

Fisken og Havet, 1991

(Særnummer 3) ISSN 0802-0620

HAVBRUKSRAPPORT FOR 1991

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

April 1991

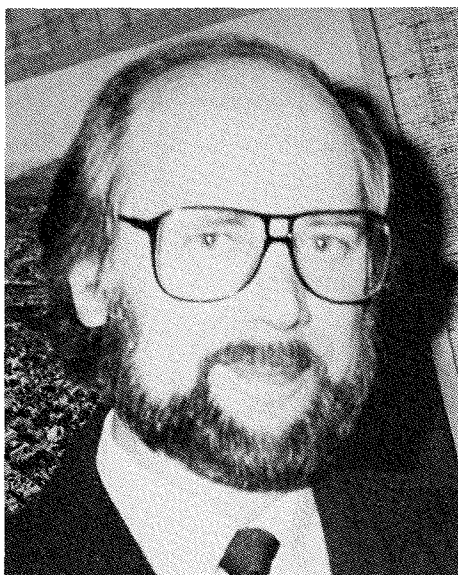
INNHold:

Senter for havbruk	4
Interaksjoner miljø – oppdrett	5
Biologisk optimalisering av matfiskproduksjon	7
Biologisk optimalisering av settefiskproduksjon	10
Yngelproduksjon marine arter	13
Kulturbetinget fiske	16
Reproduksjonsbiologi	20
Helse/sykdom	22

SENTER FOR HAVBRUK

Ved Senter for havbruk utføres det i tillegg til forskning på laksefisk en betydelig innsats for å utvikle metoder for kommersiell produksjon av marine arter som kveite, torsk, piggvar og steinbit. En arbeider også med skjellarter som kamskjell og europeisk flatøsters. De viktigste forskningsverktøyene er Havbruksstasjonene Austevoll og Matre. I Austevoll har en betydelige forskningsfasiliteter både i sjøanlegg, poll, bassenger og spesiallaboratorier for atferdsforskning på marine larver. I Matre har en fasiliteter for studiet av laksefisk i alle stadier i produksjonssyklus, og den kan holdes i et landbasert anlegg. I Bergen disponerer senteret spesiallaboratorier for å studere fiske sykdommer, miljøeffekter og genetik.

I 1990 fikk satsingsområdet «Kulturbetinget fiske» en betydelig økning da regjeringen iverksatte PUSH-programmet (Plan for utvikling og stimulering av havbeite/havbruk). Rammene for



dette programmet er 300 mill.kr over en tidsramme på 5–7 år, og Senter for havbruk vil bli en av hovedaktørene innen programmet.

Senterleder Snorre Tilseth

INTERAKSJONER MILJØ – OPPDRETT

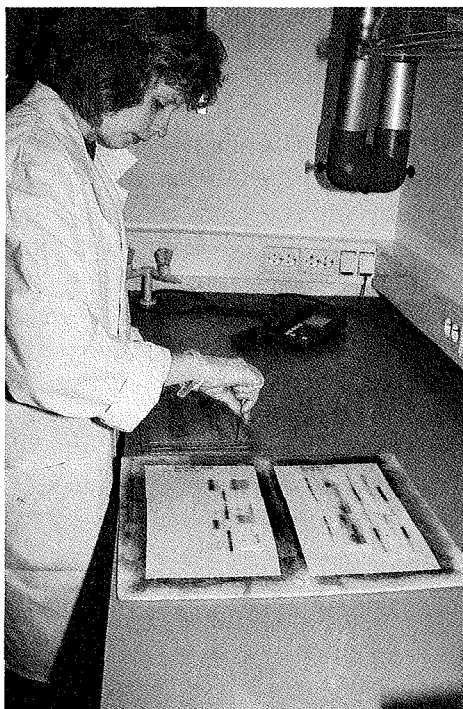
Satsingsområdet har tre hovedmål:

- Erverve innsikt om årsakssammenhengene mellom miljø og fiskens helse, herunder vekst, kvalitet og sykdomsutbrudd.
- Optimalisere matfiskproduksjonen basert på studier av interaksjoner mellom fiskens biologi, miljø og oppdrettsaktivitet.
- Erverve kvalitativ og kvantitativ kunnskap om hvordan oppdrett virker på omliggende områder.

Prosjektene innen satsingsområdet er dels finansiert av Havforskningsinstituttet, dels av eksterne midler. Eksterne bidragsytere er NFFR, Fiskeridepartementet og Miljøverndepartementet.

Aktiviteten har økt de siste årene i forbindelse med økte krav til effektiv produksjon, og skjerpede krav til utslipp og bevaring av det ytre miljøet.

Utslipp av antibiotika er antatt å være et av de største miljøproblemene ved fiskeoppdrett, og det er nødvendig å kartlegge omfanget og hvilke tiltak som er nødvendig for å hindre skadevirkninger. Undersøkelsene som blir drevet i samarbeid med Universitetet i Bergen, omfatter holdbarhet av medisiner i sedimentet under anlegg, virkning på bakterieflora og omsetning av orga-



Genetiske analyser blir brukt til å undersøke interaksjon mellom vill og oppdrettet fiske. Foto: Nils Torsvik.

nisk stoff, spredning til villfauna og oppsamlingstiltak.

Resultatene bekrefter at man har et reelt problem. Antibakterielle midler slippes ut til omgivelsene og kan holde seg relativt lenge i bunnsedimentene. Det er videre påvist forhøyet resistens mot flere typer antibiotika, og at om-

setningsraten blir sterkt nedsatt ved innblanding av antibakterielle midler i sediment. Ved innledende forsøk med oppsamling av medisinerester ble opp til 40 % av de totale utslippene samlet opp.

Undersøkelser gjennomført i samarbeid med Fiskerisjefen i Hordaland viste at villfisk ved oppdrettsanlegg som bruker det antibakterielle middelet oksolinsyre, kan inneholde høye restkonsentrasjoner i tiden rett etter behandlingen. Etter to uker var medisinene borte.

Et annet innsatsområde er å utvikle et planredskap for å hindre at det bygger seg opp avfall under anleggene. Det er derfor startet undersøkelser for å finne sammenhenger mellom sedimenteringsrate og bunneffekt, samt å fastslå hvor raskt avfall fra anleggene omsettes i oksygenholdige sediment. I denne sammenheng har bunndyrene meget stor betydning.

Genetiske interaksjoner mellom villfisk og rømt oppdrettsfisk er også en viktig problemstilling innen satsingsområdet. For å kunne kvantifisere den

reproduktive suksessen til rømt oppdrettsfisk i forhold til villfisk, ble det høsten 1989 satt ut genetisk merket gytemoden aure i to gyteområder, et med sjøaure og et med ferskvannsaure. Aure ble brukt som modellfisk fordi det finnes egnede gentiske markører i denne arten, men ikke hos laks. De lokale stammene ble karakterisert genetisk såvel som biologisk (bl.a. vekst og mengde estimat for juvenil fisk), før utsettingene. Året etter ble det påvist yngel med genetisk merke i begge lokalitetene, men forekomsten av genetisk merket yngel var størst i gyteområdet til ferskvannsauren. I begge lokalitetene hadde utsatt fisk krysset seg med villfisk (heterozygot avkom), men i ferskvannsaurens gyteområdet fant vi også avkom av to utsatte foreldre (homozygot). Den reproduktive suksessen til oppdrettsauren er blitt beregnet til mellom 10 og 25% av villfisken. Vi vil nå følge med det introduserte genmaterialet for å se om det har etablert seg permanent eller forsvinner fra villstammen etter en tid.

BIOLOGISK OPTIMALISERING AV MATFISKPRODUKSJON

Satsingsområdet har som overordnet mål:

Bidra til å styrke norsk oppdrettsnæring ved å utforske det biologiske grunnlaget for økt konkurransevne og lønnsomhet. Dette gjøres ved å senke tapsrisiko i dagens produksjonsformer, samtidig som en utvikler alternative produksjonskonsept m.h.t. art, metode og produkt.



Vekttap ved gyting er et problem i matfiskoppdrett av torsk. Foto: Nils Torsvik.

Størsteparten av verdiskapningen i norsk oppdrettsnæring skjer innenfor matfiskproduksjonen. Dette vil også skje ved oppdrett av nye, marine oppdrettsarter. Følgelig vil også det økonomiske potensialet for biologisk optimalisering være stort innenfor denne produksjonsfasen. Forskningsresultater som relativt sett innebærer små forbedringer, vil lett kunne øke inntjeningen i næringen med store summer. Det er derfor naturlig at satsingsområdet har et bredt tilfang av eksterne finansieringskilder så som NFFR, NTNF, BP Norge AS, Skretting AS, Trouw Forskningscenter AS (TRC), Hoffman La Roche, Distriktenes Utbyggingsfond, Hordaland Vegkontor, Austevoll

Fiskeindustri AS m.fl. Det er i 1990 også utført et eget utredningsprosjekt for Fiskeridepartementet. Prosjektene er gjerne flerfaglige, noe som medfører ulike faglig samarbeidspartnere.

Prosjektene omfatter i dag de runde fiskeartene torsk og laks, og har konsentrert virksomheten omkring optimalisert føring, konsekvenser av ulike oppdrettsforhold samt uønsket kjønnsmodning. Disse tre delene griper inn i hverandre, og det gir god synergieffekt å inkludere disse i et satsingsområde. Komparativ forskning på en mager og en feit fiskeart har i tillegg bidratt til økt forståelse.

Forskningen utføres i vesentlig grad

ved Havbruksstasjonene Austevoll (laks og torsk) og Matre (laks). I arbeidet benyttes både merdanlegg i fullt saltvann og brakkvann, samt kar med ulik saltholdighet. Dette setter en i stand til å foreta forskning med stor allmenngyldighet.

Det er avgjørende for lønnsomheten i matfiskoppdrett av torsk at en kan unngå kjønnsmodning etter 22 måneder. En hunnfisk vil da tape 18–33 % av rundvekt før den igjen vil være i god vekst. Tapet vil være avhengig av fiskestørrelse, benyttet fôrtype og sloprosent (andel indre organer). Hanfisk vil tape rundt 10 % av kroppsvekten ved første gangs gyting. En har ved inngangen til 1991 klare indikasjoner på hvordan en kan påvirke alder ved kjønnsmodning hos intensivt oppdrettet torsk. Ved Havbruksstasjonen Austevoll har en utviklet en metode for å estimere lever- og gonadevekt hos levende torsk v.h.a. ultralyd. En forventer å ha verifisert eller avkreftet hypotesene til neste årsskifte. Store deler av det innsamlede datamaterialet kan brukes som utvelgelsesgrunnlag for fornying av stamfiskmaterialet på torsk.

På laks har en i rapportperioden arbeidet med tre ernæringsrelaterte prosjekter. Et prosjekt har sammenlignet ulike typer mykffôrpellet med standard tørrfôr. Pelletstørrelsen ble kalibrert slik at hver pellet inneholdt like mye energi uavhengig av fôrtypen. En benyttet to ulike fôringsregimer. Fôrtypene ble vurdert ut fra sammensetning av fôr, filét, individuell tilvekst og kjønnsmodning. Tørrfôret fisk hadde høyest og jevnest tilvekst. Fisken ble kjønnsmoden påfølgende sesong i fre-

kvenser som gjenspeilte ulikt energiinntak. Hunnlaksens modningsfrekvens var i tillegg påvirket av antall fôringer pr dag.

I to prosjekter undersøker en biologiske funksjoner av astaxanthin (laksens rødfarge) hos alle stadier av laks. Videre søker en å optimalisere pigmenteringen av laksemuskelen i relasjon til dose, fôringsperiode og fiskestørrelse. I dag blir astaxanthin sett på som et tilsetningsstoff i fôret og er der- ved underlagt det regelverk som finnes for tilsetningsstoffer i det enkelte land. Dette kan skape problemer ved markedsføring og salg av oppdrettet laksefisk. Ved å øke kunnskapen om funksjonen til laksens naturlige fargestoffer vil en sikre en saklig forståelse av betydningen av pigmenttilsetning i laksefôr. Størstedelen av pigmentene som nyttes i norsk fiskeoppdrett er syntetisk framstilt, og kostnadene med pigmentering av fôr utgjør 10–15 % av de totale fôrkostnadene. Det er derfor viktig å oppnå en tilfredsstillende pigmentering til lavest mulig pris. Resultatene så langt har gjort oss i stand til å gi anbefalinger for hvor høyt pigmentnivået i fôr til fisk av forskjellig størrelse bør være for å oppnå en tilfredsstillende pigmentering, samt å gi forslag til en tjenlig strategi for pigmentering gjennom produksjonssyklus.

Effektene av endringer i saltholdighet på vekst og fysiologiske parametre hos laks er undersøkt i forbindelse med planene om flytebro ved Salhus (Nordhordland). Prosjektet skulle bidra til konsekvensanalyser for oppdrettsvirksomheten innenfor broen (Osterfjordbassenget). En rask nedgang i salthol-

dighet kombinert med temperaturfall medfører sammenbrudd i laksens salt/væskebalanse.

I forsøk med lukkede merdsystemer i en brakkevannspåvirket fjord har en gjennomført sammenlignende forsøk på laks med tradisjonelle merder, og registrert vekst og kjønnsmodning. En fant ulik kjønnsmodning mellom åpne og lukkede systemer som ikke kan tilskrives temperaturforskjeller. Årsakene for ulikhetene vil bli nærmere undersøkt i 1991.

Med støtte fra Fiskeridepartementet har en etablert en spesiell forsøksrigg for eksperimentelle undersøkelser av biologiske konsekvenser av tetthet i lakseoppdrett. I rapporteringsperioden har forsøksriggen blitt etablert og innkjørt, og forsøk med utgangstettheter mellom 9 og 79 kg · m⁻³ er gjennomført. En har ikke nådd tettheter som ut fra objektive, biologiske kriterier kan karakteriseres som for høye for laks over 1 kg i sjø. Avhengig av støtte-tilsagn vil undersøkelsene i 1991 konsentreres om laksens tilvenningsprosess

til en tetthet, sammenhengen mellom tetthet og kjønnsmodning samt forholdet mellom fôrtilgjengelighet og tetthet.

I to prosjekter arbeider en med tidlig påvisning og utsortering av modnende laks, samt å redusere eller utsette kjønnsmodning. Både ved hjelp av periodevis sulting og ved lysbehandling har en redusert både tertmodning og kjønnsmodning signifikant hos laks som har gått to vintre i sjø. Standard ved slike forsøk er blodprøver for hormonanalyser (påviser påbegynt kjønnsmodning i februar) og ultralydundersøkelser (påviser gonadevekst i mai/juni). Modningsreduksjon var lettere å oppnå på fisk gitt mindre energitett fôr før årsskiftet, sammenlignet med fisk gitt energirikt fôr. I mai tar modnende fisk til seg mer føde enn ikke-modnende i alle faser av en fôring til metthet, og forskjellen er størst i begynnelsen av fôringen. Slike forskjeller i spise-motivasjon kan kanskje utnyttes i utsortering av modnende fisk.

BIOLOGISK OPTIMALISERING AV SETTEFISKPRODUKSJON

Satsingsområdet har som overordnet mål:

Frembringe kunnskap som grunnlag for å utvikle metoder som skal optimalisere produksjonen av settefisk for havbruk og havbeite, både med hensyn til økonomi og kvalitet.

Herunder:

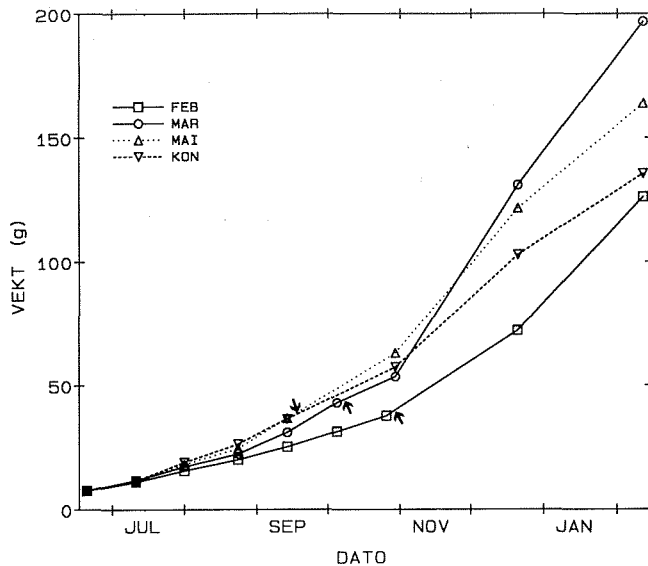
- Øke den generelle innsikt i laksefiskenes fysiologi, økologi og atferd.*
- Optimalisere drift med hensyn på smoltkvalitet både til havbruk og havbeite.*
- Gjøre settefiskproduksjonen fleksibel både med hensyn på metode og produkt.*
- Forbedre økonomien i settefiskproduksjonen ved å frembringe kunnskap og å utvikle metoder som skal senke kostnaden ved produksjon av settefisk og smolt.*

Forskningen innen dette området har hatt høy prioritet. Dette har gitt resultater som alt er anvendt i kommersielle anlegg. Forskningsområdet er fortsatt

meget viktig både fordi settefiskprisen er en av de mest kostnadsdrivende faktorene i lakseproduksjonen, og fordi laks på havbeite er blitt aktualisert. Produksjonskostnader, kvalitet og egenskaper hos settefisk vil være avgjørende for lønnsomheten i et framtidig havbeite. Arbeidet under satsingsområdet er dessuten blitt ytterligere aktualisert gjennom de økende sykdomsproblemene og restriksjoner som er lagt på settefiskprodusentene. Forbudet mot bruk av sjøvann i settefiskanleggene og behovet for en integrering av vaksiner i en smoltproduksjon er eksempler på slike problemer.

Vi har tidligere vist at laks kan utvikle sjøvannstoleranse i sitt første leveår hvis den gies et 'vinterstimuli' i form av en kortdagsbehandling. Forutsetningen er imidlertid at fisken er større enn 75 mm før 'vinterstimuliet' gies. I årets forsøk har vi vist at en slik lysperiodestyling også gir kraftige utslag på fiskens vekst i sjøen (Figur 1). Fisk som er oppdrettet på kontinuerlig lys og som følgelig ikke får dette 'vinterstimuliet' er dårligere til å regulere saltbalansen. Sjøvannsveksten til fisk som er oppdrettet på kontinuerlig lys i fersk-

Vekt i fire grupper med halvt-årssmolt som har fått ulike lysregimer. Fra lysregimene startet 26. juni 1989 har KON-gruppen hatt 24 timer lys pr. dag, MAI-gruppen fikk naturlig lys tilsvarende 1. mai, MAR fikk naturlig lys tilsvarende 15. mars og FEB fikk lys tilsvarende 1. februar. Pilene angir når gruppene ble satt på sjøvann. Sjøvannsvekten ble sterkt påvirket av lysperiode i ferskvann.



vannsfasen er følgelig også lavere enn hos fisk oppdrettet på naturlig lysperiode. En slik naturlig lysperiode kan imidlertid erstattes med en 10 ukers periode med 14 timer lys. Vi vet altså nå at en produksjon av 'halvtårssmolt' er mulig. Det gjenstår nå å se hvordan denne smolten vil fungere i en kommersiell matfiskproduksjon.

Resultater fra forsøk som belyser sider ved samvirkningen mellom årstid, fiskestørrelse, vekst og smoltkvalitet gjennomført i 1990, tyder på at en absolutt minimum daglengde er viktigere for 'vinterstimuliet' enn en minimum reduksjon i daglengden.

Ved Havbruksstasjonen Matre undersøker en hvordan smoltfiserende laks under naturlig lysperiode bli påvirket av temperaturøkning. Det er vist at under naturlig lysperiode vil tidspunktet for smoltfisering være avhengig av temperaturregime. En tidlig økning i temperatur (januar-februar)

gir tidligere smoltfisering enn økninger senere på våren. Vekstdata fra sjøvann tyder på at gruppene som fikk temperaturøkningen seint vokser raskere enn gruppene som fikk økningen tidlig. Det er også undersøkt hvordan smoltfiseringen blir påvirket når laks blir flyttet mellom kontinuerlig lys og naturlig lysperiode på ulike tider av året. Dataene viser at fisken får en umiddelbar økning i sjøvannstoleranse og vekst ved overføring fra naturlig lysperiode til kontinuerlig lys. Ved overføring fra kontinuerlig lys til naturlig lysperiode er effekten motsatt.

Tidligere resultat som har vist en sammenheng mellom den genetiske variasjon i trypsinlignende isozymer og vekstraten til fisk, er blitt bekreftet gjennom krysningsforsøk og studier av vekst hos avkommet. Det er dessuten vist at den hurtigvoksende anadrome røyestammen fra Hammerfest har et enzympmønster tilsvarende de hurtigst

voksende laksegruppene. Mønsteret finnes ikke hos en røyestamme fra Skogseidvatnet. Denne røya er ikke anadrom og vokser langsommere enn Hammerfestrøya.

For å studere den genetiske bakgrunn for disse observasjonene er det

konstruert et cDNA bibliotek fra pankreatisk vev fra laks. Ved bruk av PCR, er et DNA fragment av forventet lengde isolert og sekvensert. 80% av aminosyresekvensene av trypsin fra laks er identiske med sekvensene fra pattedyr.

YNGELPRODUKSJON MARINE ARTER

Satsingsområdet har som overordnet mål:

Frambringe kunnskap som grunnlag for kostnadseffektiv masseproduksjon av yngel av marine arter med høy kvalitet.

Herunder:

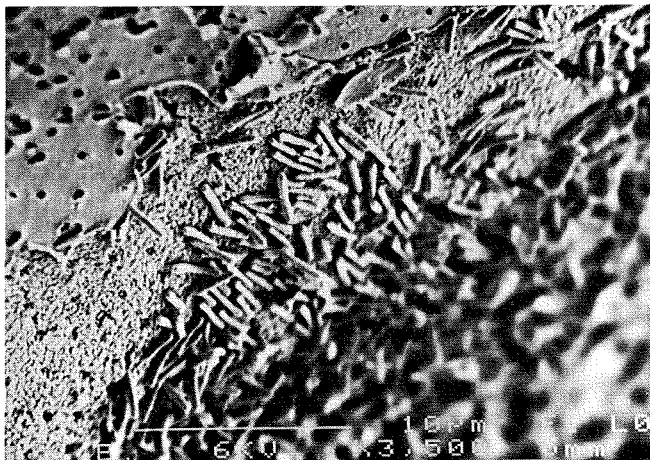
- Øke kunnskapen om marine fiskelarvers utviklingsbiologi, krav til miljø og ernæring.
- Utvikle modeller for studier av sammenhengen mellom miljøforhold, fôr-opptak og energibehov hos marine fiskelarver.
- Utvikle reproduserbare metoder og systemer for startfôring og storskala-produksjon av marin yngel.

Prosjektene innenfor dette satsingsområdet er hovedsakelig finansiert av eksterne midler fra: NFFR, NTNF/FINA, MOWI og Nordisk Industrifond. Hovedaktiviteten har vært på kveite. Forsøk har vært utført på egg og på larver i plommesekkfasen. I tillegg har en rekke startfôringsforsøk vært gjennomført.

En stor del av usikkerheten ved marin yngelproduksjon er knyttet til mikrobielle forhold. Det er ennå ikke utviklet noen rutineprosedyre for profylaktisk behandling av marine egg, slik som f.eks. på lakseeegg. På overflaten av marine fiskeegg finnes det en betydelig påvekst av bakterier. Denne mikrofloraen er for en stor del bestem-

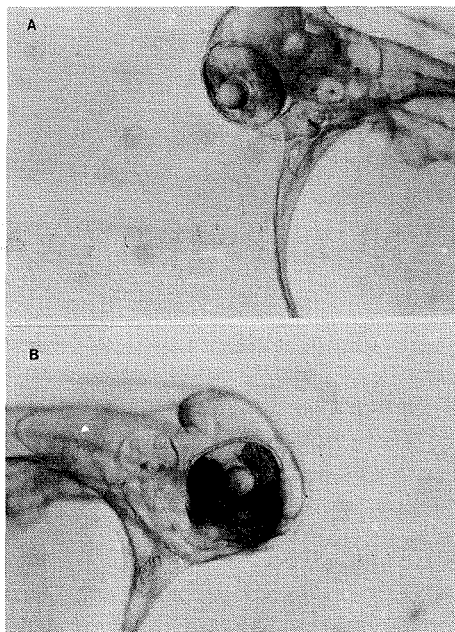
Flexibacter sp. er en bakterie som kan forårsake stor dødelighet hos kveite i egg- og plommesekkfasen. Bildet viser slike bakterier på overflaten av et kveiteegg. Det ytre laget av eggeskallet, chorion, er delvis nedbrutt.

Foto: Øivind Bergh og Geir Høvik Hansen.



mende for den mikrofloraen som er knyttet til larven i plommesekkfasen og startfôringsfasen. Infeksjoner med patogene bakterier kan på denne måten overføres fra stamfisk via egg til plommesekkklarver, noe som understreker behovet for effektive smittebarrierer. En pålitelig desinfeksjonsrutine vil utgjøre en slik barriere. Det har vært gjort flere forsøk med desinfeksjon av kveiteegg. Flere antibiotika og desinfeksjonsmidler har vist å gi høy frekvens av skader på eggene. En iodoform-basert overflatedesinfektant (Buffodine) ga en betydelig reduksjon i bakteriaktiviteten assosiert med eggoverflaten, uten å gi påviselige skader på eggene. Forsøkene viser at eggenes toleranse varierer med desinfektant-konsentrasjon, behandlingstid og behandlingstidspunkt, og det er helt nødvendig med omfattende optimaliseringsforsøk før metoden kan taes i rutinemessig bruk på kveiteegg. Kveiteegg har betydelig lavere toleranse for Buffodine enn f.eks. torskkeegg.

Som andre organismer har også fiskelarver sine klare miljøkrav. Kravene er artsspesifikke og endrer seg med larvenes utviklingstrinn. Generelt sett har helt unge dyr ett enkelt fiksert atferdsmønster som ikke lett påvirkes av læring. Larvenes ensartede atferd tyder på at dette også er tilfelle for fiskelarver. Dette medfører at miljøet rundt larvene må tilpasses larvenes krav, larvene har liten eller ingen evne til å tilpasse seg systemene. For å komme videre med marine arter i oppdrett, må bakgrunnen for atferdsmønstrene, og hvordan de kan påvirkes, kartlegges. Lys fungerer som et referansesystem



Svakt blått lys stimulerer øyets pigmentering.

Bildene viser kveitelarver som er 16 dager etter klekking. Larven på bilde A. er inkubert i kontinuerlig mørke fra klekking, mens larven på bilde B. er inkubert under blått lys på 0,2 lux. (Hentet fra ICES rapport Helvik og Pittman 1990).

for fiskelarver i naturen. Det var derfor naturlig å se på lysets innvirkning på fiskelarvene i en oppdrettsituasjon.

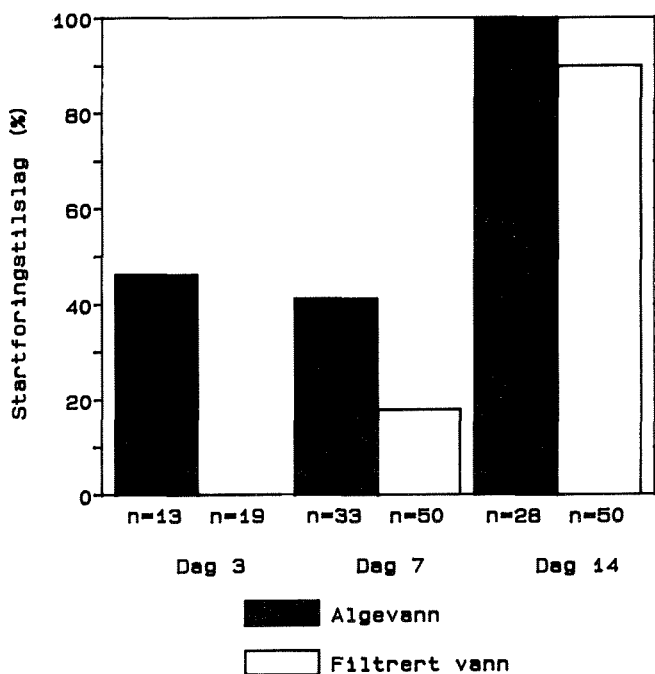
Forsøk med den hensikt å kartlegge ulike lysnivåers innvirkning på larver viser at lysnivået generelt påvirker vekst, atferd og dødelighet. For torsk og piggvar øker veksten med avtagende lysintensitet. Dødeligheten øker med økende lysintensitet for de samme artene, slik at larvene som blir utsatt for den høyeste lysintensiteten, dør ut først.

Hos kveite i plommesekkfasen er veksten størst ved de høyeste lysintensiteter den første uken, ved de laveste lysintensiteter de to neste ukene, for

deretter å ha størst økning ved de høyeste lysintensiteter igjen. Lysintensiteten påvirker også larvenes atferd. Larvenes atferd er med på å forklare larvenes ulike vekst- og dødelighetsmønstre ved de ulike lysnivåene.

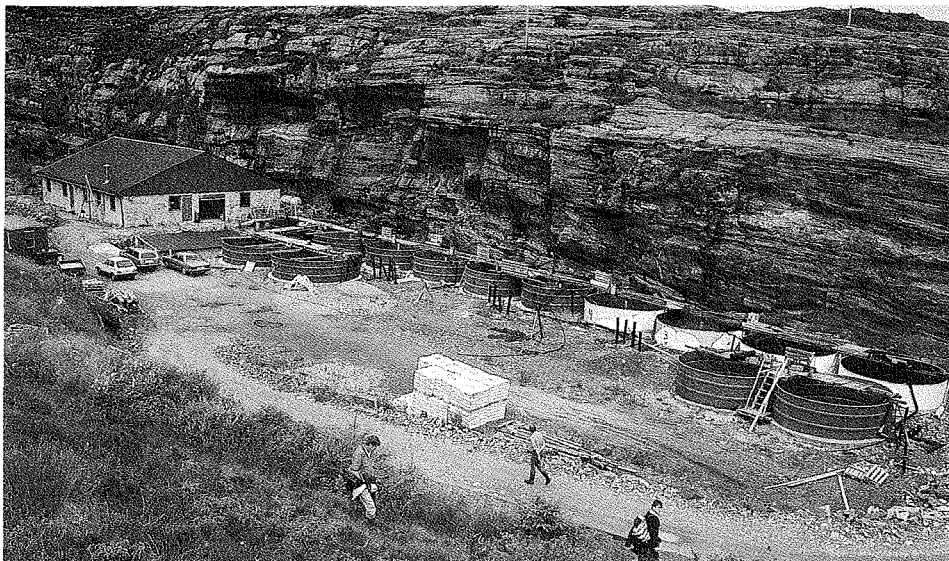
Startfôringen regnes fortsatt som den største flaskehalsen for å kunne etablere en produksjonslinje for kveite. De beste startfôringsresultatene er oppnådd ved bruk av levende naturlig zooplankton i kar utendørs. Flere forsøk viser at larvene i den tidligste startfôringsfasen er avhengig av et svært næringsrikt fôr for å kunne vokse. Pilotforsøk har vist at mesokosmos (mel-

lomstort stagnant vannvolum der larvene er toppredatorer i et funksjonelt økosystem med zooplankton og phytoplankton) ga svært lovende resultater. Tilsvarende resultater er funnet for andre marine fiskelarver (torsk, piggvar). En tidsavgrenset bruk av små økosystemer, mesokosmos, vil være uavhengig av tilgangen til større pollsystemer. Inokulatet av naturlig zooplankton til initielt startfôr vil kunne samles inn fra åpne sjø/fjordområder. De viktigste resultatene så langt er at alger i startfôringskarene ga bedre startfôringsresultat, vekst og overlevelse enn ved bruk av filtrert vann.



Startfôringsstilslag for kveitelarver i algevann og i filtrert vann i tidlig startfôringsfase. (Etter Naas, Næss og Harboe in prep.).

KULTURBETINGET FISKE



Selstø er valgt som produksjonslokalitet for havbeitesmolt i Hordaland. Foto: Tom N. Pedersen.

Satsingsområdet har som overordnet mål:

Frembringe kunnskap for utvikling av kommersielt havbeite på utvalgte arter basert på økologisk og genetisk forsvarlige prinsipper.

Herunder:

- Utvikle kostnadseffektive metoder for storskalaproduksjon av torsk- og hummeryngel.*
- Optimalisere produksjonsmetoden for å frembringe en rimeligere og mer*

levedyktig smolt til utsetningsformål.

- Utvikle effektive utsetningsmetoder for torsk, hummer og laks.*
- Utvikle effektive gjenfangstmetoder.*
- Sammenlignende studier av ville og utsatte individer.*
- Populasjonsgenetiske og -dynamiske studier*
- Undersøking av genetiske og økologiske konsekvenser av smoltutsettingene i ville referansepopulasjoner av laks*
- Kartlegge smoltens ernæring, atferd, predasjon og andre forhold av betyd-*

ning for overlevelse i den første sjøfasen (postsmoltstadiet)

Forskningsaktiviteten innenfor dette satsingsområdet fikk i 1990 en betydelig økning, da Regjeringens PUSH-program (Plan for utvikling og stimulering av havbeite/havbruk) ble vedtatt sommeren 1990. Rammene for dette programmet er 300 mill. kr over en tidsramme på 5-7 år. Innenfor PUSH-programmet vil Senter for havbruk bli en av hovedaktørene. Sen bevilgning resulterte imidlertid i at programmet ikke kom ordentlig i gang i 1990 og spesielt siste kvartal var sterkt preget av en hektisk byggeaktivitet. Ved siden av oppbygging av installasjoner ble det også utført et betydelig utviklings- og forskningsarbeid, og programmet kan vise til en rekke interessante resultater.

Senter for havbruk har arbeidet med yngelproduksjons-problematikk på torsk siden starten av 80-årene og med utsetting av torsk siden 1983. I 1990 er det utført et betydelig utviklingsarbeid på yngelproduksjon av torsk. Dette arbeidet er i hovedsak utført i regi av Parisvatnprosjektet som har som mål å optimalisere torskelyngelproduksjonen i poll for havbeiteformål. Med optimalisering menes i denne sammenheng utvikling av en stabil og kostnadseffektiv yngelproduksjon basert på bruk av naturlig plankton.

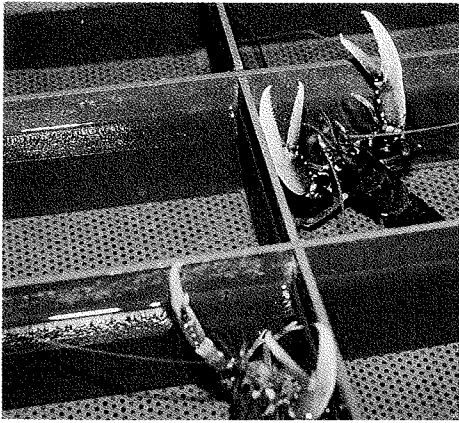
Produksjon av torskelyngel i Parisvatnet (volum: 270.000 m³) har pågått siden 1987. Antall yngel innfanget var 5.000 i 1987, 240.000 i 1988, 170.000 i 1989 og 70.000 i 1990. Kannibalisme og vibriose har forårsaket et svinn på 15-25% fra innfangning i begynnelsen

av juni (yngelens vekt ca 1 g) til utsetting i sjøen i september/oktober (yngelens vekt ca 50 g). Antall yngel produsert synes i stor grad å være avhengig av tilgang på stort zooplankton (copepoder) i de 4-5 påfølgende ukene etter metamorfose, og tidspunkt for nedbeiting av zooplanktonet som naturlig er til stede i pollen. Forsøkene viser at poll-system har potensiale til å bringe frem et stort antall larver til metamorfose (ca. 5 millioner i 1989 og ca 2 millioner i 1990).

Resultatene sett i forhold til prosjektets mål viser at pollmetoden pr i dag hverken gir et stabilt yngelantall fra år til år eller er kostnadseffektiv, dvs. at prisen pr utsettingsklar yngel er høy (> kr 10,-/yngel).

Innenfor Parisvatn-prosjektet har det også vært utført en rekke forsøk med tilvenning/fôring av torskelyngel fra 50 mg til 10 g. Bruk av frysetørket akkarfôr har gitt lovende resultat, og dette fôret vil bli utviklet videre. Av andre resultat kan nevnes at ujevn størrelse på fisken ved oppstart gir en dramatisk økning av kannibalisme i løpet av forsøket. Fôringsfrekvens og lysregime har liten innvirkning på vekst og overlevelse for fisk rundt 1 g. I forsøk med større fisk (2-20 g) gir mykfôr bedre vekst enn kommersielt tørrfôr.

Det er planen at Parisvatn-prosjektet skal videreføres gjennom PUSH-programmet. Viktige innsatsområder framover blir: 1) tekniske og biologiske løsninger for å gi en mer stabil tilførsel av zooplankton, 2) intensivert innfangning av yngel på et tidlig stadium, 3) utvikling av et bedre weaning-fôr og 4) forbedret overlevelse etter innfan-



Oppdretthummeren har vært lett å gjenkjenne på sine to ovale gripeklør. Ved å la hummer-ungelen vokse på skjellsandsubstrakt, utvikler den en knusseklo. Foto: Tom N. Pedersen.

ging. Prosjektet fikk tildelt kr 2.183.000 i november 1990 over PUSH-programmet til investeringer og opprusting av anlegget. I investeringsplanen er det bl.a. inkludert et eget filtreringsanlegg for zooplankton samt et karanlegg til weaning-forsøk. Det endelige siktemålet er å utvikle en kostnadseffektiv yngelproduksjonsmetodikk i kommersiell skala.

Innenfor PUSH-programmet har Senter for havbruk det faglige ansvaret for Rørvikprosjektet, som er et regionalt kompetansesenter for yngelproduksjon og utsetting av torsk på havbeite. I 1990 ble det produsert 34.000 4–5 cm torskeyngel i 6 sjøvannsbasseng (450.000 – 800.000 m³) ved Nærøysund Yngelfarm A/S. Innenfor dette prosjektet gjenstår ennå en del utviklingsarbeid før en har et driftssikkert og kostnadseffektivt system. I et innledende havbeiteforsøk vil 10.000 av disse bli merket og satt ut i Bølefjorden i Flatanger i 1990.

Rørvikprosjektet inneholder også en matfiskdel hvor det praktiske blir utført ved Nærøysund Fiskefarm A/S i Vikna. Målet med prosjektet er å utvikle optimale fôr og fôringsrutiner til torsk i oppdrett, samt undersøke potensiale for oppdrett av torsk i regionen.

Senter for havbruks hummerprogram ble startet i 1988 ved NFFR-prosjektet «Kultivering av hummer». Målet for prosjektet var å undersøke mulighetene til å utnytte oppdrettet hummeryngel til å styrke naturlige hummerbestander. I 1990 som var sluttåret for prosjektet, ble gjenfangstaktiviteten intensivert på sjølokalitetene der hummer var satt ut. Andelen av merket hummer i fangstene i utsettingsområdene lå fra 50 til 85%. De toårige hummerene hadde vokst fra 6 g og 27 mm ryggskall-lengde til ca 150 g og 65 mm ryggskall-lengde. Ett-åringene hadde vokst fra 2,8 g og 17 mm ryggskall-lengde til 115 g og 61 mm ryggskall-lengde. Gjenfangstprosenten er foreløpig under 2,5%.

I forbindelse med prosjektet har det vist seg at en kort akklimatisering (maks 60 min) mellom transport og utsetting virker positivt på hummerens atferd. Ved en storskala hummerutsetting i mars 1990, i regi av PUSH-programmet, ga utsetting av akklimatisert hummer i kald sjø ingen målbar dødelighet etter utsetting. Dette er ment å bli ytterligere utprøvd innen havbeiteprogrammet i kommende år.

I 1990 bidrog PUSH-programmet til intensivering av havbeiteforskningen på hummer, og i 1991 vil hele programmet være finansiert av dette programmet. Over 70.000 hummerunger ble produsert på Kyrksæterøra i 1990. Disse vil

bli satt ut i 1991 fordelet på fire utsettingsområder fra Flødevigen i sør til Nord-Møre regionen i nord.

Senter for havbruks havbeiteprogram på laks startet høsten 1989 med en bevilgning fra Fiskeridepartementet. Fra 1990 ble lakseprosjektet innlemmet i PUSH-programmet. I tillegg til et forskningsprogram i Hordaland har Senter for havbruk det forskningsfaglige ansvar for produksjon (Leiråga) og utsetting (Vega) for et program på Helgeland.

Grunnet kravene om størrelse på vassdrag, kystnærhet, og minimumsavstand til fiskeoppdrett og lakseelver, måtte et stort arbeid nedlegges i kartlegging av egnete produksjons- og utsettingslokaliteter. Forhandlinger med berørte grunneiere har også vært tidkrevende og er per januar 1991 ennå ikke slutført. I Hordaland disponerer prosjektet et smoltanlegg på leiebasis på Selstø, Sotra, og har opsjon på en utsettingslokalitet like ved. Det drives forhandlinger om ytterligere en utsettingslokalitet i fylket.

Rognen fra tre villaksstammer (Lone, Dale og Vosso) og en oppdrettsstamme (Matre), innlagt til klekking i 1989, er blitt oppfôret på Selstø. Lakseyngel som ble startfôret på Selstø vinteren 1990 har hatt god vekst og overlevelse, og våren 1991 vil det bli satt ut ca 120.000 smolt av en størrelse på ca 50g i Hordaland. Sommeren 1991 vil det også bli satt ut ca 5000 smolt på 30 g på Vega.

For ikke å tape 1992- års utsettingsmateriale måtte stamfiskarbeidet og klekkerivirksomheten innledes før bevilgningen ble gitt. Det ble fanget stam-

fisk og strøket rogn fra de samme elvelokalitetene som i -89. I tillegg ble det lagt inn rogn av Onarheim stammen, og vi fikk opsjon på kjøp av plommesekkyngel fra Etne elven. Grunnet den hurtige spredningen av furunkulose i oppdrettsanlegg og i flere Hordalandselver i 1990, ble det pålagt å etablere karanteneklekkeri for havbeitefisker. Dette påførte prosjektet store merkostnader. Usikkerhet omkring finansieringen førte til forsinkelser, hvilket har resultert i mindre mengde stamfisk enn ønskelig. Trass i etableringsvanskene, har klekkeriet på Bergen Ingeniørhøgskole fungert tilfredsstillende, og etter den innledende fasen har dødeligheten vært ubetydelig. Ved årskiftet hadde vi anslagsvis 220 000 egg igjen, noe mindre enn oppsatt mål.

På Leiråga har arbeidet i 1990 stort sett bestått i om- og oppbygging av fasilitetene. Plommesekkyngel av Vefsna-stammen ble innkjøpt i august, og ved årsskiftet hadde 10 000 av disse opnådd 10 g, og kan dermed ha potensiale til å smoltifisere i løpet av sommeren -91. Vel 100 stamlaks (Vefsna) ble overført fra Sør-Helgeland laksestyre sin stamfiskstasjon til Leiråga hvor det ble strøket ca 1 200 000 egg. Dette materiale er nå meget verdifult etter som Sør-Helgeland laksestyre fikk ødelagt sin stamfiskbestand av et furunkulose utbrudd. Vefsna er avhengig av kultivering da den naturlige smoltproduksjonen i elven er ubetydelig grunnet angrep av lakseparasitten Gyrodactylus. Det ble innledet et samarbeid med Sør-Helgeland laksestyre om stamfiskhold/utklekking av rogn fra Vefsna.

REPRODUKSJONSBIOLOGI

Satsingsområdet har som overordnet mål:

Frembringe kunnskap som grunnlag for å styre reproduksjon hos oppdrettsorganismer.

Herunder:

- Utvikle metoder for kontroll av kjønnsmodning og ovulasjon hos oppdrettsorganismer.*
- Forbedre forutsetningene for produksjon av høykvalitetsegg.*
- Utvikle konsept for naturlig gyting hos flatfisk i fangenskap.*
- Utvikle metoder for tidlig utsortering av modnende laks.*

Produksjon av levedyktige egg er en forutsetning for at en art skal overleve. Innen kommersiell akvakultur er det dessuten ønskelig å kunne styre fiskens kjønnsmodning. Dels er det et problem ved produksjon av matfisk, at fisken blir tidlig kjønnsmoden og dermed får dårligere kvalitet. Dels ønsker en å kontrollere reproduksjonen i stamfisk for å sikre en jevn og sikker tilgang på egg og larver av god kvalitet.

Satsingsområdet omfatter forskningsprosjekt som berører både grunnleggende og anvendbare problemstillinger innen reproduksjonsbiologi.

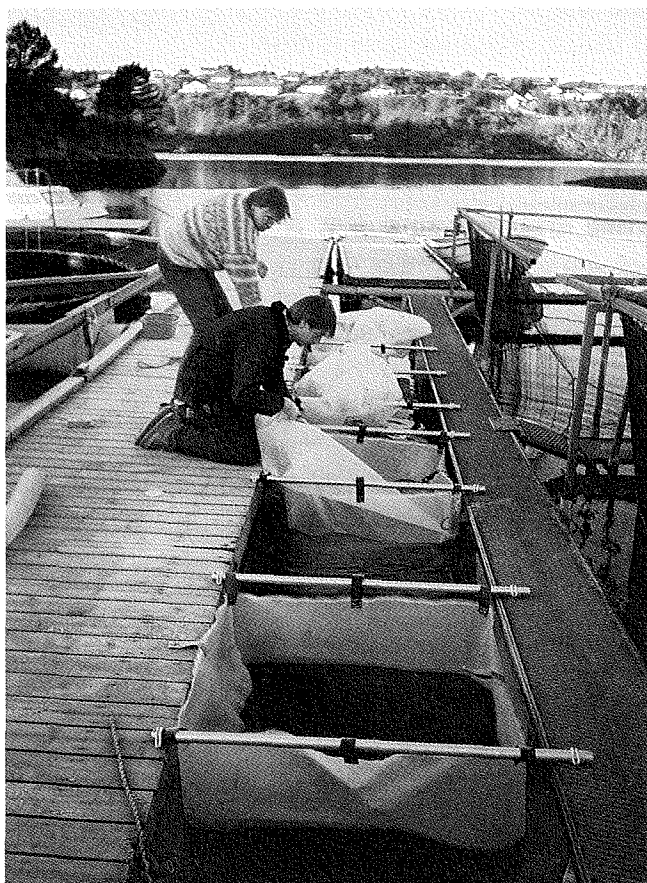
Torsk, kveite og steinbit er arter som anses å ha stort potensiale i et fremtidig havbruk. Da de også er forholdsvis nye arter i denne sammenheng, har arbeidet med å finne kommersielt lønnsomme oppdrettsmetoder vist seg å inneholde flere flaskehals. En av disse er å sikre tilgangen på egg av god kvalitet, som utvikles til friske, levedyktige larver. For at dette skal kunne gjøres, kreves kjennskap til, og forståelse for, de prosesser som leder til at eggcellene vokser og modnes til egg. To ulike prosjekt ved Havbruksstasjonen Austevoll har som mål å beskrive dette i kveite respektive steinbit. Med samme målsetting studeres også torsk. Resultatene hittil tyder på viktige forskjeller i vekstmønsteret hos egg fra torsk og kveite, begge marine fisk med pelagiske egg som slippes i porsjoner, sammenlignet med laksefisk. Disse forskjellene kan ha betydning for fremtidig stamfiskhåndtering.

Det har hittil ikke lyktes å få steinbiten til å reprodusere i fangenskap. Befruktning av eggene har i mange tilfeller vært et problem. I de tilfeller hvor dette har lyktes, har man ikke kunnet produsere yngel. For å gi et grunnlag for bedre utnyttelse av stamfisk har man ved Austevoll Havbruks-

stasjon gjennomført et pilotprosjekt med det mål å beskrive gonadenes utvikling i steinbit. Gonadeveksten følges ved hjelp av ultralydsteknikk, og hormonelle forandringer som kan relateres til lagring av næring i eggene, følges gjennom et år.

Kaldtvanns-fisk har en sesongavhengig, relativt kort forplantningsperiode. Som regel gir forandringer i daglengden de nødvendige signaler for at gonadene skal begynne å vokse og eggene tilslutt bli klar for befruktning. Vanntemperaturen har betydning for at hele forløpet skal gå normalt. Styring

av lysregimet kan brukes når det gjelder å få egg fra stamfisk gjennom en så stor del av året som mulig. Gjennom å variere daglengden og/eller temperatur for fisken på ulike måter, kan man få en forskyvning slik at fisken blir kjønnsmoden enten tidligere eller senere enn normalt. Kveite og rødspette har med stor framgang blitt manipulert slik ved Austevoll Havbruksstasjon. Ved Matre Havbruksstasjon har manipulering av lysregimet også vist seg å være en metode for å utsette eller forhindre kjønnsmodning i laks.



Tømming av torskeeggsmalere ved Austevoll havbruksstasjon. Foto: Jens Chr. Holm.

HELSE/SYKDOM

Satsingsområdet har som overordnet mål:

Studere patogene mikroorganismer og parasitters sykdomsutvikling og sykdomsspredning.

Herunder:

- Utvikle helseforebyggende tiltak
- Utvikle/optimalisere metoder for sykdomspåvisning
- Utvikle/optimalisere vaksiner og behandlingstiltak

Senter for Havbruk legger vekt på å arbeide med problemer som er av vesentlig betydning for oppdrettsnæringen. Et forskningsområde som har fått økt betydning er å undersøke utveksling av sykdomsfremkallende mikroorganismer mellom oppdrettsfisk og villfisk. I dag omfatter dette satsingsområdet forskningsaktiviteter på følgende områder:

- * Infeksiøs lakseanemi (ILA)
- * Furunkulose
- * Vibriose på marin fisk
- * Infeksiøs pankreas nekrose (IPN)
- * Lakselus
- * Skjellsykdommer
- * Vaksineutvikling
- * Forebyggende helsearbeid
- * Sammenheng mellom helsestatus og miljøforhold

Prosjektene innenfor dette området er dels finansiert av eksterne institusjoner; NFFR, Statoil og DU, dels over Havforskningsinstituttets ordinære budsjett.

Kunnskap om sykdomsmottagelighet hos de enkelte arter vil gi mulighet til en bedre vurdering om hvordan furunkulosesmitte vil påvirke våre ville bestander. Viten om bærertilstander vil i tillegg gi økt kunnskap om hvordan denne sykdommen sprer seg. Som et ledd i dette arbeidet er det utført smitteforsøk med arktisk røye, *Salvelinus alpinus*. Resultatene viser at røye er mottagelig for furunkulose og at sykdomsbildet ligner det en kjenner for laks. Det er også vist at røye kan være bærer av smittestoffet uten å være syk. I samarbeid med Institutt for Mikrobiologi og Plantefysiologi (UiB) studeres *A. salmonicida*'s hydrofobe egenskaper. Hydrofobisitet er ikke bare en viktig virulensfaktor. Den spiller også en viktig rolle i bakteriens økologi som frittlevende bakterie i sjøvann.

Arbeidet med lakselus har vært konsentrert om Pyretrum, et naturlig insekticid. Det har blitt testet mot lakselus med forskjellige former for påføringsmetodikk. Den beste effekten på 90% avlusning er oppnådd ved å bade

laksen i Pyretrumløsning. Konklusjonen så langt er at ved en påføring som dekker lusa med Pyretrumløsning noen sekunder er avlusningen bortimot total.

Til tross for færre nye tilfeller av sykdommen infeksjøs lakseanemi (ILA) i forhold til 1989, er ILA likevel et av de alvorligste sykdomsproblemene for oppdrettsnæringen. I samarbeid med NORBIO A.S. arbeides det imidlertid med å klarlegge hvor i fisken smitten

er konsentrert, og hvilke fiskearter som er mottagelige for ILA.

Klassisk vibriose forårsaket av *Vibrio anguillarum* og andre vibrioinfeksjoner er de mest tapsbringende bakterielle sykdommer innen oppdrett av marine fiskearter. I et samarbeid med Felleslaboratoriet for bioteknologi, Statoil og Norbio er det utført biokjemiske, serologiske og immunkjemiske analyser av bakteriestammer isolert i forbindelse



*Virusundersøkeler er en viktig del av sykdomsforskningen ved Senter for havbruk.
Foto: Nils Torsvik.*

med sykdomsutbrudd i perioden 1980–1990. Resultater av disse analysene danner grunnlag for utvikling av forsøksvaksiner til torsk, piggvar og kveite. Vaksinene inngår i praktiske vaksinasjonsforsøk hvor både humoral immunrespons og grad/varighet av beskyttelse som funksjon av vaksinasjonstidspunkt og administrasjon blir undersøkt. Feltforsøk med vaksinene har vist god beskyttelse, forutsatt at man tilpasser driftsform og produksjonslinje til en optimal vaksinasjonsstrategi.

I løpet av sommeren 1990 er det på ny blitt registrert høy dødelighet på kveityngel. Pankreasnekrose og påvisning av høye konsentrasjoner av IPNV tyder på at dette viruset spiller en sentral rolle som årsak til dødeligheten. Resultater fra smitteforsøk med pigg-

var og IPNV serotype N1, styrker denne antagelsen. Smitteveiene er ennå ikke klarlagt, men screening av stamfisk, rogn og yngel tyder på at vertikal smitteoverføring er mindre viktig for piggvar og kveite. Etter at IPNV i 1988 ble isolert fra kamskjell, er det i 1989 og 1990 utført en serie smitteforsøk for å belyse virusets skjebne i skjellene og skjellenes rolle som mulige smittereservoar og vektororganismer.

Basert på EF's interne arbeid med standardisering av helseundersøkelser av skjell er det i 1990 utredet behov og krav til undersøkelser i en norsk modell. Halvårlige histologiske undersøkelser av østers og teppe-skjell fra to norske anlegg har hittil vært negative for kjente parasitter og sykdommer.