

les. 3

FISKERIDIREKTORATET
BIBLIOTEKET

30 OKT. 1991

FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

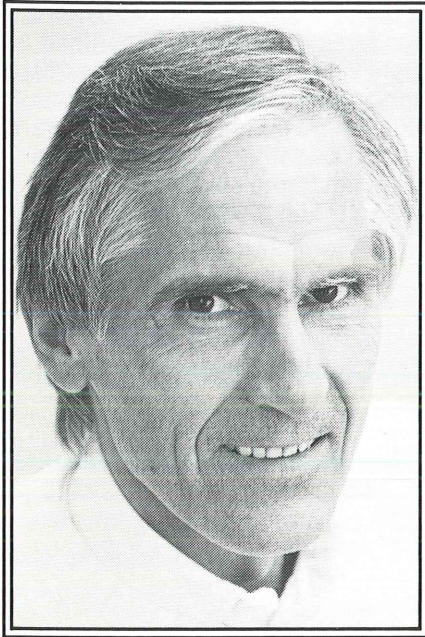
ÅRSMELDING 1990



ÅRSBERETNING VEDKOMMENDE NORGES FISKERIER 1990 NR. 4

INNHold

	SIDE
FORORD	3
INSITUTTETS HISTORIE	4
LEDELSE OG ORGANISASJON	4
ØKONOMI	5
INSTITUTTETS PERSONALE	5
FORSKNING:	
SAMMENDRAG	7
VIRKSOMHET:	
Fett og fettsyrer	8
Karbohydrater	9
Proteiner og aminosyrer	10
Vitaminer	10
Mineraler og sporelementer	12
Dyrestall	13
ARTIKLER:	
Fisk, Omega-3, helsekost	14
Ernæringsverdi av mat fra havet	17
Fôring av oppdrettstorsk	21
Omega-3 fettsyrer i fôr til laks	24
NFFR-PROSJEKTER 1990	28
UNDERVISNING OG HOVEDFAGSOPPGAVER	28
KONTAKTVIRKSOMHET:	
Råd og utvalg	30
Foredrag	31
Publikasjoner	32
ARTIKKELFORFATTERNE	34



Norsk fiskerinæring innledet 90-årene under mottoet «kvalitet 90». Kampanjen gav instituttet anledning til å markere enda sterkere enn tidligere at all fiskeri- og havbruksvirksomhet i første rekke er produksjon av mat. Derneft at den økende helsebevisstheten blant folk representerer et betydelig markedspotensiale for fisk og annen sjømat. Den ernæringskunnskap som Ernæringsinstituttet og andre forskningsinstitusjoner genererer gjennom sin forskning må benyttes bevisst av norsk fiskerinæring i markedsføringen av norsk sjømat.

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har i 1990 utvidet forskningsoppgavene også til å gjelde ernæring relatert til avfallsressurser og miljø. I Norge dumpes 200.000 tonn fiskeavfall per år. Dette avfallet er en verdifull fôrressurs, men utgjør i dag et miljøproblem. Instituttet startet i løpet av året et svært interessant prosjekt som har som målsetting blant annet å produsere fiskefôr av fiskeavfall, og annet fiskeråstoff, ved bruk av mikrobølgeteknikk. Innledende forsøk viser oppløftende resultater når det gjelder de fysiske egenskapene ved et fôr produsert på denne måten. Den videre forskningen knyttes til teknologi, ernæring og

mikrobiologi vil vise om metoden kan anvendes i praksis. 1991 vil således bli et svært spennende år for dette prosjektet.

I 1990 ble instituttets virksomhet vedrørende utdannelse av cand. scient og dr. scient kandidater knyttet formelt til Institutt for fiskeri- og marinbiologi. Denne tilknytningen, samt en aktiv markedsføring av hovedfagsstudiet i ernæring har i løpet av året gitt gode resultater.

Også i 1990 var det skifte av forskningssjef ved Ernæringsinstituttet. Professor Georg Lambertsen sluttet i stillingen 1. juli og forsker dr. philos. Kåre Julshamn ble tilsett som fungerende forskningssjef fra denne dato og inntil videre. Professor Georg Lambertsen sluttet ved Ernæringsinstitutt etter nøyaktig 40 år i Fiskeridirektoratets tjeneste. Lambertsen takkes for den store forskningsinnsatsen han har utført, særlig innenfor fagområdet fett og fettløselige vitaminer. Han har også gjort en fremragende innsats som professor II ved Universitetet i Bergen knyttet til hovedfagsstudiet i ernæring gjennom 20 år. Sist men ikke minst takkes han for det gode miljøet han har vært med på å skape ved instituttet.

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) som en avdeling ved Universitetet i Bergen (UiB). I denne sammenhengen ble instituttets leder professor II og en forsker dosent II, siden professor II ved UiB. Videre ble en stipendiatstilling ved UiB lagt til Ernæringsinstituttet. En av instituttets forskere var professor II i ernæringsfysiologi ved det Medisinske fakultet, UiB. Norges fiskerihøgskole ble i 1989 overført til Tromsø. Matematisk

Naturvitenskapelig Fakultet overtok i den forbindelse ansvaret for Instituttets virksomhet under Norges fiskerihøgskole. I 1990 ble Instituttets virksomhet vedrørende utdanning av cand.scient. og dr.scient studenter knyttet formelt til Institutt for fiskeri- og marin biologi, UiB.

LEDELSE OG ORGANISASJON

Administrasjon:

Forskningssjef, Georg Lambertsen (til 30.06.)

Forskningssjef, Kåre Julshamn (fra 01.07.)

1. konsulent Tom Titlestad (01.01.–30.06.)

Ernæringsinstituttets analysevirksomhet dekker følgende hovedområder:

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

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

Fett/fettløselige vitaminer og karbohydrater:

Forsker Øyvind Lie

Mineraler og Sporelementer:

Forsker dr.philos Kåre Julshamn

Protein/aminosyrer:

Forsker dr.philos Leif R. Njaa (til 31.03.90)

Forsker dr.philos. Einar Lied (fra 01.04.90)

Vannløselige vitaminer:

Forsker dr.philos. Einar Lied (til 31.03.90)

Forsker Kjartan Sandnes
Forsker Rune Waagbø

Rådet for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har hatt følgende sammensetning:

Medlemmer:

Prof. Jan Raa
Prof. Marit Christensen
Kons. Edith Totland
Fung.leder Kerstin Trygg
Disp. Gerd Solveig Matisen
Disp. Torbjørn Sandnes
Byråsjef Knut Sverdrup
Forsker Øyvind Lie

Varamedlemmer:

Prof. Jan I. Perderson
Byråsjef Kirsti Grønnes
Førstelab. Nils Skjerve

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har som formål:

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

INSTITUTTETS PERSONALE

Forskningssjef, Lambertsen, Georg
(til 31.06.90 forsker emeritus fra
01.07.)

Forskningssjef, Julshamn, Kåre (fra
01.07.90)

1. konsulent, Titlestad, Tom

Forsker, Andresen, Jan

» Julshamn, Kåre

» Lie, Øyvind

» Lied, Einar

» Måge, Amund

» Sandnes, Kjartan

» Waagbø, Rune

Professor, Leif R. Njaa (seniorstip.
31.3; forsker emeritus fra 01.04.)

Avd. ingeniør, Berg, Torill

» » Bargård, Siri

» » Boge, Gjermund

» » Brenna, Jan

» » Fjeldstad, Leikny

» » Haugsnes, Jorun

» » Solli, Berit Engen

Ingeniør, Irgens, Betty

» 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

» Fauskanger, Hildegunn

» Fauskanger, Vidar

» Johannessen, Tove

» Sleire, Jenny

Kontorfullmektig, Brustad, Linda

» » Simonsen,

Inger-Marie

Renholdsbetjent, Horne, Liv Gerda

» Meyer, Berit

Prosjektansatte:

Stipendiat, Albrektsen, Sissel

» Espe, Marit

» Hemre, Gro-Ingunn

» Horvli, Ole

» Knudsen,

Eva Rosendahl

» Lorentzen, Mette

» Sandvin, Aslaug

Ingeniør, Ask, Kjersti

» Berge, Gerd, Eikeland

» Birkenes, Anita

» Eliassen, Annbjørg

Lab.ass., Bolstad, Anna

Hovedfagsstud.: Andersen, Friede

» » Bjørnevik, Marit

» » Flo, Petter

» » Grahl-Madsen,

Elisabeth

» » Indrebø, Audun

» » Hesjevik, Elin

» » Rognesvåg,

Frøydis

ØKONOMI

A Ordinære midler over statsbudsjettet:		1990	1989
	Lønn og godtgjørelse	6.583.000	6.320.000
	Varer og tjenester	4.126.000	3.790.000
	Spesielle driftsutgifter	184.000	348.000
		<u>10.893.000</u>	<u>10.458.000</u>
B Eksterne forskningsmidler:			
	NFFR	1.585.000	2.070.000
	Andre	1.640.000	880.000
		<u>3.225.000</u>	<u>2.950.000</u>



SAMMENDRAG

Instituttets forskningsaktivitet var i 1990 konsentrert om følgende forskningsområder: oppdrett av laksefisk, oppdrett av marin fisk, avfallsressurser og miljø og fisk som mat. I tillegg kommer en stor innsats for å kvalitetssikre og utvide de analytiske metodene instituttet anvender i forskningsoppgavene nevnt ovenfor, samt utvikling og formidling av ernæringskunnskap.

Oppdrett av laksefisk

Fôringsforsøk med vitaminene C og B₆ samt mineralet sink er utført. Studiene har vist at tilsetningene av disse i fôret kan senkes i forhold til det som er vanlig i dagens oppdrett, noe som kan spare både penger og miljø. Den kjemiske formen til vitamin C har vist å ha en avgjørende betydning for dets stabilitet i fôret og dets vitaminvirkning i fisken. Studier av vitamin C og B₆ relatert til helse har blitt utført i løpet av høsten 1990.

Det er etablert ny kunnskap omkring funksjon og metabolisme til de flerumettede n-3 fettsyrene og vitamin E under oppbygging av rogn hos laks. Laksen ble strøket på slutten av 1990, og de endelige resultatene vedrørende eggkvalitet/klekkeegenskaper som funksjon av n-3 fettsyrer og vitamin E i fôret vil bli klarlagt i løpet av 1991.

Oppdrett av marin fisk

Betydningen av vitamin C og flerumettet fett for eggkvalitet og yngeloverlevelse hos torsk ble startet opp høsten 1990, og resultatene vil foreligge i 1991. Innledende forsøk med tilvenningsfôr til torskeyngel ble utført i 1990 og erfaringer fra disse har gitt et godt grunnlag for videreføring.

Tilvekst og proteinomsetning hos torsk i størrelsen 100 til 3000 gram er etablert som funksjon av fôrregime og diett sammensetning.

Resultatene anvendes i utviklingen av vekstmodeller for torsk i oppdrettssammenheng og i forbindelse med havbeite. I fôringsforsøk med

brusling som fôr til torsk i deler av vekstperioden er det oppnådd god vekst og proteinutnyttelse (50%). Dette gir lave fôrkostnader ved oppdrett av torsk. En ytterligere reduksjon av fôrkostnadene kan gjøres ved å blande inn soyamel i fôret.

Vekstforsøk med kveite ble avsluttet i 1990, resultatene fra disse forsøkene gir en god basis for hvordan vekstfôr til kveite skal sammenettes.

Forskningen vedrørende karbohydratutnyttelse hos marine fiskearter har i dette året vært fokusert på fordøyelse og omsetning av ulike meltyper. Resultatene har gitt grunnlag for anbefalinger av et fôr som gir rask vekst og samtidig en lav fôrfaktor, noe som er svært viktig med tanke på fremtidig økonomi og entusiasme i oppdrett av marin fisk.

Avfallsressurser og miljø

Et forprosjekt med bruk av mikrobølgekniv til produksjon av fiskefôr basert på avfall ble påbegynt i 1990 og vil videreføres i større omfang i 1991. Innledende forsøk gav positive resultater med hensyn på ernæringskvalitet, prosessstap av næringsstoffer, mikrobiologiske analyser og enkle fysiske tester.

Fiskeråstoffer og fiskeavfall til bruk i fôrindustrien kan konserveres ved ensilering. Ensilasjens kvalitet er avhengig av råstoffkvaliteten. Råstoff ensilert etter lagring reduserer proteinkvaliteten og derfor også proteinutnyttelsen hos fisk. Måling av tyramin er funnet å være en god parameter for måling av ensilasjekvalitet. Ensilasjens innhold av tyramin kan derfor etableres som kriterium for proteindekomponering i ensilasjer.

Forsøk har vist at det er fullt mulig å bruke fôrråstoff med høyt askeinnhold som proteinkilde i fôr til laks. Det tidligere problemet med sinkmangel i høyaskefôr kan elimineres med tilsetning av sink.

Dette åpner for økt bruk av fiskeavskjær som fôrmiddel i oppdrett.

Fisk som mat

Matfisk fra forsøksgruppene fra «n-3 flerumettede fettsyrer og vitamin E-prosjektet» ble analysert med tanke på kjemisk og sensorisk kvalitet. Dette har gitt nyttig informasjon om fôrets betydning for ernæringskvaliteten av oppdrettslaks.

Selen er et livsnødvendig sporelement der fisk er en vesentlig kilde i kostholdet. I en serie forsøk er det vist at selen fra fisk er en god selenkilde som i stor grad blir absorbert og utnyttet i kroppen. Dette er et viktig argument for høyere konsum av fisk.

Det har i løpet av året (fortsetter i 1991) blitt innsamlet og analysert (n-3 fettsyrer, vitaminer og sporelementer) i et stort materiale av fisk og fiskeprodukter som Norge eksporterer. Resultatene benyttes i markedsføring og opplysningsvirksomhet om norske fiskeprodukter.

Utvikling og formidling av ernæringskunnskap

Instituttets ansatte har i 1990 publisert 28 vitenskaplige arbeider, og populær vitenskaplige arbeider samt holdt 28 foredrag på norske og internasjonale møter.



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

Oppdragsanalyser har vært utført i et beskjedent antall i 1990. Disse analysene har vært knyttet fettsyresammensetningen i fiskeprodukter til eksport.

Metodearbeid

Fettsyre analysene utgjør hovedtyngden av det analytiske arbeidet og det arbeides kontinuerlig for å effektivisere og kvalitetssikre analyseprosedyrene. Tilsvarende gjelder for analysene av lipidklasser. Ingen nye metoder er innarbeidet i 1990.

Forskningsoppgaver

De siste års forskning har vist at omega-3 fettsyrer har gunstig effekt for forebygging av en rekke sykdommer. Fiskefett inneholder mye omega-3 fettsyrer og det har blitt en økende interesse for å vite nøyaktig hva den spiselige del de enkelte fiskeslag inneholder av disse fettsyrene.

Instituttet har derfor samlet inn en

PROTEINER OG AMINOSYRER

Oppdragsanalyser

Det har ikke vært utført oppdragsanalyser i 1990.

Metodearbeid

Innkjøringen av aminosyreanalyser (Waters) fortsatte i 1990. Instrumentet har vært beheftet med en rekke tekniske mangler og systemfeil, som har tatt tid å utbedre. En har særlig arbeidet med derivatiseringsprosessen, som ikke har holdt de spesifikasjonene som var oppgitt. Dette arbeidet vil fortsette i 1991. En regner da med at analyser av aminosyrer både i hydrolysater og i fysiologiske prøver vil kunne operere rutinemessig.

Det er igangsatt innkjøring av HPLC metode for å bestemme molekylvektfordeling i vannløselige proteinfraksjoner; slik metodikk er viktig i forbindelse med studier av proteinfordøyelse og absorpsjon hos fisk. Forøvrig er avdelingens metoder for bestemmelse av protein; total-methionin og α -amino N under bearbeidelse for tilpassing til nytt utstyr (flerkanal spektrofotometer), som vil forenkle og øke analysekapasiteten betydelig.

Forskningsoppgaver

I likhet med 1989 har virksomheten vært knyttet til problemstillingene (1) råstoff og kvalitet av mel, ensilasje og ensilasjeprodukter fra fisk, (2) kvalitetskriterier for fiskeensilasje, (3) protein i fôr til oppdrettsfisk, (4) proteinsyntese og proteinomsetning hos oppdrettstorsk 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 kan korreleres til biologisk kvalitet. Det er laget ensilasje av forskjellige fiskeslag i laboratoriet, og i disse er det analysert aminosyrer og aminer, ammoniakk og total flyktig N. Fiskeridirektoratets sentrallaboratorium har utført analyser av fett, aske, trimethylaminoksyd, dimethylamin, frie fettsyrer og oksydasjonskriterier på det samme materialet. Dette har vært utført i et samarbeid der det dels er utført ensilering i «bøtte-skala» og dels i større produksjoner. De større produksjonene har vært mulig å lage ved velvillig innsats fra A/S Hordafôr, SSF og Austevoll Fiskeindustri A/S. Med disse ensilasjene er det utført rotteforsøk

for å evaluere ensilasjene før videre forsøk med laks. Forsøk med laks er gjennomført. Prosjektet er avsluttet i 1990 og sluttrapport er under utarbeidelse.

Det er etablert et samarbeid med Senter for internasjonal helse, Universitetet i Bergen, for å undersøke om og hvordan bruk av protein fra lokale fiskearter i Zambia kan kombineres med kornprodukter i forbindelse med utviklingen av avvenningsdieter til barn. Dette arbeidet er knyttet til en dr.scient. student fra Ghana. Det er i denne forbindelse også etablert et samarbeid med personer ved FAO i Roma.

Proteiner utgjør den største og også dyreste komponenten i fiskefôr. En bedre utnyttelse av protein til vekst samt bruk av alternative og billigere 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. Forskningen ved Ernæringsinstituttet har derfor i stor grad vært konsentrert omkring proteinfordøyelse og absorpsjon, sammenhengen mellom proteinfordøyelse og proteinretensjon, og mellom proteintype, proteinutnyttelse og proteinsyntese i muskelvev.

I forbindelse med prosjektet «Torsk i fjord» (Masfjordprosjektet) har Ernæringsinstituttet et samarbeid med Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen. Prosjektet tar sikte på å studere bæreevnen i en fjord i forhold til utsetting av torsk, samt fysiologisk-dynamiske vekst og energiomsetningsmodeller for torsk. Ernæringsinstituttet har ansvaret for den eksperimentelle virksomheten knyttet til energi og stoffomsetning, organutvikling, fordøyelighet og fordøyeshastighet i forhold til dietttype og sammensetning. Forsøksvirksomheten går kontinuerlig. Til nå har en vektlagt vekst som funksjon av fôringsrutiner, d.v.s. fôringshyppighet og rasjonstørrelse, i første rekke med hel brisling som fôr, men også med andre fôrtyper. Basert på forsøksdata for vekst, organutvikling og energi og stoffdeponering skal det nå settes igang modellutvikling for å estimere næringsgrunnlaget for den utsatte fisken i Masfjorden.

VITAMINER

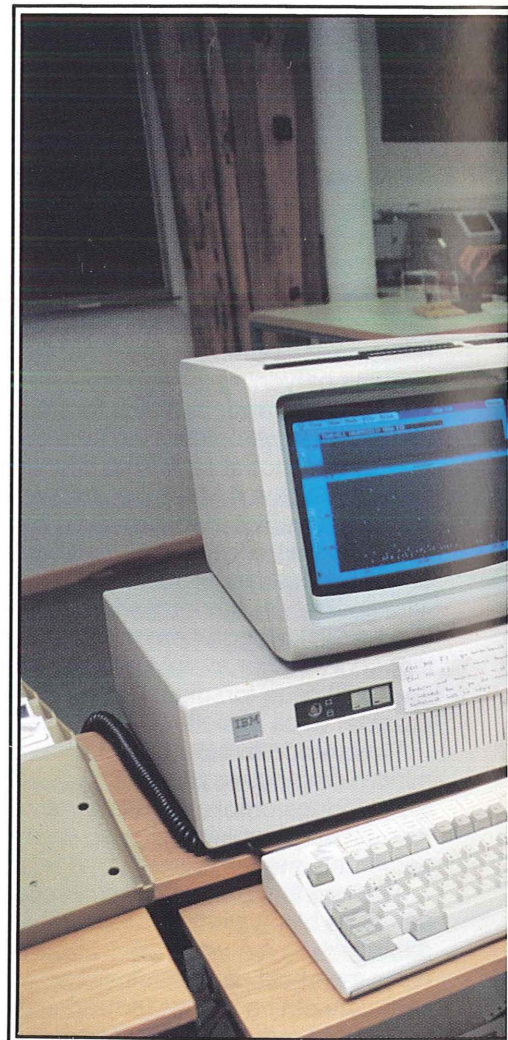
Oppdragsanalyser (handelsanalyser)

Instituttet opprettholdt og videreutviklet beredskapen for vitaminanalyser i 1990. Etterspørselen etter vitaminanalyser er større enn analysekapasiteten, og instituttet har derfor prioritert oppgaver for fiskerinæringen på bekostning av andre sektorer som f.eks. landbruk, sykehus og farmasøytisk industri. Forskningsaktivitetene i forbindelse med fôr til oppdrettsfisk har økt, og dermed krevd større ressurser når det gjelder vitaminanalyser. Oppdragsanalyser utført i 1990 har særlig vært knyttet til vitamininnhold i fisk og fiskeprodukter i forbindelse med eksport, og analyser av fiskefôr.

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

Metodearbeid

Alle analysemetoder for vitaminer som er i bruk ved Ernæringsinstituttet



tet har vært vedlikeholdt og anvendt i 1990. Det pågår et kontinuerlig arbeid for å effektivisere og forbedre analyseprosedyrene, og med å nedskalere prøvemengden som er nødvendig for sikre analyser. En har i denne sammenheng fortsatt med videre metodeutvikling i tilknytning til forskningsoppgaver for vitaminene C, B₆ og E. Spesielt har en vært opptatt av å få etablert en metode for rutineanalyser av vitamin D som et alternativ til den meget ressurskrevende biologiske metoden som eksisterer i dag. Dette arbeidet ble påbegynt ved slutten av året og fortsetter i 1991. Tilsvarende arbeides det med å etablere en HPLC metode for vitamin K, dette arbeidet fortsetter i 1991.

Forskningsoppgaver

Forskning vedrørende behov og omsetning av vitaminene C, B₆ (pyridoksin), A og E hos fisk fortsatte i 1990. I tillegg ble det igangsatt forskning på vitaminene D og K.

Studier over minimumsbehovet for vitamin C i fôr til Atlantisk laks ble gjennomført i 1990. Det ble igangsatt forsøk for å undersøke

hvordan høye doser av vitamin C påvirker fiskens generelle helse og motstandskraft mot furunkulose. Dette arbeidet avsluttes våren 1991. Høsten 1990 ble det videre satt igang forsøk for å undersøke betydningen av vitamin C i fôr til smolt for overlevelse etter overføring til sjøvann. Denne overføringen vil skje våren 1991.

Tilsvarende som for vitamin C ble det gjennomført forsøk for å bestemme minimumsbehovet for vitamin B₆, og behovet for optimal generell helse og motstandskraft mot furunkulose hos laks. Studiet over minimumsbehov ble avsluttet i 1990, mens helseforsøket avsluttes våren 1991. Arbeidene med vitamin B₆ gjennomføres som et Dr. scient studium av en stipendiat ved Universitetet i Bergen knyttet til Ernæringsinstituttet. Arbeidene med vitamin C og vitamin B₆ har vært støttet av F. Hoffmann La-Roche (Sveits).

Det er satt opp forsøk for å undersøke betydningen av vitamin C i fôr til torsk under kjønnsmodningsperioden med sikte på optimal eggkvalitet. Dette er en del av prosjektet, «Pilotproduksjon av marin fiskeyngel». Prosjektet er et samarbeid

mellom SALAR A/S, Trouw Forskningscenter A/S (TRC), SINTEF, Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt og Havforskningsinstituttet ved Senter for Havbruk (Austevoll Havbruksstasjon). BP Norge støtter også prosjektet økonomisk.

Av de fettløselige vitaminene ble det arbeidet med vitamin E og vitamin A i tilknytning til prosjektet «Betydningen av flerumettede fettsyrer og fettløselige vitaminer under kjønnsmodning hos laks» med støtte fra Norges Fiskeriforskningsråd (NFFR). I 1990 ble laks fra omfattende fôringsforsøk strøket ved Matre Havbruksstasjon, og eggenes kvalitet og klekkeegenskaper vil bli undersøkt relatert til flerumettede fettsyrer og vitamin E i fôret. Arbeidet på dette prosjektet vil bli avsluttet i 1991.

Vitamin D er et annet fettløselig vitamin som man ønsker å få økt kunnskap om både når det gjelder funksjon i fisken og innhold i filéten. Feite fiskeslag er, ved siden av anrikt smør og margarin, den viktigste kostkilden for vitamin D. I oppdrett av fisk er det viktig at vi har kontroll med nivået av vitamin D i fôret, og kunnskap om vitamin D i det spiselige produkt som funksjon av innholdet i fôret. Norsk laks som vitamin D-kilde kan bli et viktig markedsføringsargument i framtiden. Men det er viktig å frambringe dokumentasjon og utvikle kunnskap på dette området, da vitamin D er det vitaminet der det er minst avstand mellom anbefalt dose og toksisk dose. Deler av dette arbeidet utføres i samarbeid med NORCONSERV og SSF, og fortsetter i 1991.

Funksjonen av vitamin D hos laks er lite kjent. Hos pattedyr og fugler har man lenge visst at vitaminet er viktig for beindannelsen, og man har trodd at dette har vært den eneste funksjonen til vitaminet. Imidlertid har man i de senere år erkjent at man bare står på terskelen i forståelsen av dette vitaminet (som slett ikke er et vitamin, men et prohormon!), og man har oppdaget at vitaminet spiller en rolle i reguleringen av blant annet immunapparatet. Kunnskap omkring dette vil være viktig for å klarlegge betydningen vitamin D-nivået i fôret har for fiskens helsetilstand. Sommeren 1991 vil det bli igangsatt forsøk med laks med forskjellige doser av vitamin D i fôret for å undersøke noen av de problemstillingene som er reist.





MINERALER OG SPORELEMENTER

Oppdragsanalyser

Oppdragsanalysene har hovedsakelig vært begrenset til prøver av marint råstoff, med unntak av et samarbeid med Landsforeningen for kosthold og helse knyttet til analyser av mineraler og sporelementer i diverse kjøttprøver som ble avsluttet denne våren. Følgende mineraler og sporelementer har vært analysert i innsendte prøver: natrium, kalium, magnesium, kalsium, fosfor, fluor, vanadium, krom, mangan, jern, kobber, sink, arsen, selen, kadmiem, tinn (total), bly og kvikksølv. Oppdragsgivere har vært fôrprodusenter, fiskeoppdrettere, næringsmiddelindustrien samt FoU-institusjoner.

Metodearbeid

Kvalitetssikring av analyser av mineraler og sporelementer er arbeid som pågår kontinuerlig. Offisielle krav om dokumentert analyse-sikkerhet av kjemiske forbindelser og andre stoffer i matvarer vil komme (akkreditering av laboratorier). Det er derfor viktig at de som arbeider med kjemiske- og mikrobiologiske analysemetoder i tilknytning til næringsmiddelkjemisk sammensetning av matvarer er forberedt på slike krav. I tilknytning til analysekvalitet har vi også dette året deltatt i en ringtest. I denne testen inngikk bestemmelse av selen, magnesium, jern, kobber, sink og kadmiem i humant serum. Testen ble arrangert av Isotoplaboratoriet, Ås. Resultatene vil foreligge i 1991. Analyser av mineraler og sporelementer i biologisk materiale med bruk av atomabsorpsjon krever at prøvene er i løsning. Dekomponering av biologiske prøver i lukkede reagensrør med salpetersyre og perklorisyre gir gode resultater for de fleste mineraler og sporelementer. Det har imidlertid vært et mål å redusere bruken av perklorisyre til et minimum i analysene av arbeidsmiljøhensyn. Ny teknologi som anvender mikrobølger har vært utprøvet ved Instituttet. Denne teknikken gjør kun bruk av salpetersyre som dekomponeringsreagens. Metoden synes å dekomponere kvantitativt en rekke biologiske materialer og har gitt gode analyseresultater for de fleste elementer som har vært studert. Dette arbeidet vil fortsette i 1991. Optimalisering av en metode til bestemmelse av krom med grafittovn atomabsorpsjon i biologisk materiale ble videreført i 1990. Arbeidet er en del av en cand. scient. oppgave.

Forskningsoppgaver

Den biologiske forskningen har også i 1990 i stor grad vært knyttet til de to NFFR-finansierte prosjektene «Sjømat som sporelementkilde i norsk kosthold» og «Mineral- og sporelementbehovet hos laks» som begge har økonomisk støtte ut 1991.

Det sistnevnte prosjektet har som mål å fastsette ernæringsmessige behov for mineraler og sporelement hos laks. For å finne nedre behovsgrenser for disse næringselementene var det nødvendig å bruke et fôr som både har et lavt innhold av de elementer og som gir god vekst hos laksen. Torskemuskelmel (TORO A/S) som proteinkilde i «hjemmelaget» pelletert fôr har blitt brukt og det er gjennomført to større behovsforsøk ved Matre havbruksstasjon der vi studerte henholdsvis sink- og jernbehovet. Ut fra sinkbehovsforsøket ser det ut til at konsentrasjonen av sink i serum, i bein og i hel fisk er de parametrene som best viser sinkstatus, og ut fra et ønske om å holde disse på et «normalnivå» var det nødvendig med en tilsetning på 40 mg Zn/kg til fôret laget av torskemuskelmel. Dette viser et behov (inklusive sink i fôrmidlene) ut fra innholdet av sink i fôret på 37–67 mg/Kg.

I 1990 ble det utført forsøk vedrørende sinkbehov under startfôring. Forsøket var tilsvarende det forsøket som ble utført på ynglaks. Materialet fra dette forsøket er under analysing, og her vil resultatene gjøre det mulig å sammenligne sinkbehovet hos laks i de to livsfasene. Det ble videre utført et forsøk på Matre havbruksstasjon der målet var å sammenligne sinkbehovet som ble funnet i forsøket med torskemuskelmel som proteinkilde (lav-sink i fôr-råstoff) med vanlig fiskemel (middels/høgt sinkinnhold i fôr-råstoff). Vi fikk også mulighet til å utføre et forsøk på Ewos sin forskningsstasjon i Lønningdal. I dette forsøket ble behovet for ekstra selén tilsetning i fôr av fiskemel undersøkt og effekten av en organisk selénkilde (selenometionin) og en uorganisk selénkilde (selenitt) som kjemisk form i fôrtilsetningen ble sammenlignet. Foreløpige resultater viser at metabolismen av de to formene er ulike og bare selenometionin blir i vesentlig grad akkumulert i fiskekjøttet. Dette er viktig for eventuell berikning av oppdrettsfisk med selen.

I samarbeid med Carl Shearer, gjesteforsker fra Seattle, ble det utført et forsøk der elementbalansen i fisk som fikk graderte mengder

beinmel tilsatt til vanlig fiskemelsbasert pelletert fôr. Det har vært innvendinger mot bruken av beinmel i fiskefôr fordi man har ment at de høye mengdene av kalsium og fosfor ville hindre sinkopptaket i fisken. Det ble funnet noe mindre sink i fisken fôret med den høyeste tilsetningen av beinmel, slik at dette kan være et problem, men ved tilsetning av litt ekstra sink til slike dietter kan dette trolig omgås. Proteinfordøyelse viste ingen forskjell.

Prosjektet «Sjømat som sporelementkilde i norsk kosthold» har som mål å vurdere marine næringsmidler som kilde til sporelementer i det norske kostholdet. Dette innebærer at tilgjengeligheten av sporelementer i sjømat blir sammenlignet med andre kilder til sporelementer i kostholdet. Essensielle og toksiske mineraler og sporelementer blir analysert i mer enn femti arter fisk og skalldyr. Dette materialet skal brukes som beregnings- og dokumentasjonsgrunnlag i sammenheng med fiskeeksport, ernæringsopplysning, fôrlaging etc.. Opptak og utnyttelse av visse elementer fra fisk og skalldyr er blitt studert i forsøk med rotter. For å vurdere fisk som selenkilde i forhold til andre viktige selenkilder i kosten, ble det i denne perioden utført et studie på rotter der torsk, svinekjøtt, reker og hvete ble sammenlignet som kilde til selen. Selenkonsentrasjonen før og etter forsøksperioden ble målt i serum, lever og femur. Aktiviteten til det selenavhengige enzymet glutathion peroksidase (GSH-Px) ble målt i serum og lever. Det ble funnet at selen fra fisk ble like godt tatt opp og utnyttet i kroppen som selen fra svinekjøtt og hvete, mens tilgjengeligheten av selen fra reker var noe mindre.

Arbeidet med å bestemme kjemiske former av selen i fisk har fortsatt. Kunnskap om elementets kjemiske former vurderes som en viktig forutsetning for å kunne forklare forskjeller i tilgjengelighet av selen fra forskjellige næringsmidler.

I samarbeid med Havbrukssenteret, SINTEF, har vi i en undersøkelse studert hvilke effekter innholdet av blant annet kalsium, fosfor, jern, sink og selen i egg har på eggkvalitet/overlevelse av rødspette. Resultatene vil bli bearbeidet av Havbrukssenteret, SINTEF, i 1991.

I et samarbeid med Havforskningsinstituttet og Fylkesmannen i Nordland, Miljøvern avdelingen, ble innholdet av kadmium, bly, arsen og kvikksølv samt PAH studert i sjøørret fra Ranafjorden. Bakgrunnen for denne undersøkelsen var å avdekke hvorvidt fisken hadde for-

høyet innhold av metaller og PAH som følge av utslipp fra industrien i området, og om fisken var egnet som mat. Resultatene av undersøkelsen viste at disse fremmedstoffene ikke forringet sjøørret som næringsmiddel fanget i Ranafjorden.

Kvikksølvinnholdet i ørret fra Opsangervatnet, Husnes, har vært undersøkt og sammenlignet med to høyereliggende vann. Undersøkelsen viste at kvikksølvinnholdet i ørret (200 g) varierte fra 0.1 til 0.2 mg/kg spiselig vare. Fisk av denne størrelse fanget i Opsangervatnet kan spises ubegrenset.

DYRESTALL

Ernæringsinstituttet har også i de nye lokalene på Nordnes egne dyrestaller for forsøk med dyr. Stallene er foreløpig innredet for forsøk med rotter og kyllinger, men det vil kunne bli aktuelt å holde andre arter i fremtiden.

Forsøk med dyr omfatter studier av fordøyelighet, fôrutnyttelse og biotilgjengelighet av spesielle næringskomponenter i marine råstoffer og produkter. Det ble i 1990 videreført forsøk med rotter og kyllinger for å finne fram til kvalitetskriterier for fiskeensilasje, og for å bestemme tilgjengeligheten av mineraler og sporelementer fra sjømat.

Instituttet har ikke egne våtlaboratorier til ernæringsstudier hos fisk, men gjennomfører slike forsøk ved, og i samarbeid med Havforskningsinstituttets stasjoner.

FISK / OMEGA-3 / HELSEKOST

Fisk har vært basiskost i Norge så lenge det har levd mennesker langs norskekysten. Med økende sivilisasjon har fisken langsomt måttet vike plassen for kjøtt som vår viktigste middagsrett. Det har likevel holdt seg en oppfatning om at fisk er sunn kost, og i vår tid har ernæringsforskningen vist at dette har vært en riktig oppfatning. Idag kan vi kanskje gå så langt som å si at fisk er helsekost.

Nå er jo middagsretter av fisk først og fremst lettfordøyelig og optimalt sammensatt protein, ernæringsmessig sett. Men i de siste ti årene har fiskefettet fått stor oppmerksomhet, og da på grunn av innholdet av flerumettede, såkalte omega-3 fettsyrer (se rammen for nærmere forklaring på begrepene). Det var studier over Grønlandseskimoenes lave frekvens av hjerte/kar-sykdommer, sammenholdt med deres store inntak av fiskefett som satte igang en intens forskningsaktivitet.

Det har lenge vært hevdet at et økt inntak av de flerumettede fettsyrene i vegetabiliske oljer reduserer blodkolesterolet og risikoen for hjerteinfarkt. Derfor er det blitt markedsført margariner med et høyt innhold av vegetabiliske oljer uten herding, og slike margariner er mange steder kalt diett-margariner. Men nå har vi altså fått en «ny» familie av flerumettede fettsyrer som helst skal innpasses i kostholdet vårt. Da er det godt å vite at vi finner dem i fisken som alltid har vært viktig i det norske kostholdet.

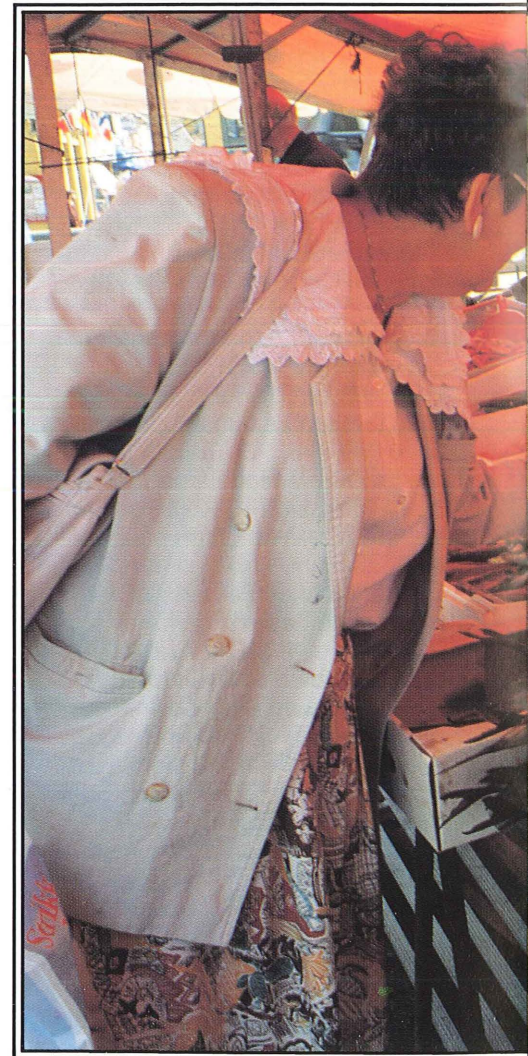
Det er interessant i denne sammenhengen at vi i Norge har et helsekostprodukt med lange tradisjoner og et trofast publikum, nemlig torsketranen. Norsk medisintren er nå snart 150 år, og kan ha fått et nytt liv på grunn av innholdet av omega-3-fettsyrene. Den er ellers mest kjent for innholdet av de fettløselige vitaminene A og D. D-vitamin skal mennesker helst kunne lage selv ved hjelp av sollys på huden, men her i Bergen har vi visstnok hatt 11 timer sol de første 100 dager av året, så tranen kan komme godt med.

Hva vet vi idag om helse-effekten av omega-3-fettsyrene?

For å finne et riktigst mulig svar på dette spørsmålet, ble det arrangert en internasjonal konferanse i Washington i mars i år. Konferansen hadde tittelen: «On the health effects of omega 3 polyunsaturated fatty acids in seafoods», og samlet 250 deltakere. Blant disse var medisiner, fysiologer og biokjemikere fra verdens fremste forskningsgrupper innen dette forskningsområdet.

Det ble referert at i de siste fem årene siden siste konferanse har det blitt publisert 1500 vitenskapelige rapporter innen emnet «omega-3-fettsyrer og helseeffekter». Gjennom 4 dagers konsentrerte drøftelser fremkom en rekke konklusjoner.

1. omega-3 fettsyrer er essensielle (livsviktige) for mennesker på samme vis som omega-6-fettsyrer fra vegetabilier, og de to familiene har hver sine oppgaver og utfyller hverandre. De flerumettede fettsyrene er viktige komponenter i alle kroppens membraner og blir også omdannet til en lang rekke signalstoffer som har særlig betydning ved kroppens beskyttelse mot fremmedstoff og i «reparasjons»-oppgaver. De to familiene av fler-



av

Georg Lambertsen og Øyvind Lie

umettede fettsyrer har her ulike oppgaver, og det er viktig at der er en optimal balanse mellom dem, og det vil i praksis si en god balanse mellom plantefett og fiskefett.

2. omega-3 fettsyrer er viktig i oppbyggingen av hjerne- og nervevev, og i øyets retina, og må tilføres til foster og spebarn.

3. omega-3 fettsyrer beskytter mot hjerte/kar-sykdommer, bl.a. ved å redusere blodets fett-innhold, og ved å redusere blodets tendens til trombose (blodlevring). Resultatene viser klart at inntak av omega-3-fettsyrer fra fisk reduserer risikoen for hjerteinfarkt, og tyder på at 0,5 til 1 gram per dag reduserer risikoen hos middelaldrende amerikanske menn med 40 prosent.

4. Et økende antall forskningsresultater tyder på at omega-3 fettsyrer har en gunstig effekt på kroniske betennelse-sykdommer, såkalte autoimmune sykdommer.

5. Det foregår en aktiv forskning på virkningen av omega-3 fettsyrer på bl.a. diabetes og kreft, men hittil uten sikre konklusjoner om en gunstig effekt.

Det meste av forskningen omkring helseeffekter av omega-3 fettsyrer har vært gjort med pasienter, og med tilførsel av konsentrerte fiskeoljer, for eks. i kapsler. Det var likevel en klar oppfatning hos deltakerne på konferansen at et naturlig inntak av omega-3 fettsyrer ved å spise fisk er et verdifullt forebyggende helsetiltak.

Hva finner vi av omega-3 fettsyrer i fisk og fiskeprodukter?

Filét av torsk, sei og hyse er svært mager (< 0.5% fett), så selv om dette fettene inneholder mye omega-3 fettsyrer gir et måltid (200 gram) mindre enn 0.3 gram av disse fettsyrene.

Panetter av disse magre fiske-slagene steker vi vanligvis i margarin, dette fettene suges opp og vi får dermed et mye høyere fettinnhold. Spiser vi en tilsvarende 200 grams porsjon til middag blir inntaket av omega-3 fettsyrer ubetydelig (se fig. 1). Fiskepudding, fiskeboller og fiskekaker er vanligvis lagd av magre fiskeslag og er i tillegg utspedd og gir dermed små mengder av omega-3 fettsyrer.

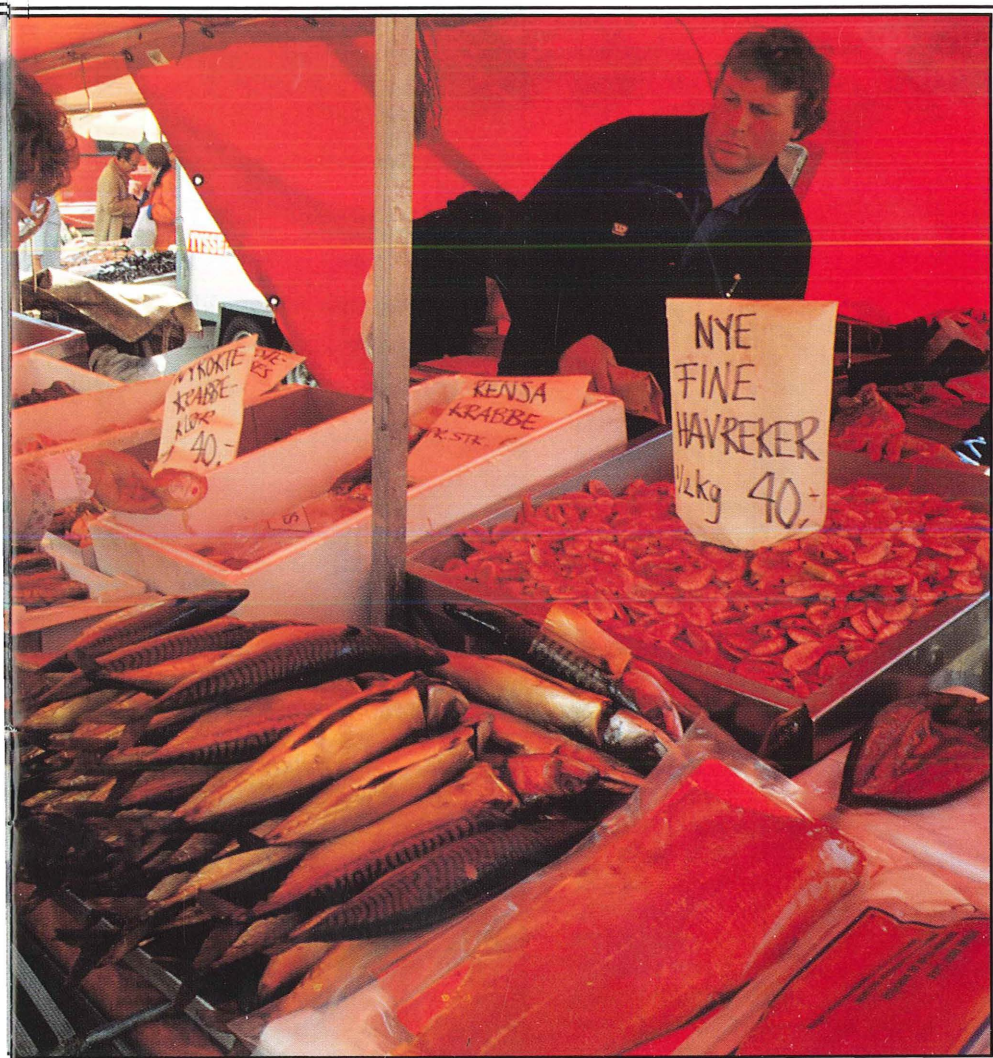
Fisk som uer, blåkveite, steinbit, rødspette og kveite har et fettinnhold som varierer med årstidene (med næringstilgangen). Disse artene vil likevel være rimelig bra som omega-3 kilder. En middag av saltet uer eller røkt blåkveite vil gi mellom 1 og 3 gram av disse fettsyrene. Etter en slik middag er dagsdosen omega-3 fettsyrer vel dekket.

Laks og ørret er også tilsvarende gode (smaklige også) kilder til helsebringende fettsyrer. Disse artene kan brukes i mange variasjoner til middagsmat både kalde og varme og vil også gi 1-3 gram omega-3 fettsyrer. I tillegg er røkte og gravete produkter utmerkede kilder.

Norsk oppdrettslaks må i denne sammenheng bevare sitt omdømme som god omega-3 kilde og dermed «helsekost». Mengden fett og mengden omega-3 fettsyrer i laksefiléten kan i høy grad styres gjennom føringen (se fig. 2). Dette er et forskningsfelt som vi for tiden arbeider med.

Sild, makrell og brisling er suverene når det gjelder omega-3 fettsyrer, noe som i hovedsak skyldes et høyt innhold av fett (helt opp til 30% for makrell), dette vil selvsagt også variere med årstidene.

En middag av sild og makrell vil gi over 5 gram av disse fettsyrene. Står kokt høstmakrell på menyen kan det bli opp mot 15 gram omega-3 fettsyrer og det skulle holde for 2 uker (mager fisk er da ypper-



lig). Det finnes en rekke utmerkete produkter laget av feit fisk, vi kan bare tenke på alle varianter av sild, hermetiske produkter av makrell, brisling, sardin osv, og i tillegg røykte og gravete produkter.

En artikkel (av Andresen, Fjeldstad, Lie og Lambertsen) i Fiskets Gang nr. 6 – 1989, gir mer detaljert informasjon om fettinnholdet i fisk og fiskeprodukter.

Hvilke anbefalinger bør vi gi om fisk i det norske kostholdet?

«Spis mer fisk» er et velkjent og enkelt slagord, men det må modifiseres om målet er et riktig inntak av omega-3 fettsyrer fra norske fiskeprodukter.

Ifølge statistikken spiser vi gjennomsnittlig ca. 15–20 kg ren fisk per år, eller 35–45 kg rund fisk. Slik statistikk er full av huller. Om vi regner 200 gram i et middagsmåltid, og to fiskemåltider per uke, får vi 20 kg per år som et rimelig mål fordelt over hele befolkningen. Men vi spiser tre til fire ganger så mye kjøtt! Nordmenn er mest glad i filet av

«magre» fisk som torsk, sei og hyse. Med lever blir fettene som ønsket, men om en nøyer seg med smeltet smør blir resultatet nærmest motsatt.

Et dagsbehov på 1–0,5 gram omega-3 fettsyrer har vært foreslått. Med 5–10 prosent fett i filet av «fete» fisk, og 15–20 prosent omega-3 i fettene blir dette faktisk minst 15 kg fet fisk per person per år! Det er vel neppe trolig at noen skifter ut alt av torsk, fiskeboller o.s.v. med sild og makrell.

Men ett måltid annen hver uke, altså hver fjerde fiskemiddag, av f.eks. sild, makrell, kveite eller laks burde kunne anbefales. I tillegg bør vi så spise fet fisk som pålegg hver dag. En skive brød medørsild, røkemakrell, sardiner, røkelaks og mye annet godt som blir laget i Norge av våre fete fiskeslag, kan lett tilsvare fiskemåltid nr. 2, og dermed går regningen opp. Og da har vi ennå ikke nevnt tranflasken, som så mange nordmenn sverger til gjennom vinterhalvåret. En skje tran gir alene opp mot 1 gram omega-3 fettsyrer, og så er samvittigheten god den dagen.

Altså: 0,5 til 1 gram av omega-3 fettsyrer fra våre fete fiskeslag hver dag (gjennomsnittlig) er sikringskost mot hjerteinfarkt og mange andre plager.

Litt kjemi må til:

Fettsyrer er de viktigste byggestenene i fett og oljer. Fettsyrene er sammensatt av lange kjeder av karbon-atomer (14–24 stk.), der karbonets bindingsevne er delvis eller helt mettet med hydrogen. Når fettsyren mangler to hydrogen er den en-umettet (mono-) og har en «dobbelbinding». Når fettsyren mangler 4 til 12 hydrogen er den fler-umettet (poly-) og har 2 til 6 «dobbelbindinger». Vi har altså tre grupper av fettsyrer i fett og oljer: mettede, enumettede og flerumettede. De flerumettede fettsyrene er essensielle (livsnødvendige), og deles i to «familier», omega-6 fra planter og vegetabiliske oljer, og omega-3-fettsyrer, vesentlig i fiskefett, omtalt i artikkelen. Omega er den siste bokstaven i det greske alfabetet, og viser til at den ytterste dobbelbindingen i fettsyren er plassert på sjette eller tredje karbonatom fra enden av molekylet.

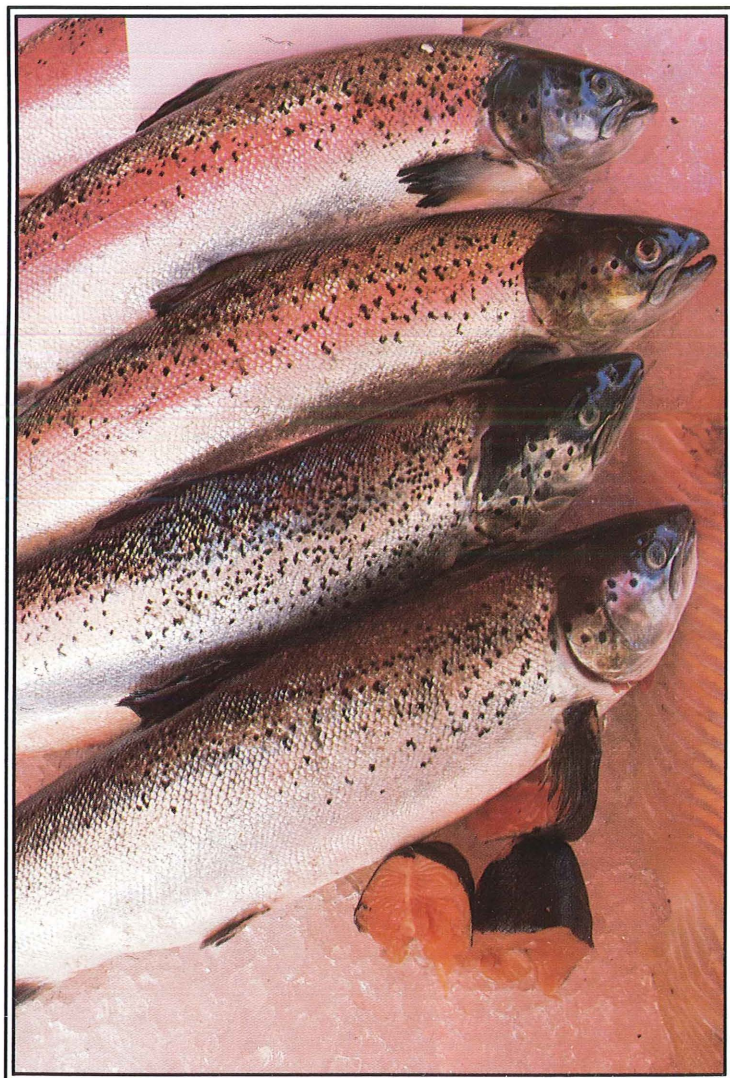


Fig. 1.

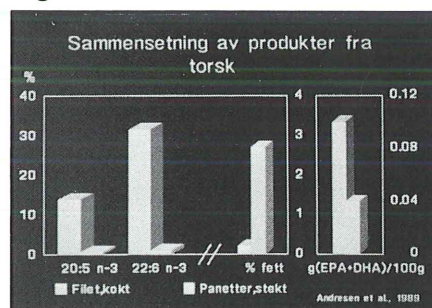
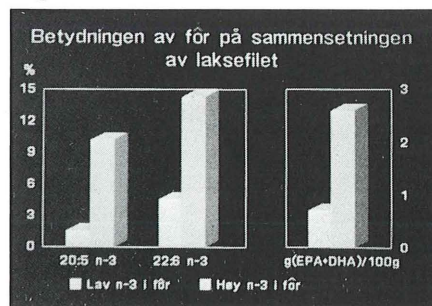


Fig. 2.



ERNÆRINGSVERDI AV MAT FRA HAVET

av

Eva Rosendahl Knudsen

Stortinget arbeider med en ny ernæringsmelding. Et av budskapene i denne er at mat fra havet med fordel kan utgjøre en større del av kostholdet vårt.

Ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har det siden begynnelsen av 1950-årene vært arbeidet med ernæring og ernæringsrelaterte problemstillinger vedrørende fisk og andre marine produkter. I det følgende vil jeg gå nærmere inn på hvorfor fisk og skalldyr er så verdifullt i ernæringsammenheng. Jeg vil også se på om uønskede stoffer i marine næringsmidler har betydning for vårt forbruk. Hvilke fordeler er det egentlig ved å spise sjømat? Bli man fortsatt «frisk av å spise fisk»?

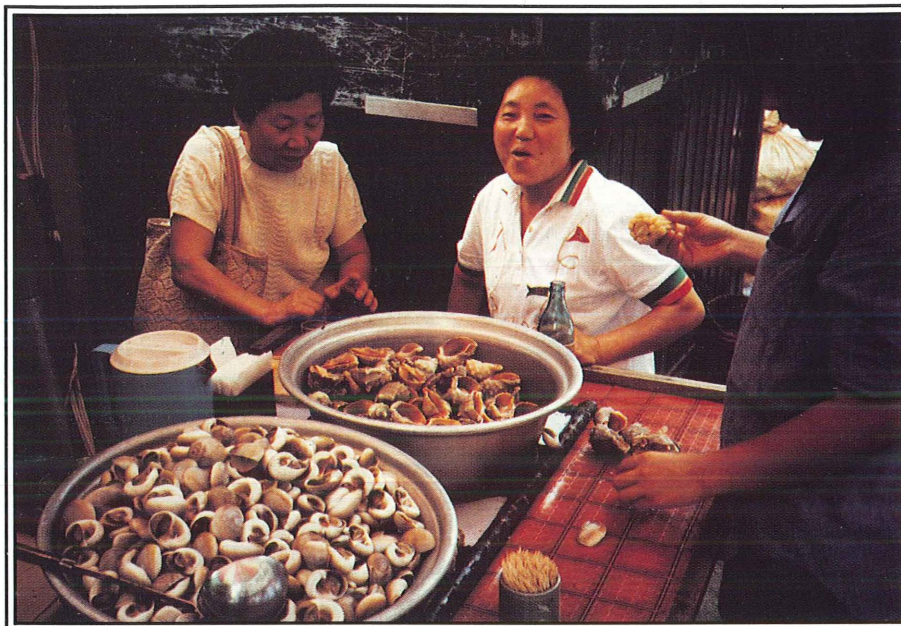
Vi er i de senere år blitt stadig mer klar over den direkte sammenhengen det er mellom kosthold og helse. Det har likevel vært en tendens til at folk istedet for å satse på å forbedre sitt kosthold og livsstilen generelt, tror de kan kjøpe sunnhet i form av piller eller andre preparater som selges for store summer i helsekostforretningene. Sannheten er at ingen kunstig fremstilte preparater kan erstatte de naturlige vitaminer og mineraler som finnes i maten vår – i gode råstoffer.

Ideell aminosyresammensetning

Proteinet i fisk er lett fordøyelig, og har en ideell sammensetning av de aminosyrer som er livsnødvendige for høyerestående dyr og mennesker. For eldre mennesker som ofte spiser lite er det spesielt viktig med et lettfordøyelig protein, som samtidig gir dem tilstrekkelig av de essensielle aminosyrene.

For barn er dette også et viktig poeng.

For utviklingsland blir det nå i samarbeid med bl.a. FAO og Ernæringsinstituttet arbeidet med å utvikle en barnemat av fisk og spiret korn. Disse ingrediensene i blanding vil kunne utfylle hverandre og gi barnet en fullverdig sammensetning av aminosyrer, fettsyrer, vitaminer og mineraler. Barn under 5 år i disse landene er spesielt utsatt for feil- og underernæring når de må slutte med morsmelk. Ved bruk av lokale fiskedammer og enkel teknologi vil forhåpentligvis denne maten bli tilgjengelig for mange.



Det gunstige fett

Det har lenge vært kjent at blant eskimoer er dødelighet på grunn av hjerte-kar sykdommer svært lav. Det høye fiskeforbruket blant denne folkegruppen har fått æren for dette. Det er særlig de fete fiskeslagene som har fått status som gunstige i forbindelse med hjerte-kar sykdommer.

Fiskefett kan betegnes som sunt fett, fordi det er rikt på flerumettede fettsyrer, særlig av den type som kalles omega-3 fettsyrer. Omega-3 fettsyrene reduserer innholdet av kolesterol i blodet, og de bidrar til at det ikke så lett dannes avleiringer i arteriene. Med henvisning til omega-3 fettsyrenes gunstige helsemessige virkning, markedsføres det konsentrater av slike fettsyrer i kapsler. Som en sammenligning kan nevnes at 100 gram røkelaks inneholder like mye omega-3 fettsyrer som 10 kapsler. Få vil vel være i tvil om hva som er mest tiltalende og hensiktsmessig å innta – sannsynligvis også billigere.

Det er likevel grunn til å peke på at det på tross av et høyt inntak av fisk kan være risiko for hjertesykdommer dersom kosten ellers inneholder mye fett. En større undersøkelse kalt Zutphen-studiet, utført i Nederland over 20 år, konkluderte med at 2–3 fiskemåltider per fiskemåltider per uke reduserte dødelig-

I land i østen finner man markeder med et utvalg i sjømat som kan få Fisketorget i Bergen til å blekne i sammenligning. Nykokte skjell, friske østers eller blekksprut i utallige varianter er noen fristende eksempler.

(Foto: Amund Måge)

het på grunn av hjerte-kar sykdommer med opptil 50 %. To tredjedeler av fiskeforbruket var mager fisk som torsk og rødspette, og en tredjedel var fet fisk som sild og makrell.

Disse resultatene antyder at også andre næringsemner i fisk enn omega-3 fettsyrene har effekt på hjerte-kar sykdommer.

Vår viktigste vitamin D kilde

Fete fiskeslag er rike på de fettløselige vitaminene A og D. Fet fisk og tran er de eneste gode naturlige matkildene for vitamin D. Mange fiskeslag inneholder nok vitamin D til at en ukes D-vitamin behov kan dekkes med ett måltid. Tran, eller fiskeleverolje, inneholder så mye vitamin D at den nærmest kan betraktes som medisin. Selv om det finnes vitamin D i næringsmidler som egg, melk og melkeprodukter, er dette innholdet svært lavt sammenlignet med fet fisk.

Tabell 1 viser hvor mye vi trenger av noen utvalgte vitaminer og mineraler per dag.

Fettløselige vitaminer blir bestemt

kromatografisk. Fra prøvematerialet blir først fett og fettløselige substanser ekstrahert med organiske løsningsmidler, og deretter analysert med kromatografiske metoder, som f.eks. HPLC (høytrykksvæskekromatografi).

En rik B-vitamin-kilde

Fisk er også en rik kilde til B-vitaminer. Fisk inneholder vitamin B₁, som all animalsk føde gjør, og de fleste vegetabilier også. Men vitaminene folsyre og pyridoksin (B₆) finnes i bemerkelsesverdige høye konsentrasjoner i fisk. B₆ er følsom for varme og kan lett tapes ved kraftig koking og steking. Imidlertid er tilberedelsesmetodene blitt bedret de senere år. Ved bruk av f.eks. mikrobølgeovn kan en regne med at tapet av disse vitaminene vil være mindre. Bruk av gravet fisk vil også være en forsikring mot mangel på disse vitaminene. Det blir hevdet at folsyremangel er en av de vanligste vitaminmanglene i vårt moderne samfunn, framfor alt blant de eldre. Mangelen på folsyre fører blant annet til anemi. Fisk og fiskeprodukter regnes som gode kilder til vitamin B₁₂. Analyser av fiskerogn viser et høyt innhold av dette vitaminet. Analyser av barnemat på glass, basert på rogn, fisk eller fiskeprodukter viste tilstrekkelig innhold av B₁₂ til å dekke 60 til 200 prosent av barnets dagsbehov for for dette vitaminet.

B-vitaminene blir bestemt med mikrobiologiske vekstmetoder. Det blir brukt en bakteriekultur som er avhengig av det aktuelle vitaminet for vekst. Ved tilførsel av det aktuelle B-vitaminet vokser bakteriekulturen. Økende tetthet i bakteriekulturen kan måles med lysspektrofotometri.

Mineraler og sporelementer i sjømat

Omkring 20 grunnstoffer har kjente funksjoner i menneskekroppen. Vi snakker om mineraler og sporelementer.

Mineraler kaller vi de elementene vi trenger mer enn 100 milligram (mg) av per dag. Dette er elementer som kalsium, magnesium, natrium og fosfor.

Sporelementer kaller vi de elementene som vi trenger mindre enn 100 milligram av per dag, helt ned i mikrogram (μg) mengde. Denne gruppen deler vi i de essensielle og de ikke-essensielle sporelementene. Et sporelement regnes som essensielt (livsnødvendig) når det oppstår mangelsykdommer hvis vi

får for lite av dette elementet, og mangelsymptomene forsvinner når vi igjen får tilført elementet.

Mineraler og sporelementer er nødvendige for biokjemiske prosesser som foregår i kroppen vår. For eksempel finnes sporelementet sink i alle cellene i kroppen. Sinkholdige enzymer inngår i kroppens energiomsetning og er helt nødvendig for kroppens vekst og seksuelle utvikling. Et annet eksempel er kobber, som trengs i enzymer som beskytter kroppens celler mot angrep fra skadelige oksyderende stoffer i våre omgivelser, som f.eks. ulike typer forurensning.

Får vi for lite mineraler og sporelementer vil deler av kroppsmaskineriet vårt gå i stå, og resultere i sykdom. Mange av sporelementene må vi heller ikke få for mye av, det kan føre til forgiftning. Sammenhengen mellom inntaket av et sporelement og effekten på helsen er vist i Figur 2.

Opptaket og utnyttelsen av elementet i kroppen vil påvirkes av andre faktorer i maten. Det har lenge vært kjent at C-vitamin øker opptaket av jern fra et måltid. Forsøk utført ved Ernæringsinstituttet har vist at marint fett i kosten øker opptaket av sink.

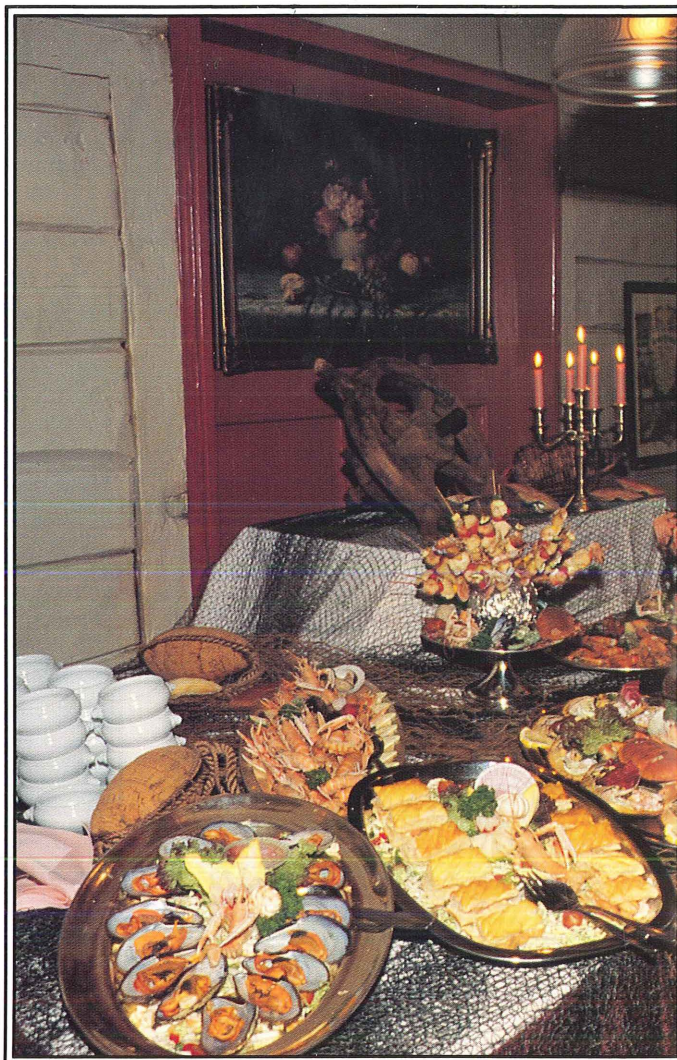
Høyt innhold av ett spesielt element kan også nedsette opptaket av et annet. F.eks. vil et spesielt høyt innhold av jern i kosten redusere opptaket av sink.

Mineraler

Saltvannsfisk har et høyt innhold av kalium og et lavt innhold av natrium i fileten (7:1). Dette er gunstig fordi et slikt forhold mellom kalium og natrium i kosten bidrar til å senke høyt blodtrykk.

Kalsiuminnholdet i fisk varierer mye fra art til art, og er også avhengig av hvor mye bein en spiser. Men selv i helt rene fileter av stor fisk er kalsiuminnholdet dobbelt så høyt som i f.eks. svinekjøtt. Middelværdien ligger omkring 200 mg kalsium per kg filet, mot 100 mg per kg i kjøtt.

Sardiner spises med bein. Det

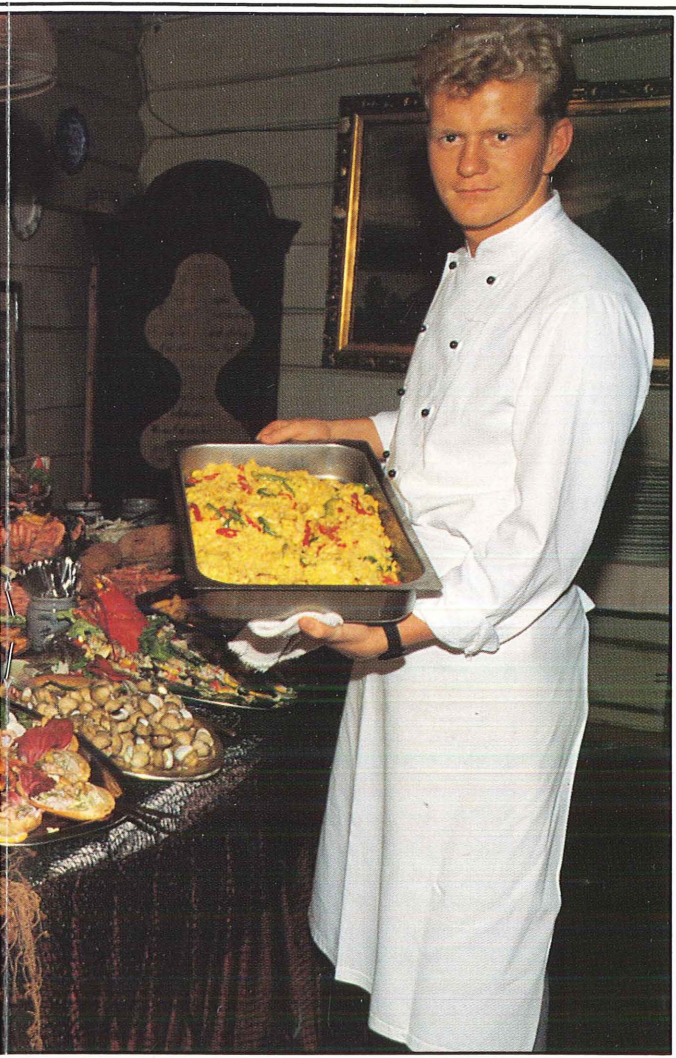


betyr at en får i seg en balansert blanding av kalsium og fosfor. Sardinene inneholder også vitamin D, som er helt nødvendig for at kroppen skal kunne ta opp kalsium. Sardiner er vel omtrent den eneste

Tabell 1. Anbefalt inntak av noen næringsutvalg fra de nye Nordiske næringsstoffa

	Vitamin D	Vitamin B ₆
	μg	mg
Selen		
Barn:		
< 1/2 år	10	0.3
1/2-1 år	10	0.6
1-3 år	10	0.9
Menn:		
11-14 år	5	1.8
15-18 år	5	2.0
19-	5	2.2
Kvinner:		
11-50 år	5	2.0
50- år	5	2.0
Gravide	10	2.6

*) En ekspertgruppe med representanter anbefalinger (1988) for et daglig inntak av gen i disse landene.



naturlige råvaren der man får både kalsium og vitamin D i mengder som betyr noe for opptaket i kroppen. Sardiner kan dermed være en god erstatning for dem som av medisinske eller personlige

med atomabsorpsjonsspektrofotometri (AAS). Atomabsorpsjon spektrometri er en av de mest brukte teknikker for å analysere både metalliske- og noen ikke-metalliske grunnstoffer.

stoffer, angitt per person og dag (et anbefalingene*).

Kalsium	Jod	
mg	µg	µg
360	40	20
540	50	20
600	70	20
800	150	30
800	150	30
600	150	30
800	150	30
800	150	30
1000	175	30

fra de nordiske landene har utarbeidet nye vitaminer og sporelementer for befolkning

årsaker drikker lite melk. (Figur 3.)

Magnesiuminnholdet er svært stabilt fra art til art hos fisk, i gjennomsnitt 250 mg magnesium per kg filet, i sammenligning med 3 mg per kg i kjøtt. Magnesium er et element som har betydning i forbindelse med hjerte-kar sykdommer. Hjertemuskelfunksjonen er avhengig av god tilførsel av magnesium. I områder med bløtt vann kan inntaket av magnesium være lavt, og i disse områdene vil fiskeforbruket bety mye for tilstrekkelig tilførsel av magnesium.

Det bør fremheves at saltvannsfisk er den viktigste jodkilden i kosten. Dette er lett å glemme fordi jod ikke har vært i mediabildet på en stund. Likevel regner man med at rundt 200 millioner mennesker av jordens befolkning lider av struma, en sykdom som skyldes jodmangel.

Mineraler og sporelementer blir analysert

sons dagsbehov for kobber er på 2-3 mg per dag.

Sammenlignet med andre matkilder er fisk spesielt gode kilder for fluor, jod og selen. Fisk er uten tvil vårt mest selenrike næringsmiddel. Fisk inneholder ca 10 ganger mer selen enn andre animalske næringsmidler og 30-40 ganger mer enn vegetabilier. Dyreforsøk har vist at selen fra fiskedietter blir bedre absorbert og utnyttet i kroppen enn den form for selen som er vanlig i kosttilskudd. Selen inngår i enzymer som glutathion peroksidase, som sammen med vitamin E beskytter cellene våre mot skader fra farlige oksyderende stoffer. Selen beskytter også mot tungmetaller. Selen binder til seg kvikksølv, og reduserer dermed giftvirkningen til dette skadelige elementet. Man mener at for lite selen i kosten kan øke sjansene for kreft og hjerte-kar sykdommer. Selen er et av de elementene som markedsføres kraftig fra helsekostforretningene. Det er all grunn til å legge merke til at i fisk får vi selen i en form og mengde som er balansert i forhold til andre næringsstoffer, og man risikerer ikke å få for mye. I Norge kommer 20-30 % av vårt seleninntak fra fisk, mens det i Japan er nærmere 50 %. På dette området bør japanerne være et eksempel til etterfølgelse.

Forskning på næringsverdi

Analyser av innhold av vitaminer, mineraler og sporelementer i sjømat er ikke alene nok til å klassifisere dem som gode eller dårlige kilder. Det er også nødvendig å få kunnskap om den biologiske tilgjengeligheten av et næringsstoff. Å måle den biologiske tilgjengeligheten av et næringsstoff vil si å undersøke i hvilken grad det blir tatt opp og utnyttet i kroppen. Studier av f.eks. et sporelements tilgjengelighet for organismen blir bl.a. gjort i balanseforsøk. I et balanseforsøk kontrolleres alt inntak av et element gjennom mat og drikke. Det blir så undersøkt hvor mye av elementet som skilles ut igjen gjennom urinen og i feces. På denne måten kan det måles hvor mye av et næringsstoff som blir tatt opp og utnyttet i kroppen.

Det er også viktig å finne fram til enkle og hensiktsmessige metoder for å måle kroppens status av forskjellige elementer. På samme måte som kroppens jernstatus kan måles fra en blodprøve når man går til legen, blir det arbeidet med å finne fram til lignende måter å måle status for andre elementer.

Sporelementer

Innholdet av jern, sink og kobber i fisk er i gjennomsnitt middels, og litt lavere enn i kjøtt. Rød muskulatur inneholder betydelig mer jern enn hvit muskel. Makrellens smale stripe av rød muskulatur er således mye rikere på jern enn den øvrige hvite muskulaturen.

Skalldyr kan være svært rike på visse mineraler og sporelementer, og kan inneholde over 1000 mg sink per kg.

15 gram østers er tilstrekkelig til å dekke dagsbehovet vårt som er på 15 mg sink per dag. Det er nok ikke tilfeldig at østers mange steder har vært sett på som et afrodisiakum, når man vet at sædcellenes livskraftighet er helt avhengig av tilstrekkelig sinktilførsel.

Reker er spesielt rike på kobber, ca 25 mg per kg. En voksen per-

Uønskede stoffer i fisk

Tungmetaller

Spørsmålet om tungmetaller i sjømat er blitt mer aktuelt ettersom forurensning av sjøer og hav har økt. De elementene som er mest aktuelle i den sammenheng er kvikksølv, kadmium, bly og arsen. De formene som har vist seg å være mest giftige er metylkvikksølv og uorganisk treverdlig arsen. Mennesker og dyr har evne til å tolerere en viss mengde av disse elementene uten at helsen blir forringet. En ekspertgruppe fra Verdens Helseorganisasjon (WHO) har utarbeidet retningslinjer for tolerabelt maksimumsinntak av tungmetaller per dag eller uke. I denne verdien er det lagt inn en sikkerhetsmargin slik at en skal kunne tåle inntak tilsvarende den fastsatte maksimumsgrense gjennom et helt liv uten helseskade.

De fleste marine fiskeslag inneholder mindre enn 0.2 mg kvikksølv per kg filet. Til et måltid regner man med ca 200 g filet per person. Denne porsjonen vil dermed gi 0.04 mg kvikksølv. Ifølge WHO's anbefalte maksimumsgrense på 0.3 mg kvikksølv per uke per person, kan man dermed spise fisk ubegrenset. Innlandsfisk i visse områder kan ha høyere innhold av kvikksølv.

Kadmiuminnholdet i fiskefilet er svært lavt. I et fiskemåltid vil inntaket av kadmium bli mindre enn 1 % av det WHO har foreslått som akseptabelt ukentlig inntak: 300 mikrogram/uke/person. I produkter av krabbe der brunmaten (rogn, inn-

mat etc.) er blandet i, kan kadmiuminnholdet komme opp mot de grenser som enkelte land har satt som maksimumsgrense for akseptabelt innhold. Det høye innholdet av kadmium i krabbe har ingenting med forurensning å gjøre, men er naturlig på grunn av krabbens næringsgrunnlag. Kadmium i krabbens brunmat finnes dessuten i en form som blir dårlig absorbert i vår organisme.

Når det gjelder arsen, trengs det fortsatt en del studier. På grunnlag av de analyser som foreligger er konklusjonen likevel at man trygt kan spise fisk som er kjøpt i matvarebutikker eller på torget uten risiko for et skadelig inntak av tungmetaller.

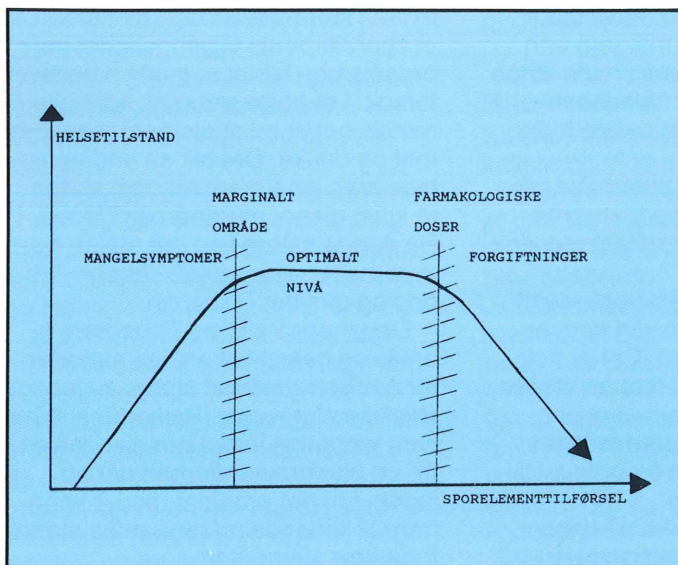
Organisk forurensning av marine næringsmidler

Statens næringsmiddeltilsyn (SNT) har ansvaret for overvåking av miljøgifter i næringsmidler. Miljøgifter er en samlebetegnelse på kjemiske forurensninger som kan utløse skadelige effekter selv i lave konsentrasjoner. Eksempler på helseskadelige organiske miljøforurensninger i matvarer er PCB (polyklorerte bifenyler), PAH (tjærestoffer) og dioksin. Dioksin er en fellesbetegnelse på en gruppe klorholdige organiske forbindelser. Mange av disse miljøgiftene brytes svært langsomt ned i naturen. De finnes sannsynligvis overalt i vårt miljø. Stoffene løses dårlig i vann, men løses i fett. Fete fiskeslag som makrell, lakse-

fisk og flatfisk er dermed mer utsatt enn mager fisk for opphopning av disse stoffene i kjøttet. Fisk og skaldyr blir brukt som indikatorer ved overvåking av forurensning i fjorder og innsjøer. Innholdet av PCB, PAH og andre klorholdige hydrokarboner i fisk som selges til humant konsum synes ikke å være noe næringsmiddelhygienisk problem i Norge i dag. Når det gjelder innholdet av dioksin i villfanget fisk, skaldyr og oppdrettsfisk er det foreløpig utført få analyser. Grunnen til dette er at kapasiteten i Norge på analyser av dioksin er svært begrenset, samt at kostnadene per analyse er svært høye. Det foreligger foreløpig for få analysedata til at sikre konklusjoner kan dras. Men i hovedsak ser det ut til at denne type forurensning av næringsmidler er lokale problem, dvs. i umiddelbar nærhet til kjente forurensningskilder. Statens næringsmiddeltilsyn har satt igang et program for å frem-skaffe mer data for dioksin og andre fremmedstoffer i en rekke næringsmidler som melk, morsmelk, kjøtt, fisk og fett i løpet av 1990. Det er mye som tyder på at fisk, skaldyr og annen mat fra havet forsvarer en enda større plass i kostholdet vårt enn det har nå. Sett fra et ernæringsmessig synspunkt er mat fra havet ypperlig føde. Det er derfor all grunn til å ta godt vare på de fantastiske matressursene vi får fra havet. Det gjør vi best ved å holde omgivelsene våre rene.

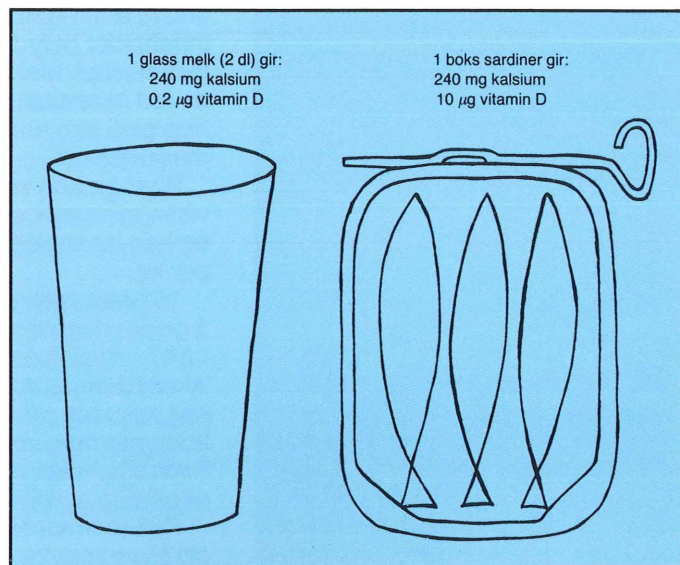
Figur 1.

Sammenhengen mellom inntaket av et sporelement og virkning på helsen. Økende inntak av et sporelement gir økende effekt på helsen inntil et visst nivå (optimal effekt). Høyere inntak kan i visse sykdomstilfelle være ønskelig for å få en farmakologisk effekt. Inntak utover dette kan gi giftvirkninger.



Figur 2.

Å spise sardiner på brødiskivene er en god restatning for dem som ikke drikker melk. En boks sardiner dekker også dagsbehovet for vitamin B₁₂.



FØRING AV OPPDRETTSTORSK

av

Einar Lied, Øyvind Lie og Georg Lambertsen

Oppdrett av torsk har vært aktuelt siden begynnelsen av 80-årene. Interessen for torskeoppdrett tok seg særlig opp etter at en lykkes å produsere store mengder torskeyngel i poll. Selv om produksjon av «settefisk» i poll ikke helt har svart til forventningene, er det likevel blitt klart at oppdrett av torsk har et stort potensiale og vil bli et viktig bidrag i utviklingen av norsk oppdrettsindustri.



Det viste seg tidlig at den kunnskap en hadde om føring av laksefisk ikke uten videre kunne overføres til torsk.

Føring av torsk med laksefôr førte til produksjon av fisk med høyt leverinnhold. Dette har sin årsak i at laksefisk og torskefisk lagrer sin overskuddsenergi på forskjellig måte. Laksefisk lagrer sin overskuddsenergi i bukchulen, i muskelen og under skinnen.

Torsk derimot lagrer overskuddsenergi bare i leveren. Hos torsk finner en derfor en mager muskel (filét) med mindre enn 1% fett (i hovedsak fosfolipider og steryl-estere) og en stor lever med et høyt fettinnhold. I motsetning til vill torsk, som har en leverindeks (% levervekt av kroppsvekten) på 3–4% finner en hos oppdrettstorsk en lever-

indeks på 12–14% ved anvendelse av laksefôr. I ekstreme tilfeller har en funnet leverindekser på 18–20%. Avhengig av størrelsen kan fettinnholdet i leveren variere fra 50–70%. Årsaken til at oppdrettstorsk utvikler en abnorm lever sammenlignet med vill torsk er ikke kjent. En kan imidlertid ikke se bort fra muligheten av at dagens oppdrettsteknologi er lite egnet for oppdrett av torsk og at en også ved bruk av andre fôrtyper enn de som anvendes i dag ville unngått dette problemet.

Fortjenestemarginen ved oppdrett av torsk er imidlertid vesentlig mindre enn ved oppdrett av laksefisk. Et lønnsomt torskeoppdrett vil derfor være avhengig av tilgang på og utnyttelse av billige fôrstoffor etter som fôrkostnadene her som i all an-

nen oppdrett utgjør den langt største delen av de totale produksjonskostnadene. Slike fôrstoffor kan være avfall fra fiskeindustrien, ensilasje av forskjellig type eller industrifisk. For å utnytte slike råstoffer i størst mulig grad er en henvist til føring av torsk med våtfôr eller mjukpellet.

Foruten at en abnorm leverstørrelse sannsynligvis påfører fisken et betydelig fysiologisk stress, vil feilføring av torsk også føre til produksjon av fisk hvor leveren utgjør en vesentlig men for øyeblikket økonomisk uinteressant del av fiskens vekt. Det har derfor vært viktig å utvikle en fôringssetning og/eller føringrediens som gjør det mulig å få frem en fisk med minst mulig lever i forhold til muskelmassen, som utgjør fiskens salgsverdi.

Reduksjon i fôrinntaket

Ernæringsinstituttet har i flere år engasjert seg sterkt i ernæring/fôring av oppdrettstorsk. I regi av NFFR-prosjektet «Fôroptimalisering til oppdrettstorsk» ble det gjennomført en rekke forsøk for å undersøke effekten av fôringshyppighet, rasjonstørrelse og fôrsammensetning på fiskens vekst og leverutvikling. Ettersom opplagring av fett i leveren er et uttrykk for at energiinntaket er større enn energiforbruket er det naturlig å undersøke hvorvidt en reduksjon i fôrinntaket vil forbedre forholdet mellom muskelvekst og levervekst til fordel for muskelveksten. En reduksjon i fôrinntaket kan gjennomføres enten ved å redusere fôringsfrekvensen eller å redusere mengden fôr ved hver utfôring (reduisert rasjon).

I tabellene 1 og 2 er vist resultater fra forsøk over 2 måneder med varierende fôringsfrekvens og rasjonsstørrelse (Lied, Lie og Lambertsen, 1985). Forsøkene ble utført i 350 l akvarier, ved en vanntemperatur på 8–9 °C, og med torsk i størrelsen 100–200 gram. Fisk underlagt forskjellig fôringsfrekvenser varierende fra 2 ganger daglig til 1 gang daglig, hver 2. dag og hver 4. dag, ble fôret til metthet (ad libitum) ved hver fôring, mens fisk underlagt rasjonstørrelser varierende fra maksimalt fôrinntak (metthet), til 75%, 50% og 25% av maksimalt fôrinntak, ble fôret daglig. Andelen av totalenergien i fôret som kom fra protein, fett og karbohydrat var henholdsvis 45%, 45% og 10%, og tilsvarte den energifordelingen en vanligvis finner i laksefôr. Forsøksfiskens leverindeks ved forsøkets start var 7%.

Liten forskjell i veksthastighet

Som det framgår av tabell 1 fant en liten forskjell i veksthastighet (% dag) mellom gruppene fôret 2 ganger daglig, 1 gang daglig og hver 2. dag. Innenfor disse gruppene var energiutnyttelsen (KJ/gram tilvekst) best og leverindeksen lavest hos fisk fôret hver 2. dag; likevel var leverindeksen i denne gruppen 4,3% høyere enn ved forsøkstart. Fôring hver 4. dag ga en reduksjon i veksthastigheten; samtidig finner en ved denne fôringsfrekvensen en bedre energiutnyttelse og lavere leverindeks enn i de øvrige gruppene. En ser imidlertid at til tross for at fôrtilgangen i denne gruppen ikke er tilstrekkelig til å opprettholde maksimal vekst, øker likevel leverindeksen med 2,5% i forhold til fiskens leverindeks ved forsøkets

start. Protein-utnyttelsen (PPV-verdien) er høy og er lik med den en finner hos fisk fôret hver dag og hver 2. dag. Lavest protein-utnyttelse finner en hos fisk fôret 2 ganger daglig. En reduksjon i mengde fôr per dag (fôr-rasjon/dag) medfører en reduksjon i torskens veksthastighet (Tabell 2). Fisk fôret til metthet (maksimalt fôrinntak) har en klart høyere veksthastighet enn fisk fôret med rasjoner tilsvarende 75% og 50% av maksimalt fôrinntak. En finner liten forskjell i energiutnyttelse (KJ/g tilvekst) og proteinutnyttelse (PPV-verdi) mellom fisk underlagt disse fôringsregimene, men likevel en tendens til gunstigere energi- og proteinutnyttelse hos fisk fôret 50% av maksimalt fôrinntak.

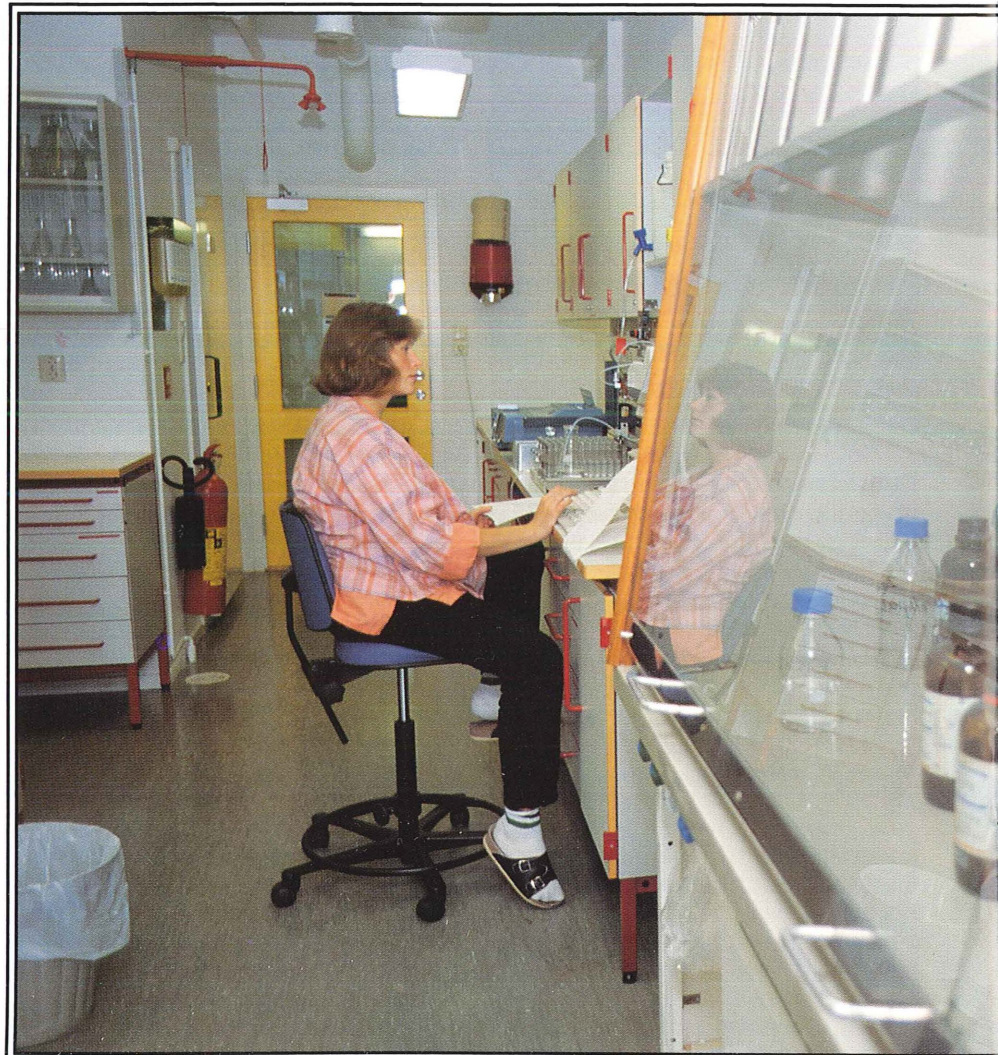
En ser at det er en klar sammenheng mellom leverutviklingen og rasjonstørrelsen med høyest leverindeks hos fisk som blir fôret til metthet. Til tross for en klart lavere leverindeks hos fisk fôret med en rasjon tilsvarende 50% av maksimalt inntak, er indeksen likevel 1,4% høyere enn ved forsøkstart selv om denne fisken har hatt en redusert vekst. Fisk fôret en rasjon tilsvarende 25% av det maksimale

inntaket har en svak positiv vekst, men en dårlig protein-utnyttelse og en vesentlig dårligere energiutnyttelse enn hva en finner hos fisk underlagt de øvrige fôringsregimene. Imidlertid finner en hos denne fisken en reduksjon i leverindeksen på 0,8% i forhold til forsøkstart.

Utnytter fett dårlig

Sett under ett har forsøkene med varierende fôringsregimier vist at torsk utnytter fett dårlig som energikilde og at en ved anvendelse av en fôrsammensetning tilsvarende laksefôr vil måtte akseptere en økning i fiskens leverindeks i en størrelsesorden avhengig av valgt fôringsregime.

Lange intervaller mellom fôringene, alternativt reduserte rasjoner, vil gi et gunstigere forhold mellom muskelvekst og levervekst, men samtidig vil en måtte akseptere en tildels betydelig reduksjon i totalveksten, hvilket er lite fordelaktig. Under enhver omstendighet er fôring av torsk med denne type fôrsammensetning med hensyn på protein, fett og karbohydrater oftere enn hver 2. dag unødvendig.



Fellestrekk

Et fellestrekk for alle fiske-arter, som er undersøkt, er et betydelig høyere proteinbehov enn det en finner hos andre dyrearter.

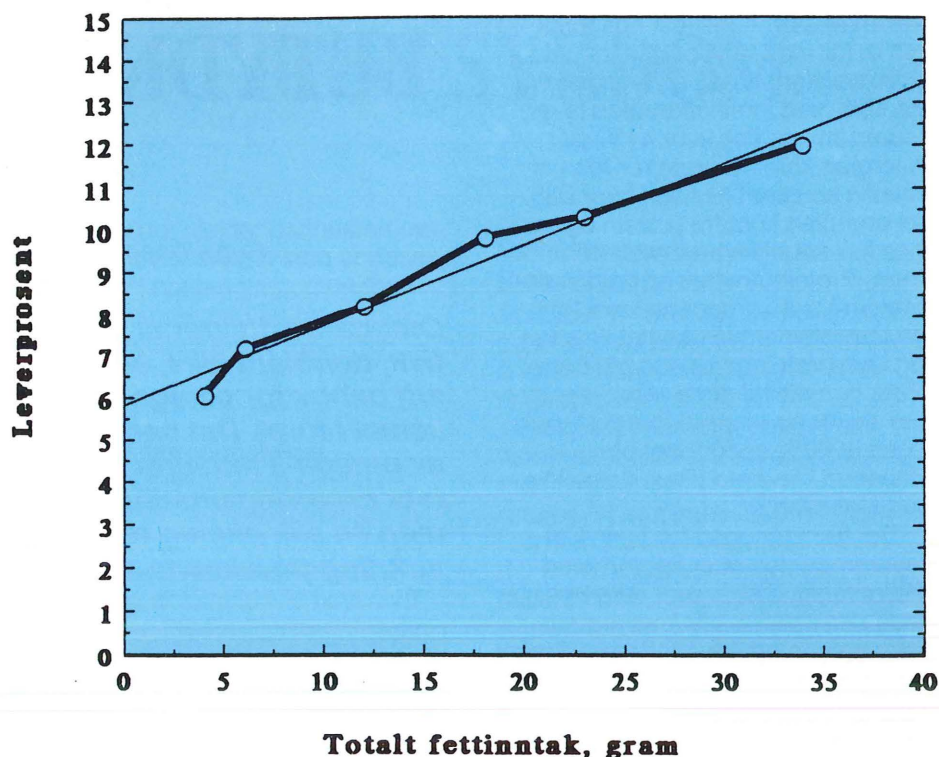
Den nøyaktige årsaken til dette forholdet er ikke kjent, men det er alminnelig antatt at fisk i større grad enn andre dyr er avhengig av protein og aminosyrer som energikilde. På bakgrunn av dette er det naturlig å undersøke hvorvidt en økning i proteinandelen av totalenergien vil gi en gunstig utvikling i forholdet mellom totalvekst og levervekst.

I et forsøk under tilsvarende betingelser som nevnt ovenfor og med en fiskestørrelse på ca. 200 gram ble effekten av forholdet mellom proteinenergi og fettenergi i føret på bl.a. veksthastighet, levervekst og proteinutnyttelse undersøkt (Lie, Lied og Lambertsen, 1988).

I tre forskjellige før kom henholdsvis 41%, 56% og 75% av energien fra protein og 47%, 29% og 11% av energien fra fett. Andelen energi fra karbohydrat ble holdt konstant på 12-15%. Som det fremgår av tabell 3 fant en liten forskjell i vekst-

forts. s. 24

Fig. 1. Sammenhengen mellom inntaket av et næringsstoff og dets biologiske effekt (modifisert etter Abrahamsen m.fl., 1983).



Tabell 1. Sammenheng mellom foringsfrekvens og veksthastighet, energiutnyttelse, leverprosent og proteinretensjon hos torsk.

	Föringsfrekvens			
	2 ganger daglig	1 gang daglig	Hver 2. dag	Hver 4. dag
Veksthastighet (%/dag)	0.63	0.62	0.59	0.47
KJ/gram tilvekst	26.7	21.3	20.9	19.6
Leverprosent	11.9	12.7	11.3	9.5
PPV	0.28	0.35	0.34	0.36

PPV = Protein Productive Value = proteinretensjon

Tabell 2. Sammenheng mellom veksthastighet, energiutnyttelse, leverprosent og proteinretensjon hos torsk

	Rasjonstørrelse			
	Metthet (A)	75% av (A)	50% av (A)	25% av (A)
Veksthastighet (%/dag)	0.84	0.72	0.51	0.13
KJ/gram tilvekst	17.9	17.9	17.1	38.0
Leverprosent	11.5	10.6	8.4	6.2
PPV	0.36	0.37	0.42	0.28

Tabell 3. Effekten av varierende innhold av energi fra protein og fett i føret på veksthastighet, energiutnyttelse, leverprosent og proteinretensjon hos torsk

	Fôrsammensetning i % av total-energien fra (protein/fett/karbohydrat)		
	(41/47/12)	(56/28/15)	(75/11/14)
Veksthastighet (%/dag)	0.93	1.01	0.94
KJ/gram tilvekst	5.6	14.7	12.8
Leverprosent	11.9	9.7	7.3
PPV	0.26	0.26	0.22



hastighet mellom fisk gitt de forskjellige fôrtyperne. Imidlertid ser en at energiutnyttelsene (KJ/gram tilvekst) er klart gunstigst hos torsk gitt et fôr med høyt proteininnhold. Sammenlignet med en leverindeks på 10% ved forsøkstart økte leverindeksen hos fisk hvor 41% av energien kom fra protein. Den var relativt konstant hos fisk hvor 56% av energien kom fra protein og sank hos fisk som fikk høyt protein i fôret. Proteinutnyttelsen var lav ettersom i to av gruppene bare 26% av fôrproteinene ble utnyttet til vekst og i høyprotein-gruppene ble bare 22% benyttet til dette. Analyser av fisk og fôr fra samme forsøket viste også at 60% av fôrfettet ble deponert i leveren (Resultatet ikke vist i tabellen).

Det fremgår også fra figur 1 at leverprosenten øker lineært med fettinntaket. Dette viser sammen med den relativt sett lave proteinretensjonen og høye fettretensjonen i dette forsøket at torsk i første rekke utnytter protein og aminosyrer i energiomsetningen. I praktisk fôring av torsk vil en kunne holde leverindeksen lavere enn 10% ved å anvende fôr hvor den tilgjengelige energien fra fett er 25% eller lavere. Følgelig vil fôring av oppdrettstorsk kreve fôr som er høyt i protein ettersom også karbohydrat utnyttes dårlig hos fisk. Ettersom et proteininnhold i fôret også medfører en relativt sett høy fôrkostnad er det viktig å finne fram til en fôrsammensetning som gir en gunstig vekstutvikling hos torsk til en akseptabel pris.

På bakgrunn av de vekstforsøkene en har utført ved Ernæringsinstituttet har en funnet å ville anbefale som optimal en fôrsammensetning hvor 60%, 25% og 15% av den tilgjengelige energien i fôret kommer henholdsvis fra protein, fett og karbohydrat.

Referanser

- Lied, E., Lie, Ø. & Lambertsen, G., 1985. Nutritional evaluation in fish by measurement of invitro protein synthesis in white trunk muscle tissue. I «Nutrition and Feeding in Fish» (C.B. Cowey, A.M. Macki and J.G. Bell, eds) Academic Press, London.
- Lie, Ø., Lied, E. og Lambertsen, G. 1988. Feed Optimization in Atlantic Cod (*Gadus morhua*): Fat versus Protein Content in the Feed. *Aquacultura* 69, 33-341.

OMEGA-3 FETTSYR BETYDNING FOR FISKENS

av

Rune Waagbø, Øyvind Lie og Kjartan Sandnes

Omega-3 fettsyrer er utvilsomt sunt for mennesker, og feit fisk, deriblant laks, er rik på disse fettsyrene. Laksen får sitt behov for omega-3 fettsyrer dekket via fiskeolje og fiskeemel i fôret. Det har vært ytre ønske om å øke innholdet av omega-3 fettsyrer i laksen. Forsøk ved Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt har vist hvordan dette kan gjøres, men en slik økning av omega-3 fettsyrer kan ha uheldig virkning på laksens evne til å motstå sykdom.



ER I FØR TIL LAKS – MOTSTANDSKRAFT MOT SYKDOM

Laks som får et vanlig kommersielt fôr som inneholder råstoffer loddeolje får dekket sitt behov for de livsviktige (essensielle) n-3 fettsyrene.

Nye markedskrav når det gjelder innholdet av disse fettsyrene i norsk laks kan imidlertid medføre at også andre fettkilder må tas i bruk. Det har videre vært påpekt helsemessige gevinster for fisken ved økte nivåer av n-3 fettsyrer i fôret ved lav vann-temperatur.

I et fôringsforsøk med laks for å studere dette benyttet vi soyaolje, loddeolje og sardinolje for å oppnå ulike mengder n-3 fettsyrer i fôret (heretter benevnt Lav, Middel og Høy n-3). Videre hadde vi fôr med et lavt (ikke tilsatt) og et høyt nivå av vitamin E (benevnt ± E) for hver av de tre fettkildene. Fisken ble holdt i kar (100 fisk/kar) ved Akvakulturstasjonen Matre og vokste fra 450 g til 650 g i løpet av forsøksperioden.

Som det ble påpekt i en artikkel i Norsk Fiskeoppdrett (NF 5–90), ble fettsyresammensetningen i fisken påvirket av fettsyresammensetningen i fôret.

I denne artikkelen vil vi konsentrere oss om fett (lipidene) i membranene i milten og hvilke effekter ulik fettsyresammensetning i fôret har hatt på endel faktorer som er viktige for fiskens helse.

Milten (og nyren) er sentrale

organ når det gjelder dannelsen av alle typer blodceller. Milten er dessuten aktiv i oppfangning og nedbrytning av fremmedstoffer og produksjon av antistoffer ved sykdomsangrep.

Fettsyresammensetning

I forhold til fettsyresammensetningen i fôret er sammensetningen av fosfatidylinositol (PI) i milten lite påvirket (Tabell 1). Det er verdt å merke seg et forholdsvis høyt nivå av fettsyren 20:4 n-6 som antas å være aktiv under stimuleringen av forsvarscellene.

Av cellemembranens fosfolipider er fosfatidylcholin (PC) den dominerende. Sammensetningen av PC viser også en spesifikk fettsyreprofil hvis man sammenlikner med fôr-sammensetningen.

En skulle anta at fettsyresammensetningen i miltcellenes PC og de røde blodcellenes PC (vist i forrige artikkel) burde være noenlunde samsvarende i og med at blodceller dannes blant annet i milten.

Summen av monoener er imidlertid fordoblet og innholdet av 20:5 og 22:6 n-3 fettsyrene omlag halvert i PC i miltcellene i forhold til PC i de røde blodcellene. Dette kan tyde på at blodcellene blir påvirket av fett (lipoproteiner) i sin vandring i blodbanen.

Sammensetning av blodet (hematologi)

Analyser av hemoglobin, hematokrit og antall røde blodceller har vist seg å være nyttig i påvisning av ernærings sykdommer (se NF 10–85 og 10–86). Det har vært hevdet at n-3 flerumettet fettsyrer styrker cellemembranen ved lavere vanntemperaturer. Vi fant ingen slike forskjeller i styrken på blodcellemembranen (NF 5–10). Det var derfor ikke overraskende at vi heller ikke fant forskjeller i blodverdiene hemoglobin, hematokrit eller antall røde blodceller. Gjennomsnittsverdiene av disse analysene varierte henholdsvis mellom 8.2 – 9.0 g/100mL, 40 – 48 % og $1.04 - 1.16 \cdot 10^{12}$ celler/L (jæmfør normalverdier for laks i NF 12–86).

Vaksinasjonsforsøk

I løpet av forsøksperioden utførte vi et vaksinasjonsforsøk, hvor noen fisk fra hver fôrgruppe ble vaksinert mot Kaldtvannsvibriose (*Vibrio salmonicida*) og andre ble kontrollinjisert kun med vaksinemiddel. Etter 7 uker ble spesifikke antistoffer mot bakterien, total-antistoffer og total-protein målt i serum fra disse fiskene, inkludert ubehandlet fisk som en ytterligere kontroll. Mengden spesifikke antistoffer ble sam-

Tabell 1. Fettsyresammensetningen av fosfatidylinositol (PI) og fosfatidylcholin (PC) i miltceller fra laks fôret med tre nivå av omega-3 fettsyrer.

	Fosfatidylinositol			Fosfatidylcholin		
	Lav n-3	Middel n-3	Høy n-3	Lav n-3	Middel n-3	Høy n-3
Mettede	49.4	45.4	47.5	48.4	44.9	47.4
Monoener	17.7	26.7	19.8	24.1	29.8	28.9
18:2 n-6	5.2	3.4	2.6	7.9	1.3	1.0
20:4 n-6	16.4	12.9	19.1	1.7	0.8	2.0
20:5 n-3	1.9	2.8	2.5	1.9	4.1	4.1
20:6 n-3	5.4	7.1	6.9	12.4	16.3	14.5
n-3	7.2	10.4	10.1	14.7	21.1	19.7
n-6	23.1	16.3	21.8	12.5	2.1	3.1

ANTISTOFF RESPONS ETTER VAKSINASJON MOT KALDTVANNSVIBRIOSE (VIBRIO SALMONICIDA)

OD 492 nm



Fig. 1.

MAKROFAGENES (SPISECELLENES) EVNE TIL Å DREPE BAKTERIER VED ULIKE TEMPERATURER

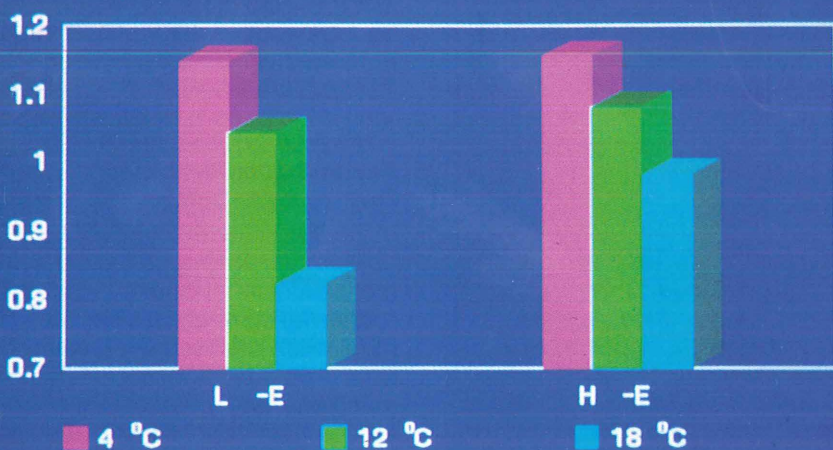


Fig. 2.

KOAGULASJONSTID

SEKUNDER

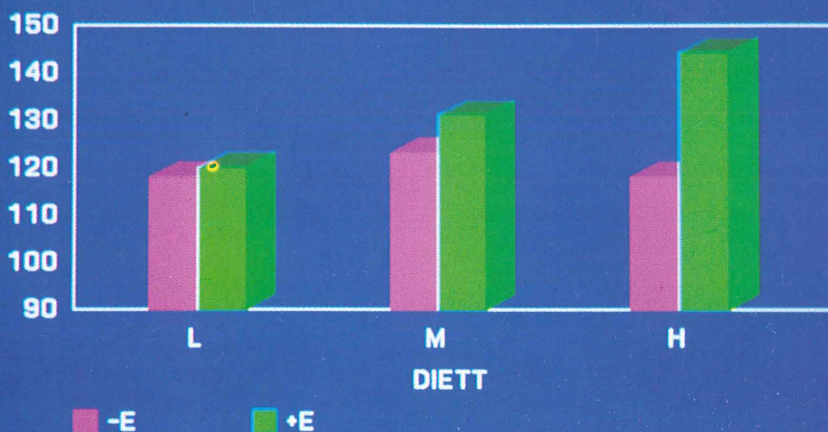


Fig. 3.

menholdt med total-protein og total mengde antistoffer for å få et korrekt bilde av antistoffproduksjonen. Proteinverdiene (og blodverdiene forøvrig) varierer ofte sterkt hos syk fisk og denne «fortynningen» av blodet kan lett føre til feiltolkninger av data. Lave antistoffverdier er derfor ikke ensbetydende med dårlig antistoffproduksjon. En vaksinasjon ligner i så måte en sykdomsutvikling med stress- og betennelsesreaksjoner, med unntak av at fremmedstoffet som benyttes er ufarlig (gir ikke sykdommen som det vaksineres mot).

Det var ikke forskjeller i total-antistoffer og total-protein i serum fra fisk i de forskjellige forgruppene våre, slik at verdiene for spesifikke antistoffer i serum (Figur 1) kan bedømmes alene.

Figur 1 viser at det er en tendens til at antistoff-svaret mot vaksinasjon blir svekket med økende n-3 fettsyrer i føret, og at denne tendensen blir mer markert hvis man gir fisken høyt nivå av vitamin E.

Makrofager (spiseceller) i hodenyren.

Makrofager er celler som fanger opp mikrober som strømmer forbi med blodet, «spiser» disse og alarmerer andre deler av fiskens sykdomsforsvar. Cellene er med andre ord viktige som bindeledd mellom de forskjellige delene av forsvarsverket i fisken. Den fremre del av nyren (hodenyren) hos fisk er spesielt rik på denne typen celler og vi studerte derfor makrofagene herfra på tre forskjellige måter.

Først ble det undersøkt om makrofagene fra fisken i Høy og Lav n-3 -gruppene frigjorde ulike mengder av et viktig signalstoff (interleukin-1) når de ble stimulert. Vi fant ingen forskjeller mellom noen av gruppene som ble undersøkt, hverken de som hadde fått ulike mengder n-3 fettsyrer eller høyt og lavt vitamin E innhold i føret.

Derneft ble makrofagenes evne til å spise mikroskopiske små kuler undersøkt. Fisk fra Lav og Høy n-3 -gruppene ble undersøkt (begge uten vitamin E tilsetning i føret).

Hvis vi tar utgangspunkt i verdiene fra Lav n-3 -gruppen, viste resultatene fra Høy n-3 -gruppen 19% lavere andel av aktive makrofager og 6 % nedgang i antallet kuler spist per makrofag.

Et annet mål på makrofagenes funksjon er evnen til å drepe og fordøye det som er «spist». Dette har vi målt og kalt «evne til å drepe». Evnen til å drepe bakterier stiger (avtagende verdier!) med økende

temperatur og er bedre i Lav n-3 gruppen (Figur 2). Ved 18 °C var det liten forskjell mellom Middell- og Høy- n-3 gruppene.

Hvis vi sammenholder resultatene fra disse tre testene som mål på makrofagenes aktivitet, ser vi tendenser til en nedsatt funksjon hos fisk føret med høyere andel n-3 fettsyrer i føret.

Blodproteiner

Leveren er et nøkkelorgan når det gjelder produksjon av blodproteiner som er viktige for fiskens helse og motstandskraft mot sykdom. Dette gjelder blant annet koagulasjonsproteiner som er nødvendige for blodleveringen ved blødninger, og komplementproteiner som skal hjelpe forsvarscellene i kampen mot eventuelle inntrengere. Vi undersøkte om disse to faktorene ble påvirket av n-3 fettsyrer i føret.

Blodleveringen hos fisk fungerer etter samme prinsipp som hos andre landlevende dyr. Koagulasjonsprosessen hos fisk er rask og temperaturavhengig og kan måles ved hjelp av en enkel prosedyre som angir tiden det tar før blodet levrer seg i tynne glasskapillærrør. Resultatene som er vist i Figur 3 viser en økning av koagulasjonstiden med økende innhold av n-3 fettsyrer, men kun i de gruppene som hadde fått tilsatt vitamin E i føret. Erfaringer innen legevitenenskapen har vist at n-3 fettsyrer senker koagulasjonstiden, og disse kunnskapene blir benyttet i forebygging av hjertekarsykdommer hos mennesker. De samme effektene av n-3 fettsyrer finner vi også hos laks og ser ut til å være påvirket av vitamin E.

Komplementsystemets proteiner fester seg på inntrengeren og fungerer derved som «åte» og veiviser for endel forsvarsceller. Makrofager (se over) finner og ødelegger lettere inntrengeren hvis denne er merket med komplementfaktorer. Komplementsystemet kan også, hvis det er tilstede spesifikk antistoffer mot f.eks. bakterien, punktere og drepe denne. Målesystemet vi bruker baserer seg nettopp på fiskeblodets evne til å punktere fremmede antistoffbundne blodceller (hemolytisk komplementaktivitet). Vi fant ingen forskjeller mellom førgruppene når vi målte komplementaktiviteten med denne metoden. Oppgitt som prosent aktivitet fant vi gjennomsnittsverdier mellom 83 og 87, med variasjon på under 10%.

Diskusjon

Ser vi på fettsyresammensetningen av PI og PC i miltcellemembranene så finner vi ikke noe som kan forklare den n-3 doseavhengige responsen vi finner i antistoffproduksjonen og makrofagfunksjonen.

Når vi i tillegg finner forskjeller i koagulasjonsaktivitet og ingen forskjeller i komplementaktivitet mellom gruppene, er nøkkelen antakelig å finne i fett (lipoproteinene) i blodbanen.

Det ut som at det er reaksjonsmekanismene som blir berørt (modulert) av n-3 fettsyrene og at vitamin E stabiliserer de(n) aktive forbindelsen(e) (fettperoksyder/eicosanoider) og derved forsterker effektene som i sum har dempet forsvarssystemene.

Aktiviteten av de forskjellige fysiologiske og immunologiske systemene har gitt oss en rimelig indikasjon på hva fôr-fettet betyr for fiskens helse. Vi må imidlertid alltid ha i minne at det vi måler er øyeblikksbilder og utgjør deler av en helhet. Det ville naturligvis vært betryggende om vi kunne vist samsvar mellom analysene våre og en total helsemessig respons hos fisken f.eks. i et smittetest. På grunn av manglende forsøksfaciliteter har dette ikke vært mulig.

Laksen øker andelen av n-3 flerumettete fettsyrer i cellemembranene ved lavere vanntemperaturer. Våre undersøkelser kan forklare årsaken til at fisk i en tilvenningsperiode til kaldere temperaturer (med mer n-3 flerumettete fett i blodomløpet) kan være mer disponert for sykdom. I vill tilstand vil fisken kunne justere svømmedybden alt etter endringer i salinitet, temperatur, forurensninger etc., men den har begrensede muligheter for dette i oppdrett. Fisken i merden er også prisgitt det føret den får tilført. Det kan derfor vise seg nødvendig å tilby fisken flere og mer differensierte fôr i fremtiden.

Dette NFFR-prosjektet har som hovedmål å belyse fettomsetning, kjønnsmodning og klekkeutbytte hos laks føret med varierende mengder n-3 fettsyrer og vitamin E. Fisken blir kjønnsmoden høsten 1990, og vi har underveis i forsøket undersøkt andre sider ved n-3 fettsyre problematikken som kan være av stor betydning for norsk fiskeoppdrett. Den neste artikkelen i denne serien tar for seg osmoregulering hos denne fisken.

De immunologiske undersøkelsene (unntatt komplementaktivitet) har vært utført i samarbeid med Fiskerihøgskolen, Universitetet i Tromsø ved stipendiat Jorunn Jørgensen og stipendiat Rolf Engstad og Laboratorium for Bioteknologi, Universitetet i Bergen ved stipendiat Espen Raa Nilsen.

NFFR-PROSJEKTER I 1990

NFFR-nr.: V 711.054

Prosjekttittel:

Betydningen av fettsyrer og fettløselige vitaminer under kjønnsmodning hos laks.

Faglig hovedansvarlig: Rune Waagbø

Startår: 1988

Sluttår: 1990

NFFR-nr.: III 711.060

Prosjekttittel:

Marine næringsmidler som sporelementkilde i norsk kosthold.

Faglig hovedansvarlig: Kåre Julshamn

Startår: 1989

Sluttår: 1991.

NFFR-nr.: V 711.056

Prosjekttittel:

Protein i fôr til oppdrettstorsk

Faglig hovedansvarlig: Einar Lied

Startår: 1988

Sluttår: 1990.

NFFR-nr.: V 711.058

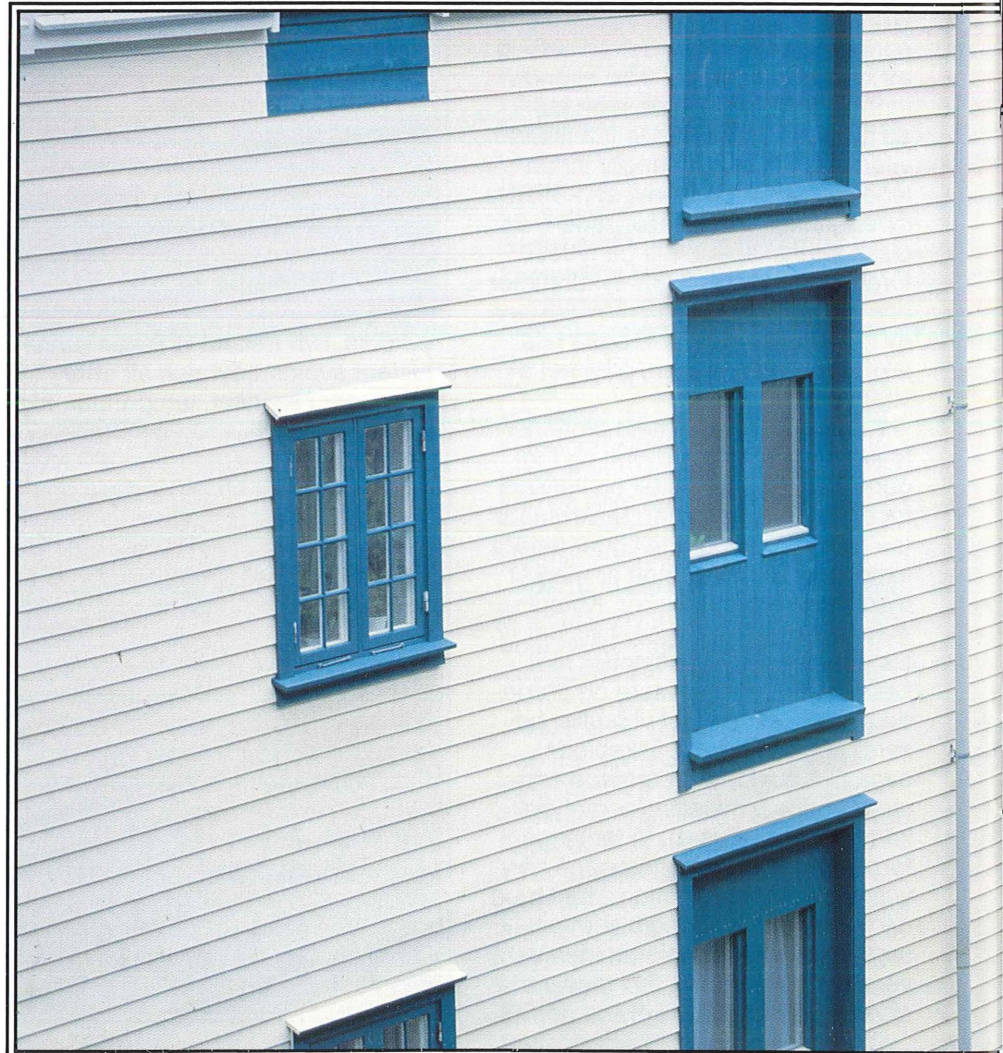
Prosjekttittel:

Mineral og sporelementbehov hos laks.

Faglig hovedansvarlig: Kåre Julshamn

Startår: 1989

Sluttår: 1991.



UNDERVISNING

UNIVERSITETET I BERGEN

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er tilknyttet Universitetet i Bergen ved at instituttet har 2 professor II (Einar Lied og Kåre Julshamn, Matematisk naturvitenskapelig fakultet) og en stipendiat (Sissel Albrektsen). Instituttet gir undervisning og studieplass for hovedfagstudenter (cand.scient.) i ernæring. Hovedfagsoppgavene gis innen disiplinene (1) generell ernæring, (2) næringsmiddelkjemisk analyse og (3) ernæring hos fisk i akvakultursammenheng. Hovedfagsoppgavene gis innenfor instituttets arbeidsfelt, og så vidt mulig innenfor større forskningsprosjekter.

Instituttet gir også undervisning, veiledning og studieplass til dr.scient. studenter. For tiden har instituttet 6 hovedfagstudenter og 4 dr.scient.-studenter. Instituttet har ansvar for gjennomføring av kurs i næringsmiddelkemi og analyse (dette kurset blir fra 1991 organisert som et eget emne ved Universitetet i Bergen under betegnelsen BE200 «Næringsmiddelkemi og analyse»). Dessuten har instituttet ansvaret for gjennomføringen av emnet B268 «Ernæring hos fisk», ernæringsdelen av emnene B204 «grunnkurs i akvakultur» og B304 «Akvakultur» samt ernæringsdelen av emnet B260 «Human fysiologi» for medisinere og realister ved Universitetet i Bergen, Medisinsk fakultet.

HOVEDFAGSOPPGAVER:

Berge, Gerd Eikeland.

Myosin syntese i torskemuskel.

Bjørnevik, Marit.

Jernbehov hos laks.

Flo, Petter.

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

Grahl-Madsen, Elisabeth.

Vitamin K-behov hos torsk. Utvikling av metoder for bestemmelse av vitamin K-innholdet i fiskefôr og torskelever.

Hesjevik, Elin.

Bestemmelse av kjemiske arsenformer i marine næringsmidler ved bruk av HPLC og atomabsorpsjon.

Indrebø, Audun.

Absorpsjon av aminosyrer hos torsk. Molekylvekstbestemmelse mage/tarminnhold.

Rognesvåg, Frøydis.

Utskilling av glukose over gjeller hos torsk og laks.

ANNEN UNDERVISNING

Albrektsen, S.

Kurs om vitaminer til fisk – beregnet for fiskeoppdrettere.
Friundervisningen i Bergen.

B204:

Karbohydrater. Protein. Fordøyelse (Gro-Ingunn Hemre).

Fett. Fôrutregninger (Øyvind Lie).

Mineraler og sporelementer (Amund Måge).

Fôrressurser og vitaminer i fôr til fisk (Kjartan Sandnes).

Ernæring og helse hos fisk (Rune Waagbø).

NORAD-kurs:

Trace elements in fish nutrition (Amund Måge).

Vitamins and proteins in fish nutrition (Sandnes Kjartan).

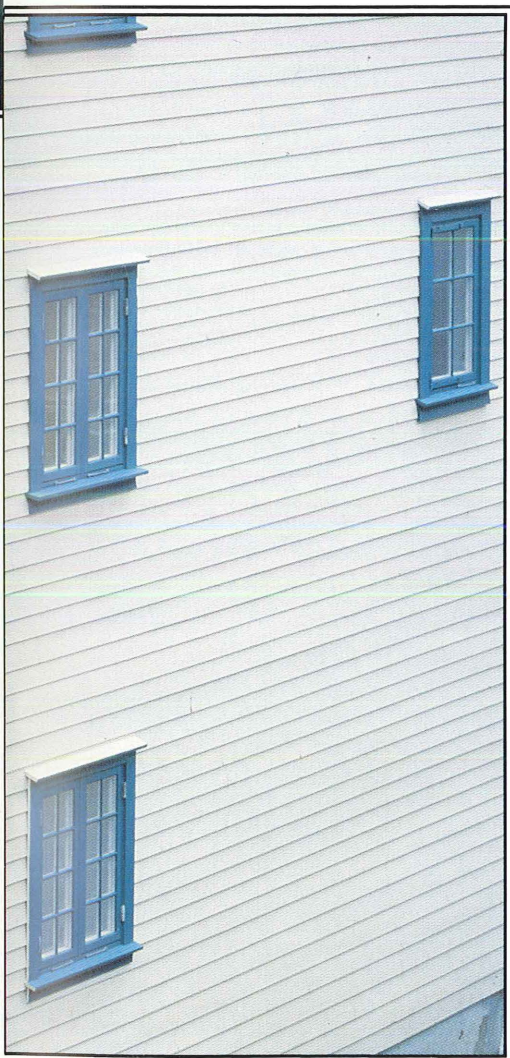
Måge, A.

Internasjonalt miljøvern med vekt på Nordsjøen. Foredrag i Bergen AOF sin forelesningsserie i Miljø og ressursvern. Bergen, 3 april, 1990.

Sensor:

B300 Aktuelle forurensningsproblemer i det marine miljø (Kåre Julshamn).

Cand.scient. Universitetet i Tromsø (Øyvind Lie).



KONTAKTVIRKSOMHET

Forskningsformidlingen 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 populærvitenskapelige artikler i næringens egne organer som Norsk Fiskeroppdrett og Fiskets Gang. I tillegg har vi fått et godt samarbeid med Fiskeridirektoratet, Kontoret for rettledning og informasjon vedrørende informasjonsformidling.

Ernæringsinstituttets eget tidsskrift «Fiskeridirektoratets skrifter serie ernæring», fremstår fra og med 1990 i forbedret utgave med dr.philos Leif R. Njaa som redaktør. Tidsskriftet vil bli en viktig kunnskapsformidler på områdene ernæringsforskning og næringsmiddelkemi knyttet til marine organismer og fôrvarer.

Råd og utvalg

Kåre Julshamn og Einar Lied er medlemmer i «Rådgivende utvalg for prøvetakning og analyser av næringsmidler, RUPAN», Statens Næringsmiddeltilsyn. Kåre Julshamn overtok som formann i RUPAN i 1990 etter Fylkesveterinær Bjarne Ålvik.

Kåre Julshamn og Einar Lied er medlemmer av Nordisk Metodikk-komite for Næringsmidler (NMKL). Dessuten er Kåre Julshamn Norsk formann i NMKL samt formann i komiteen «Kontaminanter» under NMKL.

Kjartan Sandnes var fra 1. september i 1989 sekretær for «Det nasjonal utvalg for havbruksforskning» som er et rådgivende organ for forskningsrådene når det gjelder akvakulturforskning.

Rune Waagbø var i 1990 styreformann og økonomiansvarlig for Norsk Forening for Akvakulturforskning (NFA). Foreningen har som formål å fremme forskning innen akvakultur.

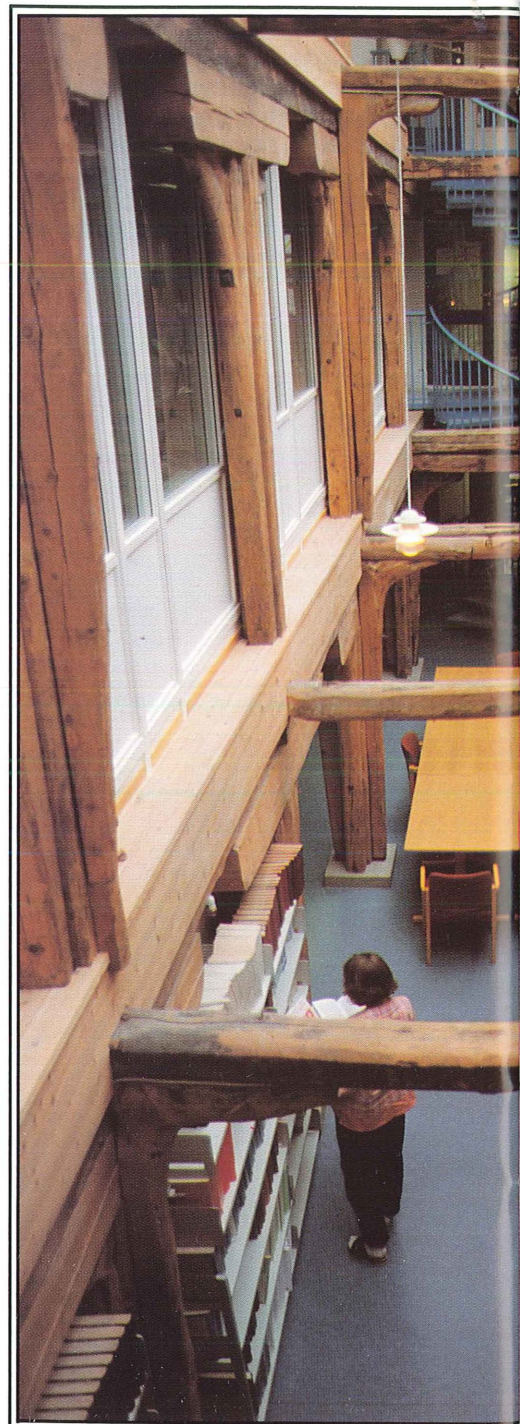
Enæringsbiologisk forening (EBF)

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 1990:

Aslaug Sandvin (leder)
Eva Rosendahl Knudsen (sekretær)
Jorun Haugnes (kasserer)
Leif Rein Njaa (styremedlem)
Sissel Albrektsen (varamedlem)



Albrektsen, S., Sandnes, K. og Waagbø, R.

Vitamin B₆ behov hos yngel av laks. Norsk forening for Akvakulturforskning. Årsmøte/seminar, 19.–21. oktober, Bryggen Museum, Bergen. Abstract.

Hemre, G-I.

The utilization of carbohydrates by cod. NJF-seminar: «Plant carbohydrates and associated components: analytical methods and nutritional implications in

monogastric animal and man». Herning Danmark, 18.–20. juni.

Hemre, G-I.

Marine fiskerarters mulighet til å utnytte karbohydrater fra føret, spesielt relatert til stress og helse. Seminar for etterutdanning av veterinærer «Marine arter – oppdrettsmiljø – sykdom», Bergen, 25. september.

Hemre, G-I.

Fôrutvikling til torsk. Konferanse i Stiftelsen Havbrukskunnskap regi «Oppdrett av marin fisk», Bergen, 27.–28. september.

Hemre, G-I., Lie, Ø. & Lambertsen, G.

Hvordan påvirker karbohydrater fra føret torskens evne til å tåle stress. Årsmøte NFA, Bergen, 19.–21. oktober.

Knudsen, E.R.

Er sjømat en betydelig kilde til essensielle sporelementer? Det 13. Kontaktmøte for forskere innen fiskeforedling. Bryggen Museum, Bergen 23.–24. april.

Knudsen, E.R.

I hvilken utstrekning trenger vi tilskudd av mineraler og sporstoffer? Komitéen for farmasøytisk etterutdanning, kurs i Kosthold og ernæring, Bergen, 7. mai.

Knudsen, E.R. & Julshamn, K.

Bioavailability of selenium from marine foods. The seventh international symposium on trace elements in man and animals. Dubrovnik, Jugoslavia. 20.–25. mai.

Lie, Ø., Waagbø, R., Sandnes, K. & Lambertsen, G.

Atlantic salmon as omega-3 source. What can be done through the feed? II International conference on the health effects of omega-3 polysaturated fatty acids in seafoods. Washington, D.C., USA.

Lie, Ø., Fjeldstad, L. & Lambertsen, G.

Fett i marin fisk. 13. Kontaktmøte for forskere innen fiskeernæring, Bergen, 23.–24. april.

Lie, Ø. & Lambertsen, G.

Ernæring av steinbit. «Workshop Steinbit», Arendal, 14.–15. juni.

Lie, Ø.

Changes in fatty acid composition of neutral lipids and glycopospholipids in developing eggs of cod (*Gadus morhua*). In «Developments and Aquaculture of Marine larvae.» Bergen, 12.–19. august.

Lie, Ø.

Fôring av marine arter, generelt og spesielt. Seminar for etterutdanning av veterinærer «Marine arter – oppdrettsmiljø – sykdom». Bergen, 25. september.

Lie, Ø. & Bjørnsson, B.

Vekstforsøk med kveite. Konferanse i Stiftelsen Havbrukskunnskap regi «Oppdrett av marin fisk», Bergen 27.–28. september.

Lie, Ø.

N-3 fatty acids in farmed fish. Markedsrådet for oppdrettsfisk med besøk av 4 amerikanske journalister (mattidsskrifter), Bergen, 12. september.

Lie, Ø.

Ernæringskrav hos torsk. Faggruppe Torsk innen Norske Fiskeoppdretteres Forening; «Kvalitetskrav til torsk i forhold til markedet. Trondheim, 11. november.

Lie, Ø.

N-3 fettsyrer i Norske fiskeprodukter. Årsmøte i Eksport utvalget for ferskfisk, Oslo, 4. desember.

Lorentzen, M.K. & Julshamn, K.

Opptak av selen i muskel hos ung laks. Norsk forening for Akvakulturforskning. Årsmøte/seminar, 19.–21. oktober, Bryggen Museum, Bergen. Abstract.

Måge, A. & Julshamn, K.

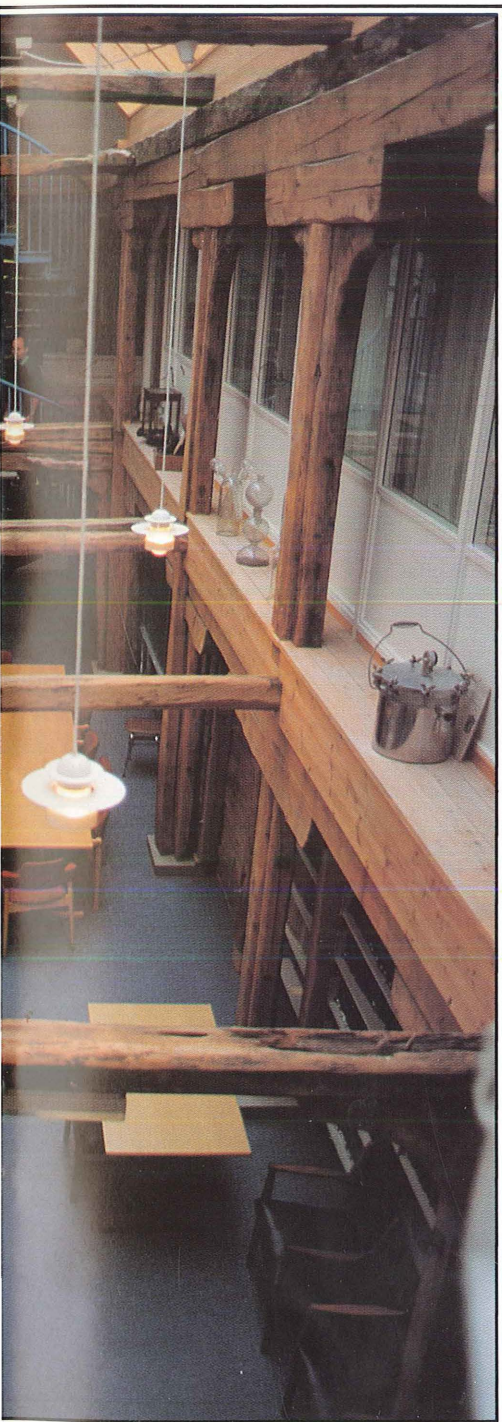
Zinc requirement of young Atlantic salmon. The seventh international symposium on trace elements in man and animals. Dubrovnik, Jugoslavia. 20.–25. mai.

Måge, A.

Sinkbehov hos ung laks. Årsmøte/seminar; Norsk forening for Akvakulturforskning, Bergen 19.–21. oktober.

Måge, A.

Miljøvern i og rundt Nordsjøen. Foredrag for Studentenes Undervannsklubb, Bergen, 24. oktober.



PUBLIKASJONER

Måge, A.

Ministerkonferansen om Nordsjøen. Foredrag ved årsmøtet til «Hold skjærgården ren» – Hordaland. Bergen Rådhus, 26. oktober.

Sandnes, K. & Waagbø, R.

Vitamin C behov hos laks. Norsk forening for Akvakulturforskning. Årsmøte seminar, 19.–21. oktober, Bryggen Museum, Bergen.

Sandvin, A., Waagbø, R. & Lie, Ø.

Transport av fett i laks (*Salmo salar*) med spesielt henblikk på kjønnsmodning. Norsk forening for Akvakulturforskning. Årsmøte/seminar, 19.–21. oktober, Bryggen Museum, Bergen.

Waagbø, R.

Immunologiske effekter av n-3 flerumettede fettsyrer i føret til laks. Forskningsprogrammet «Frisk fisk», 15–16 januar, Kokstad, Bergen.

Waagbø, R.

Ernæring og fiskehelse. Fagmøte for Forsøksringen på Fusa, 14. juni, Strandebarm.

Waagbø, R.

Fiskehelse og betydninga av førkvalitet, førinnhald og førsamensetning med særleg vekt på vitaminer og mineraler. Fagmøte for Sunnhordland Forsøksring, 9. oktober, Mosterhamn.

ESPE, M.

Ensilasje er godt som fôr, men kvalitetskriteriene må være strenge. Norsk Fiskeoppdrett, 9, s. 36–39.

ESPE, M., HAALAND, H. & NJAA, L.R.

Digestibility and utilization in young brown rats given saith of silage stored for different length of time as the sole protein source. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring., Vol. III, No. 1, s. 37–42.

HAQUE, A., OPSTVEDT, J. & NJAA, L.R.

Comparison between the Sequences og Limiting Amino Acids as Determined by the True Amino Acids Digestibility and the Chich Growth Assay Methods. Acta Agric. Scand., 40, s. 259–265.

HEMRE, G-I., LIE, Ø. & LAMBERTSEN, G.

Digestibility of different carbohydrate sources in cod (*Gadus morhua*), and its relation to glucose content in blood and urine. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, Vol. III, No. 1, s. 3–9.

HEMRE, G-I., LIE, Ø., LAMBERTSEN, G. & SUNDBY, A.

Dietary carbohydrate utilization in cod (*Gadus morhua*). Hormonal response of insulin, glucagon and glucagon-like-peptide to diet and starvation. Comp. Biochem. Physiol. 97A, No. 1, s. 41–44.

HAALAND, H. & NJAA, L.R.

Methionine Oxidation in Commercially and Experimentally Produced Fish Meals. Food Chemistry, 36, s. 253–260.

HAALAND, H., ARNESEN, E. & NJAA, L.R.

Amino acid composition of whole mackerel (*Scomber scombus*) stored anaerobically at 20 °C and at 2 °C. International J. of Food and Technology, 25, s. 82–87.

HAALAND, H. & NJAA, L.R.

Fish silages prepared from raw material of varying quality: chemical analysis related to balance experiments in rats. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring., Vol. III, No. 1, s. 27–35.



HAALAND, H. & NJAA, L.R.

Effects of sodium nitrite and formaldehyde on the lysine content of fish muscle. Model experiments, *Food Chemistry*, 39, s. 337-345.

HAALAND, H., ESPE, M., NJAA, L.R., & MYKLESTAD, H.

Chemical composition and variation in some parameters during storage of 8 formic acid silages prepared from capelin. *Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring., Vol III*, Nr. 2, s 59-74.

JULSHAMN, K., SANDNES, K., LIE, Ø. & WAAGBØ, R.

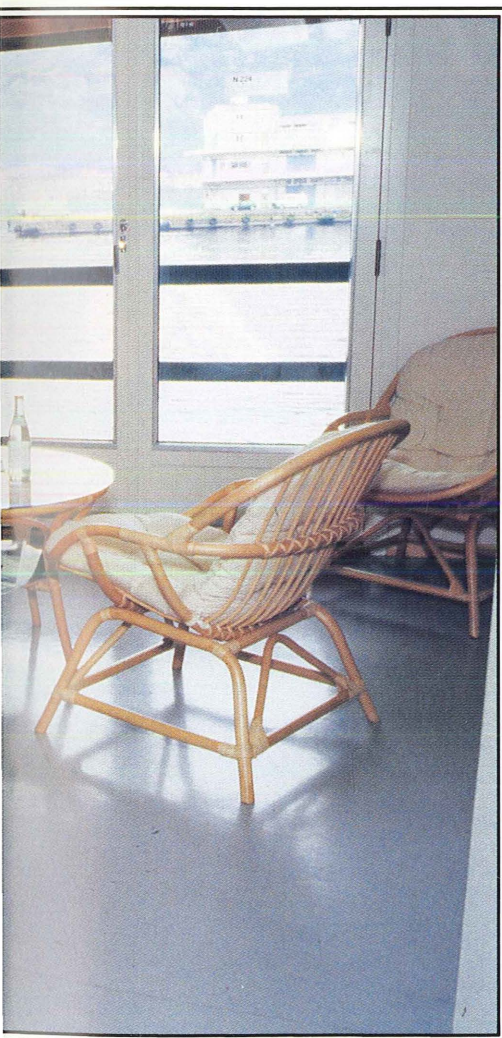
Effects of dietary selenium supplementation on growth, blood chemistry and trace elements levels in serum and liver of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring., Vol. III*, Nr. 2, s 47-58.

JULSHAMN, K., BØE, B & KLUNGSØYR, J.

Hva påvirker fiskens miljø?
Fiskets Gang, 7, s. 34-36.

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

Effect of unsaturated fat on zinc absorption in rats.
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, Vol. III, No. 2, s 37-45.

**LAMBERTSEN, G. & LIE, Ø.**

Fisk Omega-3 helsekost.
Fiskets Gang, 4, s. 4-6.

LIE, Ø. & LAMBERTSEN, G.

Ernæringsforsøk med steinbit.
Norsk Fiskeoppdrett, 10A, s. 14-15.

LIE, Ø., HEMRE, G-I. & LAMBERTSEN, G.

A comparison of the composition of cultured and wild caught european eel (*Anguilla anguilla*), particularly regarding lipids. *Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, Vol. III*, No. 2, s. 2-11.

LIE, Ø., WAAGBØ, R., SANDNES, K. & LAMBERTSEN, G.

Omega-3 fettsyrer i fôr til laks.
Hva skjer i fisken?
Norsk Fiskeoppdrett, 5, s. 54-56.

LIE, Ø., LIED, E. & LAMBERTSEN, G.

Haematological values in cod (*Gadus morhua*).
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring., Vol. III, No. 1, s. 11-17.

LIE, Ø. & LIED, E.

Fisk som råstoff.
Fett og protein.
Fiskets Gang, 7, s. 31-32.

LIE, Ø. & LAMBERTSEN, G.

Lipid digestion and absorption in cod (*Gadus morhua*), comparing triacylglycerols, wax esters and diacylalkylglycerols. *Comp. Biochem. Physiol. 98A*, No. 1, s. 159-163.

LIED, E.

Ernæringsforskningen investering for fremtiden.
Fiskets Gang, 7, s. 29-30.

MÅGE, A. & WAAGBØ, R.

Zinc and selenium in tissues of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing different lipid sources at two levels of vitamin E.
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, Vol. III, No. 2, s. 21-29.

MÅGE, A.

Comparison of Cadmium Concentrations i Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fry fed different Commercial Feeds Bull. Environ. Contam. Toxicol., 44, s. 770-775.

MÅGE, A., WAAGBØ, R., OLSSON, P.E., JULSHAMN, K. & SANDNES, K.

Ascorbate-2-sulfate as a dietary vitamin C source for Atlantic salmon (*Salmo salar*): 2. Effects of dietary level and immunization on the metabolism of trace elements. *Fish Physiol. and Biochem. vol. 8*, no. 6, s. 429-436.

NJAA, L.R.

Amino acid contents of fillet protein from 13 species of fish.
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring., Vol III, No. 1, s. 43-45.

ROSENLUND, G., JØRGENSEN, L., WAAGBØ, R. & SANDNES, K.

Effects of different dietary levels of ascorbic acid in plaice (*Pleuronectes platessa L.*).
Comp. Biochem. Physiol., 96A, No. 3, 395-398.

SANDNES, K., HANSEN, T., KILLIE, J-E.A. & WAAGBØ, R.

Ascorbate-2-sulfate as a dietary vitamin C source for Atlantic salmon (*Salmo salar*): 1. Growth, bioactivity, haematology and humoral immune response. *Fish Physiol. and Biochem. vol. 8*, no. 6, s. 419-427.

SANDNES, K. & JULSHAMN, K.

Kvalitet - mer enn lukt, smak og farge.
Fiskets Gang, 7, s. 32-33.

SANDNES, K. & WAAGBØ, R.

Studies on vitamin C in Atlantic salmon. Symposium on ascorbic acid in domestic animals. Proceeding, submitted.

STEINER-ASIEDU, M., JULSHAMN, K & LIE, Ø.

Effects of local processing methods (Cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I. Proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamin. *Food Chemistry*, 40, s. 309-321.

WAAGBØ, R., LIE, Ø. & SANDNES, K.

Omega-3 fettsyrer i fôr til laks (II) - Betydning for fiskens motstandskraft mot sykdom.
Norsk Fiskeoppdrett, 11, s. 50-52.

WAAGBØ, R., SANDNES, K., SANDVIN, A. & LIE, Ø.

Increasing levels of omega-3 polyunsaturated fatty acids (n-3 PUFA) and vitamin E in feed to Atlantic salmon (*Salmo salar*): Growth and chemical composition.

WAAGBØ, R., SANDNES, K., JØRGENSEN, J., ENGESTAD, R. & LIE, Ø.

Health aspects of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids and vitamin E in Atlantic salmon (*Salmo salar*): I. Spleen phospholipid fatty acid composition and effects on elements in the unspecific immune system.

WAAGBØ, R., SANDNES, K., LIE, Ø. & NILSEN, E.R.

Health aspects of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids and vitamin E in Atlantic salmon (*Salmo salar*): II. Erythrocyte total lipid acid composition, hematology and humoral immune response.

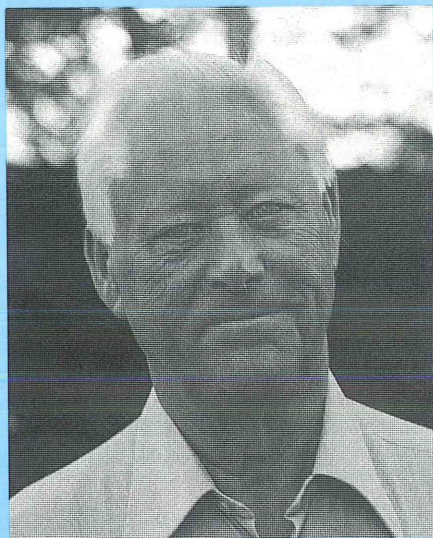
WAAGBØ, R. & THORUD, K.

Undersøkelser av blod. Blodprøvetaking. I: Fiskehelse (J. Goksøyr, N. Hjeltnes, T. Jørgensen, S. Mortensen og T. Poppe red.), 2. 371-374.

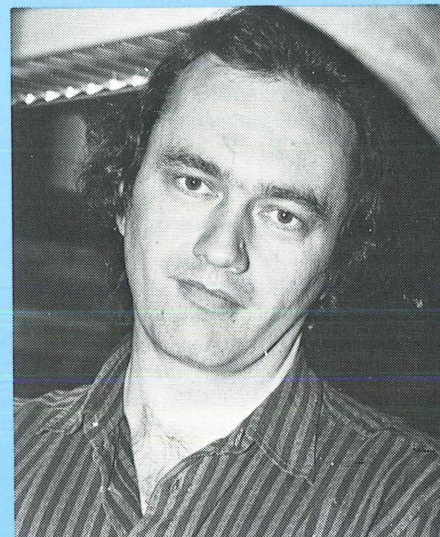
ARTIKKELFORFATTERNE



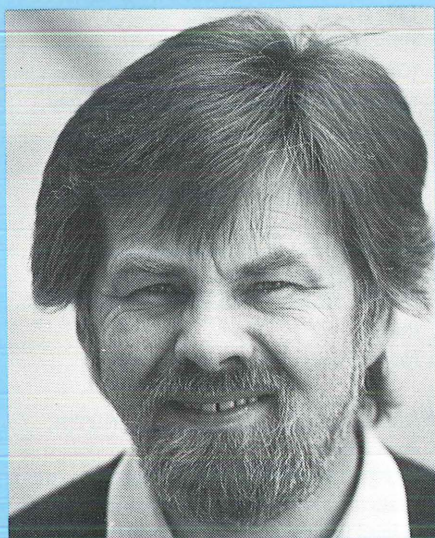
Gro Ingunn Hemre



Georg Lambertsen



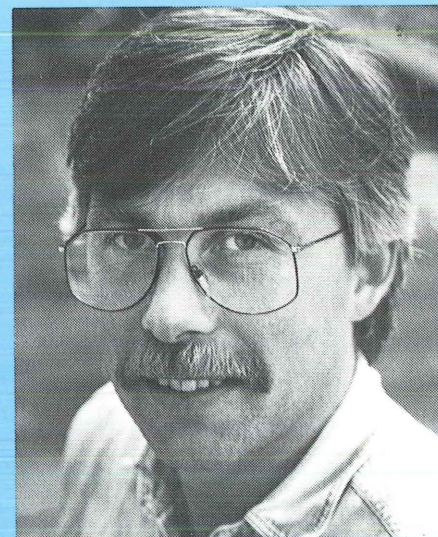
Kjartan Sandnes



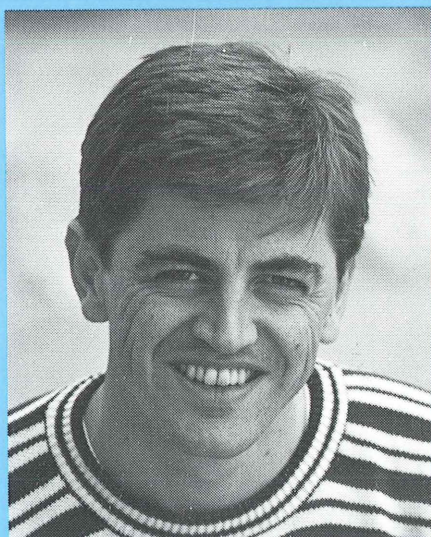
Einar Lied



Eva Rosendahl Knudsen



Øyvind Lie



Rune Waagbø



FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

Postboks 1900 – 5024 Bergen Nordnes

Tlf. 05-23 80 00

ISSN 0332-5083

ISBN 82-91065-01-2