

ARSMELDING 1991



INNHOOLD

SIDE

FORORD	3
INSTITUTTETS HISTORIE	4
LEDELSE ORGANISASJON	4
INSTITUTTETS PERSONALE	5
ØKONOMI	5
VIRKSOMHET:	6
FORSKNINGSSTRATEGI	6
STRATEGIPLAN 1991-1995:	7
FAGLIG AKTIVITET I 1991:	7
INTERN VIRKSOMHET	11
NFFR-PROSJEKTER 1991	12
ANDRE PROSJEKTER	12
UNDERVISNING OG HOVEDFAGSOPPGAVER	13
DOKTORGRADER	14
ANNEN UNDERVISNING	14
RÅD OG UTVALG	14
KONTAKTVIRKSOMHET:	14
FOREDRAG	14
PUBLIKASJONER	16
ARTIKLER:	
UTNYTTELSEN AV PROTEIN, KAN VI ØKE DEN?	18
UTNYTTER VI MARINE FØRRESSURSER	
GODT NOK I NORGE?	20
KARBOHYDRAT I FØR TIL TORSK.	
PÅVIRKER FØRETS INNHOOLD AV KARBOHYDRATER	
TORSKENS HELSETILSTAND?	22
SPORELEMENTER OG FOLKS HELSE	24
VITAMIN D - EN GAVE FRA HAVET?	29

FORORD

EVALUERING AV HAVBRUKSFORSKNINGEN

Deler av den offentlig støttede havbruksforskningen ble i løpet av året evaluert av en gruppe utenlandske forskere (peer review-gruppe). Norges Fiskeriforskningsråd sto ansvarlig for gjennomføringen av evalueringen, mens Det nasjonale utvalg for havbruksforskning (NUH) hadde oppgaven med å koordinere og administrere evalueringen av havbruksforskningens faglige kvalitet, nytte og relevans. Havbruk som satsningsområde ble introdusert i 1985, og det er den første 5-årsperioden som nå ble evaluert. Blant de fem temaene som ble valgt ut har vårt institutt den største forskningsaktiviteten på område 3) "Vekst og kjønnsmodning hos laksefisk i relasjon til ernæring". Denne forskningen utgjorde i 1985 ca. 20 % av vår totale forskningsaktivitet, tilsvarende 1,5 mill. kr. I 1991 utgjorde denne aktiviteten ca. 30 %, tilsvarende 5 mill. kr.

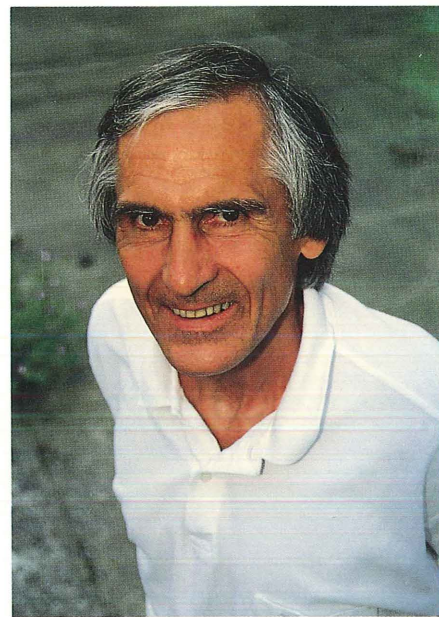
Ernæring hos laks er et forholdsvis nytt satsningsområde både ved vårt institutt og ved andre FoU-institusjoner. Det startet hos oss i beynnelsen av evalueringsperioden.

Instituttets brede ernæringskompetanse ble anvendt første gang på laks gjennom "Bjugnprosjektet", som var et fôringsforsøk med stor laks. Resultatene ble publisert i 1986. Selv om forskningen på feltet "Ernæring oss laks" i Norge er av ny dato, viser konklusjonene fra peer review-gruppen at den faglige kvaliteten på forskningen er god. Blant de forskningsområder som peer review-gruppen trekker frem og hvor Norge sies å være ledende er forskningen knyttet til vitamin C. Konklusjonene i rapporten er interessant og inspirerende lesning som gir entusiasme for videre satsning for vårt institutt.

Et viktig element i rapporten er hvilke konklusjoner og konsekvenser som bør trekkes når det gjelder den fremtidige havbruksforskningen. Det som rapporten imidlertid skisserer er at Norges muligheter som havbruksnasjon er svært lovende med utgangspunkt i globale markedsperspektiver og komparative fortrinn. Videre sies det at Norge idag ikke ville vært ledende i oppdrett av laks uten havbruksforskningens status som satsningsområde. Det er således viktig at offentlig finansiering av havbruksforskningen minst opprettholdes på nåværende nivå. Norsk havbruksnæring er imidlertid fortsatt i startfasen, og det kompetansegrunnlag som er skapt vil i de kommende år gjøre forskningsinnsatsen knyttet til næringsutvikling enda mer effektiv.

Vi merker oss med interesse at sentrale momenter som skisseres under "Marked, kvalitet og miljø" også står helt sentralt i instituttets forskningsstrategi som ble utarbeidet før evalueringsrapporten ble presentert, og som kan leses under instituttets virksomhet.

Et annet punkt som taes opp i rapporten og som er svært viktig er samspillet mellom fiskeri og havbruk. Her må det imidlertid understrekes at dette samspillet ikke bare må ta utgangspunkt i det spiselige produkt. Det er svært viktig at samspillet mellom fisket etter industriråstoff, som utgjør hoveddelen av fôrressursene i norsk oppdrett, og produksjonen av fôr settes inn i en større sammenheng. Kostnadene til fôr utgjør 40 % av produksjonskostnadene for oppdrettslaks, og optimalisering av fôrproduksjon, fôrsammensetning og fôringsregimer kan redusere produksjonskostnader og negative miljøeffekter betydelig. For å få dette til, kreves tettere koplinger og større samspill mellom fiskeri, oppdrett og fôrpro-



duksjon. Dette forutsetter innsats innen ressursbiologi, ernæring og teknologiutvikling, og logistikk som utnytter de komparative fortrinn Norge har på dette området.

Kåre Fjellheim



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 Fiskeri teknologisk 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 ernæringsforskning, hvor fisk som råstoff og fiskeprodukter i ernæring for mennesker og husdyr står sentralt. Interessen for fiskeoppdrett har ført til økt innsats på feltet ernæring og føring av fisk.

En utvidelse av virksomheten ved instituttet kom med opprettelsen av Norges Fiskerihøgskole (NFH) som en avdeling ved Universitetet i Bergen (UiB). I denne sammenheng ble instituttets leder professor II og en forsker dosent II, siden professor II ved UiB. Videre ble en stipendiatstilling ved UiB lagt til Ernæringsinstituttet. En av instituttets forskere var professor II i ernæringsfysiologi ved det Medisinske fakultet, UiB. Norge

Fiskerihøgskole ble i 1989 overført til Tromsø. Det Matematisk Naturvitenskapelig Fakultet overtok midlertidig ansvaret for Instituttets virksomhet under Norges fiskerihøgskole inntil en institutttilknytning ved UiB ble avklart. I 1990 ble instituttets virksomhet vedrørende utdanning av cand.scient. og dr.scient studenter knyttet formelt til Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.



LEDELSE OG ORGANISASJON

Administrasjon:

Forskningssjef,
dr.philos. Kåre Julshamn

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 analytisk kompetanse på områder som metodologisk er svært forskjellig.

I en bred anlagt ernæringsforskning henger disse områdene imidlertid sammen.

Fett/fettløselig vitaminer og karbohydrater:

Forsker dr.philos. Øyvind Lie
Forsker Gro-Ingunn Hemre

Mineraler/sporelementer:

Forsker Amund Måge (permisjon fra 01.09.91-01.09.92)
Stipendiat Mette Lorentzen (fra 01.09.91)

Protein/aminosyrer:

Forsker dr.philos. Einar Lied

Vannløselige vitaminer:

Forsker
dr.philos. Kjartan Sandnes
Forsker Rune Waagbø

Rådet for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har hatt følgende sammensetning:

Medlemmer:

Prof. Jan Raa
Prof. Marit Christensen
Kons. Edith Totland
I. amanuensis Kerstin Trygg
Disp. Gerd Solveig Matisen
Disp. Torbjørn Sandnes
Byråsjef Knut Sverdrup
Forsker dr. philos. Øyvind Lie

Varamedlemmer:

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



INSTITUTTETS PERSONALE

Forskningssjef,
Julshamn Kåre

Forsker,

Andresen, Jan
Hemre, Gro-Ingunn
(fra 01.07.91)
Lie, Øyvind
Lied, Einar
Måge, Amund
(permisjon fra 01.09.91)
Sandnes, Kjartan
Waagbø, Rune

Avd.ingeniør,

Bargård, Siri
Berg, Torill
(permisjon fra 22.04.91)
Boge, Gjermund
(til 3.05.91)
Brenna, Jan
Fjeldstad, Leikny
Haugnes, Jorun
Solli, Berit Engen
(permisjon fra 15.05.91)

Ingeniør,

Asphaug, Vibecke
(fra 01.10.91)
Irgens, Betty
(permisjon fra (17.10.90)
Stave, Mariann

Førstelab,

Heltveit, Aase
Skjerve, Nils

Laborant,

Kallestad, Idun
Konradsen, Bernt
Sedal, Laila Oksholm
(permisjon fra 05.06.90)
Wessels, Jacob

Lab.ass,

Brustad, Gunn-Beate
Fauskanger, Hildegunn
Fauskanger, Vidar
Hansen, Mariann (vikar)
Heltveit, Sidsel
Hevrøy, Ruth
Johannessen, Tove

Kontorfullmektig,

Brustad, Linda
Simonsen, Inger-Marie

Renholdsbetjent,

Bratlie, Margith
Meyer, Berit

Prosjektansatte:

Forsker,
Nortvedt, Ragnar

Stipendiat,

Albrektsen, Sissel
Andersen, Friede
Espe, Marit
Hamre, Kristin
Horvli, Ole
Knudsen, Eva
Rosendahl (til 01.07.91)
Lorentzen, Mette
Steiner, Matilda

Ingeniør,

Ask, Kjersti
Birkenes, Anita
Eliassen, Annbjørg
Helgesen, Astri

Lab.ass.,

Bolstad, Anna
Johnsen, Gunn-Edith
Sleire, Jenny

Hovedfagsstud.:

Berge, Gerd Eikeland
Bjørnevik, Marit
Børnes, Christine
Fauske, Hilde
Flo, Petter
Grahl-Madsen, Elisabeth
Hesjevik, Elin
Mæland, Anne
Rognsvåg, Frøydis



KONOMI

A Ordinære midler over statsbudsjettet:

	1990	1991
Lønn og godtgjørelse	6.320.000	6.727.000
Varer og tjenester	4.126.000	4.337.000
Spesielle driftsutgifter	184.000	193.000
	<u>10.893.000</u>	<u>11.257.000</u>

B Eksterne forskningsmidler:

NFFR	1.585.000	2.545.000
Andre	1.640.000	1.265.000
	<u>3.225.000</u>	<u>3.810.000</u>



VIKTSOMHET

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt har som formål:

- Å arbeide for norsk fiskerinæring, samt være rådgiver for fiskerimyndighetene i ernæringsforskning.
- Å drive forskning i tilknytning til fisk og andre marine ressurser som næringsmidler i human ernæring og som fødemidler.
- 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.

FORSKNINGSTRATEGI BAKGRUNN

Myndighetene har som mål å skape en bærekraftig og lønnsom fiskeri- og havbruksnæring innenfor en periode på 5-6 år.

Forskningen ved Ernæringsinstituttet har som overordnet mål å bidra til å sikre denne målsettingen. Forskningsinnsatsen vil derfor bli rettet mot oppgaver som krever straksløsninger såvel som mot oppgaver av mer langsiktig karakter.

Viktige forskningsoppgaver for å oppnå bedre lønnsomhet i havbruksnæringen ligger i å løse problemer knyttet til førekonometri, fiskehelse, miljø og produktkvalitet. Føret utgjør den største innsatsfaktor i produksjon av oppdrettsfisk. Dagens føre kan gjøres bedre og ernæringsmessig riktigere. Dette arbeidet består i å sammensette næringskomponentene slik at føret gir maksimal vekst og lavest mulig forbruk, samt maksimal motstand mot sykdom og god ernæringskvalitet av fisken. Samtidig må det tas hensyn til økonomi ut fra kriteriet best mulig vekst per krone til føre.

Oppdrett av fisk gjør oss i stand til produktsikring og produktstyring gjennom førets sammensetning. Økt kunnskap om sammenheng mellom føre og næringsmiddelkjemisk sammensetning av produktet vil bidra til at vi kan fremskaffe de produktene som markedene ønsker.

Et rent marint miljø er en forutsetning for produksjon av sjømat. Dette er også det viktigste markedsføringsargument for slike produkter. Det er derfor av avgjørende betydning for Norges framtidige kystnæring at det blir truffet effektive tiltak mot alt som forringer det marine miljø. Det gjelder deponering og utslipp av kjemiske stoffer som virker direkte giftig på akvatiske organismer, og naturfremmede stoffer som eventuelt kan etter-

spores i produktene. I Norge dumpes dessuten omlag 200,000 tonn fiskeavfall som lokalt forårsaker miljøproblemer, men som representerer en viktig føressurs dersom dette avfallet kan utnyttes på en riktig måte.

Feil kosthold er en vesentlig årsak til et av de største helseproblemer i den vestlige verden, nemlig hjerte- og karsykdommene. En økende helsebevissthet representerer et betydelig markedspotensiale for fisk og annen sjømat. I markedsføringen kan det henvises til at det etter-

hvert finnes en mengde fakta som underbygger at konsum av slike produkter gir en bedre helse (f.eks. omega-3-fettsyrer). Næringsutvikling innen fiskeri og havbruk krever ernæringskunnskap. Dette gjelder kunnskap om den næringsmiddelkjemiske sammensetningen av sjømat såvel som kunnskap om ernæringskrav hos fisk. Ernæringsforskning, -utdanning og -informasjon er viktige elementer for å videreutvikle norsk fiskeri- og havbruksnæring.



STRATEGIPLAN 1991-1995

Ernæring hos laks

Behovet for næringsstoffer i fôr til laksefisk er fortsatt ikke kjent. Det må framskaffes data for å oppnå optimal fôr sammensetning med hensyn til:

- Vekst
- Reproduksjon
- Fiskehelse
- Produktkvalitet
- Minimal miljøpåvirkning

Ernæring hos marin fisk

En bærekraftig næringsutvikling når det gjelder kultivering av marine fiskearter forutsetter at en behersker produksjon av yngel. Dette er en betingelse for utvikling av intensivt oppdrett og havbeite. Instituttet prioriterer følgende:

- Stamfiskernæring og eggkvalitet
- Yngelfôr (tilvenningfôr)
- Utvikle billige vekstfôr
- Studere sammenhengen mellom næringstilgang og vekstmuligheter hos fisk i forbindelse med havbeite

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 vil arbeide med å:

- Utvikle nye metoder for å utnytte fiskeavfall som fôr
- Å evaluere ernæringskvaliteten av fôr basert på fiskeavfall
- Utvikle fôr og fôringsrutiner som gir mindre fôrtap

Fisk som mat.

Fiskeri- og havbruksvirksomhet er i første rekke produksjon av næringsmidler. En økende helseberisning representerer et betydelig markedspotensiale for fisk og annen sjømat.

Ernæringstituttet vil:

- Ytterligere øke kunnskapen om den næringsmiddelkjemiske sammensetningen av sjømat.
- Undersøke hvordan en gjenom fôret kan forbedre den ernæringsmessige kvalitet av oppdrettsfisk.
- Undersøke hvordan uheldige påvirkninger av fôr eller miljø kan influere på fiskens ernæringskvalitet.
- Øke kunnskapen om ernæringskvalitet av bearbejdede produkter.

Utvikling og formidling av ernæringskunnskap.

Instituttet har som mål å inneha den høyeste kompetanse i Norge innen områdene ernæring hos fisk, ernæringskvalitet av sjømat og ernæringskvalitet av marine råstoffer som fôr til oppdrettsfisk. Dette forutsetter også høy kompetanse innen næringsmiddelkjemiske analyser. I tillegg til generell ernæringsinformasjon vil instituttet:

- Videreutvikle det faglige nivå på forskningen ved instituttet.
- Styrke instituttets undervisningstilbud i ernæring til studenter ved Universitetet i Bergen.
- Styrke kontakt og kunnskapsformidling til alle ledd i fiskerieræringen.
- Bidra til internasjonalisering gjennom kontakt med utenlandske forskningsmiljø og engasjement i bistandsprosjekter i utviklingsland.

FAGLIG AKTIVITET I 1991

Instituttet utfører ikke regulære handelsanalyser av næringsmidler og fôrmidler, men utfører 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.

Instituttets forskningsaktivitet i 1991 var konsentrert om følgende områder:

Ernæring hos laksefisk, ernæring hos 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 nedenfor, samt utvikling og formidling av ernæringskunnskap.

Ernæring hos laks

Arbeid med å studere funksjon og metabolisme av flerumettede fettsyrer og vitamin E hos laks fortsatte i 1991. Klekkerresultater fra et fôringsforsøk med laks under kjønnsmodningsperioden viste at vitamin E og flerumettede fettsyrer gjensidig påvirker hverandre i eggene, og at klekkeutbyttet påvirkes av disse komponentene. Deler av dette omfattende arbeidet er grunnleggende forskning som også vil være viktig i studier av reproduksjon og eggkvalitet hos marin fisk. Arbeid med problemstillinger som helse og smoltifisering hos 2. generasjon fortsetter i 1992.

Et studium vedrørende hvordan, og i hvilke mengder, laks utnytter karbohydrater fra fôret, startet høsten 1991. Forsøket var todelt. Del 1 hadde som mål å finne hvorvidt karbohydratinnholdet i fôret påvirket vekst og fôrutnyttelse hos laks. Resultatene viste at denne arten tolerer et fôr med 30% karbohydrater uten at dette går ut over vekst, men med så høye fôrverdier fant vi en redusert fôrutnyttelse og høyere blodglukose- og leverglykogenverdier. Andre del av forsøket, med målsetting å finne sammenhenger mellom fôrets karbohydratinnhold og

fiskens generelle helsetilstand, fortsetter i 1992.

Det ble også arbeidet med bestemmelse av vitamin E behov hos laks. Et forsøk med laks under startfôring antyder et høyt behov de første 2-3 månedene. Deretter nærmer behovet seg de verdier for anbefalt inntak som er gitt i litteraturen. Vitamin E mangel, med tilhørende redusert vekst og øket dødelighet, oppsto når dietten var tilsatt 30 mg vitamin E pr. kg eller mindre. Prøvene fra forsøket vil bli ferdig analysert og bearbeidet i 1992.

Det er innledet studier med sikte på kartlegging av behovet for vitamin D hos laks. Den første i en rekke av undersøkelser har sett på hvordan vitamin D-nivået i fôret influerer på retensjon og metabolisme av vitaminet, og resultatene vil foreligge i første halvår 1992.

Fôringsforsøk for å bestemme minimumsbehov og behov for optimal sykdomsresistens for vitaminene B₆ og C ble fullført. Minimumsbehovet for vitamin B₆ er funnet å være 6-8 mg/kg fôr og for vitamin C 10-20 mg/kg. Det ble funnet at høye tilsetninger av vitamin C i fôret positivt påvirker enkelte av immunsystemets faktorer og øker overlevelsen etter smitte med furunkulosebakterier. Tilsvarende funn ble ikke gjort når det gjelder vitamin B₆. Et forsøk som skulle belyse betydningen av graderte mengder av vitamin C under smoltifisering viste mindre effekter på vekst, dødelighet og karakteristika på smoltifisering under og etter smoltifisering.

Bestemmelse av mineral- og sporelementbehov hos laks har fortsatt. Målsettingen har vært todelt. 1) Bestemmelse av mineral- og sporelementbehov ved bruk av semisyntetisk diett med lavt elementinnhold (bestemmelse av minimumsbehov - faktisk behov). 2) Studere behovet for mineral- og sporelementtil-

setning til praktiske, fiskemelbaserte dietter. I tillegg skal behovet studeres i de ulike deler av laksens livssyklus.

Minimumsbehovet av sink hos yngel som vokser raskt er funnet å være 60 mg/kg tørrfôr (torskemuskel), mens behovet er noe høyere dersom fôret er basert på fiskemel. Det er nødvendig med ekstra sinktilsetning i fôr til parr, men den kan reduseres fra 150 mg/kg (som tilsettes idag) til 40 mg/kg tørrfôr. Minimumsbehovet av jern er høyere enn 33 mg/kg tørrfôr. Jern fra fiskemuskel utnyttes godt av laksen.

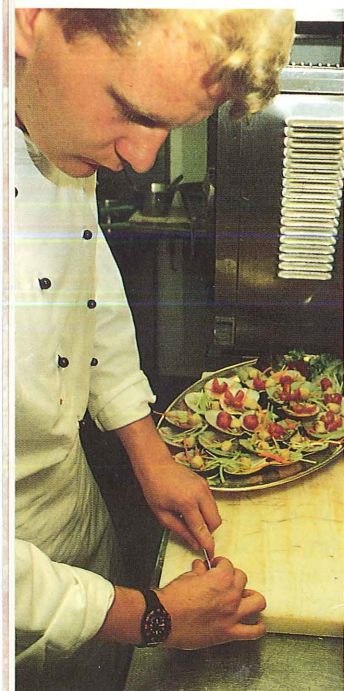
Fastsettelse av manganbehovet hos laks fôret med fiskemel basert fôr ble startet. Foreløpige data tilsier en reduksjon i mangantilsetninger i fôr til laks sammenliknet med dagens tilsetning. Materialet er ikke ferdig analysert.

Forsøk har vist at laks ikke har behov for ekstra selentilsetning til fôr basert på fiskemel.

Et innledende studium startet høsten 1991, i samarbeid med Havforskningsinstituttet (Matre havbruksstasjon), for å finne ut av laksenæringens problemer med pigmenteringsflekker på røket laks. Rapporter fra franske røkerier viser opptil 70% kassering, spesielt i sommermånedene. Ernæringsinstituttet undersøkte glykogen, glukose og melkesyrestatus i blod og muskel hos laks som var stresset på ulike måter. Ingen korrelasjon ble funnet med hensyn på stressnivå, blodglukoserespons, glykogenlagre og melkesyrenivå i filét. Et oppfølgingsforsøk med ulike fôrtyper blir satt opp i 1992.

Fôringsforsøk for å studere betydningen av forholdet protein og energi for vekst og proteinutnyttelse fortsatte i 1991. Forsøkene har bygget på resultater fra tidligere eksperimenter, som har vist at ensilasje med hydrolysegrad inntil 40% løselige aminosyrer/peptider gir god

vekst og proteinutnyttelse, men hvor høyere hydrolysegrad enn dette indikerer en redusert proteinkvalitet. Forsøkene har inkludert dietter basert på ikke hydrolysert torskemuskelmel og torskemuskelmel hydrolysert med pepsin i 6, 24 og 48 timer som proteinkilder. En fant at høy proteolysegrad, d.v.s. høyt innhold av aminosyrer/peptider i fôret ikke har negativ innvirkning på hverken spesifikk veksthastighet, fôrutnyttelse eller proteinretensjon. Målingene av frie aminosyrer i plasma viste at absorpsjonen av aminosyrer uavhengig av dietttype var maksimal etter 6 timer og falt til et minimum etter 24 timer, fisk gitt hydrolysert protein viste imidlertid høyere maksimumsverdier i den aktive absorpsjonsfasen enn fisk gitt ikke-hydrolysert protein. Tilsvarende effekter kunne ikke påvises for frie aminosyrer i muskelvevet. I samarbeid med Wenner-Grens institutt/ Universitetet i Stockholm ble det i prøver fra disse forsøkene også studert proteinnedbrytning og effekter på proteinsynteseapparatet i muskelvev. Det gjennomføres også studium av effekten av ulike hydrolysegrad av fôrproteinene på fordøyelse og absorpsjon av peptider og aminosyrer fra mage-tarmkanalen, samt effekten av slike proteinkilder på utskilling av pankreatiske proteaser i tarmkanalen. Resultatene er under bearbeidelse og vil foreligge i første halvår 1992. I forlengelsen av disse forsøkene og på bakgrunn av forsøk med ensilasje på rotter, hvor en har sett positive effekter av begrensede mengder løselig peptid/protein i dietten er det igangsatt modellforsøk for å studere effekten av graderte tilsetninger av frie aminosyrer til dietter til laks samt kvantifisere det optimale forholdet mellom frie aminosyrer/protein i dietten. Disse forsøkene kjøres i samarbeid med Norsk Bioakva A/S i Dirdal og



forventes ferdig analysert og rapportert i 1992

Et tre-årig studium med flerummettede fettsyrer i fôr til torsk som har inkludert overlevelse, vekst, helse og eggkvalitet, ble avsluttet i 1991. Resultatene indikerer at torsk kun i liten grad kan modifisere fôrfettet, dvs. fettlagrene avspeiler fôrets sammensetning. En rekke helserelaterede immunparametre viste forskjeller mellom gruppene, noe som kan innebære forskjeller i fiskens motstand mot sykdom. Ved avslutning av forsøket ble all fisken filéert og en smaksundersøkelse ble gjennomført. Resultatene fra dette vil bli behandlet i 1992.

Hvordan bruker torsken sine energilagere når den sulter? Dette grunnleggende studiet ble gjennomført i 1991, med torsk i ulik energistatus, dvs. ulik leverstørrelse med ulikt fettinnhold. Vil torsken bruke leverens energioverskudd, eller vil den forbruke muskelmasse? Data blir behandlet i 1992.

I forbindelse med studier av karbohydratomsetningen i torsk er det gjennomført et hovedfagsstudium for å vise utskilling av glukose over gjeller hos torsk. Til dette arbeidet er det tatt i bruk metabolismekar, torsk er injisert med ¹⁴C-glukose og utskilling av glukose samt omsetningen i ulike organ er fulgt. Resultatene vil foreligge i løpet av 1992.

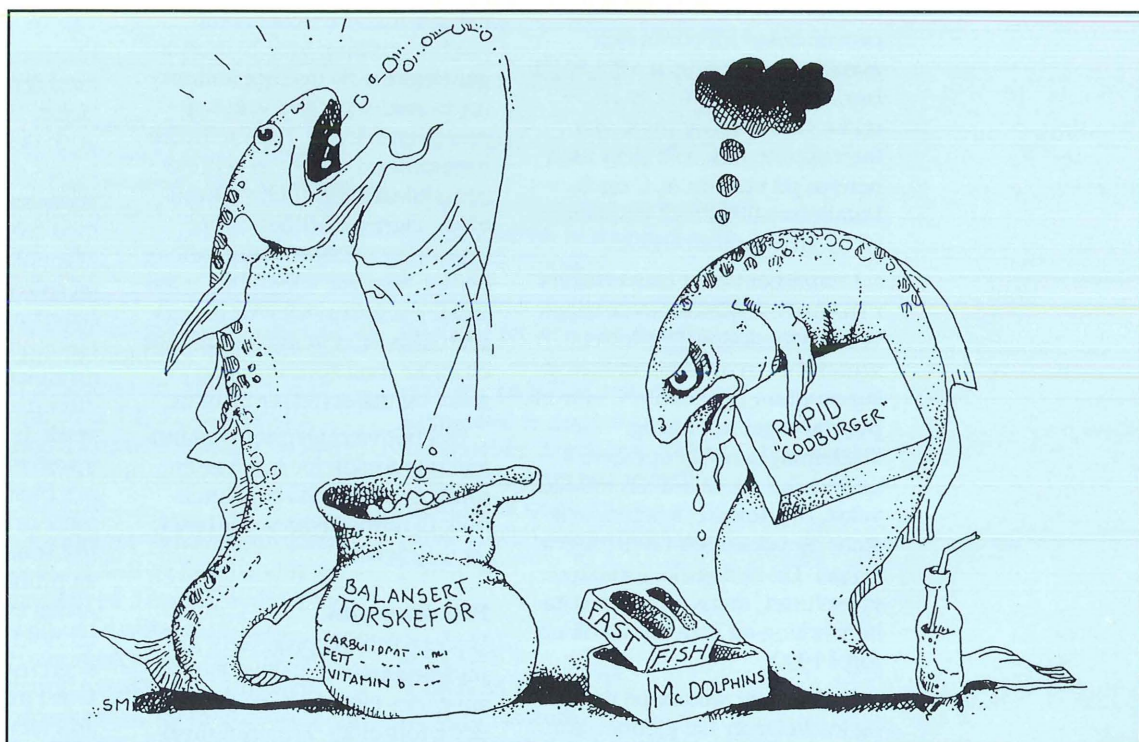
Oppdrett av marin fisk

Soyamel og konsentrater av soya-protein har vært ansett som en rimelig proteinkilde i fôr til torsk. Bruk av soya er begrenset av den essensielle aminosyren methionin. Sammenligninger mellom et fullverdig protein og soyamel i vesktforsøk fulgt opp av biokjemiske studier i organer viste at soyamel, og dermed også soyakonsentrat, kan erstatte inntil 20% av diettproteinene hos torsk. Ved høyere innhold enn dette viste fisken en betydelig redusert vekst, en reduksjon i proteinsynteseaktiviteten og en

økning i proteaseaktiviteten i muskel. En reduksjon i proteinsynteseaktiviteten og økning i proteaseaktiviteten indikerer at methioninbehovet ikke er dekket. Forsøkene indikerer også at methioninbehovet ikke overstiger 1.6% av proteinet under forutsetning av at cystininnholdet i dietten er tilstrekkelig.

Våren 1991 startet et torskforsøk med formål å finne betydningen av mengde karbohydrat i fôret for foreldregenerasjonens helse, samt å kartlegge overføring av karbohydratenergi fra foreldre til avkom. Prøver er tatt gjennom gonadeoppbyggingen, og fisken følges gjennom gytesesongen 1992.

I tilknytning til prosjektet "Pilotproduksjon av marin fiskeyngel" er det gjennomført forsøk for å belyse hvordan nivået av vitamin C i stamfiskfôr til torsk påvirker eggkvaliteten. Endel interessante funn kom fram som det ble funnet nødvendig å verifisere i et nytt forsøk i 1992. Også et



piggvarforsøk med vitamin C, med samme mål som torsk vitamin C, startet i 1991, og fortsetter i 1992.

Studier av sammenhengen mellom næringstilgang og realiserbar vekst hos torsk i forbindelse med havbeite har stått sentralt. Studiene har gitt data over energideponering, realiserbar vekst og organutvikling som gjør det mulig å bygge opp en vekstmodell for torsk i størrelsen 0.1 til 2.5 kg under nærmere angitte betingelser (herunder type diett og temperatur). En slik modell vil gjøre det mulig å estimere utbyttet i torskerpopulasjon og næringgrunnlaget for denne arten i et økosystem.

Et hovedfagstudium er igang for å undersøke hvilket behov torsk har for vitamin K. Oppgaven er todelt og omfatter en metodisk del samt å undersøke betydningen av vitamin K for vekst, overlevelse og undersøke deponering av vitaminet i fisken.

Et grunnleggende studium med kjønnsmodnende piggvar ble gjennomført i 1991. Organprøver er tatt gjennom hele gonadeoppbyggingen for å se på lagring og overføring av en rekke vitaminer og mineraler. Interessante funn ble gjort med hensyn på vitamin A, C og B₆. Databehandlingen av resultatene vil bli gjennomført i 1992.

I samarbeid med Universitetet i Tromsø og sykdomsavdelingen ved Havforskningsinstituttets senter for havbruk ble et hovedfagsstudium på vitamin C i før til piggvarryngel satt i gang. Studenten har som oppgave å undersøke vitamin C sin rolle for vekst, overlevelse, sykdomsresistens og vaksinasjon hos piggvarryngel. De biologiske forsøkene er avsluttet, mens analyser, databehandling og skriving vil bli utført i 1992.

Innledende studier på torske- og kveitelarver ble gjennomført i

samarbeid med Havforskningsinstituttet (Austevoll / Parispollen). Resultatene er lovende, og indikerer at smakelighet og vanninnhold i føret er viktige faktorer for yngelens overlevelse og vekst. Studiene fortsetter i 1992.

Det ble gjennomført et fødingsforsøk med kveite for å studere utlekkingen av smaks-komponenter i føret. Videre ble det høsten 1991 satt igang et sammenlignende forsøk med torsk og laks i merder for å studere vekst og førutnyttelse ved bruk av ulike førtyper.

Fødingsforsøk med steinbit ble gjennomført i samarbeid med Havforskningsinstituttet (Flødevigen) og BP-Nutrition, for å evaluere effekten av proteinkvalitet på vekst og førutnyttelse. Resultatene viser at proteinkvaliteten har avgjørende betydning for vekst og førutnyttelse hos denne arten.

Avfallsressurser og miljø

Studier omkring bruk av fiskeråstoff som proteinkilde i før til fisk har fortsatt. Resultatene viser at ensilasje med hydrolysegrad inntil 40% løselige aminosyrer/peptider gir god vekst og proteinutnyttelse. Høyere hydrolysegrad enn dette kan redusere proteinkvaliteten. Råstoffkvaliteten, lagringsforhold og lagringstid er i denne sammenheng viktige faktorer. Utnyttelse av ensilasje fra fiskeavfall i før til oppdrettslaks er et viktig bidrag i forbindelse med håndteringen av avfall og miljøeffekter av dette.

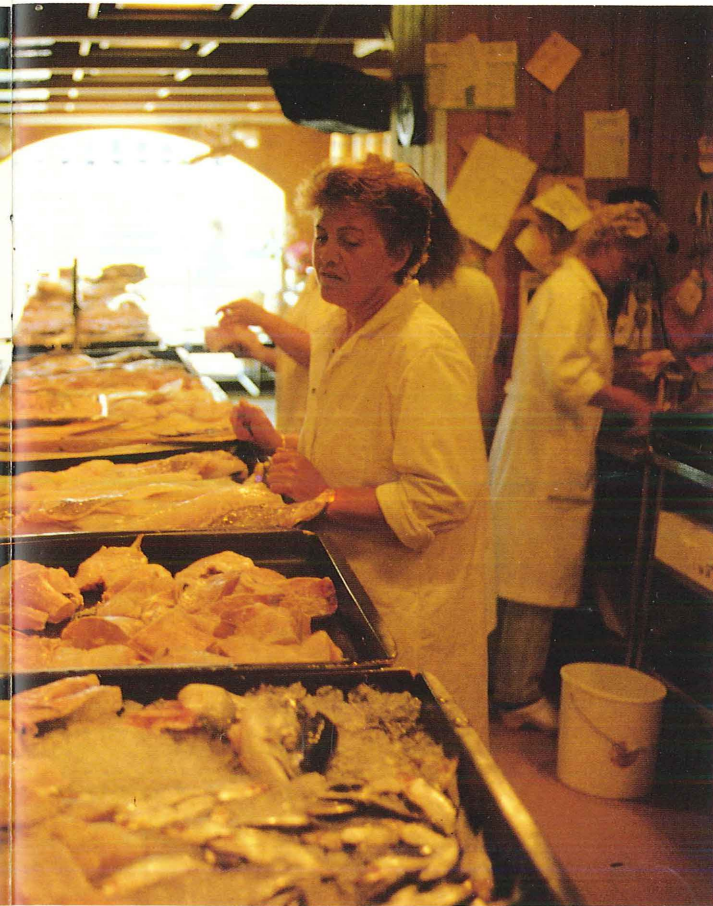
Det har vært gjennomført innledende forsøk for å belyse en mulig bruk av mikrobølgeteknikk til framstilling av før basert på fiskeavfall.

Fisk som mat

Underskudd på proteinrik mat i utviklingsland er vanlig. Fisk kan anvendes i kosten for å bedre dette forholdet. Ernæringsinsti-



tuttet er engasjert i et samarbeid med Senter for Internasjonal Helse, Universitetet i Bergen ved at en dr.scient-student fra Ghana tar sin doktorgrad ved instituttet vedrørende supplementering med fisk i dietter til barn, særlig i avvenningsdietter. Fermenterte og spirete lokale korsorter kombinert med fiskemel av tørkede og oppmalte fiskearter gir grunnlag for utvikling av slike dietter med høy ernæringsmessig verdi. Forsøk med rotter er igangsatt for å undersøke diettenes biologiske verdi og for å estimere optimale tilsetninger av fisk som proteinkilde. Et betydelig problem i fisk fra østlige Afrika er imidlertid et svært høyt innhold av fluor. Dette kan begrense bruken av disse råstoffene i mat til barn. Prosjektsamarbeidet er en del av instituttets



forskning rettet mot utviklingsland.

Et prosjekt i samarbeid med Eksportutvalget for ferskfisk har vært gjennomført for å kartlegge innholdet av n-3 fettsyrer i den spiselige delen av ulike fisk- og skaldyrarter (ca. 40 fiskeslag). Innholdet av de essensielle mineralene og sporelementene samt innholdet av tungmetallene er bestemt i de samme prøver som over. I 1992 vil arbeidet med å formidle resultatene i en populærvitenskapelig form bli påbegynt.

Prosjektet "Ernæringskvalitet av norsk fisk og fiskeprodukter" tar sikte på å oppnå bedre kunnskap om marine råstoffers ernæringskvalitet, og hvordan denne påvirkes av industriell prosessering, fôr-sammensetning og miljøpåvirkninger. Dette inne-

bærer bl.a. et samarbeid med NORCONSERV.

Det er vist i dyreforsøk at selen fra torsk, makrell og sild blir tatt opp i organismen og utnyttet bedre enn selen fra korn og kjøtt. Sjømat er således den beste selenkilden i vårt kosthold.

Ved å tilsette selenometionin (selenholdig analog til den svovelholdige aminosyren metionin) i fôr til laks kan seleninnholdet i fileten økes. Seleninnholdet i fileten øker imidlertid ikke med tilsetning av selenitt i fôret.

Utvikling av analysemetoder

I løpet av 1991 har rutinene for analyse av B-vitaminer blitt lagt om og effektivisert ved at nytt utstyr er tatt i bruk. Optimalisering med hensyn på overføring og beregning av data gjenstår før potensialet kan utnyttes fullt ut.

En HPLC-metode for bestemmelse av vitamin K (K₁, K₂, K₃) er innført og benyttet i forsøk med torsk.

En HPLC-metode for bestemmelse av vitamin D₂ og D₃ er videre utviklet, og den vil i 1992 bli evaluert som referansemetode i regi av Nordisk metodikk-komité for næringsmidler (NMKL).

Det er innarbeidet en metode for enzymatisk bestemmelse av melkesyre i muskel.

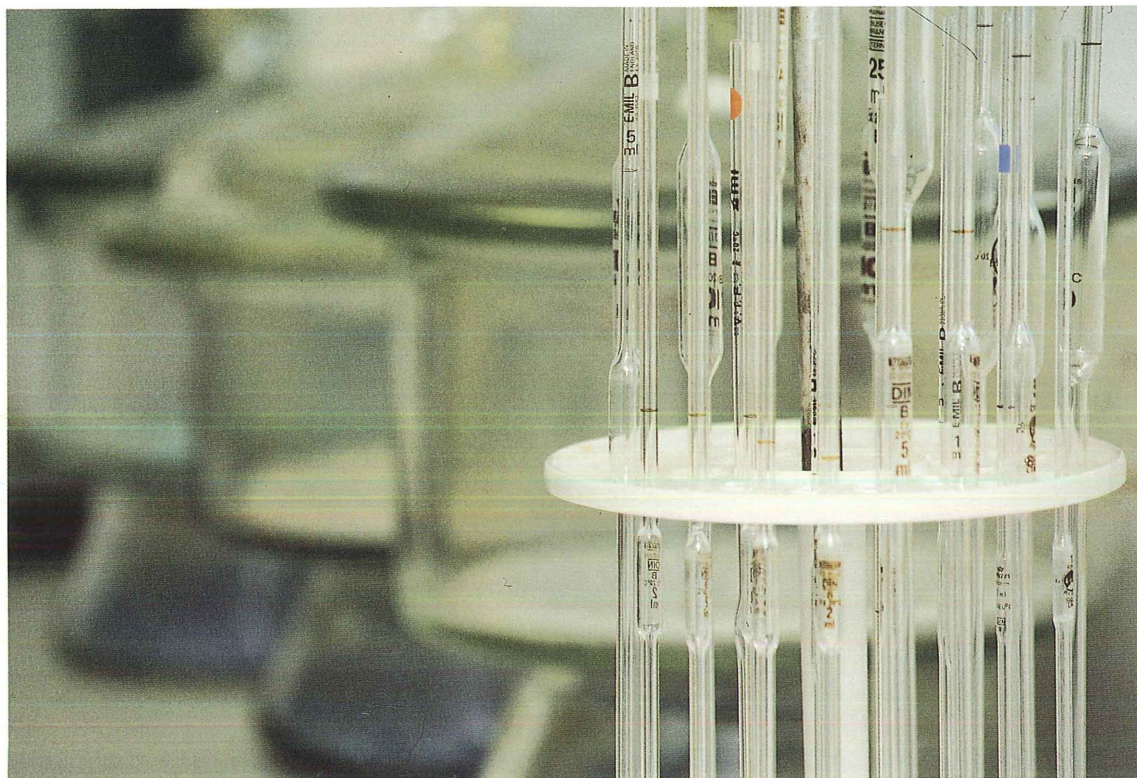
Grafittovn atomabsorpsjonsmetoder for jern i vevsvæsker og mangan i vevsprøver av fisk er utviklet. En HPLC metode til bestemmelse av organiske arsenforbindelser er etablert. Videre er en evaluering av forskjellige metoder til bestemmelse av organiske kvikksølvforbindelser påbegynt.

INTERN VIRKSOMHET

Dersom instituttets ambisiøse målsetting skal lykkes er det

nødvendig med følgende interne strategi:

- En personalforvaltning til beste for instituttets ansatte
- Planmessig strategi og effektiv økonomistyring og
- Hensiktsmessige rutiner for løpende oppgaver.



NFFR- PROSJEKTER

NFFR-nr.: 1902-711.065

Prosjekttittel:

Ernæringskvalitet av norsk fiske-
råstoff og fiskeprodukter.

Faglig hovedansvarlig:

Øyvind Lie

Startår: 1991

Sluttår: 1993

NFFR-nr.: 1402-711.068

Prosjekttittel:

Vitaminer i fôr til laks

Faglig hovedansvarlig:

Kjartan Sandnes

Startår: 1991

Sluttår: 1991

NFFR-nr.: 1402-711-067

Prosjekttittel:

Betydning av fettsyrer og fett-
løselige vitaminer.

Faglig hovedansvarlig:

Rune Waagbø

Startår: 1991

Sluttår: 1991

NFFR-nr.: III 711.060

Prosjekttittel:

Marine næringsmidler som spor-
elementkilde i norsk kosthold.

Faglig hovedansvarlig:

Kåre Julshamn

Startår: 1989

Sluttår: 1991

NFFR-nr.: V711.058

Prosjekttittel:

Mineral og sporelementbehov
hos laks.

Faglig hovedansvarlig:

Amund Måge

Startår: 1989

Sluttår: 1991

NFFR-nr.: E 8590.002

Prosjekttittel:

Mikrobølgeteknikk til produk-
sjon av fôr.

Faglig hovedansvarlig:

Kjartan Sandnes

Startår: 1991

Sluttår: 1991

NFFR-nr. E8631.001

Prosjekttittel:

Kunstig agn og storsteine.

Faglig hovedansvarlig:

Einar Lied

Startår: 1991

Sluttår: 1991

ANDRE PROSJEKTER

Nordisk Ministerråd

66.02.08.00

Prosjekttittel:

Ernæring og proteinomsetning

Faglig hovedansvarlig:

Einar Lied

Startår: 1990

Sluttår: 1992

NTNF/BP-Nutrition (ARC)

Prosjekttittel:

Pilotproduksjon av marin fiske-
yngel

Faglig hovedansvarlig:

Øyvind Lie

Startår: 1991

Sluttår: 1993

U NDERVISNING

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

Instituttet har også undervisning, veiledning og studieplass til dr.scient. studenter. For tiden har instituttet 8 hovedfags-

studenter og 8 dr.scient.-kandidater. Instituttet har ansvar for gjennomføring av kurs i næringsmiddelkjemi og analyse (dette kurset ble fra 1991 organisert som eget emne ved Universitetet i Bergen under betegnelsen BE260 "Næringsmiddelkjemi og analyse"). Dessuten har instituttet ansvaret for gjennomføringen av emnet BE268 "Ernæring hos fisk", ernæringsdelen av emnene B204 "Grunnkurs i akvakultur" og B304 "Akvakultur" samt ernæringsdelen av emnet B260 "Human fysiologi" for medisinerne og realister ved Universitetet i Bergen, Medisinsk fakultet.

I 1991 gikk 24 studenter opp til eksamen i emnet BE268 "Ernæring hos fisk" og 10 studenter i emnet BE260 "Næringsmiddelkjemi og analyse".

HOVEDFAGS- OPPGAVER

Berge, Gerd Eikeland.

Myosin syntese i torskemuskel

Børnes, Christine.

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

Fauske, Hilde.

Bestemmelse av kjemiske former av kvikksølv i akvatiske organismer.

Flo, Petter.

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

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 marinernæringsmidler ved bruk av HPLC og atomabsorpsjon.

Mæland, Anne.

Biotinbehov i fôr til atlantisk laks.

Rognsvåg, Frøydis.

Ustskilling av glukose over gjeller hos torsk.



Ledelsen for Universitetet i Bergen og Matematisk-Naturvitenskapelig fakultet besøkte i november Ernæringsinstituttet og ble orientert om instituttets forskning og undervisningsvirksomhet. På bildet ser vi foran fra venstre dekanus Harald Høiland, fak.direktør Kjell Scelen, univ. direktør Kåre Rommetveit, ass.

univ. direktør Sverre Spildo. Bak fra venstre avd. direktør Kristen Haugland, avd. direktør Rolf Behrens, forsker Kjartan Sandnes, forskningssjef Kåre Julshamn, forsker Øyvind Lie og forsker Einar Lied. Rektor Ole Didrik Lærum deltok også på møtet.

DOKTORGRADER

Kjartan Sandnes forsvarte avhandlingen "Studies on vitamin C in fish nutrition" for den filosofiske doktorgrad ved Universitetet i Bergen, 13. desember 1991.

Øyvind Lie forsvarte avhandlingen "Studies on digestion, deposition and fatty acid composition of lipids in cod (*Gadus morhua*)" for den filosofiske doktorgrad ved Universitetet i Bergen, 20. desember 1991.

ANNEN UNDERVISNING

B-204 Kurs i akvakultur ved Universitetet i Bergen

Fôrressurser, vannløselige vitaminer (Kjartan Sandnes).

Karbohydrater, protein og fordøyelse (Gro-Ingunn Hemre).

Fett, fettløselige vitaminer og fôr beregninger (Øyvind Lie).

Fiskehelse (Rune Waagbø)
B-354 Fiske sykdommer ved Universitetet i Bergen:

Ernæring/sykdom (Rune Waagbø)

Sensor: Cand.scient eksamen ved Norges Fiskerihøgskole (Øyvind Lie).

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

RÅD OG UTVALG

Kåre Julshamn og Einar Lied er medlemmer i "Rådgivende utvalg for prøvetakning og analyser av næringsmidler, RUPAN", Statens Næringsmiddeltilsyn. Kåre Julshamn er formann i RUPAN.

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

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

Kåre Julshamn er medlem og Øyvind Lie er varamedlem i interinstyret i Resirkulering og utnyttelse av organiske biprodukter i Norge (RUBIN).

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

Kjartan Sandnes har vært sekretær i "Det nasjonale utvalg for havbruksforskning".

Rune Waagbø har vært styremedlem og økonomiansvarlig i Norsk Forening for Akvakulturforskning (NFA) i 1991.

KONTAKT-VIRKSOMHET

Forskningsformidlingen er en viktig del av Ernæringsinstituttets virksomhet. Vår internasjonale publisering dokumenterer kvaliteten på den forskning 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 Fiskeoppdrett og Fiskets Gang. I tillegg har vi fått et godt samarbeid med Fiskeridirektoratet, Kontoret for rettleiding og informasjon vedrørende informasjonsformidling.

Ernæringsinstituttets eget tidsskrift "Fiskeridirektoratets skriftserie ernæring" fremsto fra 1990 i forbedret utgave med dr.philos. Leif R. Njaa som redaktør. Tidsskriftet vil være en viktig kunnskapsformidler på områdene ernæringsforskning og næringsmiddelkjemi knyttet til marine organismer og forvarer.

Ernæringsbiologisk 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 møte 2 til 4 ganger hvert semester.

Styret 1991:

Gerd Eikeland Berge (leder)
Aslaug, Sandvin (sekretær)
Jorun Haugsnes (kasserer)
Leif R., Njaa (styrmedlem)
Gro-Ingunn, Hemre (varamedlem)

FOREDRAG

Albrektsen, Sissel, Sandnes, Kjartan, Glette, Johan og Waagbø, Rune.

Influence of dietary vitamin B₆ on immune response and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*).

Muntlig presentasjon på IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, Frankrike, 24.-27. juni.

Albrektsen, Sissel.

Effekt av vitamin B₆ på proteinsyntese.

Årsmøteseminar, Norsk forening for akvakulturforskning (NFA), 24. oktober.

Christiansen, Rune, Waagbø, Rune and Torrissen, Ole J.

Effects of polyunsaturated fatty acids and vitamin E on flesh pigmentation in Atlantic salmon (*Salmo salar*).

IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, Frankrike, 24.-27. juni.

Farooq, A. and Julshamn, K.

Determination of Fe, Zn, Mg, Mn, Se and Cr in diet samples by AAS after acid digestion.

XXVII Colloquium Spectroscopicum Internationale, Bergen, June 9.-14.

Flo, P. and Julshamn, K.

Determination of chromium in biological samples by graphite furnace AAS.

- XXVII Colloquium Spectroscopicum Internationale, Bergen, June 9-14.
- Hemre, Gro-Ingunn, Lie, Øyvind and Sundby, Anne.
The utilization of dietary carbohydrate in cod (*Gadus morhua*). Response of feeding and starvation.
Muntlig presentasjon på IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, Frankrike, 24.-27. juni.
- Hemre, Gro-Ingunn.
Karbohydrater i fôr til stamfisk.
Seminar ved prosjektsamling "Pilotproduksjon av marin fiskeyngel", Trondheim, september.
- Hemre, Gro-Ingunn.
Fôr til fisk og fisk som mat.
Havbrukskunnskapskurs for "kvinner i fiskerinæringen", Bergen, oktober.
- Hemre, Gro-Ingunn.
Gjør vi torskens sukker-syk? Om torskens karbohydratstoffskifte.
Seminar ved Austevoll Havbruksstasjon, november.
- Hemre, Gro-Ingunn.
Karbohydrater i fôr til torsk, hvordan påvirker disse vekst, fôrforbruk og hva skjer ved sult?
Årsmøte, NFA, Oslo, oktober.
- Helgesen, Astri.
Immunologiske metoder.
Seminar "Ernæring og fiskehelse", Ustaoset, 3.-5. mars.
- Horvli, Ole.
Vitamin D.
Seminar "Ernæring og fiskehelse", Ustaoset, 3.-5. mars.
- Horvli, Ole.
Vitamin D og fisk.
- "Det 14. kontaktmøte for forskere innen fiskeforedling", Tromsø 8.-9. oktober.
- Julshamn, Kåre.
Ernæringskvalitet - en viktig side av kvalitetsbegrepet.
"Det 14. kontaktmøte for forskere innen fiskeforedling", Tromsø 8.-9. oktober.
- Lie, Øyvind.
Fettsyrer.
Seminar "Ernæring og fiskehelse", Ustaoset, 3.-5. mars.
- Lie, Øyvind, Sandvin, Aslaug and Waagbø, Rune.
Lipid transport in Atlantic salmon (*Salmo salar*): Effects of diet and sexual maturation.
Foredrag på IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, Frankrike, 24.-27. juni.
- Lie, Øyvind.
Omsetning av mikronæringsstoffer i piggvar under kjønnsmodning.
Seminar ved prosjektsamling "Pilotproduksjon av marin fiskeyngel", Trondheim, sep.
- Lie, Øyvind.
The fatty acid composition of phospholipids of roe and milt in cod - influence of the feed.
16th Scandinavian Lipid Symposium. Hardanger, Norge, 9-13 juni.
- Lie, Øyvind.
Influence of dietary fatty acids on the composition of neutral lipids and glycerophospholipids of erythrocytes and spleen in cod (*Gadus morhua*).
82th American Oil Chemists' Society Annual meeting. Chicago, USA.
- Nortvedt, Ragnar.
Vannkjemi og smoltifisering.
- Foredrag ved Senter for Havbruk, Havforskningsinstituttet, 19. november.
- Sandnes, Kjartan.
Mikrobløgeteknikk til produksjon av fiskefôr.
Seminar "Ernæring og fiskehelse", Ustaoset 3.-5. mars.
- Sandnes, Kjartan.
Betydning av vitamin C i stamfisk ernæring av torsk og piggvar.
Seminar ved prosjektsamling "Pilotproduksjon av marin fiskeyngel", Trondheim, september.
- Sandnes, Kjartan.
Fôr, fôring og miljø.
Årsmøteseminar, Norsk forening for akvakulturforskning (NFA), 24. oktober.
- Waagbø, Rune.
Ernæring og fiskehelse.
Seminar "Ernæring og fiskehelse", Ustaoset, 3.-5. mars.
- Waagbø, R., Glette, J., Raa-Nilsen, E. and Sandnes, K.
Dietary vitamin C, immunology and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*).
Poster presentasjon på The Nordic Symposium on Fish Immunology, Tromsø, Mai.
- Waagbø, Rune, Sandvin Aslaug, Sandnes, Kjartan and Lie, Øyvind.
Effects of dietary n-3 fatty acids and vitamin E on egg quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*).
Poster presentasjon på IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, Frankrike, 24.-27. juni.
- Waagbø, R., Glette, J., Raa-Nilsen, E. and Sandnes, K.
Dietary vitamin C, immunology and disease resis-

tance in Atlantic salmon (*Salmo salar*).

Muntlig presentasjon på IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, Frankrike, 24.-27. juni.

Waagbø, Rune.

PUFA-torsk: Sammenhengen mellom ernæring og fiskehelse.

Høstkollokvium HI Austevoll havbruksstasjon, 5. desember.

PUBLIKASJONER

Albrektsen, S.

Vitamin B₆ i fôr til laks.
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 25-26.

Andersen, F.

Thiaminase- vitamin B₁- ødeleggende faktor i fiskeråstoff.
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 19-20.

Bjørnsson, B., Sigurthorsson, G., Lie, Ø. & Hemre, G-I.

Growth rate and food conversion of young halibut (*Hippoglossus Hippoglossus L.*) fed six different diets. ICES C.M.1991. C.M. 1991/F:13 Maricultuer committee.

Espe, M.

Ensilasje i fôr til laks. Fiskets Gang, Nr. 5, s. 15-16 og s. 32.

Espe, M. & Njaa, L.R.

Growth and chemical composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) given fish meal diet or a corresponding free amino acid diet.
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, IV, Nr.2, s. 103-110.

Espe, M., Haalans, H. & Njaa, L.R.

A note on the amino acid distribution in fish silagelayers.
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, IV, Nr. 2, s. 127-132.

Hemre, G-I., Lambertsen, G. & Lie, Ø.

The effect of dietary carbohydrate on the stress response in cod (*Gadus morhua*).
Aquaculture, 95, s. 319-328.

Hemre, G-I., Lie, Ø. & Lambertsen, G.

Chromatographic determination of pyruvate, lactate, acetoacetate and β-hydroxybutyrate in fed and starved cod (*Gadus morhua*).
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, IV, Nr. 1, s. 85-94.

Hemre, G-H.

Karbohydrat i fôr til torsk. Påvirker fôrets innhold av karbohydrater torskens helsetilstand?
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 27-28.

Horvli, O.

Vitamin D - en gave fra havet.
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 33-34.

Haaland, H. & Njaa, L.R.

Amino acid stability unpreserved and preserved minced capelin (*Mallotus villosus*).
J. Sci. Food agric. 54, s. 443-448.

Julshamn, K.

Hvilke krav stilles til næringsmiddelkjemiske analyser i fremtidens Europa?
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 7-9.

Knudsen, E.

Sporelementer og folks helse.
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 38-40.

Lie, Ø. & Lambertsen, G.

Lipid digestion and absorption in cod (*Gadus morhua*), comparing triacylglycerols, wax esters and diacylalkylglycerols.
Comp. Biochem. Physiol. 98 A, s. 159-163.

Lie, Ø.

The fatty acid composition of phospholipids of roe and milt in cod-influence of the feed.
LIPIDFORUM, 16th Scandi-

navian symposium on lipids, Hardanger, Norway, June 1991, s. 185-198.

Lie, Ø & Lambertsen, G.

Fatty acid composition of glycerophospholipids in seven tissues of cod (*Gadus morhua*), determined by combined high-performance liquid chromatography and gas chromatography.
J. Chromatogr., 565, s. 119-129.

Lie, Ø.

Omega-3 fettsyrer og kosthold.
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 29-31.

Lied, E.

Utnyttelse av protein, kan vi øke den?
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 17-18.

Lorentzen, M.

Kan vi øke seléninnholdet i filét hos oppdrettslaks?
Fiskets Gang, nr. 5, s. 35-37.

Måge, A.

Fiskeavfall som mogleg fôrressurs.
Bulletinen nr. 2, s. 12-13,
Norsk forening for Akvakulturforskning.

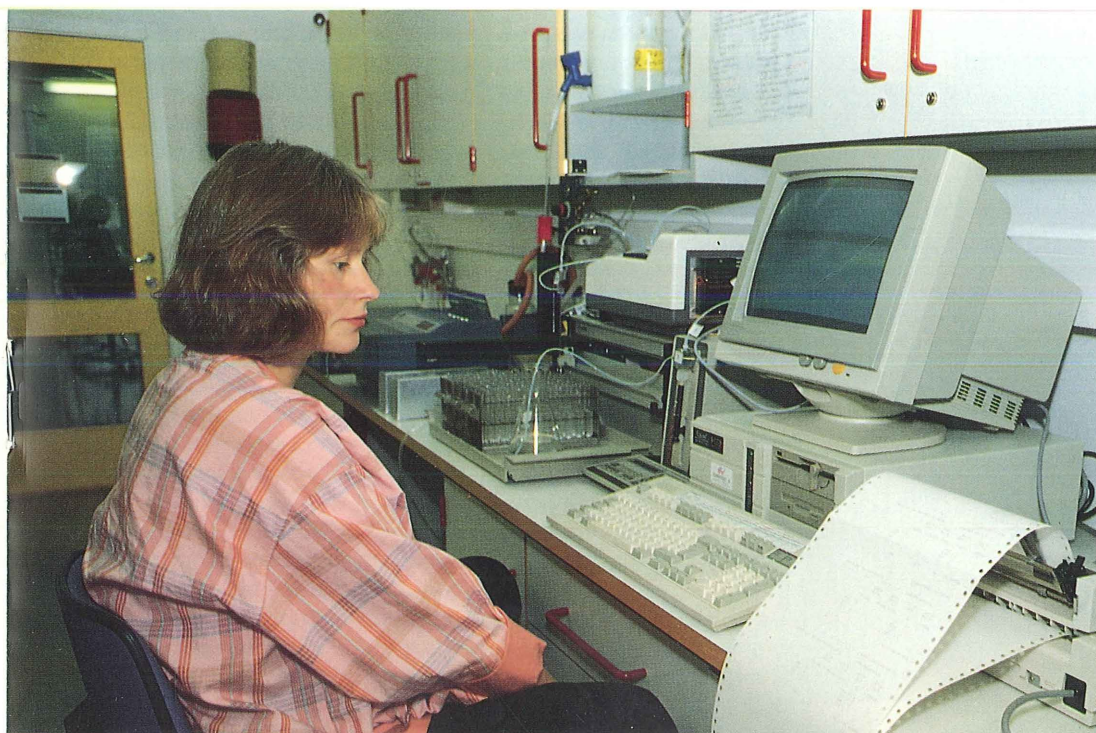
Måge, A., Julshamn, K. & Andersen, K.J.

Determination of selenium in acid digested marine samples by electrothermal atomic absorption spectrometry with continuum source background correction and nickel as a chemical modifier.
J. of anal. atomic spectrometry, 6, s. 277-281.

Måge, A., Julshamn, K. & Ulgenes, Y.

A comparison of tissue levels of four essential trace elements in wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*).
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, IV, No. 2, s. 111-116.

- Måge, A.
Internasjonale miljøvern-
avtaler og havbruk.
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 11-14.
- Otterå, H. & Lie, Ø.
Weaning trials with cod
(*Gadus morhua*) fry on for-
mulated diets.
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring,
IV, Nr. 1, s. 85-94.
- Sandnes, K.
Vitamin C in fish nutrition -
a review.
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring,
IV, Nr. 1, s. 3-32.
- Sandnes, K. & Waagbø, R.
Enzymatic hydrolysis of
ascobate-2-monophosphate
and ascorbate-2-sulphate in
vitro, and bioactivity of ascor-
bate-2-monophosphate in
Atlantic salmon (*Salmo sa-
lar*).
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring,
IV, Nr. 1, s. 33-39.
- Sandnes, K. & Waagbø, R.
Effects of dietary vitamin C
and physical stress on head
kidney and liver ascorbic
acid, serum cortisol, glucose
and haematology in Atlantic
salmon (*Salmo salar*).
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring,
IV, Nr. 1, s. 41-49.
- Sandnes, K.
Utnytter vi marine fôrressur-
ser godt nok i Norge?
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 4-6.
- Sandnes, K.
Norsk Havbruk - perspektiv
på utviklinga.
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 10.
- Steiner-Asiedu, M., Julshamn, K.
& Lie, Ø.
Effect of local processing meth-
ods (Cooking, frying and
smoking) on three fish
species from Ghana: Part I.
Proximate composition, fatty
acids, minerals, trace
elements and vitamins.
Food Chemistry, 40, s. 309-
321.
- Steiner-Asiedu, M., Asiedu, D. &
Njaa, L.R.
Effect of local processing meth-
ods (cooking, frying and
smoking) on three fish spe-
cies from Ghana: Part 2.
Amino acids and protein
quality.
Food Chemistry, 41, s. 227-
236.
- Waagbø R., Sandnes, K.,
Sandvin, A. & Lie, Ø.
Feeding three levels of n-3 po-
lyunsaturated fatty acids at
two levels of vitamin E to
Atlantic salmon (*Salmo salar*).
Growth and chemical compo-
sition.
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring,
IV, Nr. 1, s. 51-63.
- Waagbø, R.
Ernæring og helse hos fisk -
aktuelle problemstillinger.
Fiskets Gang, Nr. 5, s. 21-23.
- Waagbø, R., Øines,
S. & Sandnes, K.
The stability and biological
availability of different
forms of vitamin C in feed for
Atlantic salmon (*Salmo
salar*).
Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring,
IV, Nr. 2, s. 95-101.



UTNYTTELSEN AV PROTEIN, KAN VI ØKE DEN?

Av
Einar Lied

Proteiner utgjør den største og 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 redusere kostnadene og gjør oppdrettsnæringen mest mulig konkurransedyktig. Dette er forøvrig en forutsetning for at oppdrett av en marin art som torsk skal kunne lykkes økonomisk.

Selv om proteiner i biokjemisk og fysiologisk sammenheng har tallrike funksjoner, har de som næringsmiddel bare en funksjon, nemlig å forsyne organismen med aminosyrer. Under normale betingelser brukes aminosyrer hos mennesker i første rekke til vekst. Hos fisk brukes imidlertid aminosyrer i vesentlig grad også i energiomsetningen og er derfor viktig som energikilde.

Proteinkvalitet kan uttrykkes i hvor stor andel av diettprotein som brukes til vekst. Forenklet betyr stor vekst høy proteinutnyttelse, som igjen betyr høy proteinkvalitet, og omvendt. Proteinkvalitet er først og fremst knyttet til proteinets aminosyresammensetning med hensyn på de essensielle aminosyrene, men også til proteinfordøyelighet og absorpsjonshastigheten. Fisk har, i likhet med alle dyr, et spesifikt behov for aminosyrer den selv ikke kan danne; dette er de såkalte essensielle aminosyrene. Mangel på, eller for lavt, innhold av en essensiell aminosyre reduserer proteinkvaliteten; derimot vil ikke proteinkvaliteten øke dersom innholdet av den samme aminosyren er høyere enn fiskens behov. Et eksempel er soya-protein, som er for lavt med hensyn på den essensielle aminosyren methionin. Supplering av diett proteinet med methionin vil øke proteinkvaliteten inntil fiskens behov er dekket; en tilsetning utover dette vil ikke øke proteinkvaliteten ytterligere. Som proteinkilde i fôr til oppdrettsfisk brukes i første rekke fiskemel. Norskprodusert fiske-

mel er av høy kvalitet, både på grunn av god råstoffbehandling og på grunn av god teknologi. Fiskemel har også en aminosyresammensetning som må ansees som ideell for fisk. En kan derfor ikke øke retensjonen ved å bedre diettproteinets aminosyresammensetning.

Proteinene, som er makromolekyler, må fordøyes eller brytes ned til absorberbare enheter hvis fisken skal kunne ha nytte av dette som næringsmiddel. Proteinfordøyelsen starter i magesekken og fortsetter i tynntarmen til aminosyrene er tatt opp i tarmcellene enten som frie aminosyrer eller som korte peptider. På grunn av metodeproblemer er en beregning av sann fordøyelighet hos fisk i praksis umulig å gjennomføre. En er derfor henvisning til å anvende indirekte metoder, hvor den vanligste er tilsetning i fôret av indikatoren kromoksyd. Av forskjellige grunner er dette en uøyaktig metodikk. På grunn av fiskemelets høye kvalitet har det vært en gjengs oppfatning at en økning i fordøyeligheten er veien å gå for en bedre proteinutnyttelse. Det har også vært foreslått tilsetning av f.eks. enzymer til fôret for å øke fordøyeligheten og dermed også proteinutnyttelsen. Men er dette riktig, og i tilfelle hvor stor betydning vil en økning i fordøyeligheten bety for proteininnholdet i fôret?

En høy fordøyelighet er en forutsetning for god proteinutnyttelse. Normalt regner en med en proteinfordøyelighet hos fisk på 90%. En kan være enig eller

uenig i om denne verdien er for lav eller for høy. Spørsmålet er her hvor mye kan redusere proteininnholdet i fôret ved å øke fordøyeligheten med f.eks. 5%? Det er uten tvil riktig at en bedre fordøyelighet vil gjøre det mulig å redusere proteinnivået i fiskefôret uten å redusere proteinutnyttelsen, dvs. fiskens vekst. Som det fremgår av figur 1 gir en økning i fordøyeligheten imidlertid bare marginale effekter når det gjelder proteininnholdet i fôret. En økning i fordøyeligheten av protein med 5% gir muligheter for en reduksjon i proteininnholdet i fôret på bare 2%. En proteinfordøyelighet utover 95% er relativt urealistisk, og selv om en skulle kunne klare å øke den til 97-98%, gir dette en gevinst som knapt er påvisbar. En optimal utnyttelse av aminosyrene til vekst forutsetter at alle aminosyrene er tilstede i cellen samtidig og i riktig innbyrdes forhold. Dyr kan ikke spare aminosyrer til senere bruk. Derfor vil de aminosyrene som ikke benyttes til vekst, bli oksydert i energiomsetningen eller omdannet til glycogen eller fett lagret som sådan. I alle tilfelle er aminosyrene gått tapt. Men selv om alle aminosyrene er tilstede i riktig forhold betyr dette ikke at en oppnår optimal utnyttelse. Hvis aminosyreabsorpsjonen er så hurtig at aminosyrekonsentrasjonen i cellen overstiger dens kapasitet for vekst (proteinsyntesekapasiteten) vil overskuddet gå inn i energiomsetningen eller bli omdannet til glycogen og/eller fett.

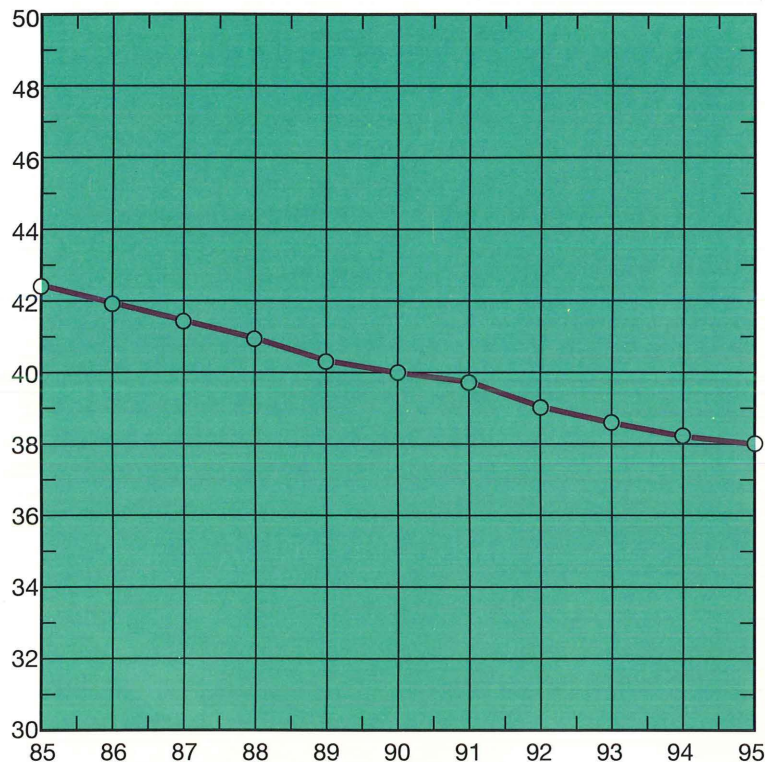
Vanligvis regner en med en proteinutnyttelse på 35% hos laks, dvs. 35% av det spiste diettproteinet blir avleiret i fisken. Proteinutnyttelsen hos fisk er altså relativt sett lav. Kan dette skyldes at aminosyreabsorpsjonen overstiger proteinsyrekapasiteten i cellene på grunn av et for lett fordøyelig diettprotein? Vi har bare foreløpige data som antyder at dette kan være tilfelle.

I forsøk med torsk har en med våtfôr basert på optimalt brisling og lodde med et protein/energi-forhold på 46% oppnådd en proteinutnyttelse tilsvarende det en finner hos laks, 35-36%. I forsøk hvor torsk er blitt fôret med hel brisling, og hvor protein/energi-forholdet i fôret var redusert til 35%, ble det oppnådd en proteinutnyttelse på ca. 50%.

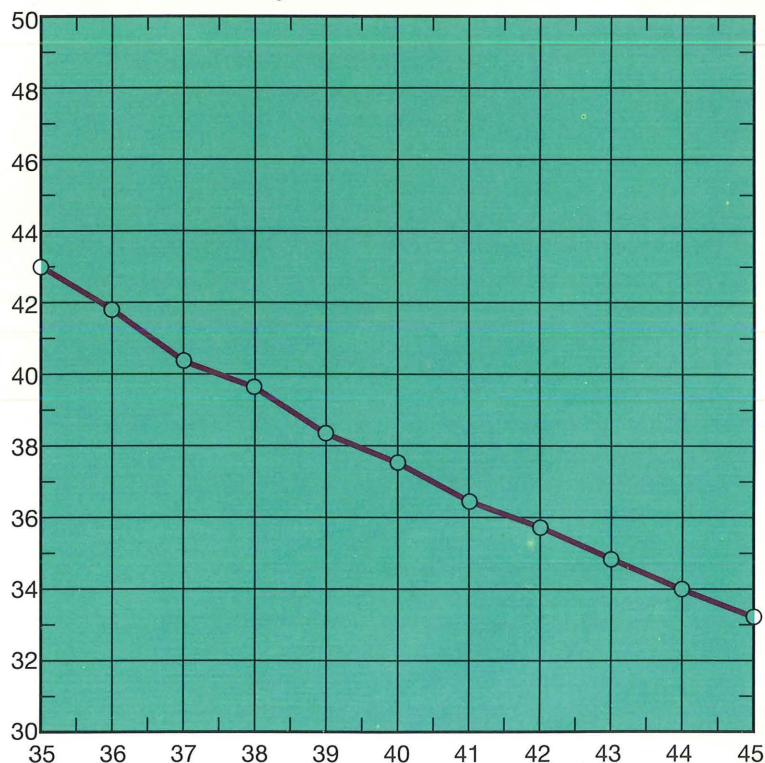
Veksten hos fisken var den samme i begge forsøkene. Den sannsynlige årsaken til den bedre proteinutnyttelsen var et bedret forhold mellom aminosyreabsorpsjonen og proteinsyntesekapasiteten hos fisk som ble fôret med hel brisling. En bedre proteinutnyttelse gir altså mulighet til å redusere innholdet av protein i fôret uten redusert tilvekst, noe som har stor betydning rent økonomisk. De fleste fôr til oppdrett har et proteininnhold på 42-43% og hvor en regner med en proteinutnyttelse på 35-36%. Som det fremgår av figur 2 vil en økning i proteinutnyttelsen på 10%, fra 35 til 45% gi en reduksjon i proteininnholdet i fôret på 10%, fra 43 til 33%. En økning i proteinutnyttelsen hos laks med 10% vil altså medføre en reduksjon i proteininnholdet i fôret på ca. 25%, noe som ville ha stor betydning i en hardt presset oppdrettsnæring. Det er i denne sammenheng også verdt å peke på de miljømessige konsekvensene etter som en økning i proteinutnyttelsen også vil gi en betydelig reduksjon i nitrogenutskillelsen (i form av ammonium) fra fisken.

Selv om en høy proteinfordøyelighet er en forutsetning for en god proteinutnyttelse, vil det med dagens gode kvalitet på fiskemelet bare være marginale effekter å hente ved en ytterligere økning av fordøyeligheten. En økning av proteinutnyttelsen vil imidlertid gi betydelige effekter både økonomisk, ressursmessig i forhold til miljøproblematikken.

FORDØYELIGHET (%)



PROTEINRETENSJON (%)



UTNYTTER VI MARINE FÔRRESSURSER GODT NOK I NORGE?

Av
Kjartan Sandnes

Tilgang på rimelig fôr av god kvalitet er den viktigste begrensningen for en økning av produksjonen i intensivt oppdrett i Norge. Videre er det nødvendig at sykdomsproblemene løses. Disse to punktene overskygger alle andre såkalte "kritiske suksessfaktorer" som er viktige for å kunne øke produksjonen i intensivt oppdrett. Når grunnlaget er tilstede - nok, godt og billig fôr, og kontroll med sykdomsproblemene - er det relevant å diskutere hvilke andre innsatsfaktorer som er nødvendige. Det er dokumentert at det er en sammenheng mellom fôrsammensetningen og oppdrettsfiskens motstandskraft mot sykdom, men det skal vi la ligge her. Istedenfor skal vi ta utgangspunktet i Norges fiskeriressurser og hvordan fôrproduksjonen foregår idag.

I Norge benyttes industriråstoffet fra fiskeriene i all hovedsak som fôr til oppdrettsfisk.

Dersom vi analyserer gangen i prosessen fra fangst til ferdig produsert tørrfôr åpenbarer det seg en vei fra råstoff til fôr som bør vekke ettertanke.

Figur 1 illustrerer dette. I dag leveres råstoffet til fiskemelfabrikker som separerer olje og mel (les: protein) og som bruker energi til å fjerne vannet fra industrifisken. Deretter transporteres olje og mel til en fiskefôrfabrik som reverserer hele prosessen; mel og olje blandes sammen igjen og tilsettes vann for å kunne lage fôrpellets. Deretter må det ferdige fôret tørkes. Proteinene fra fiskeråstoffet må således gjennomgå oppvarming og tørking to ganger fram til ferdig fôr.

NYTT UTGANGSPUNKT

Fiskemelindustrien har sin bakgrunn i en tid da norsk industriråstoff ikke kunne avhendes innenlands. Da var eksport av mel og oljer en hensiktsmessig måte å omsette råstoffet på grunn av den økte holdbarheten av produktene. I dag er utgangspunktet totalt forandret - vi benytter industrifisken til fiskefôr i Norge.

Ja, faktisk er det slik at en økning av produksjonen i norsk fiskeoppdrett utover dagens nivå krever at vi må importere fôrstoffet. Derfor er det viktig at vi utnytter de ressursene vi har på en optimal måte. Den mest logiske måten å gjøre dette på er å forkorte og forenkle veien fra råstoffet tas ombord i tråleren eller snurperen og til det gis som fôr til fisken i oppdrettsanleggene.

Strukturen i fiskeri- og havbruksnæringen i Norge gir muligheter for dette. Industriråstoffet fanges i havområdene utenfor norskekysten. Hovedmengden fiskes utenfor kysten av Sør-Norge, hvor også de fleste oppdrettsanleggene er lokalisert. Dette gir muligheter for en mer lokal fôrproduksjon enn det vi har i dag, der vi har få og store fabrikker som lager tørrfôr basert på fiskemel og -oljer. Forutsetningen for å få dette til er en teknologi som muliggjør en fôrproduksjon med utgangspunkt i fiskeråstoffet direkte uten å gå veien om fiskemel. Hittil har en prøvd å lage våtfôr eller halvtørt fôr (moist fôr) av fiskeråstoff eller ensilasje av fiskeråstoff der en må blande inn en betydelig mengde karbohydrater for å få pellet som holder sammen. Dette har ikke vært

noen suksess i Norge, og i Danmark er det forbudt å bruke slikt fôr da det gir større utslipp til miljøet enn tørrfôr.

TALLENE

Hvilke tall er det så vi snakker om? Fiskefôrindustrien i Norge produserte i 1990 nær 300.000 tonn tørrfôr til en anslått verdi av ca. 2.5 milliarder kroner. Det samme året ble det levert 8.2 mill. tonn industrifisk som ga en fiskemelproduksjon på 165.000 tonn. Totalomsetningen av mel og olje - som er hovedingrediensene i fiskefôr - var omlag 1 milliard kr. i 1990. Sammenligner vi omsetningen i fiskemelindustrien og fôrindustrien ser vi en verdiøkning på 1-1.5 milliarder kr. fra fiskemelprodusent til fôrprodusent. Utgifter til vitaminer, mineraler, fargestoffer og bindemidler utgjør betydelige kostnader for fôrindustrien, men kan vanskelig forklare alt.

Inntjeningen i fôrindustrien er tross alt ikke spesielt høy, så en må derfor sette spørsmålsteget ved hele strukturen i fôrproduksjonen i Norge. En bedre struktur vil kunne gi grunnlag for et langt bedre økonomisk utbytte for både fisker og oppdretter.

Fôret utgjør den største variable kostnaden i oppdrett av fisk, og utgjør en økende andel av produksjonskostnadene. I prosent av produksjonskostnadene utgjorde utgiftene til fôr 27% i 1987, 33% i 1988 og 39% i 1989 (Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse for matfiskanlegg 1989).

Produksjonen av norsk oppdrettsfisk var i 1990 på 160.000 tonn. De største mulighetene for reduksjon i kostnadene ligger på forsiden, og en innsparing på en krone per kg produsert fisk utgjør en verdi på over 160 mill. kroner. Potensialet for innsparing ved en omlegging av fiskefôrproduksjonen er sannsynligvis lang større. Men mulige innsparingskostnader i fôrproduksjon



nen er bare en side av denne saken. En annen er mulighetene for å oppnå en bedre fordøyelse og utnyttelse av proteinet. Dette fører til at vi kan produsere mer oppdrettsfisk med samme mengde ilandført råstoff. Skal vi bygge ut intensivt oppdrett til en vesentlig høyere produksjon enn idag -400.000 tonn ved tusenårsskiftet har vært antydnet - vil vi få for lite fôrrestoffer i Norge.

FISKEAVFALL

Det går omlag 200.000 tonn fiskeavfall til spille i Norge. Dette er en verdifull ressurs som i prinsippet kan anvendes til fôr med samme produksjonsteknologi som for vanlig marint råstoff. De avfallsmengdene vi her snakker om vil kunne øke mengden oppdrettsfisk med 50.000 tonn årlig.

Men fiskeavfall kan også benyttes på andre måter. Norge importerer store mengder hundedyr og katter med der proteinet i hovedsak er avfall fra slakterier eller fiskeindustri. I 1989 importerte Norge 23.705 tonn tørt fôr og 3.520 tonn vått fôr til hunder og katter. Dette utgjør en verdi på flere hundre millioner kroner. Det bør være en nasjonal oppgave å produsere nok fôr til våre egne kjæledyr, og det internasjonale markedet for slike produkter er stort. Det er anslått at det er 60 mill. katter og hunder i Europa, og 107 mill. i USA. Det årlige forbruket av fôr til disse dyrene i USA er 15. mill. tonn protein (slikt fôr inneholder omlag 30% protein). Her ligger det en utfordring for fiskeindustrien i å komme fram til utnyttelsen av de høyverdige næringsstoffene som finnes i fiskeavfall.

TRE ALTERNATIVER

Til slutt, påstanden som ofte framsettes når oppdrettsnæringen diskuteres: Det er ressursløsning og etisk forkastelig å anvende verdifullt marint råstoff som fôr til fisk. I realiteten foreligger tre alternativer: 1) Norge

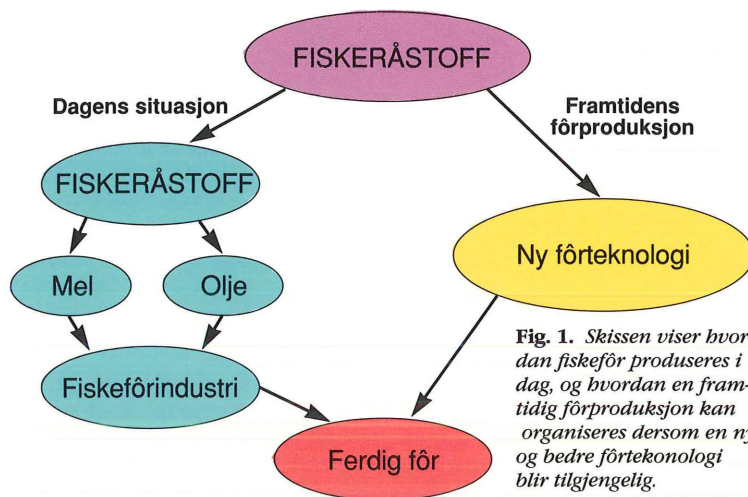


Fig. 1. Skissen viser hvordan fiskefôr produseres i dag, og hvordan en framtidig fôrproduksjon kan organiseres dersom en ny og bedre fôrteknologi blir tilgjengelig.

slutter å fange industrifisk, 2) industrifisk omsettes til humant konsum direkte, og 3) industrifisk anvendes til fôr. Idag står punkt 3 som det eneste aktuelle alternativ. Da gjenstår spørsmålet hvordan vi får mest igjen når råstoffet anvendes til fôr, dvs. hvilket dyr som utnytter fôret best. Figur 2 illustrerer dette, og viser at fisk utnytter fôrproteinene klart bedre enn landlevende dyr. Det blir fra flere hold hevdet at skal vi sikre nok mat til verdens befolkning må vi dreie matproduksjonen i retning av at protein produseres i havet, og at landområdene nyttes til produksjon av karbohydrater (planter). Norge har de beste forutsetningene for å øke produksjonen av sjømat gjennom fangst, oppdrett og havbeite. Intensivt oppdrett av fisk i Norge er etisk, ressursmessig og nasjonaløkonomisk riktig, dersom vi utnytter fôrressursene optimalt og ikke forringer det marine miljøet.

LOVENDE FORSØK

En omlegging av fiskefôrproduksjonen i Norge kan kanskje ytterligere bidra positivt til dette. Ved

Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt er arbeidet med å utvikle bedre fôr og øke fôrutnyttelsen hos oppdrettsfisk prioriterte arbeidsoppgaver. Instituttet har for tiden igang forsøk for å utprøve nye metoder til å lage fiskefôr direkte fra fiskeråstoff. Innledende forsøk viser svært lovende resultater, og i løpet av 1-2 år vil det vise seg om denne metoden kan anvendes i praksis.

En effektiv teknologi som gir mulighet for å utnytte råstoff direkte i fiskefôrproduksjon åpner muligheter for nytenkning både i fiskeri- og havbruksnæringen. En desentralisert fôrproduksjon kan skape nye lønnsomme arbeidsplasser i distriktene, og ved at råstoffets vei fra fisken til oppdretter kortes inn og forenkles vil disse to yrkesgruppene tjene på en slik omlegging. Fiskerimyndighetenes mål er at fiskeri- og havbruksvirksomheten utvikles til en robust og lønnsom kystnæring med bosetting i distriktene. Omlegging og nytenkning i fiskefôrproduksjonen kan bli et viktig virkemiddel som kan bidra til dette.



Fig. 2 Figuren viser hvordan laksefisk utnytter protein i fôret sammenliknet med gris og broiler. (Data etter E. Austreng, 1977).

KARBOHYDRAT I FÔR TIL TORSK. PÅVIRKER FÔRETS INNHOLD AV KARBOHYDRATER TORSKENS HELSETILSTAND?

Av
Gro-Ingunn Hemre

En av problemstillingene i arbeidet med forutvikling til torsk ved Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt har vært denne artens evne til å utnytte karbohydatenergi. Konklusjonen på gjentatte forsøk med målinger av glukose i blod og lagring av glykogen i lever og muskel er at torsken kun kan utnytte små mengder karbohydrat som energi. Ved et förinnhold på ca 20% (omlag det vi finner i kommersielt marint för), fant vi et "karbohydratoverskudd" på ca. 70% av det fordøyde (dvs. det vi ikke kunne måle som vekst, glykogenlagring eller blodglukose). I tillegg hadde torsken problemer med hormonell regulering av glukosenivået i blodet ved så høye karbohydratinntak, dvs. den reagerte diabetisk. Videre studier har imidlertid vist positive effekter av et för med små mengder lett tilgjengelig stivelse (5-7%) med positive utslag på appetitt og vekst, samtidig som torsk har klart å regulere blodglukosen.

Diabetes/sukkersyke

Det første symptom på sukkersyke (diabetes) hos mennesker er for høye blodglukoseverdier (hyperglycemi), med utskilling av glukose i urin og problemer med osmotisk balanse (uttørking av celler pga. for høyt osmotisk trykk i blodet. Dette fører bl.a. til økt vannutskilling i nyrer hos mennesker). Torsk som over en lengre periode har spist et för med overskudd av lett fordøyelig stivelse får en konstant forhøyet blodglukoseverdi, blodglukosenivået innstiller seg etter diettens karbohydratinnhold (vist i flere forsøk), dvs. torsken har det primære tegn på diabetes provosert frem ved å gi et ubalansert för. Skiller den ut overskuddet? Det gjenstår å vise. Vi har målt glukose i urin hos torsk, men på

linje med annen saltvannsfisk vil torsken ha iso-osmotisk blod og urin, slik at en eventuell utskilling vil måtte påvises via gjellene. Et hovedfagsarbeid er igang der detaljerte studier om hvordan ¹⁴C-glukose "vandrer" gjennom torsken skal kartlegges.

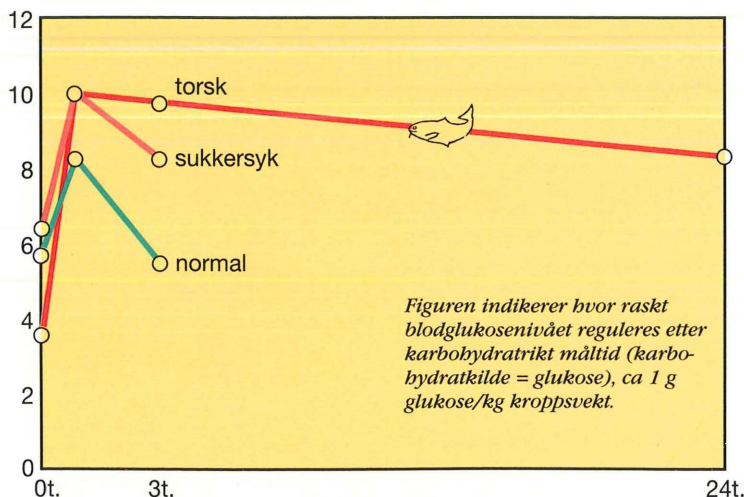
Langvarig diabetestilstand hos mennesker vil ha en rekke negative følger, bl.a. fører det til degenerering av blodkarvegger (spesielt markert i øyets små kappilærer). Det bør derfor også undersøkes om et ubalansert för mhp. karbohydrater kan ha negative effekter når det gjelder katarakt hos fisk.

En diabetisk tendens kan måles ved hjelp av en glukose-toleranse test. Man belaster her fisken med 1 gram glukose/kg kroppsvekt. Referanseområde for mennesket ligger mellom 3 - 6 mmol glukose/L blod. Dette vil ved en glukose-toleranse test stige til ca. 6.6-7.7 mmol/L og være regulert tilbake til utgangspunktet etter 1.5 - 3 timer. Stiger det til over 8.9-10 mmol/L samtidig som det går lang tid (> 12 timer) før blodglukosen er tilbake til utgangsnivået, vil nyrenes terskelnivå overstiges og glukose vil bli skilt ut i urinen. Personen blir da karakterisert som sukkersyk. Hos torsk ligger "normalnivået"

på ca. 3 mmol glukose/L blod, ved en glukose-toleranse test vil dette stige til rundt 10 mmol/L og reguleres svært sent tilbake (ca. 36 timer) - altså reagerer torsk diabetisk ved en glukose-toleranse test. Se figur 1. På samme måte som en diabetiker (menneske) trenger litt glukose (dannes fra aminosyrer/glycerol), evnt. kommer fra et naturlig balansert kosthold, trenger torsk glukose som energi til hjerne/nervevev og som næring til alle typer blodceller. Jeg viser i denne sammenheng til tidligere refererte positive resultater ved lave karbohydrattilskudd i föret.

Kommersielle tørrför til marine arter inneholder høye nivåer karbohydrat, dette antakelig pga. förfirmaenes økonomi. Karbohydrater er en billig föringrediens. Blandesedler fra föriindustrien de siste årene viser en gradvis økning i mengden stivelse frem til idag. Dersom dette gis til torsk vil denne fisken sannsynligvis være i en konstant glukoseubalanse, muligens en diabetes-liknende tilstand. Hva skjer så dersom denne fisken blir utsatt for ekstra påkjenninger som høving og transport, og hva skjer dersom det finnes fiskepatogene bakterier tilstede, vil denne fisken være mer sykdoms-

GLUKOSE TOLERANSE TEST



motakelig enn en fisk som har fått et balansert fôr mhp. karbohydrater?

Den fysiologiske reaksjon ved håving og transport (stress) av torsk forandrer seg når karbohydratinnholdet i fôret er høyt. Dette er vist i et forsøk der en gruppe fisk fikk et fôr med et lavt karbohydratinnhold og en gruppe et fôr med et tilsvarende karbohydratinnhold som det vi finner i kommersielt marint fôr. Fisken ble fôret i 8 uker før håving og transport. All fisken så tilsynelatende frisk ut og det var god vekst i begge grupper. Eneste forskjell var en dårligere fôrutnyttelse hos fisken som fikk et fôr med høyt stivelsesinnhold (nedsatt fôrutnyttelse ved økt innhold av karbohydrater er også vist i andre forsøk med torsk). Tabellen viser blodglukosekurven til de to gruppene etter transportstress. Lav karbohydrat gruppen har et lavt glukose-nivå før behandling mens høy karbohydrat gruppen har en forhøyet normalglukose før behandling. Etter håving og transport tok vi ut prøver ved gitte tidsintervaller. Tabellen viser at det er en fin regulering av blodglukose i lav karbohydrat gruppen, mens høy karbohydrat

gruppen hadde en svært høy stress respons hvor glukoseverdiene kom over terskelnivået for utskilling, og denne fisken hadde problemer med å regulere blodglukosen. Selv etter 4 dager var verdiene forhøyet. Hva ville så skjedd med fisken dersom det var fiskepatogene bakterier tilstede etter stress? Ville høy karbohydrat gruppen vært mer motakelig for sykdom enn lav karbohydrat gruppen? Dette gjenstår å vise.

Det er også verdt å merke seg spørsmålet om hvorvidt karbohydratene som finnes i overskudd i fôret vil forbedre vekst-vilkårene til sykdomsfremkallende bakterier både i fisketarmen og i miljøet omkring oppdrettsanleggene. Feks. er det vist spesielt høye konsentrasjoner av vibriobakterier i nærheten av utslipp fra sukkerfabrikker.

Konklusjon

Torsken har evne til å utnytte lave karbohydratnivåer i fôret. Den vil imidlertid reagere diabetisk dersom fôret inneholder høye karbohydratnivåer. Vi må derfor være nøye med å balansere fôret riktig for å unngå sukkersyke med alle de negative følger dette kan få.

Tabellen viser glukoseverdier (mmol/L) før og etter stress i torsk som har gått på fôr uten karbohydrater (lav kh), og i torsk som har spist fôr med ca. 20% karbohydrater (høy kh).

	lav kh	høy kh
Før stress	3.3	4.4
0.5 time etter	4.9	6.7
1.5 time etter	4.9	10.3
3 timer etter	4.3	9.8
24 timer etter	4.4	9.4
96 timer etter	3.9	7.1



SPORELEMENTER OG FOLKS HELSE

Av
**Eva Rosendahl
Knudsen**

Sporelementer er små men livsviktige hjul i kroppsmaskineriet.

I de siste 50 år er man blitt stadig mer oppmerksom på den nære sammenhengen det er mellom sporelementstatus i individet, eller i befolkningen, og helsesituasjonen. De sporelementene det er forsket mest på hittil, er jern, sink, kobber og selen.

Sporelementer er grunnstoffer som vi trenger i kroppen i små mengder. At de er essensielle betyr at de er livsnødvendige.

Sykdommer kan oppstå ved for lavt inntak via maten, eller ved manglende evne til opptak gjennom tarmen. Også for høyt inntak av et element er skadelig for organismen. Det kan gi giftvirkninger eller forstyrre balansen i et system der elementet har en nødvendig funksjon.

Sykdommer kan oppstå akutt, eller de kan skyldes arvelige faktorer. For eksempel er manglende evne til å absorbere sink en medfødt defekt som gir den dødelige sykdommen hypodermatitis enteropathica, eller Danbolts sykdom. Denne sykdommen kan lett kureres ved å gi store doser sink.

Sporelementene har ofte sin funksjon i enzymer, som er livsviktige hjul i kroppens maskineri. Enzymet glutation peroksidase som beskytter kroppens celler mot angrep fra skadelige oksyderende stoffer trenger f.eks. 4 atomer selen for å fungere. Insulin trenger sporelementet sink for å være virksomt.

Jernmangelanemi er et utbredt problem, både i I-land og U-land.

Jern er det sporelementet det kvantitativt finnes mest av i

kroppen, og er det elementet det er forsket mest på. Jernets hovedoppgave i kroppen er å transportere oksygen til alle kroppens celler. Konsekvensene av jernmangel eller jernoverskudd er blitt bedre kjent i de senere år. Jernmangel gir store samfunnsmessige konsekvenser, både i U-land og I-land. Hos barn fører jernunderskudd til nedsatt evne til læring, hos voksne til redusert arbeidskapasitet. Det er funnet økende forekomst av for tidlig fødte barn blant kvinner med jernmangel.

Men der er også alvorlige konsekvenser ved for høyt inntak av jern over lengre tid. På grunn av at kroppen ikke har evne til å skille ut overskudd av jern, men lagrer det i leveren, kan det økende overskuddet etterhvert føre til alvorlige sykdommer. Dette peker på nødvendigheten av gode metoder for å måle jernstatus i kroppen. Måling av hemoglobinkonsentrasjonen har vært den mest vanlige måten å måle jernstatus på. Denne metoden identifiserer en lengre utviklet jernmangelanemi, og er derfor ikke en særlig følsom indikator. Den mest følsomme metoden for å identifisere jernmangel på et tidlig stadium er ved måling av ferritin-konsentrasjonen i serum. Ferritin er et protein som lagrer jern. Måling av både serum ferritin og hemoglobin-konsentrasjonen kan skille mellom tilstrekkelig med jern i kroppen, en begynnende reduksjon i jernlagrene og en åpenbar jernmangelanemi. Disse metodene er aktuelle å bruke når grupper som er spesielt utsatt for jernmangelanemi skal testes. Dette gjelder spesielt spedbarn, ungdom i sterk vekst og kvinner i fertil alder.

Når jernstatus i større befolkningsgrupper skal måles (epidemiologiske undersøkelser) er det nødvendig å bruke flere forskjellige målemetoder for å få et detaljert bilde av jernstatus i befolk-

ningen. Dette er nødvendig blant annet for å kunne legge opp en riktig ernæringspolitikk, for eventuelt å gi utsatte grupper anbefalinger om jerntilskudd, eller for å vedta å jernberike visse matvarer. I Norge er brunosten tilsatt ekstra jern. I noen land er bakemelet beriket med jern for å bedre jernstatus i befolkningen.

Sink.

Siden 1940-tallet, da sink ble påvist å være nødvendig for mennesket, er det forsket mye på hvilke funksjoner sink har. Svært mange enzymer i organismen er avhengige av sink for å fungere. Sinkholdige enzymer inngår i omsetningen av proteiner, fett og karbohydrater. Sink er også en nødvendig bestanddel i DNA og RNA (arvestoff). På 1960-tallet ble det i Iran og Egypt funnet at manglende vekst og forsinket pubertetsutvikling skyldtes mangel på sink. Mange dysfunksjoner er blitt knyttet til sinkmangel. Redusert smaks- og luktesans bedres ved tilskudd av sink. Sink blir gitt til pasienter med sår som ikke vil gro. Det forskes på hvilken funksjon sink har ved nedsatt motstandskraft mot infeksjoner, nedsatt fruktbarhet hos menn og ved misdannelser hos fostre. Ved spisevegring (anoreksi) er sink blitt gitt for å øke vekten og stabilisere apetitten. Det er fremdeles mange uløste spørsmål omkring hvilke funksjoner sink har i kroppen. Alvorlige symptomer på sinkmangel er sjeldne. Kroppen har en bemerkelsesverdig god evne til å regulere opptak og utskillelse av sink etter behov, og kroppen har stor evne til å lagre sink.

Imidlertid vet man lite om forekomst og følger av en lettere grad av sinkunderskudd i kroppen. Det er ennå ikke funnet en egnet metode for å måle sinkstatus i mennesket. Mange forskjellige metoder er prøvd, men ingen metode er funnet tilfred-

stillende. Måling av sinkkonsentrasjon i serum eller av aktiviteten til sinkholdige enzymer er eksempler på metoder som er prøvd, men har gitt for små variasjoner til å skille en person med sinkunderskudd fra en som har tilstrekkelig med sink i kroppen.

Kobber.

Kobber er en nødvendig be-

standdel av minst 8 enzymer i menneskekroppen. Disse enzymerne er blant annet involvert i kroppens forsvarsystem mot infeksjoner, og mot peroksyder som skader cellevevet. Kobber har innvirkning på hjertefunksjonen, og mangel kan forårsake forstyrrelser i hjerte-rytmen.

Klare symptomer på kobbermangel er relativt sjelden å

finne. Men hos pasienter som har fått intravenøs næring med for lite kobber over lengre tid, er der funnet økende tendenser til luftveisinfeksjoner, emfysem og beinskjørhet.

I den industrialiserte del av verden er det funnet at kobbernivået i noen befolkningsgrupper er sunket til et nivå som muligens kan skade helheten i visse



fysiologiske prosesser der kobber er involvert. I særlig grad gjelder dette prosessene som beskytter kroppens celler mot oksydative skader, dvs. angrep fra giftige stoffer som kan oppstå fra oksydert umettet fett, eller fra ulike typer forurensning.

Selen.

At selen er livsnødvendig for mennesker ble oppdaget i 1957. Mangel på selen gir en spesiell hjertemuskelsykdom, Keshan disease. Denne sykdommen er hovedsakelig funnet i Keshan-provinsen i Kina. I den vestlige verden kan for lavt inntak av selen ha en mulig sammenheng med øket forekomst av hjertekar sykdommer, kreft, redusert immunforsvar og større følsomhet for tungmetaller.

Inntaket av selen har sammenheng med forekomsten av selen i jordsmonnet. Norge er et relativt selenfattig område. Men

Norge importerer korn fra områder i USA og Canada som har høyere innhold av selen i jordsmonnet. Hvor mye importert korn som blir blandet med norskprodusert korn, får betydning for seleninntaket i befolkningen. Men den matvaren som inneholder mest selen er fisk.

Har innholdet av sporelementer i maten vår sunket?

Inntaket av jern har vært fulgt siden 1940-årene, mens inntaket av andre elementer er undersøkt først i de senere år. Fra 1976 til 1990 er representative prøver av den britiske dietten samlet inn, og innholdet av mineraler og sporelementer analysert.

Innholdet av elementene jern, sink og kobber viste et noe lavere innhold i 1990 enn 1976, mens innholdet av jod og selen var noe høyere. Om dette repre-

senterer en tendens er forløpig uklart. Norske undersøkelser om sporelementinntaket i befolkningen ser ikke ut til å skille seg vesentlig fra de engelske.

Hva kan så årsakene til en eventuell nedgang i sporelementinntaket være? Når det gjelder inntaket av jern ble mer effektive slaktemetoder nevnt som en mulig årsak. En bedre utblødning av dyret gir mindre jernholdig hemoglobin fra blodet i kjøttet. Endrete dyrkningsmetoder og utarming av jorden er også mulige årsaker til endringer i sporelementinnholdet i råvarene. Større forbruk av prefabrikkert mat kan også være en mulig årsak.

Når det gjelder økningen i inntaket av jod og selen, kan forbrukerundersøkelser tyde på at fisk- og sjømatforbruket har økt noe de siste årene. Ellers har nok tilsetningen av både jod og selen til dyrefôr gjort at innholdet av disse elementene har økt i kjøtt og melk.

Et annet aktuelt spørsmål er om vi med økende påkjenninger i form av forurensning og en stressende livsstil vil ha et økende behov for sporelementer.

Sees innholdet av sporelementer i kosten i forhold til den mengden myndighetene (både norske og engelske) anbefaler som et ønskelig daglig inntak (ADI, anbefalt daglig inntak), vil noen grupper av befolkningen i gjennomsnitt innta mindre enn den anbefalte mengden. Analyser viser at inntaket av jern, sink og kobber ligger godt under de anbefalte mengdene for noen grupper.

Så kan man spørre seg om dette får konsekvenser for den generelle helsetilstanden?

Like viktig som innholdet av elementer i maten er, er tilgjengeligheten til de elementene som finnes i maten. Den kjemiske formen elementet foreligger i har betydning for opptak og ut-



nyttelse. Sammensetningen av et måltid spiller også en stor rolle.

Forskningen på sporelementer vil framover i større grad dreie seg om hva som øker eller nedsetter opptaket av et element, og hvilke kjemiske former av elementet som er best tilgjengelig. Det er de utsatte gruppene i befolkningen forskningen i første omgang skal rettes mot.

Dette gjelder i særlig grad småbarn, ungdom i sterk vekst, kvinner i fertil alder og gamle mennesker.

Litteratur:

Micronutrients and health II. Trace elements conference. AFRC Institute of Food Research. 25th and 26th March 1991.

Norsk kosthold og tilførsel av sporelementer. Referat fra seminar 14.10.1986. Statens ernæringsråd 1986.

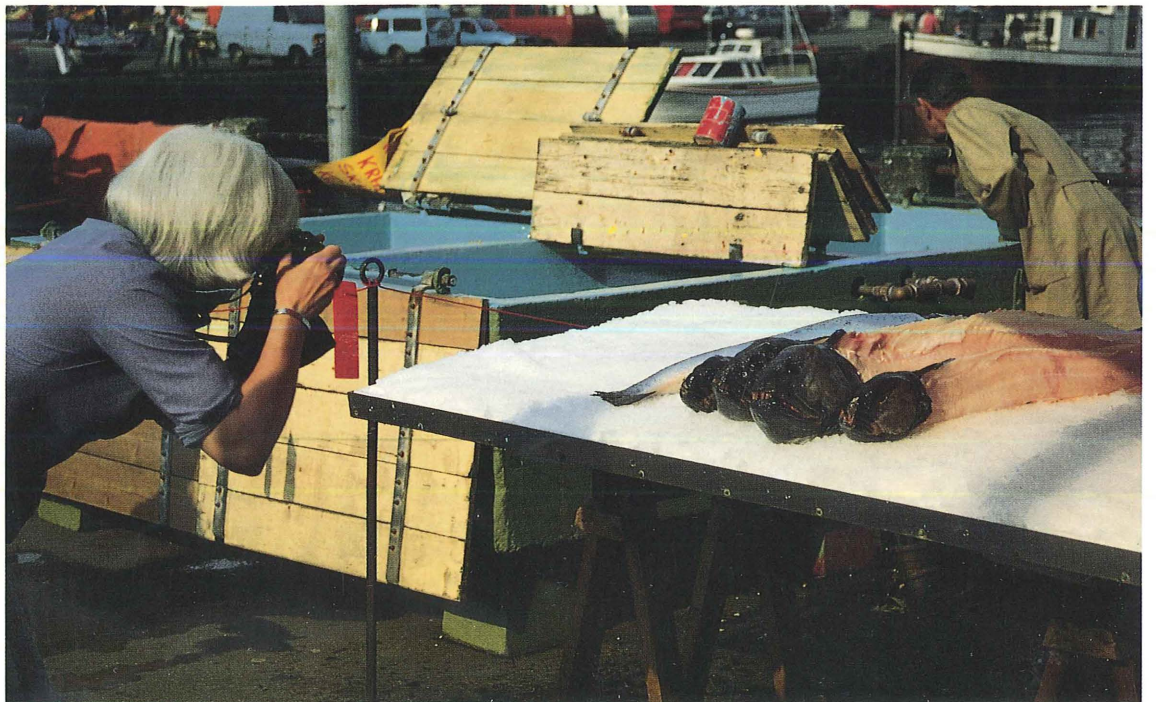
Anbefalinger for ernæringsmessig sammensetning av kostholdet. Statens ernæringsråd 1989.

Utvikling i norsk kosthold. Statens Ernæringsråd, 1990.





*Fiskeridirektoratets ernærings-
institutt, Nordnesboder*



VITAMIN D – EN GAVE FRA HAVET?

Av
Ole Horvli

For oss som lever i dag kan det være vanskelig å prissette den betydning oppdagelsene av vitaminene har hatt for den generelle folkehelsen. Sykdommer som skyldes vitaminmangel er sjeldne, iallefall i den velstående del av verden.

Rakitt, også kalt engelsk syke, (en beinsykdom) var helt inn i vårt århundre nærmest for en vanlig folkesykdom å regne, og barn bosatt i de store industribyene var spesielt rammet. En lignende sykdom (osteomalaci) rammet også voksne.

Rundt 1920 skjedde det imidlertid to ting som førte til en dramatisk reduksjon av disse sykdommene. Det ene var oppdagelsen av en faktor i torsketran som kurerer rakitt, og som fikk

navnet vitamin D. Det andre var oppdagelsen av at ultrafiolett stråling og sollys også kurerer sykdommen. Men sannsynligvis hadde det lenge før dette, kanskje i flere hundre år, vært folke-medisin å ta tran som forebyg-gelse mot en rekke sykdommer, deriblant de overnevnte.

Kostholdet er viktig for å dekke behovet for vitamin D.

Vitamin D blir ofte betegnet som sol-vitaminet, fordi de ultrafiolette strålene i sollyset er nødvendige for dannelsen av vitaminet i huden vår. Denne produksjonen er i prinsippet nok til å dekke det behovet de fleste har for vitaminet.

Imidlertid har flere forhold, spesielt ved samfunnsutviklingen, gjort at dette mangelen ikke lenger er tilfelle. Ett eksem-

pel på dette er framveksten av den kullbaserte industrien i forrige århundre som skapte enorme miljøproblemer i form av bl.a. store urensede røykutslipp. Røyken hang som konstante skyer over industristedene, og hindret med dette en tilfredsstillende soleksponering av innbyggerne. Dette var en medvirkende årsak til de epidemilignende utbruddene av rakitt og osteomalaci på den tiden. Også i dag medfører forurensning av atmosfæren redusert solkontakt for mange, spesielt i store millionbyer. Men viktigst for reduksjonen av "sol-produsert" vitamin D har nok vært den generelle næringsutviklingen i samfunnet som gjennom lang tid har ført at vi tilbringer mesteparten av livet innendørs.

Det er derfor ikke vanskelig å se at det kan være nødvendig



med ekstra tilførsel av vitaminet, og dette underskuddsbehovet kan heldigvis dekkes via kostholdet. De eneste naturlige kilder for vitamin D av betydning kommer fra havet. Typiske er feite og halvfeite fiskeslag som f.eks. sild, makrell, kveite og laks, samt fiskeleverprodukter. Et tankekors er det kanskje at de viktigste kildene for vitamin D i kosten (i Norge) er vitaminiserte smør- og margarinprodukter.

Vitamin D's funksjon i kroppen.

Vitamin D er en fettløselig forbindelse som i kroppen omdannes til et hormon. Sammen med to andre hormoner regulerer dette kalsium- og fosfatbalansen, og denne reguleringen sikrer en rekke av kroppens cellulære funksjoner, bl.a. normal beindannelse. Forstyrrelser i denne balansen kan altså føre til rakitt og osteomalaci, og flere ting tyder på at vitaminet også kan spille en rolle ved utviklingen av beinskjørhet (osteoporose) hos eldre.

I den senere tid har det vært gjort flere oppdagelser som tyder på en langt mer omfattende rolle for vitaminet enn man hittil har trodd. Det ser ut til å være involvert i reguleringen av kroppens immunapparat, kreftutvikling, hjerte-kar sykdommer, diabetes og hudsykdommen psoriasis.

I medisinsk sammenheng har forskning omkring vitaminet og dets funksjoner derfor utviklet seg til et spennende område, og man står vel bare på terskelen den fulle forståelsen av vitaminets funksjoner.

Oppdrettsfisk som kilde for vitamin D.

I 1989 la Statens ernæringsråd fram en rapport om vitamin D-inntak og vitamin D-status i den norske befolkning. Her blir det anslått at vitamin D-inntaket siden 1950 er redusert med ca. en



tredjedel, noe som bl.a. skyldes nedgangen i forbruket av feit fisk.

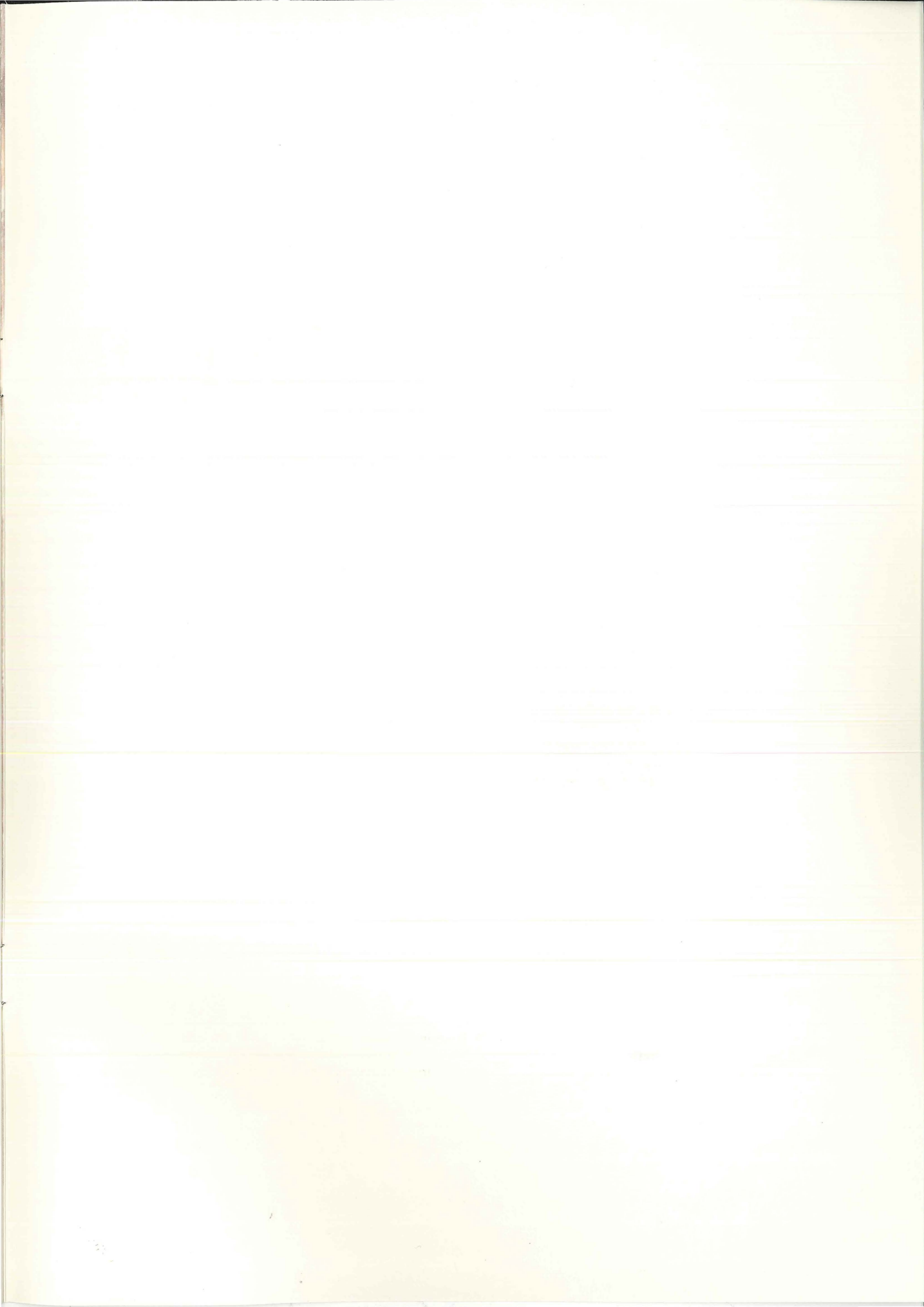
Med den veksten vi har sett, og fremdeles ser i norsk oppdrettsnæring, må det formodes at oppdrettsfisk vil utgjøre en stadig større andel av det samlede fiskekonsum. Laks er ikke lenger rikmannskost, stor produksjon og lave priser gjør den tilgjengelig som hverdagskost for alle. Dette betyr også at den som vitamin D-kilde vil utgjøre et stadig viktigere bidrag til det samlede vitamin D-inntaket. Nettopp av denne grunn er det viktig å sikre kvaliteten av oppdrettslaksen også med hensyn på vitamin D. Ernæringsinstituttet sitter på en betydelig kunnskap over hvordan førsammensetningen innvirker på kvaliteten, og langt på veg kan man gjennom føret styre kvaliteten akkurat dit man ønsker. Som det vil framgå i en annen artikkel i dette nummeret, kan fetttsyresammensetningen

styres på denne måten. Om vitamin D-nivået også kan styres slik, gjengstår å se.

Hva betyr vitamin D for fisken?

Forskningen har hittil vært konsentrert om å forsøke å påvise hormonformen av vitaminet, noe man også har klart i bl.a. regnbueørret. Man har også undersøkt om vitaminet i fisk er involvert i kalsium- og fosfatbalansen, uten foreløpig å påvise noen sammenheng.

Med den kunnskap vi nå har om sammenhengen mellom vitaminet og immunapparatet i pattedyr, skulle det være interessant å se om vitaminet også hos f.eks. laks er med i denne reguleringen. Hvordan påvirkes i tilfelle laksens generelle helse, og hvordan påvirkes veksten av vitamin D-nivået i føret? Dette er spørsmål som Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt nå ser nærmere på.



FISKERIDIREKTORATETS ERNÆRINGSINSTITUTT

Postboks 1900 - 5024 Bergen Nordnes

Tlf. 05 23 80 00

ISSN 0332-5083

ISBN 82-91065-02-0