat i oljen etter ekstrudering og, som hadde vært lagret ved 20°C i elleve uker, ble også gitt til laks (30 g) i et fôringsforsøk over fire uker. Vi brukte denne innfallsvinkelen til forsøket for å etterligne en praktisk



Yngel av regnbueørret med vitamin C mangel (tre øverste). Legg merke til forskjeller i form og kondisjon mellom disse og den nederste yngelen som fikk vitamin C i fôret.

oppdrettssituasjon der den kombinerte effekten av både stabilitet og retensjon var av interesse. I utgangspunktet vil ikke et slikt forsøksopplegg være optimalt for å studere retensjon og biotilgjengelighet i og med fôrenes ulike innhold av vitamin C-preparater ved starten av forsøket. Vi kan imidlertid si noe om denne fordi innholdet i fôrene var kjent.

Fig. 2 viser konsentrasjonen av total mengde askorbinsyre i laksens lever i løpet av forsøksperioden. Vi vet at vanlig askorbinsyre er lett tilgjengelig for fisken og resultatene her bekrefter analyseresultatene fra fôret. Det er mer interessant å studere resultatene fra fisk som ble gitt askorbat-2-sulfat og askorbat polyfosfat i fôret. Begge disse vitamin C formene viste god stabilitet i fôr og kan lettere sammenlignes i forhold til hverandre.

Ved forsøksstart inneholdt fiskens lever 27 mikrogram total askorbinsyre per gram våt vekt. Fisk med vanlig askorbinsyre i dietten klarte knapt å

opprettholde dette nivået i fisken etter fire uker. Fisken som fikk askorbat-2-sulfat viste et leverinnhold på 37 mikrogram ved slutten av forsøket, det vil si at konsentrasjonen økte med 10 mikrogram gjennom forsøksperioden. Med utgangspunkt i et innhold i fôret på 310 mg/kg blir da forholdet mellom økningen av total askorbinsyre i lever og innholdet i fôret 0.03. Tilsvarende faktor for askorbat polyfosfat blir 0.27. Med bakgrunn i dette ene forsøket viser resultatene at retensjonen av total askorbinsyre i fiskens lever er ni ganger større for askorbat polyfosfat enn for askorbat-2-sulfat. Spesifikke studier som viser at fisken kan benytte dette leverinnholdet av total askorbinsyre som vitamin C kilde ble ikke gjennomført, men med bakgrunn i tidligere erfaringer kan vi med nesten full sikkerhet si at askorbat polyfosfat er biotilgjengelig for laks.

Når det gjelder askorbat-2-sulfat er verdiene i samsvar med tidligere resultater fra Ernæringsinstituttet. Det

har vært hevdet at fisk kan lagre vitamin C i form av askorbat-2-sulfat og at dette er den naturlige vitamin C formen for fisk. Tidligere forsøk utført ved Ernæringsinstituttet har ikke bekreftet slike funn, og heller ikke i dette forsøket ble det funnet askorbat-2-sulfat i fiskens lever. For å dobbeltsjekke dette sendte vi prøver merket i kode til et laboratorium i Sveits (F. Hoffmann La Roch & Co). Resultatene fra disse analysene var fullt samsvarende med verdier for både askorbinsyre og askorbat-2-sulfat analysert ved Ernæringsinstituttet.

Disse resultatene er svært lovende for askorbat polyfosfat som en stabil og biotilgjengelig vitamin C kilde for laks, og tilsvarende forsøk med andre fiskearter fra USA går i samme retning. Mer omfattende studier må gjennomføres med askorbat polyfosfat og andre mulige fosfatderivater av askorbinsyre for endelig å bekrefte resultatene fra dette forsøket. Derksom disse går i samme retning vil et

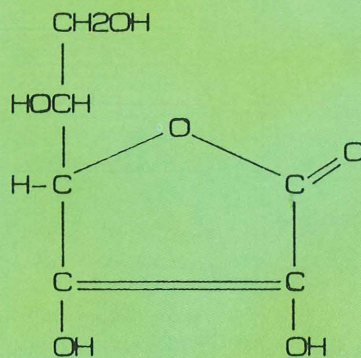
Hva er derivat og hva menes med retensjon og biotilgjengelighet?

Den vanlige formen for vitamin C kalles mer presist L-askorbinsyre og den kjemiske formelen for denne forbindelsen er vist i Fig. 1a. Denne formen er ustabil overfor fuktighet, varme og luftens oksygen, og blir lett brutt ned i fiskefôr. Flere forsøk har vært gjort for å forandre L-askorbinsyremolekylet slik at det blir mer stabilt. En måte er å hekte på en sulfatgruppe slik som vist i Fig. 1b. Denne forbindelsen kalles askorbat-2-sulfat – i noen sammenhenger også benevnt vitamin C2. Videre kan en sette inn en eller flere fosfatgrupper istedenfor sulfatgruppen. Vi får askorbat-2-monofosfat dersom bare en fosfatgruppe er heftet på slik som vist i Fig. 1c. Det blir også produsert en forbindelse som går under samlebetegnelsen askorbat polyfosfat der et ulikt antall fosfatgrupper kan være bundet sammen, gjerne på ulike steder på askorbinsyremolekylet.

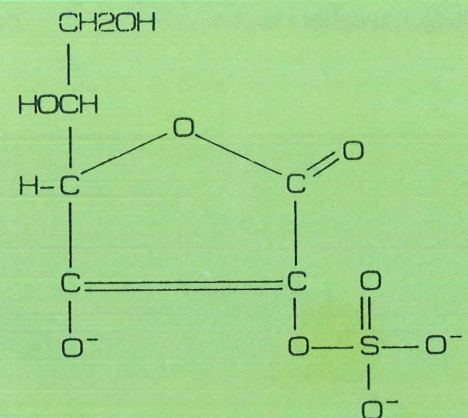
En slik forandring av en kjemisk forbindelse kalles derivatisering. I dette tilfellet er det laget sulfat- (Fig. 1b) og fosfatderivater (Fig. 1c) av L-askorbinsyre. På denne måten stabiliseres strukturen i askorbinsyremolekylet og en er kommet et skritt nærmere et holdbart produkt til innblanding i fiskefôr.

Det gjenstår å finne ut om vitamin C-virkningen fremdeles er i behold etter disse kjemiske forandringene. For å studere dette må det gjennomføres fôringsforsøk for å se om fisken kan ta opp slike forbindelser fra fôret og i tilfelle om de har vitamin C-virkning i fisken. Det er dette vi mener med biotilgjengelighet, dvs. de kombinerte effektene av hvilken grad fisken kan ta opp slike forbindelser fra tarmen og hvordan de utnyttes som vitamin C kilder. Uttrykket retensjon brukes for å beskrive hvor mye av et stoff som er tilstede i fôret blir tatt opp og holdt tilbake i forsøksorganismen – i dette tilfellet i form av total askorbinsyre i fiskens lever.

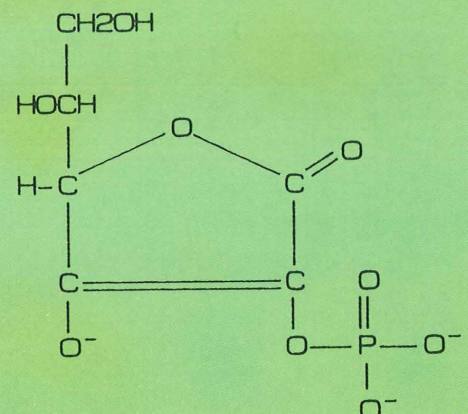
Kjemiske formler for L-askorbinsyre (1a), askorbat-2-sulfat (1b) og askorbat-2-monofosfat (1c).



L - ASKORBINSYRE



ASKORBAT-2-SULFAT

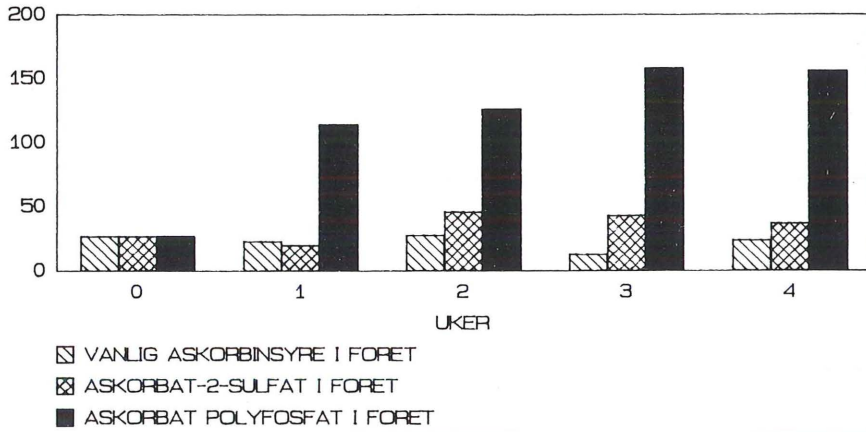


ASKORBAT-2-MONOFOSFAT

stort problem både for produsenter og fiskeoppdrettsnæringen som helhet være løst. I så tilfelle vil det bli nødvendig på nytt å måtte angi anbefalt mengde tilsatt i fôr til fisk, da tidligere anbefalinger for vitamin C har vært gitt med utgangspunkt i vanlig askorbinsyre, og der en i stor grad måtte

ta hensyn til den dårlige holdbarheten til denne forbindelsen. Undersøkelser for å bestemme behovet for vitamin C hos atlantisk laks har faktisk aldri vært gjennomført, og dette vil nå bli en prioritert oppgave ved Ernæringsinstituttet i samarbeid med Akvakulturstasjonen Matre.

askorbinsyre, $\mu\text{g/g}$ lever

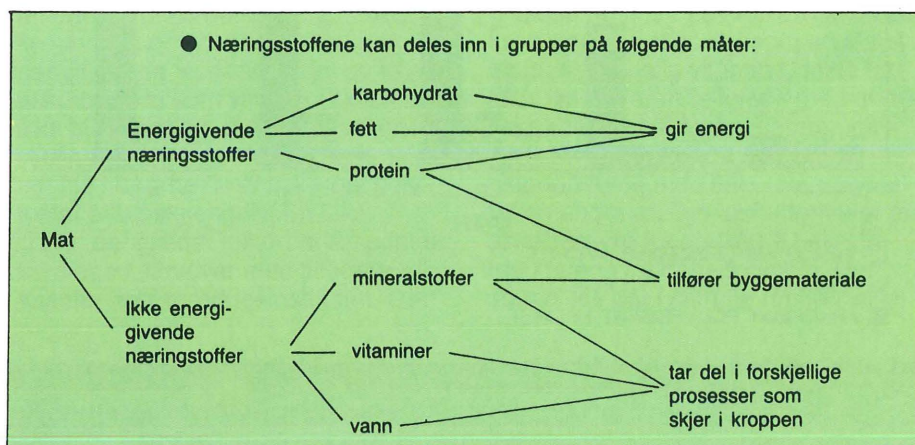


Askorbinsyre i lever ($\mu\text{g/g}$) hos laks gitt ulike vitamin C-forbindelser i fôret gjennom 4 uker.

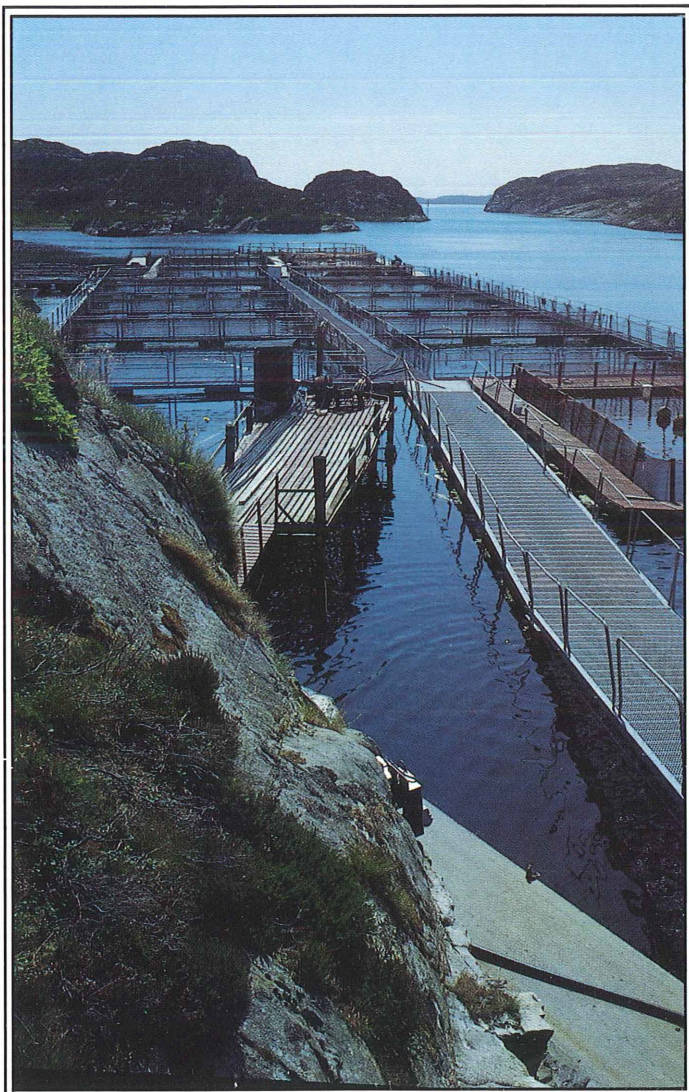
KOR MYKJE MINERALAR OG SPORELEMENT TRENG LAKSEN?

Amund Måge og Kåre Julshamm

At både menneske og dyr treng mat veit alle. Kva næringsstoff maten skal innehelda er det ikkje alle som veit. Kor mykje det skal vera av kvart næringsstoff er det enno færre (om nokon) som veit. Når det gjeld mineral og sporelementbehov hos laks har kunnskapsløysa rådd og det har mangla på eksperiment som har prøvd å finna fornuftige nivå av sporelement i laksefôr. Vi har sett oss føre å minska kunnskapsløysa gjennom behovsstudier utført ved akvakulturstasjonen i Matre. Støtte frå Norges Fiskeriforskningsråd frå i år av, har gjort det mogeleg å starta opp.



Figur 1. Grunnleggjande ernæringslære (Frå Løvik m. fl., 1986).



Når det gjeld mineral og sporelementbehov hos laks har kunnskapsløysa rådd.

Litt ernæringslære

Figur 1 viser ein oversikt over dei livsnødvendige (essensielle) næringsstoffa som må vera til stades i kosten til menneske og fôr til dyr inklusive fisk. Tabell 1 viser ein oversikt over dei element som inngår i det vage omgrepet livsnødvendige mineral. Mineral er definert som grunnstoff i rein tilstand og/eller enkle kjemiske sambindingar av dei.

Kravet til at eit element skal verta kalla essensielt i ernæringsssamheng er at ein kan framkalla negative helseeffektar ved å fjerna det frå dietten og bøta på desse negative effektane ved å tilsetja elementet i fôret att.

«Interessante» sporelement

Det seier seg sjølv at med avgrensa ressursar kan ein ikkje studera behovet for alle desse elementa samstundes. Det er difor naturleg å velja ut dei element som det er vist mangel på hos laksefisk. Ei oversikt over kjende symptom på mangel av eit eller fleire sporelement hos laksefisk er vist i Tabell 2.

Med ein optimalt tilpassa diett kan ein unngå desse negative effektane.

Behov

Ut frå eit omfattande litteratursøk på emnet har vi i Tabell 3 sett opp ein oversikt over funna i forskningsarbeid som er utført for å klarleggja sporelementbehov i rensa diettar hos laksefisk.

Det er meir komplisert å finna kostbehovet for mineral og sporelement hjå fisk enn hjå landlevande dyr avdi fisken og kan ta opp grunnstoff over gjellene direkte frå vatnet. Vidare vil fisk i saltvatn drikka vatn og derved få tilskot av elementa i tarmen. Samansetjinga av vatnet (spesielt ferskvatn) vil variera frå stad til stad og derved og sjansen for fisken til å ta opp mineral frå vatnet. Dei behovsforsøka som ein finn i litteraturen er stort sett utført i Canada, USA eller Japan, der nivåa av mineral i vatnet er eit heilt anna (stort sett høgare) enn i Norge. Det er difor nødvendig med forsøk som tek omsyn til norske vannkvalitetar.

Behovet vil og truleg variera med alder på fisken, om den er i ferskvatn eller sjøvatn og fysiologisk tilstand t.d. ved smoltifisering eller gyting.

Interaksjonar

Eit tilbakevendande problem i behovsstudier er at behovet vil variera ut frå kva andre komponentar som fins i føret. Eit kjent fenomen frå amerikansk akvakultur er utbrota av katarakt (fordunkling av auga som gjer fisken blind) i oppdrett av regnbogeaure ved bruk av «white fish meal» som proteinkjelde. Sjølv om dette føret inneheldt over 60 mg sink per kg og derved skulle verta godt over minimumsbehovet, viste det seg at sinken ikkje var tilgjengeleg for fisken og at sinkmangel var årsak til katarakten. Det manglande sinkopptaket i fisken kom av det høge innhaldet av fosfor og kalsium i det aktuelle føret. For å verta kvitt problema måtte ein tilsetja 150 mg sink ekstra per kilo fiskefôr (Ketola m.fl., 1979). Det har og vore sett katarakt i norsk lakseoppdrett, men årsakene er ikkje klarlagte.

Overdosering

Ein kan etter dette lett falla for freistinga til å tilsetja altfor høge dosar av mineralar og sporelement. Då står ein for det fyrste i fare for å forgifta fisken. Det er t.d. vist at ein over tid ikkje skal gå så høgt i selenkonsentrasjon i føret (3 mg/kg) til yngel av regnbogeaure før ein kan risikera uheldige konsekvensar for fiskehelsa (Hilton m.fl., 1980).

Vidare vil for høgt totalinnhald av mineral (aske) fortynna energiinnhaldet i føret. For det tredje kan for høgt tilsetjing av mineral og sporele-

ment som ikkje vert absorbert i tarmen til fisken og kunna føra til forurensing av miljøet.

Det er difor stor trong for forskning som best mogeleg kan balansera dei omsyn ein må ta.

Innhald i dagens fôr

Ei oversikt av innhaldet av sporelement i ein del kommersielle fiskefôr er gjeven i Tabell 4. Desse data er ei samling av analyser av innsendt fôr frå fôrprodusentar utført ved instituttet dei siste åra og eit forsøk utført i samarbeid med Sævareid fiskeanlegg. Det siste er meir utførleg diskutert i ein artikkel om startfôr (Maage m.fl., 1989). Det er klart at ut frå dei behovsdata som er gjeven i Tabell 3, ligg dei fleste fôra godt over behovet og kanskje også i høgaste laget.

Vår grunntanke er at for mange av desse elementa vil ein ved å bruka fiskemjøl som proteinkjelde, slik det i dag vert gjort i norsk fiskeoppdrett, få dekkja elementbehovet gjennom fiskemjølet.

Tabell 1. Oversikt over «mineral».

Elektrolyttar:

Natrium (Na), Kalium (K), Klor (Cl).

Beinmineral:

Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Fosfor (P), Svovel (S).

Sporelement:

Jern (Fe), Sink (Zn), Jod (I), Kopar (Cu), Fluor (F), Selen (Se), Krom (Cr), Managan (Mn), Kobolt (Co), Molybden (Mo), Vanadium (V), Silisium (Si), Nikkel (Ni), Tinn (Sn), Arsen (As).

Tabell 2. Kjende symptom på mineral og sporelement mangel hos laksefisk (Etter Tacon, 1985).

Element:	Mangelsymptom:
Fosfor	Vekst -, Forutnytting -, Beinmineralisering -
Kalsium	Vekst -, Forutnytting -, Anorexia.
Magnesium	Vekst -, Anorexia, Katarakt.
Jern	Anemi (blodmangel).
Sink	Vekst -, Dødsrate +, Katarakt, Finneerosjon,
Mangan	Vekst -, Katarakt.
Selen	Dødsrate +, Muskelnedbryting.
Jod	Strumalikkande symptom.

Artsforskjellar

Ein fisk er ikkje ein fisk når det gjeld ernæringsbehov. Og det er difor strengt nødvendig å ha data for den art ein arbeider med. I Tabell 5 viser vi nyare data frå Ernæringsinstituttet på samanhengen mellom fôr og levernivå av selen i torsk samanlikna med laks. Hjå laksen ser det ut til at ein kan bruka lever når ein skal finna selenstatus i det ei femdobling av selenkonsentrasjonen i føret fører til ein tilsvarande auke i lever. Tilsvarande samheng er og vist på liten (5 g) regnbogeaure (Hilton m.fl., 1980). Torsken sitt nivå av selen i lever er derimot nærmast upåverka av meir enn tidobling av selenkonsentrasjon i føret.

Tabell 3. Foreslåtte ernæringsbehov for jern, sink, kopar og selen til laksefisk (laks eller regnbogeaure).

Element:	Behov (mg/kg tørrfôr)	Referanse
Jern	60	Lall, 1989.
Sink	15-30	Ogino og Yang, 1978.
Kopar	3-5	Lall, 1989.
Selen	0.15-0.3	Hilton m.fl., 1980.

Tabell 4. Høgaste og lågaste målte verdiar av jern, sink, kopar og selen i nokre kommersielle fôr til laks.

Element:	Konsentrasjon (mg/kg tørrfôr)	Tal på prøvar
Jern	51-258	6
Sink	116-420	19
Kopar	3.3-34	14
Selen	0.4-2.9	15

Tabell 5. Ei samanlikning av respons på auka fornivå av selen i torsk og laks i form av konsentrasjon av selen i lever.

Art	Vekt (i g)	For (mg Se/kg)	Lever	
			(mg Se/kg v.v.)	(mg Se/kg protein)
Torsk	100	0.87	0.15	3.8
		11.4	0.18	4.5
Laks	1000	1.0	2.2	12.0
		5.0	10.0	52.2

No er torsk og laks ganske ulike artar og det er ikkje sikkert at skilnaden er så fundamental t.d. mellom laks og regnbogeure, men ein skal vera varsom med å overføra data frå ein art til ein annan uten å ha gjort forsøk som viser at dette trygt kan gjerast.

Ressurskrevande forskning

Den forskning som kreves for å få klarare bilete av elementbehovet hos laks er forholdvis ressurskrevande i form av fôr, forsøkslokalitetar, røkting og analyser. Ein må heile tida ha kontroll over fiskens elementstatus under ulike diettar og det må lagast spesialfôr for å koma lågt ned i innhald av eit element om mangel tydeleg skal kunna påvisast.

Vi har i prosjektet valgt å starta ut med behovsforsøk på sink og hovedfagsstudent Marit Bjørnevik vil i haust fortsetja med forsøk for å klarleggja jernbehov. Vi vil då samstundes gå vidare med å studera interaksjoner mellom sink og andre element.

Referansar:

- Hilton, J.W., Hodson, P.V. & Slinger, S.J., 1980. The requirement and toxicity of selenium in rainbow trout (*Salmon gairdneri*). *J.Nutr.* 110, 2527–2535.
- Ketola, H.G., 1979. Influence of dietary zinc on cataracts in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J.Nutr.*, 109, 965–969.
- Lall, S.P., 1989. The Minerals. Frå: Halver, J.E. (red). *Fish Nutrition*. 2. Utgave, Academic Press. s 219–257.
- Løvik, A., Melbostad, K.S. & Møllen, K.S. 1986. Ernæring, dieteikk og helse. *Yrkeslitteratur*. s. 19.
- Maage, A., Sveier, H. & Julshamn, K., 1989. A comparison of growth rate and trace element accumulation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry fed four different commercial diets. *Aquaculture*, 79, 267–273.
- Ogino, C. & Yang, G., 1978. Requirement of Rainbow trout for dietary zinc. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, 44, 1016–1018.
- Tacon, A.G.J., 1985. *Nutritional fish pathology*. UNDP, Food and Agriculture Organization of the United Nations. ADCP/REP/85/22. Roma. 33 sider.

NFFR-PROSJEKTER 1989

1. **NFFR-nr:** V 711.052
Prosjekttittel: Fettomsetning i marine fiskearter aktuelle for oppdrett.
Faglig hovedansvarlig: Georg Lambertsen
Startår: 1987 **Sluttår:** 1989
2. **NFFR-nr:** V 711.054
Prosjekttittel: Betydning av fettsyrer og fettløselige vitaminer under kjønnsmodning hos laks.
Faglig hovedansvarlig: Rune Waagbø
Startår: 1988 **Sluttår:** 1990
3. **NFFR-nr:** V 711.056
Prosjekttittel: Protein i fôr til oppdrettstorsk.
Faglig hovedansvarlig: Einar Lied
Startår: 1988 **Sluttår:** 1990
4. **NFFR-nr:** III 711.055
Prosjekttittel: Kvalitetskriterier for fiskeensilasje.
Faglig hovedansvarlig: Jan Raa
Startår: 1987 **Sluttår:** 1989
5. **NFFR-nr:** III 711:051
Prosjekttittel: Råstoff og kvalitet av mel, ensilasje og ensilasje-produkter av fisk.
Faglig hovedansvarlig: Leif Rein Njaa
Startår: 1988 **Sluttår:** 1990
6. **NFFR-nr:** V 711.058
Prosjekttittel: Mineraler og sporelementbehov hos laks.
Faglig hovedansvarlig: Kåre Julshamn
Startår: 1989 **Sluttår:** 1991
7. **NFFR-NR:** III 711.060
Prosjekttittel: Marine næringsmidler som sporelementkilde i norsk kosthold.
Faglig hovedansvarlig: Kåre Julshamn
Startår: 1989 **Sluttår:** 1991

UNDERVISNING

UNIVERSITETET I BERGEN

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er tilknyttet Universitetet i Bergen ved at instituttet har tre professor II. (Leif R. Njaa, Medisinsk Fakultet; Georg Lambertsen og Einar Lied, Matematisk Naturvitenskapelige Fakultet) og en stipendiat (Amund Måge til april, Sissel Albrektsen fra juli). Instituttet gir undervisning og arbeidsplass for hovedfagsstudenter (cand. scient.) i ernæring. Hovedfagsoppgaver gis innen instituttets arbeidsfelt, og så vidt mulig innenfor større forskningsprosjekter.

Instituttet gir også veiledning og undervisning til Dr. scient. studenter.

For tiden har instituttet seks hovedfagsstudenter og tre Dr.scient. studenter. Instituttet har ansvaret for gjennomføring av kurs i næringsmiddelkjemi (dette kurset blir fra 1991 organisert som et eget emne under lavere grad ved Universitetet i Bergen under betegnelsen BE200 «Næringsmiddelkjemisk analyse»). Dessuten har instituttet ansvaret for gjennomføringen av emnet B268 «Ernæring hos fisk», ernæringsdelen av emnet B304 «Generell akvakultur» samt ernæringsdelen av emnet B260 «Human fysiologi» for medisinere og realister ved Universitetet i Bergen.

ANNEN UNDERVISNING

HEMRE, GRO-INGUNN.

Forelesning om karbohydrater i fôr til fisk. Emnet B204, Akvakultur, Universitetet i Bergen.

LIE, ØYVIND.

Forelesninger (3 timer) om fett, fettsyre i fôr til fisk samt fôrberegninger. Emnet B204, Akvakultur, Universitetet i Bergen.

LIE, ØYVIND; LIED, EINAR; MÅGE AMUND OG SANDNES, KJARTAN.

Kurs i ernæring hos fisk for NORAD-studenter.

SANDNES, KJARTAN.

Forelesninger (3 timer) om proteiner, aminosyrer og vitaminer i fôr til fisk. Emnet B204, Akvakultur, Universitetet i Bergen.

SANDNES, KJARTAN.

Forelesninger (2 timer) om behov og omsetning av vitamin C hos oppdrettsfisk. Emnet B264, Ernæring hos fisk, Universitetet i Bergen.

WAAGBØ, RUNE.

Forelesning (1 time) om ernæring og helse hos fisk. Emnet B204, Akvakultur, Universitetet i Bergen.

HOVEDFAGSOPPGAVER (Cand.scient)

Steiner Matilda. The nutritive value of fresh and commonly processed fish from Ghana. Høstsemester.

KONTAKTVIRKSOMHET

Forskningsformidling er en viktig del av Ernæringsinstituttets virksomhet. Vår internasjonale publisering dokumenterer kvaliteten på den forskningen som drives, men like viktig er det at den kunnskap som fremkommer ved instituttet kommer næringen til gode.

Instituttets ansatte formidler sine kunnskaper til næringen gjennom foredrag på møter og ved å skrive populærvitenskaplige artikler i næringens egne organer som Norsk Fiskeoppdrett og Fiskets Gang. I tillegg har vi fått et godt samarbeid med Fiskeridirektoratet, Kontoret for rettleiding og informasjon, vedrørende informasjonsformidling.

Ernæringsinstituttets eget tidsskift «Fiskeridirektoratets skrifter Serie ernæring», vil fremstå i forbedret utgave fra 1990 og vil bli en viktig kunnskapsformidler på områdene ernæringsforskning og næringsmiddelkjemisk knyttet til marine organismer og fôrvarer.

På messen «Aqua Nor'89» i Trondheim hadde Ernæringsinstituttet

stand sammen med Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet. Der presenterte vi en del av våre arbeidere vedrørende ernæring hos marine fiskearter.

Råd og utvalg

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

Kåre Julshamn og Einar Lied er medlemmer av Nordisk Metodikkomite for Næringsmidler (NMKL). Dessuten er Kåre Julshamn formann i komiteen «Kontaminanter» under NMKL.

Kjartan Sandnes var sekretær for et faglig utvalg oppnevnt av NFFR, NLVF og NTNØ som i løpet av 1989 utarbeidet rapporten «Fôr til fisk – forslag til nasjonal forskningsinnsats».

Kjartan Sandnes var fra 1. september 1989 sekretær for «Det nasjonale utvalg for havbruksforskning» som er et rådgivende organ for forsknings-

rådene når det gjelder akvakulturforskning.

Rune Waagbø var fra 21.10.89 styremedlem og økonomiansvarlig for Norsk Forening for Akvakulturforskning (NFA). Foreningen har som formål å fremme forskning innen akvakultur.

Ernæringsbiologiskforening (EBF)

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

Styret:

Herborg Haaland, (leder)

Friede Andersen, (sekretær)

Marit Espe, (kasserer)

Amund Måge

Siri Bargård – vararepresentant.

FOREDRAG

HEMRE, G.I., LIE, Ø. & LAMBERTSEN, G.

Karbohydratutnyttelse hos torsk. Arbeidsseminar, Akvaforsk, Sunndalsøra, 8.3 – 9.3.

HEMRE, G.I., LIE, Ø. & LAMBERTSEN, G.

The effect of dietary carbohydrate on the stress response in cod (*Gadus morhua*). «The Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish». Toba, Japan, 29.8 – 3.9.

JULSHAMN, K., LORENTZEN, M. & KNUDSEN, E. R.

Determination of low selenium levels in biological samples using graphite furnace AAS with different

matrixmodifiers. XXVI Colloquium Spectroscopicum Internationale (CSI), Sofia, Bulgaria, 2.7. – 7.7.

JULSHAMN, K.

Er innholdet av kvikksølv, kadmium og arsen i fisk og pattedyr fanget i uforurenset sjøvann et næringsmiddelhygienisk-problem. Minisymposium «Kjemiske kontaminanter i næringsmidler, spesielt fisk», Reykjavik, Island, 29.8.

JULSHAMN, K.

Studier over metallinntak fra grindehval (*Globicephalus meleanus*). En sammenlignende autopsiundersøkelse mellom Torshavn og Bergen. Minisymposium «Kjemiske kontaminanter i næringsmidler,

spesielt fisk», Reykjavik, Island, 29.8.

KNUDSEN, E. R., LORENTZEN, M., MÅGE, A. & JULSHAMN, K.

Selenopptak hos rotter fra fisk og fra fôr tilsatt selen som selenometionin og selenitt. Kontaktmøte for Norsk Selskap for ernæring, Oslo, 1.2.

KNUDSEN, E. R.

Ernæring og helse. Salgsklubben i Bergen, 25.9.

LIE, Ø.

Betydningen av flerumettede fettsyrer og vitamin E i fôr til laks. Generelt. Arbeidsseminar, Akvaforsk, Sunndalsøra, 8.3. – 9.3.

LIE, Ø., WAAGBØ, R., SANDNES, K. & LAMBERTSEN, G.
Phospholipid composition and vitamin E in organs of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed different levels of polyunsaturated fatty acids and alpha-tocopherol in the diet. «The Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish». Toba, Japan, 29.8. – 3.9.

LIE, Ø.
Fettomsetning i marine fiskearter, aktuelle for oppdrett. Møte i arbeidsgruppen «Ny fisk» 28.9. og 29.9. Bergen (Norge).

LIE, Ø., FJELDSTAD, L. & LAMBERTSEN, G.
Retensjon av n-3 og n-6 fettsyrer i organ fosfolipider i torskeyngel. «Nordiske Lipid Symposium». Danmark, 11.6. – 15.6.

MÅGE, A. & WAAGBØ, R.
Zinc and selenium status in Atlantic salmon (*Salmo salar*) given different lipid sources and vitamin E contents in the diet. The third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish, Toba, Japan, 29.8. – 3.9.

MÅGE, A.
Sink og selenstatus i laks gjeve ulike feittkjelder og ulike vitamin E-nivå i fôret. Årsmøteseminar; Norsk forening for Akvakulturforskning, Trondheim, 20. – 22.10.

MÅGE, A.
Trace elements, bioavailabilities and requirements for farmed fish. Fish Nutrition Seminar; Institute of Nutrition in collaboration with F. Hoffman-LaRoche Ltd., Bergen 13.11. and Glasgow 15.10.

MÅGE, A.
Ernæring jorda rundt. Ernæringsbiologisk forening 27.10.

MÅGE, A.
The North Sea in Danger. The Vågsøy Convention, Måløy, 30.11.

ROSENLUND, G., HEMRE, G.I., JØRGENSEN, L. & LIE, Ø.
The effect of dietary starch level on growth, mortality and tissue glycogen in plaice (*Pleuronectes platessa*). «The 14th International Congress of Nutrition», Seoul, Korea. 29.8. – 3.9.

SANDNES, K., ØINES, S., BARGÅRD, S. & WAAGBØ, R.
Different sources of vitamin C in feed for Atlantic salmon (*Salmo salar*). «The Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish», To Toba, Japan, 29.8. – 3.9.

SANDNES, K.
Nye former for vitamin C i for til fisk. Foredrag på arbeidsseminar for akvakulturforskere på Sunndalsøra 8.3.

SANDNES, K.
Vitamin C i fôr til oppdrettslaks. Foredrag på fagmøte for oppdrettere i Matre 16.2.

WAAGBØ, R.
Betydningen av flerumettede fettsyrer og vitamin E i fôr til laks. Helse. Foredrag på arbeidsseminar for akvakulturforskere på Sunndalsøra 8.3.

WAAGBØ, R.
Ny type vitamin C i fôr til fisk. Norsk forening for akvakulturforskning, Trondheim. Årsmøteseminar 20.10. – 22.10.

WAAGBØ, R.
Innholdet av (n-3) fettsyrer og vitamin E påvirker fiskens immunsystem. Norsk forening for akvakulturforskning, Trondheim. Årsmøteseminar 20.10. – 22.10.

WAAGBØ, R.
Fôring og helse. Foredrag på fagmøte for oppdrettere i Matre 16.2.

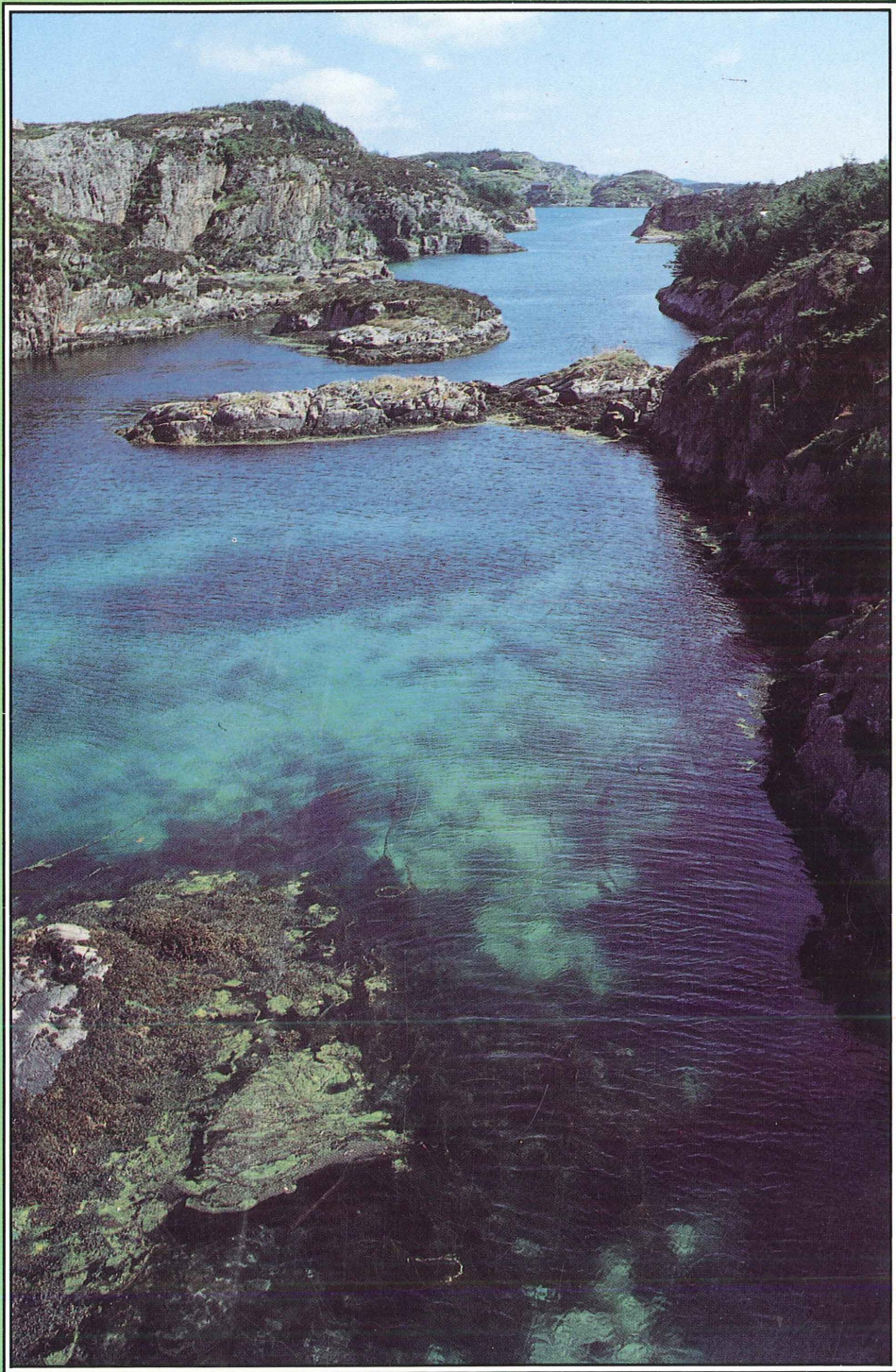
WAAGBØ, R., SANDNES, K., LIE, Ø., JØRGENSEN, J., ENGSTAD, R. & NILSEN, E. R.
Influences of polyunsaturated fatty acids and vitamin E on the immune system in Atlantic salmon (*Salmo salar*). «The Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish», Toba, Japan, 29.8. – 3.9.

SLUTTRAPPORTER NFFR

LIE, Ø.
Fettomsetning i marine fiskearter aktuelle for oppdrett. NFFR-prosjekt nr. V 711.052.

NJAA, L.R.
Råstoff og kvalitet av mel, ensilasje og ensilasjeprodukter av fisk. NFFR-prosjekt nr. 711.051.

- ALBREKTSSEN, S., ANDERSEN, F. & LIED, E.**
B-vitaminer i fiskefôr.
Fiskets Gang, 6, 20–21.
- ANDRESEN, J.W., FJELDSTAD, L., LIE, Ø., & LAMBERTSEN, G.**
Fisk og fiskeprodukter – en god kilde til (n-3) fettsyrer.
Fiskets Gang, 6, 25–26.
- VON DER DECKEN, A. & LIED, E.**
Myosin heavy chain synthesis in white trunk muscle of cod (*Gadus morhua*) fed different ration sizes. Fish Physiology and Biochem., 6, 333–340.
- ESPE, M., RAA, J. & NJAA, L.R.**
Nutritional Value of Stored Fish Silage as a Protein Source for Young Rats. J. Sci. Food Agric., 49, 259–270.
- HAQUE, A., NJAA, L.R. & OPSTVEDT, J.**
Sequence in Which the Amino Acids of Fish Meal Protein Become Limiting for the Growing Chicken, as Determined by «The Complete Protein Evaluation Method». Acta Agric. Scan., 39, 301–309.
- HEMRE, G.I., LIE, Ø., LIED, E. & LAMBERTSEN, G.**
Strach as an Energy Source in Feed for Cod (*Gadus morhua*): Digestibility and Retention. Aquaculture, 80, 261–270.
- HEMRE, G.I., LIE, Ø. & LAMBERTSEN, G.**
Karbohydrater – en alternativ energikilde i fôr til torsk?
Fiskets Gang, 6, 8–11.
- HAALAND, H., ARNESEN, E. & NJAA, L.R.**
Utilization of Free and Protein-Bound Methionine Sulphoxide by the Chicken. J. Sci. Food Agric., 48, 37–47.
- HAALAND, H. & NJAA, L.R.**
Nitrogen balance and growth in young rats given the amines cadaverine, putrescine, histamine and tyramine in fish meal diets. Fisk.dir.skr.ser. ernæring Vol. II, 213–218.
- HAALAND, H. & NJAA, L.R.**
Effect of temperature on the autolysis of capelin silages stored for one year. Fisk.dir.skr.ser. ernæring Vol. II, 219–226.
- HAALAND, H., HELTVEIT, S.I. & NJAA, L.R.**
Methionin i fiskemjøl – kommentar til «forskerglipp».
Fiskets Gang, 6, 32–33.
- HAALAND, H. & NJAA, L.R.**
Aminosyreinnhold, biogene aminer og total flyktig nitrogen i lagra sild og makrell.
- HAALAND, H. & NJAA, L.R.**
Total Volatile Nitrogen – a Quality Criterion for Fish Silage?
Aquaculture, 79, 311–316.
- HAALAND, H. & ESPE, M.**
Ensiling – aktuell utnyttning av råstoff.
Fiskets Gang, 6, 15–16.
- JULSHAMN, K., ANDERSEN, K.J., SVENDSEN, E., RINGDAL, O. & EGHOLM, M.**
Trace element intake in the Faroe Islands III. Element concentrations in human organs in populations from Bergen (Norway) and the Faroe Islands. The Science of Total Environment, 84, 25–33.
- JULSHAMN, K.**
Er innholdet av kvikksølv, kadmiom og arsen i fisk og pattedyr fanget i uforurenset sjøvann et næringsmiddel- hygienisk- problem?
Nordisk Metodikkomité for næringsmidler, NMKL-rapport nr. 7, s. 27–42.
- JULSHAMN, K.**
Studier over metallinntak fra Grindehval (*Globicephalus meleanus*). En sammenlignende autopsiundersøkelse mellom Tors-havn og Bergen.
Nordisk Metodikkomité for næringsmidler, NMKL-rapport nr. 7, s. 67–81.
- KNUDSEN, E.R., MAAGE, A & JULSHAMN, K.**
Absorption and organ retention of zinc from a diet of cooked and raw, lean and medium fat fish fillet. Fisk.dir.skr.ser. ernæring, Vol II, 245–253.
- KNUDSEN, E.R. & JULSHAMN, K.**
Ernæringsverdi av mineraler og sporelementer fra fisk.
Fiskets Gang, 6, 27–28.
- LIE, Ø., LIED, E. & LAMBERTSEN, G.**
Haematological Values and Fatty Acid Composition of Erythrocyte Phospholipids in Cod (*Gadus morhus*) Fed at different Water Temperatuers.
Aquaculture, 79, 137–144.
- LIE, Ø., LIED, E. & LAMBERTSEN, G.**
Feed attractants for cod (*Gadus morhus*).
Fisk.dir.skr.ser. ernæring, Vol. II, 227–233.
- LIE, Ø., JULSHAMN, K., LIED, E. & LAMBERTSEN, G.**
Growth and feed conversion in cod (*Gadus morhua*) on different feeds. Retention of some elements in the liver.
Fisk.dir.skr.ser. ernæring, Vol. II, 235–244.
- LIE, Ø., ASK, K., BRUSTAD, G.B. FJELDSTAD, L., KALLESTAD, I. & LAMBERTSEN, G.**
Oppdrett av marin fisk – hvilke muligheter gir ernæringsforskning?
Fiskets Gang, 6, 6–7.
- LIED, E., LIE, Ø. & LAMBERTSEN, G.**
Fôring av oppdrettstorsk.
Fiskets Gang, 6, 12–14.
- MÅGE, A., SVEIER, H. & JULSHAMN, K.**
A comparison of growth rate and Trace Element Accumulation in Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fry Fed Four Different Commercial Diets.
Aquaculture, 79, 267–273.
- MÅGE, A. & JULSHAMN, K.**
Kor mykje mineraler og sporelementer treng laksen?
Fiskets Gang, 6, 30–31.
- OLSSON, P.E., LARSSON, Å., MAAGE, A., HAUX, C., BONHAM, K., ZAFARULLAH, M. & GEDAMU, L.**
Induction of metallothionein synthesis in rainbow trout, (*Salmo gairdneri*), during long-term exposure to waterborne cadmium.
Fish Physiology and Biochem., 6, 221–229.
- SANDNES, K., BARGÅRD, S., WESSELS, J., & WAAGBØ, R.**
Vitamin C – også i fôr til torsk?
Fiskets Gang, 1, 8–10.
- SANDNES, K., BARGÅRD, S., WAAGBØ, R. & ØINES, S.**
Er problemet med vitamin C i fiskefôr løst?
Fiskets Gang, 6, 22–24.
- WAAGBØ, R., THORSEN, T. & SANDNES, K.**
Role of Dietary Ascorbic Acid in Vitellogenesis in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*).
Aquaculture, 80, 301–314.
- WAAGBØ, R. & SANDNES, K.**
Ernæringens betydning for en bedre fiskhel-se. Fiskets Gang, 6, 17–19.



FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

Postboks 1900 – 5024 Bergen Nordnes

Tlf. 05-23 80 00

ISBN 82-91065-00-4