

Fisken og Havet, 1992

(Særnummer 3) ISSN 0802-0620

HAVBRUKSRAPPORT FOR 1992

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Januar 1992



INNHold:

Senter for havbruk	5
Seksjon kulturbetinget fiske	7
Seksjon laksefisk	13
Seksjon marine arter	16
Seksjon sykdom/helse	20

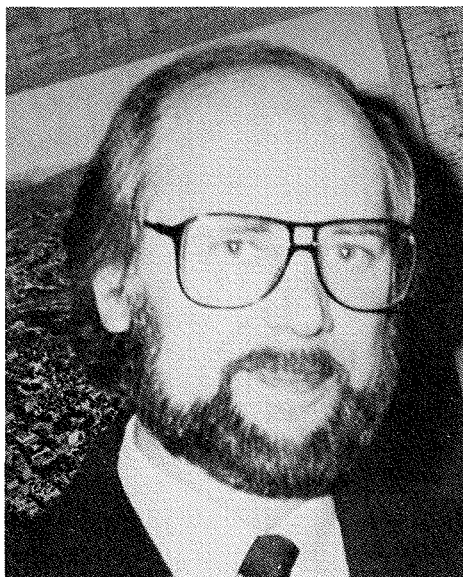


SENTER FOR HAVBRUK

Ved Senter for havbruk søker vi å utforske alle livsstadier hos akvatiske organismer i intensivt oppdrett og kulturbetinget fiske. Forskning ved senteret omfatter også interaksjonsstudier og konsekvensanalyser i spenningsfeltet mellom det omgivende miljø og havbruk. Dette er knyttet både til kjemiske, biologiske og genetiske effekter. Vi legger også betydelig vekt på studiet av akvatiske organismers helse-tilstand og sykdom. Senteret har innenfor disse områdene bygget opp en bred tverrfaglig kompetanse.

Senterets viktigste forskningsverktøy er havbruksstasjonene Austevoll og Matre, hvor vi utfører forskning knyttet til marine arter og laksefisk. Vi har her bygget opp forsøksbestander av laks, røye, regnbueørret, torsk, piggvar, steinbit og stort kamskjell. Senteret disponerer også spesiallaboratorier for studier av miljø og genetikk. For sykdomsforskning har vi laboratorier for studiet av sykdomsfremkallende organismer og deres virkning (mikrobiologi, virologi, histopatologi). Vi har også et spesiallaboratorium hvor en kan utføre smitteforskning.

Som et ledd i forskningen knyttet til kulturbetinget fiske av hummer, har



senteret overtatt Timars anlegg på Kyrksæterøra, hvor vi produserer hummeryngel til utsettingsforsøk, og vi har bygget opp et eget pollanlegg i Øygarden for produksjon av torskeyngel i studiet av kulturbetinget fiske av torsk. Vi har også initiert et omfattende forsøksprogram med laks på havbeite. I dette arbeidet samarbeider vi med private anlegg i Hordaland og Nordland.

Etter omorganisering av Havforskningsinstituttet (1990/91) er aktiviteten

ved Senter for havbruk organisert innenfor fire forskningsseksjoner, to driftsseksjoner og tre større program. Havbruksrapporten er utarbeidet av seksjonslederne for senterets fire forskningsseksjoner

Laksefisk
Marine arter

Ole Torrissen
Ingvar Huse

Helse/sykdom
Kulturbetinget fiske
– og Geir Dahle har hatt ansvaret for sammenstilling av rapporten.

Johan Glette
Marianne Holm

Bergen januar 1992

Snorre Tilseth
Senterleder

SEKSJON KULTURBETINGET FISKE

Seksjonen har som hovedmål å:

tilrettelegge utviklingen av en økologisk og genetisk forsvarlig havbeite-næring.

Herunder er oppsatt følgende delmål:

- Utvikle kostnadseffektive metoder for storskalaproduksjon av torsk- og hummeryngel.*
- Optimalisere produksjonsmetoder for å frembringe en rimeligere og mer levedyktig smolt til utsettingsformål.*
- Utvikle effektive utsettings- og gjenfangstmetoder for torsk, hummer og laks basert på kunnskap om artenes økologi og atferd.*
- Undersøke genetiske og økologiske konsekvenser av utsettingene for ville populasjoner i utsettingsområdene.*

Forskningsaktiviteten innenfor dette satsingsområdet fikk i 1990 en betydelig økning, da Regjeringens «Program for utvikling og stimulering av havbeite» (PUSH-programmet) ble vedtatt. Rammene for dette programmet er 300 mill. kr over en tidshorison på 5–7 år. Innenfor PUSH-programmet er Senter for havbruk en av hovedaktørene i og med at man arbeider med tre av de fire artene inkludert i PUSH-

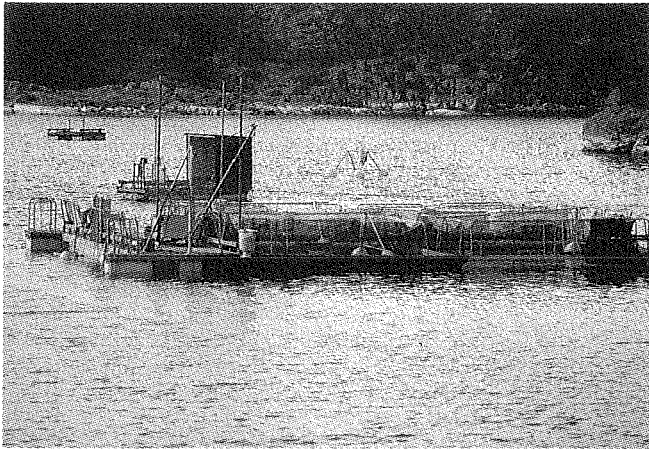
programmet. Også i 1991 har satsingsområdet vært noe hemmet av seine bevilgninger. Likevel kan prosjektene vise til en rekke interessante resultater.

Havbeite torsk

Senter for havbruk har arbeidet med yngelproduksjonsproblematikk på torsk siden begynnelsen av 80-årene, og med utsetting av torsk siden 1983. Yngelproduksjonen utføres av Parisvatnprosjektet hvis faglige mål er å optimalisere pollmetoden for produksjon av torskeyngel til havbeiteformål, d.v.s. utvikling av en stabil og kostnadseffektiv yngelproduksjon basert på bruk av naturlig plankton. Målet for Parisvatnprosjektet var å produsere 1–2 yngel pr. m³ eller tilsvarende minimum 270.000 individ. Antall yngel innfanget tidligere år:

1987:	5.000
1988:	240.000
1989:	170.000
1990:	70.000
1991:	317.000

Resultatene fra disse års undersøkelser har vist at yngelproduksjonen er avhengig av tilgang på stort zooplankton (copepoder) i de 4–5 påfølgende ukene etter metamorfose. Tidspunkt



Yngelproduksjonen i Parisvatnet ble i 1991 rekordstor. 317.000 yngel ble fanget inn. Mer enn 270.000 ble satt ut på fjordbeite, mens resten ble brukt til andre forsøk. (Foto: Håkon Otterå).

for nedbeiting av zooplanktonet som naturlig er til stede i pollen blir derfor avgjørende for produksjonsresultatet. Dette kan styres med ulike tiltak, og i 1991 ble utsettingen av nyklekkede larver redusert i forhold til tidligere år for å unngå for tidlig nedbeiting av plankton i pollen. Utsettingstettheten tilsvarte ca 25 larver pr m^3 (6.7 mill. stk). Når det opprinnelige planktonet minket, ble det fôret med levende plankton filtrert fra planktonkonsentrator innstallert i sjøen utenfor pollen, trålt plankton og frossen raudåte. Seinere ble det også fôret med tørrfôr fra automat. Resultatet ble at vekst og overlevelse var god både i larve- og i yngelfasen, og innen utgangen av juni var det allerede fanget inn 240.000 mens slutresultatet ble 317.000 yngel, eller 1,2 yngel pr. m^3 , det beste resultat som noensinne er oppnådd ved et enkelt anlegg. Yngelen er i hovedsak benyttet til utsettingforsøk, mens ca 45.000 stk er blitt tatt til andre forsøksformål, bl.a. fôringsforsøk, seismikkforsøk etc.

Det vil være viktig å kunne bruke

formulert fôr så tidlig som mulig, og det ble prøvd en rekke ulike tilvinningsfôr på yngel. Forsøkene ble gjort i småskala med fôrtyper utviklet i nært samarbeid med Ernæringsinstituttet. Med basis i tidligere erfaringer, ble det lagt særlig vekt på smakelighet og vanninnhold i fôret, og det ble prøvd ut ulike enzymtilsetninger. I alt 15 fôrtyper ble testet på yngel og overlevelse (ca. 95 %) og tilveksten (4–7 % pr. dag) var god. De fleste av fôrtypene ga bedre tilvekst enn kontrollfôret som var et kommersielt tørrfôr. Pilotforsøk i kar med fôring av tidlig innfanget yngel viste at det er fullt mulig å føre 0.5 g yngel med kommersielle tørrfôrtyper i stor skala.

Rørvik-prosjektet, er knyttet til et regionalt kompetansesenter for yngelproduksjon og utsetting av torsk på havbeite i Nord-Trøndelag. Senter for havbruk har faglig ansvar for dette prosjektet. I 1991 ble det produsert 30.000 torskeyngel i 6 sjøvannsbasseng. Det er merket og satt ut torsk av 1990 generasjonen i Flatanger, Vikna og Nærøy,

og det er også merket og satt ut noen hundretall villfanget torsk. Av 1991 generasjonen er det satt ut 6.000 fisk. Både produksjon og utsettinger er noe mindre enn planlagt grunnet reduserte bevilgninger.

Innenfor rammen av PUSH-programmet har Seksjon kulturbetinget fiske også ansvar for utsettingsdelen av torskeprogrammet. Selve prosjektarbeidet utføres av forskere ved Senter for marine ressurser og ved Institutt for fiskeri og marinbiologi (IFM), UiB. Totalt ble det i 1991 satt ut 178.000 yngel og 7000 floymerket torsk i Masfjorden, samt 47.000 i Øygarden. Prosjektene arbeider i tillegg med økologiske problemstillinger for å fremskaffe data til å beregne bæreevnen i forskjellige utsettingsområder, og ved ulike utsettingsstrategier. Som helhet har prosjektet etterhvert akkumulert så mye økologisk kunnskap, at vi har kunnet skissere grunnlaget for en modell for beregning av egnethet av forskjellige lokaliteter og beregne utbyttet ved forskjellige utsettingsstrategier. Disse modellene vil bli videreutviklet og testet i 1992.

Havbeite hummer

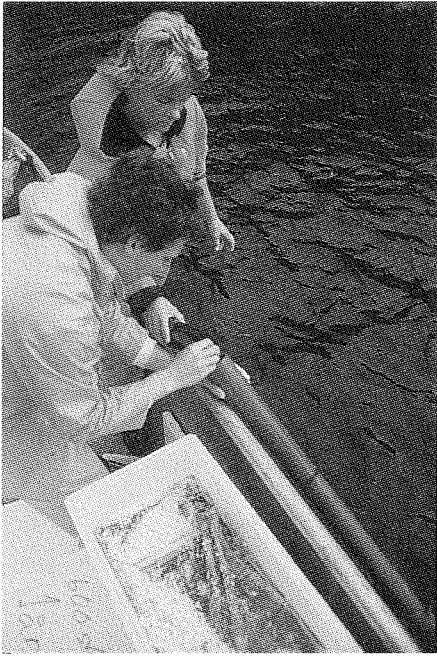
Senterets hummerprogram ble startet i 1988 ved NFFR-prosjektet «Kultivering av hummer». Målet for prosjektet var å undersøke mulighetene til å utnytte oppdrettet hummeryngel for å styrke naturlige hummerbestander. I 1991 er programmet blitt videreført med bevilgninger fra PUSH, og målsettingen er utvidet til å legge grunnlaget for et kommersielt havbeite med hummer samt å foreta genetiske undersø-

kelser av hummerpopulasjoner langs kysten.

Den totale produksjon ved hummeranlegget på Kyrksæterøra ble i 1991 71.718 bunnslette yngel eller ca. 219 yngel pr. rognhummer. Produksjonen ved hummeranlegget er ennå ikke optimal grunnet ustabil tilførsel av varmt kjølevann fra Holla smelteverk. Dette ville kunne avhjelpes ved en eventuell oppbygging av et resirkuleringsanlegg.

I tillegg til 9.000 hummer merket i 1990 ble vel 41.000 yngel merket i 1991. 7.300 stk. ble sendt til Mandal og satt ut i regi av Biologisk stasjon, Flødevigen, mens 30.000 ble satt ut ved Kvitsøy. Ca. 12.500 merket hummer er satt ut i Øygarden. Forbedring av merke- og pakkingsmetodene ga også i 1991 gode resultater med henblikk på dødelighet (totalt ca 3%). Det er utført forsøk med skjellsand som bunnsubstrat. Dette ga som resultat at yngelen utvikler en knuseklo.

Videooptak og dykkerobservasjoner foretatt i forbindelse med utsettingsforsøkene har vist at metoden med vinterutsettinger i kombinasjon med en kort akklimatisering i beskyttede omgivelser gir lav initialdødelighet grunnet fravær av predatorer, og mer «normal» atferd hos yngelen som raskt søker til skjulesteder. Det er derfor gode grunner til å anta at overlevelsen fra utsettingene i 1991 kan bli høyere enn tidligere. Bunnhabitatene ved ulike utsettingslokaliteter både på Kvitsøy og Øygarden er kartlagt og beskrevet. Dette er koblet mot erfaringer fra lokale fiskere om hummerfisket på stedene for å kunne evaluere egnetheten av lokaliteten. Hummer fra utsettinger



I 1991 ble det satt ut 7.300 hummer ved Mandal, 30.000 ved Kvitsøy og 12.500 i Øygarden. (Foto: G.G. Lerøy).

foretatt av Timar 1985–86 har rekruttert til fisket på Kvitsøy. Basert på morfologiske kjennetegn (Timar merket ikke dyrene) er innslaget av utsatt hummer anslått til ca 40% av fangsten i oktober.

De innledende genetiske studiene på hummer startet opp i oktober 1990. I det foreløpige testmatierale er det påvist arvelig varisjon i fem enzymer som finnes i hvit muskulatur. Stamhummer på Kyrksæterøra, utsetningsklar yngel, og ikke minst vill hummer i utsetningsområdene, vil bli genetisk karakterisert. Både genetisk kontroll av kunstig produsert hummer og basisdata om genetisk profil i de ville hummerbestandene, er nødvendig for å kunne

evaluere potensielle genetiske effekter av utsettingene.

I 1992 vil prioriterte oppgaver være å fortsette de genetiske undersøkelsene samt storskala utsettingene ved Kvitsøy, Mandal og Fjørtoft. I Øygarden vil det bli utført utsettinger ved flere årstider, for å tallfeste initialdødelighet. I dette området vil det også innledes forsøk på å finne igjen liten hummer allerede året etter utsetting for å undersøke habitatutnyttelse. Det blir fra 1992 satt i gang merkekontroll på Kvitsøy, da vi venter at den utsatte hummeren fra 1990 skal rekruttere til fangstene.

Havbeite laks

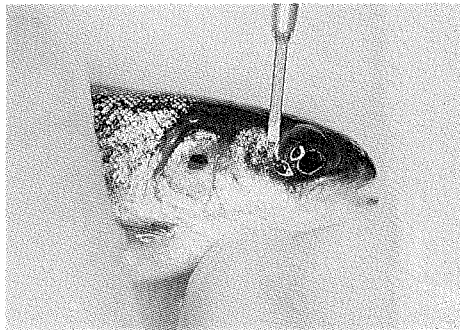
Hovedmålsettingen for «Havbeite med laks – Hordaland», som startet i 1989 med prosjekteringsmidler gitt av Fiskeridepartementet, er å teste økologiske og genetiske forutsetninger og konsekvenser av «Kystmodellen», d.v.s. utsetting i stor skala fra et lite, kystnært, laksetomt vassdrag, i dette tilfelle Sandvikvatnet, nær Tølløvsåsen på Sotra. I 1990 ble finansieringen overtatt av PUSH. Innenfor PUSH-programmet er Havforskningsinstituttet involvert i samarbeidsprosjekt på Helgeland, der vi har det forskningsfaglige ansvar for produksjon (Leiråga) og utsetting (Vega).

I Hordaland leier prosjektet et smoltanlegg på Selstø, Sotra, som hovedbase for utsetningsaktivitetene. Selstøvågen er brukt til utsettingene, og vi har avtale om en utsetningslokalitet til, Grunnåvågen, 400 m sør av Selstø.

Prosjektets fremdrift har også i 1991 vært hemmet av sein bevilgning. Der-

for måtte vel 50.000 merket og vaksinert smolt fra tre villaksstammer (Lone, Dale og Vosso) settes ut i mai/juni uten at bevilgningens størrelse var avgjort. Dette medførte at planlagte investeringer på anlegget og til usettingsinstallasjonene ikke kunne gjøres, at overvåkingen av miljø og fisk under utsettingene måtte innskrenkes betydelig for å holde omkostningene nede, og at vi enda en gang måtte basere oss på improviserte opplegg. Det ble derfor nødvendig å omorganisere prosjektet. Smoltproduksjonen er flyttet til et kommersielt oppdrettsanlegg, Langaneset Fiskeoppdrett, i Samnanger, og Selstø vil bli brukt til innsamling og oppbevaring av stamfisk og som karanteneklekkeri.

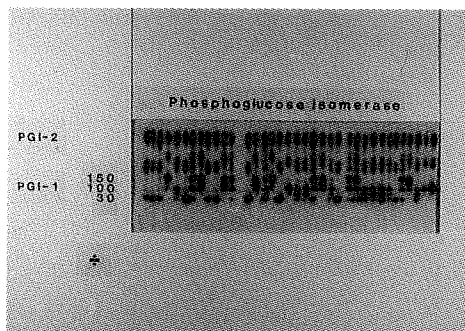
Det er tatt i bruk en ny merkemethode, «øye-merke» som er 2 millimeter lange nummererte plastbrikker som innføres i det gjennomsiktige vevet like bak øyet. Metoden gir ubetydelig merkedødelighet i forhold til de tradisjonelle ytre merkene, og vi har derfor valgt å satse på denne metoden, selv om det ennå er en del usikkerhet omkring antallet merketap. Fisken som ble satt ut var av god kvalitet. Dykkerobservasjoner foretatt i forbindelse med de to første utsettingene viste at smolten vandret ut av Selstøvågen i løpet av noen timer, og at de få fisk som ble igjen i vågen var fisk med skader. I samarbeid med Senter for marint miljø ble det ved et par utsettinger brukt akustikk for å overvåke den utvandrende smolten. Samtidig ble det foretatt fiske etter smolt og predatorer i området, og det ble gjort registreringer av hydrografi. Overvåkingsmeto-



50 000 laksesmolt ble merket med øyemerke og satt ut fra Selstø i Hordaland i 1991. (Foto: Ove Skilbrei).

den fungerte etter hensikten, og vil, med små forbedringer, bli brukt også i 1992. Kunnskapen om postsmoltfasen, d.v.s. tiden like etter utvandring fra elv, er meget lav. Man antar imidlertid at mye av dødeligheten inntreffer i denne fase, og en bred forskningsinnsats er derfor viktig for å fremskaffe viten som kan redusere denne dødeligheten. Utvandringen i et rent marint miljø synes å være raskere og mer målrettet enn vi har kunnet observere vedfølging av akustisk merket smolt i områder med varierende brakkvannslag og innblanding av vann fra flere fjordsystemer.

Prosjektet har lagt vekt på å ha full oversikt over biologiske og genetiske karakteristika ved det brukte fiskematerialet for å kunne vurdere effekten av ulike utsettingsmetoder, og for å kunne satse på «riktig» stamme når gjenfangstresultatene kan beregnes om ca. 2 år. Derfor er et stort antall fisk individmerket, det er tatt genetiske og bakteriologiske prøver av foreldre og avkom, og det er samlet vekstdata i ferskvannsfasen for hver familie.



Forskere ved Senter for havbruk har utviklet en egen stamfisklinje av genetisk merket torsk, slik det går frem av nederste linje på bildet. De to siste årene er slik torsk satt ut i Masfjorden. (Foto: Ole Ingvar Paulsen).

Resultatene for 1990 årgangen viser tildeles store forskjeller mellom stammer og familier i vekstmønster og innslag av tidlig kjønnsmodning. De samme mønstrene synes å gjenta seg i 1991 årgangen, noe som understreker betydningen av å kjenne slike parametere for å kunne optimalisere en produksjon som baserer seg på vill fisk.

I 1992 vil vi vektlegge en grundig kartlegging av de hydrografiske forholdene i området, ettersom dette har betydning både for inn- og utvandringen. Dessuten vil vi starte gjenfangstforsøk i samarbeid med Fangstseksjonen, da vi venter de første fiskene tilbake i løpet av sommeren og høsten. Arbeidet med å utvikle genetisk merket fisk vil fortsettes.

Seksjonen har også det forskningsfaglige ansvar for et større utsettingsprosjekt som drives av Sør-Helgeland havbeite med midler bevilget av PUSH. Prosjektet, som startet i 1989,

bruger laks av Vefsenstammen og driver utsetninger på Vega og i Vefsen. Resultater fra Hordaland vil kunne testes i stor skala av Helgelandsprosjektet.

Genetisk påvirkning på ville bestander

Undersøkelsene av genetisk interaksjon mellom oppdrettsfisk og villfisk, gjennomført med aure som modell, har gått som planlagt. Den utsatte oppdrettsfisken reproduserte i begge lokalitetene i Øyreselva, og genetisk materiale ble overført til de ville stammene. Andelen genetisk materiale fra oppdrettsfisk i 1990 årsklassen er mindre enn forventet, og frekvensen av gen fra oppdrettsfisken har avtatt gjennom 1991. Mortaliteten for hybrid avkom var i 1991 høyere enn mortaliteten for rent avkom av ville foreldre. Da en betydelig del av rømmingen fra oppdrett skjer tidlig i livssyklus, ble det i 1991 satt igang en undersøkelse av interaksjoner som følge av rømming i juvenil fase. Mortalitets- og vekstberegninger er foretatt for rømt og vill fisk i samme lengdegruppe.

Spørsmålet om genetisk påvirkning på ville bestander blir nå reist i flere sammenhenger: rømming fra oppdrett, havbeite, og rømming/utsetting av genmodifiserte organismer. Det er derfor ønskelig å få ut mest mulig informasjon om de observerte biologiske konsekvensene av de observerte genetiske forandringene, og slike data blir samlet inn i 1992 fra modellforsøkene med aure. Genetisk merket grupper av laks vil bli satt ut i 1992.

SEKSJON LAKSEFISK

Seksjonen har som hovedmål:

Å framskaffe biologisk kunnskap om atlantisk laks, regnbueaure og røye med sikte på ulike former for intensivt oppdrett for å fremme en bærekraftig norsk oppdrettsnæring og å styrke forvaltningen av næringen.

Herunder følgende delmål:

- framskaffe kunnskap om laksens reproduksjon slik at kjønnsmodning kan kontrolleres og styres.
- framskaffe kunnskap slik at kriterier for god smolt kan fastsettes og at smoltifiseringsprosessen kan kontrolleres og styres.
- framskaffe bred kunnskap om oppdrettsbetingelsenes effekt på produksjon, produktkvalitet og miljø slik at lønnsomheten i norsk oppdrettsnæring kan bedres samtidig som sykdomsrisiko og uønsket miljøpåvirkning reduseres.
- framskaffe basiskunnskap om fisks ernæringsbehov og optimal fôringsstrategi for å kunne redusere forkostnadene samt å styre kvaliteten på norskprodusert laksefisk.
- framskaffe kunnskap for å utvikle oppdrettsmetoder som er spesielt egnet for ekstreme og/eller variable miljøforhold.



Testosteronnivået i blodplasma kan påvise kjønnsmodenhet hos laks. (Foto: Nils Torsvik).

Prosjektene innenfor seksjonen har for en stor del vært finansiert av eksterne kilder som bl.a. NFFR, BP Nutrition, Hoffman La Roche og Sildeolje og Sildemelsindustriens Forskningsinstitutt. I tillegg har også andre samarbeidspartnere som Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt og Institutt for fiskeri og marinbiologi, UiB vært viktig.



*Forsøk med «vinterbelysning» har vist at laksyn-
gel større enn 75 mm smoltifiserer til våren. Mind-
re yngel, også med synlige parrmerker, blir smolt
ett år senere. (Foto: Nils Torsvik).*

Kjønnsmodning

Kjønnsmodning er fortsatt et interes-
sant tema, og i 1991 ble det gjennom-
ført forsøk for å belyse effekten av ulik
fettstatus på andel kjønnsmodning.
Testosteronnivå (kjønnshormonnivå) i
blodplasma brukes som teknikk for tid-
lig påvisning av kjønnsmodnende indi-
vider og resultatene viste at fettnivå i
fillet var forskjellig i kjønnsmodnende
og ikke-kjønnsmodnende hunfisk.
Ulikt fettnivå som resultat av ulik
kjønnsmodningsstatus kunne observe-
res etter en periode med ulik vekstrate.
Det ser ikke ut som om fettnivå i fôret
kan være en aktuell metode for å redu-
sere kjønnsmodning i kommersielt opp-
drett.

Tidligere års forsøk har vist at ande-
len kjønnsmodning er lavere i de lukke-
de posesystemene enn i åpne merder.
I 1991 er det gjennomført forsøk for å
klarlegge dette årsaksforholdet. De fo-
reløpige resultatene tyder på at den
høye strømhastigheten i de lukkede
posene kan være årsaken til reduksjo-
nen i andelen kjønnsmodning.

Smoltproduksjon og lysmanipulering

Det er tidligere vist at en ved lysmani-
pulering kan påvirke vekst, smoltifise-
ring (utvikling av sjøvannstoleranse) og
kjønnsmodning. Også i år har en brukt
lysmanipulering i forskjellige sammen-
henger. Daglengder på 12 timer lys el-
ler lavere virker veksthemmende på
parr som er mindre enn en terskelleng-
de på 75 mm. Denne effekten forster-
kes sannsynligvis av sosiale interaksjo-
ner og den varierer mellom ulike stam-
mer. Også lysintensiteten om natten og
dagen, samt forholdet mellom disse,
har effekt på vekst og utvikling.

Det arbeides også med å utvikle
metoder for å styre smoltifiseringen slik
at smoltkvaliteten er på topp ved øns-
ket tidspunkt for utsetting, for å opp-
rettholde god smoltkvalitet etter smol-
tifisering, samt å utsette desmoltifise-
ring. Resultater fra undersøkelsene i
1991 viser at faseforskjøvet lysperiode
fra slutten av januar ikke er en effektiv
metode for å styre tidspunkt for smolti-
fisering. Kort dag framskynder desmol-
tifisering.

Det er videre vist at tilleggsbelysning
om høsten forsinker laksens utvikling
av sekundære kjønnskarakterer og re-
duksjon i kjøttpigmentering. Belysning
gjør imidlertid at modningsprosessen i
den umodne del av populasjonen
igangsettes. Dersom fisken slaktes i lø-
pet av høsten, får imidlertid denne
igangsettelsen ikke konsekvenser for
slaktekvaliteten. Kontinuerlig lys fra
15. mars påvirker laksens vekstrate
uten å påvirke modningsandelen.

Pigmentering og vekst

Aktiviteten innen ernæringsforskning
har i 1991 vært konsentrert om under-

søkelser av effekt av fargestoffet astaxanthin på eggkvalitet og betydning av supplement av astaxanthin i startfôr. Resultatene viser ingen forskjeller i dødelighet fra innkubering til øyerogn, døgngrader fra innkubering til øyerogn, døgngrader fra øyerogn til klekking eller rogn diameter hos pigmenterte og pigmentfrie lakserogn. Resultatene viste imidlertid en høyere dødelighet hos pigmentfrie lakserogn i perioden fra øyerogn til klekking sammenlignet med pigmenterte rogn. I flere adskilte startfôringsforsøk er det vist at astaxanthin er essensielt for vekst og overlevelse hos laks. Dette er ny kunnskap av fundamental betydning for forståelsen av astaxanthinmetabolismen. Det er ikke påvist sikre interaksjoner mellom astaxanthin og Vitamin E eller Vitamin A.

I 1991 ble prosjektet «Pigmentering av laks – dose respons» avsluttet og det har gitt detaljert kunnskap om effekt av konsentrasjon av astaxanthin i fôret og fôringstid på pigmenteringsgrad av laksekjøtt. Resultatene fra prosjektet vil danne grunnlag for en mer effektiv utnyttelse av tilført pigment og på sikt gi et billigere fôr. På oppdrag fra industrien er det i tillegg gjennomført flere prosjekt der alternative pigmentkilder for laks er utprøvd og sammenlignet.

Studie av trypsin-like isozymer (enzzymer som er viktige i proteinfordøyelsen) har avdekket en sammenheng mellom genetisk variasjon og veksthastighet i Atlantisk laks. For å se nærmere på bakgrunnen for dette har en sammenlignet aminosyresekvens i trypsin fra laks med trypsin fra menneske, marsvin, mus og rotte. Det finnes store

likheter mellom artene, og omlag 57% av aminosyresekvensen er identisk for alle artene. Det er funnet indikasjoner på at laks har flere ulike gener for trypsin. Til nå er det analysert 5 kloner fra cDNA biblioteket.

I samarbeid med Ernæringsinstituttet er det utviklet en semisyntetisk testdiett for atlantisk laks. Dietten er et svært viktig redskap i bestemmelse av behov for vitaminer, mineraler og andre sporstoffer. Det er også gjennomført en rekke undersøkelser over behov for vitaminer, mineraler og flerumettet fett i fôr til laks, i tillegg til tester av mikrobølgeprodusert fôr.

I samarbeid med SSF har vi sammenlignet flere sildemelskvaliteter, fettkilder og pelletstyper til yngel av laks.

Tetthet

Forsøk har vist at laks venner seg til tetthet, og at laks holdt under ulike tettheter i kar ikke behøver å vise forskjeller i eksteriørbedømt kvalitet. Nylig sjøvanns-tilvendte presmolt vokste bedre ved lavere enn ved høyere tettheter, og reagerte også vekstmessig på samme måte som parr på ulike fôringsregimer. Fisk holdt ved lave tettheter hadde imidlertid gjennomgående mere aggresjonsskader enn fisk holdt ved høyere tettheter. Forsøk med effekt av tetthet og grad av sortering viser at størrelsessortering ikke påvirker realisert vekst hos sammenlignbare individer holdt i de ulike behandlingene. Fisk holdt ved høy tetthet hadde en høyere variasjon i tilvekst, uavhengig av variasjonsbredden i gruppen, sammenlignet med fisk holdt under lav tetthet.

SEKSJON MARINE ARTER

Seksjonens hovedmål:

Å utvikle oppdrettsmetoder for marine arter tilpasset norske miljøforhold.

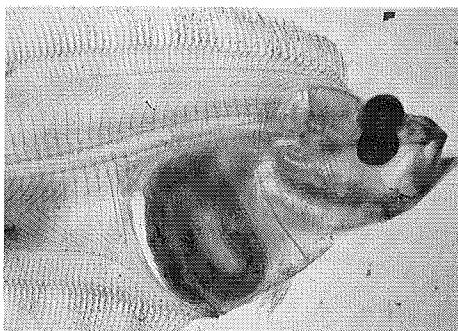
Herunder følgende delmål:

Reproduksjon

- Kontrollere reproduksjon og gametkvalitet ved hjelp av miljøforhold, fôr og biologisk aktive komponenter for kveite, torsk, piggvar, steinbit og kamskjell.
- Utvikle metoder for stamdyrhold og naturlig reproduksjon som legger vekt på økologifatferd, sensoriske stimuli, miljøforhold og hygiene.
- Optimalisere helse/miljøforhold for stamorganismer ved å minimere håndterings- og miljøstress, hindre sykdom/parasitter på stamdyr og hindre vertikal smitteoverføring.

Yngel

- Utvikle årstidsuavhengige yngelproduksjonslinjer for kveite, piggvar, torsk, steinbit og kamskjell.
- Utvikle prosesser for fremskaffelse av *Artemia*, naturlig zooplankton, hjuldyr og alger med tilfredsstillende næringsverdi, atferd og mikrobiell status.
- Utvikle tilfredsstillende formulert



En har nå klart å etablere en produksjonslinje for kveiteyngel, men kvaliteten på kveiteyngelen er enda varierende og preget av feilpigmentering og ujevn vekst.

- startfôr, tidlige overgangsfôr og overgangsfôr.
- Videreutvikle styrt biologisk produksjon i lukkede økosystemer.

Matfisk

- Utvikle matfiskproduksjonslinjer for torsk, kveite, piggvar og steinbit.
- Utvikle aktuelle alternative produksjonsformer med utgangspunkt i miljø-, ressurs- og økonomivurderinger.
- Integrere nødvendig kontroll- og behandlingsrutiner i produksjonslinjen på en miljø- og markedsmessig akseptabel måte.

– *Utvikle kriterier og påvirkningsregimer for aktuelle slaktekvaliteter.*

Prosjektene innenfor denne seksjonen er hovedsaklig finansiert av eksterne midler fra bl.a. NFFR, NTNF, BP Nutrition, Sea Farm og Effektiviseringsmidlene, støttet med interne forskningsmidler. Kveite har fremdeles vært hovedarten, men det blir også arbeidet med torsk, piggvar, kamskjell og krabbe.

Kveite

Det er utført forsøk med sikte på å kartlegge regulering av opptak og utvikling i eggceller hos kveite med sikte på å finne de regulerende mekanismene og anvende disse for å kunne påvirke eggdannelses- og egggløsningsprosessen. En rekke hormoner er undersøkt over tid, og sammenholdt med reproduktiv status. Det er også etablert lysperioderegimer for å endre gytetid, og i 1991 var det flere kveiter som produserte egg i september/oktober.

En produksjonslinje for kveiteyngel er nå etablert og under optimalisering. Utbyttet er rimelig forutsigbart i antall, men er ennå ikke godt nok, og kvaliteten på yngel er delvis preget av feilpigmentering og suboptimal vekst. Det ble utført forsøk i plommesekkfasen for å finne kapasiteten på siloene som brukes til lagring av larvene de første 30 dagene fram til startfôring. Selv med tettheter på opp til 13 larver pr. liter ut av siloen ble det ikke påvist tetthetsavhengig dødelighet. Det innebærer at man ut av en silo på 5000 l kan få minimum 65.000 startfôringsklare larver. Siloanlegget ved Austevoll havbruks-

stasjon kan dermed ved to kjøring per sesong teoretisk sett produsere minst 3 mill. startfôringsklare larver. Tilsvarende kapasitetsforsøk i startfôringsenheter viste at det ikke oppsto tetthetsavhengig dødelighet ved 25 larver per liter. Dette innebærer at nødvendig startfôringsvolum for 1 mill larver forutsatt to omganger per sesong vil være 20.000 l. Med de overlevings-tall vi ser vil dette tilsi en teoretisk produksjon av 300–350.000 metamorfoisert yngel.

Arbeidet med å klarlegge betydningen av algetilsetning under startfôring er ført videre. Effekten er ytterligere dokumentert. Larver som ble overført fra klart til grønt vann fikk straks mye større fôropptak. 4–6 dager med grønt vann syntes å være nok. Sammenligninger mellom naturlig zooplankton og Artemia som startfôr viste at begge førkilder gir noenlunde lik vekst og overleving de første 15 dager. Naturlig zooplankton er altså ikke nødvendig som startfôr til kveitelarver. Det viste seg imidlertid i langtidsforsøk at Artemia foreløpig ikke er godt nok som førkilde etter at fettreservene i kveitelarvenes plommesekk er oppbrukt. Dette medfører stort innslag (75%) av feilpigmentering. Denne er reversibel etter 19 dager, men ikke etter 55 dager.

Det er også utført atferdsstudier i laboratorieskala. Bl.a. er det utviklet en generell metode for å bestemme kveitelarvers startfôringstidspunkt. Det er også utviklet en metode til å måle larveaktivitet ved hjelp av ultralyd. Denne kan også brukes direkte i oppdrettsenheter. Kveitelarvenes atferd varierer mye fra gruppe til gruppe, og



Det er en prioritert oppgave å forbedre fôret til piggvaryngel. (Foto: Nils Torsvik).

aktivitetsnivået ser ut til å samvariere med larvenes mulighet til å overleve. Generelt er det av stor betydning å kunne måle larvegruppers kvalitet slik at de beste kan settes i produksjon. Metodeutvikling for å finne et godt og objektivt kvalitetsmål vil derfor bli ført videre.

Det har lenge vært kjent at bakterieinfeksjoner på egg og larvestadiet har vært kanskje det største problemet i den første fasen av kveiteyngelproduksjonen. Man har også lenge visst at bakterieslektene *Flexibakter* og *Vibrio* var hovedfienden. Når det gjelder effekter er det i 1991 vist at kveitelarver som er smittet med *Flexibakter ovolyticus* eller *Vibrio HI-10488* har avviken- de spesifikk vekt og atferd i forhold til normale larver. Dette gjør at man har en mulighet til å skille syke og friske larvebestander.

Innledende forsøk med viderevekst hos kveite er igangsatt, men resultatene foreligger ikke ennå. Spiserytme, lyspreferanser, vekst, fôrutnyttelse og sosiale interaksjoner blir undersøkt. Denne virksomheten er av stor betydning

for utviklingen av kveite som oppdrettsfisk, og den vil bli betydelig opptrappet i 1992.

Pollproduksjon

Arbeidet med å styre produksjonen i poller mot maksimalt utbytte av byttedyr for fiskelarver er ført videre. En matematisk modell blir optimalisert, og resultater fra mangeårig virksomhet er under publisering. Byttedyrene produsert i Svartatjønn anvendes i en rekke startfôringsforsøk med marine fiskelarver.

Hvileegg av zooplankton fra poller er undersøkt. Potensielt antall nauplier klekket fra hvileegg i sedimentet i Svartatjønn var 300 per l i vannmassene, noe som indikerer at hvileegg er sentrale i økologien i poller. Hvileegg lar seg identifisere med godt resultat, og kan følgelig samles inn, desinfiseres og brukes som utgangspunkt for smittefrie kulturer.

Torsk

Innholdet av C-vitamintilsetning i fôret til torskestamfisk viste seg å påvirke oppdrift, eggstyrke og innhold av frie aminosyrer, men ikke eggdiаметer, fekunditet og befruktningprosent. Årsaken til, og konsekvensene av disse funnene, er ikke klarlagt, men vil bli undersøkt videre i nye forsøk.

Vekst og kjønnsmodning hos oppdrettstorsk er undersøkt som funksjon av fôring med sikte på å finne fôr og fôringsregimer som minimerer kjønnsmodning og levervekst. Resultatene indikerer at man til en viss grad kan påvirke kjønnsmodning og levervekt ved å regulere fôringsregimer og fôrtyper.

Piggvar

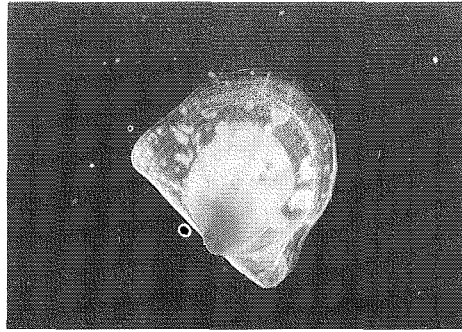
Forskjellige marine oljer som anrikkingsfôr til rotatorier som fôrorganismer for piggvarlarver er testet. Forskjellige overgangsfôr til kveiteyngel er også testet. Hovedkonklusjonen er at ingen av overgangsfôrene er gode nok, og at det er en prioritert oppgave å forbedre disse.

Betydningen av C-vitamintilsetning i stamfiskfôr til piggvar for kvaliteten av egg og larver blir undersøkt.

Piggvarlarver som er smittet med *Vibrio* har høyere dødelighet enn usmittede larver og larver smittet med *Flexibakter ovolyticus*. Dette indikerer at *Flexibakter ovolyticus* først og fremst er et kveiteproblem.

Kamskjell

Et internprosjekt er gjennomført for å forbedre det biologiske grunnlaget for kultivering av stort kamskjell. Kamskjellproduksjonen har på verdensbasis vist en betydelig vekst gjennom 80-årene, og forholdene i Norge burde ligge godt til rette for kultivering. Problemene knytter seg først og fremst til yngelproduksjonen. Dersom disse blir løst, er det gode muligheter for kommersielt oppdrett. Årets forsøk omfattet undersøkelser av den positive effek-



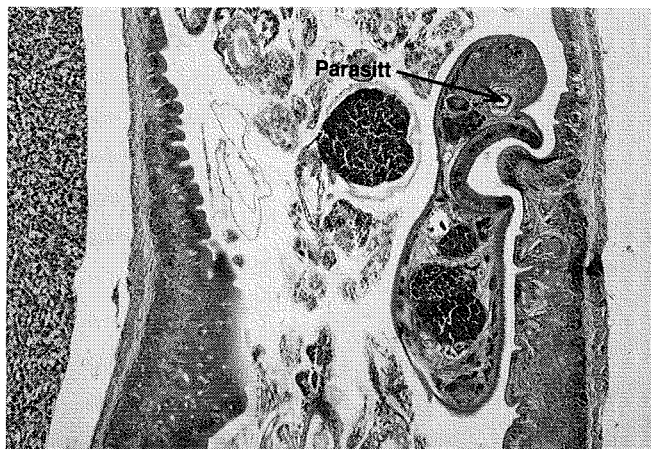
Problemer med yngelproduksjonen av kamskjell er den største utfordringen for å få til kommersielt oppdrett. (Foto: Kjell Naas).

ten av alger i overflatevann på nylig bunnslått yngel. Forsøkene med kamskjell vil bli videreført.

Krabbe

Forsøk med oppfôring av krabbe er gjennomført i eksperimentell skala, med sikte på å utvikle en industrialiserbar prosess. Krabbens preferanser for lys, tetthet og fôr er undersøkt. Den er mørkeaktiv, kan tåle 50 krabber pr. m² og foretrekker magert fôr. Aggresjon er størst hos hanner. Hunner skader hverandre lite. Selv relativt små skader gir appetittsvikt eller dødelighet. Lavkvalitets krabber ble fôret til god kvalitet på 3–4 uker om sommeren. Forsøkene vil fortsette i 1992.

SEKSJON SYKDOM/HELSE



Parasitt i tarm hos kveiteyngel. Foto: Ingrid Uglenes.

Seksjonens hovedmål:

Utvikle metoder som bidrar til å forebygge og bekjempe sykdom hos akvatiske organismer, og eliminerer uønskede miljøeffekter av havbruk.

Herunder følgende delmål:

Helse

- *Utvikle metoder for diagnose av sykdommer hos akvatiske organismer*
- *Utvikle og forbedre vaksiner mot sykdommer hos akvatiske organismer*
- *Kartlegge vertsforhold for sykdommer og mekanismer for smitteoverføring hos akvatiske organismer.*
- *Utvikle metoder for bekjempelse av parasitter*

- *Utvikle metoder for å studere effekter av miljø på akvatiske organismers motstand mot sykdom*

Miljø

- *Utvikle metoder for medikamentell behandling av oppdrettsfisk som hindrer spredning av antibiotika til vann, sediment og villfauna*
- *Utvikle metoder som begrenser avsetning av organisk materiale (sedimenter) rundt oppdrettsanlegg og harmonerer med lokalitetens tåleevne*

Prosjektene er hovedsakelig finansiert gjennom NFFR, Fiskeridepartementet, DU og over senterets ordinære budsjett. Dette betyr at de fleste prosjekter

har en varighet fra ett til tre år og aktivitetene innbefatter sykdom på laksefisk, marin fisk inkludert villfisk og skjell. I tillegg studeres effekter på miljøet forårsaket av oppdrettsaktivitet, og bunndyrs betydning for omsetning av organisk materiale.

Helse

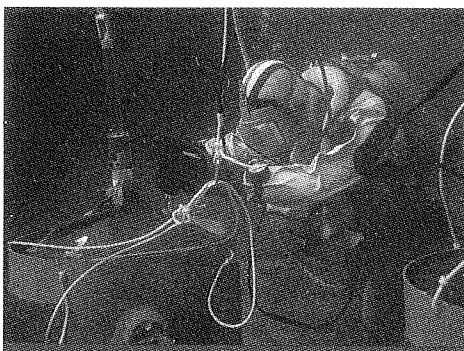
I oppdrett av marine arter er sykdom et stort problem spesielt i larve/ungelfasen. Hos kveite er det dessuten påvist betydelige skader på egg som kan føres tilbake til infeksjoner med bakterier av slekten *Flexibacter*. Disse har et enzymapparat som skader eggskallet. Bakterien er nå karakterisert, publisert som egen art og har fått navnet *Flexibacter ovolyticus*. Gjennom kontrollerte smitteforsøk er det vist at denne bakterien gir opptil 80% dødelighet i egg- og plommesekkfasen. Desinfisering av egg er derfor en viktig forebyggende behandlingsstrategi. Kveiteegg har en betydelig lavere toleranse overfor desinfiseringsmidler enn for eksempel lakseegg og torskkeegg. Dessuten er overlevelse ved klekking vist å være et utilstrekkelig mål for eggenes toleranse for desinfektanten på grunn av at skader kan komme til uttrykk sent i plommesekkfasen. Det er også vist at eggenes toleranse for desinfeksjonsmidler varierer gjennom eggets utviklingsstadier. Best resultat er oppnådd ved å desinfisere med Buffodine etter emboli.

Infeksiøst pankreas nekrose virus (IPNV) og klassisk vibriose er også årsak til dødelighet på kveiteyngel. Et forsøk gjennomført i samarbeid med Sea Farm A/S har vist at IPNV gir

dødelighet i yngelfasen. Det er imidlertid usikkert når og hvordan viruset introduseres i produksjonslinjen. Dette faller sannsynligvis ikke sammen med tidspunktet for utbrudd av sykdom.

Klassisk vibriose forårsaket av *Vibrio anguillarum* er den sykdom som påfører oppdrett av marine arter de største tapene. I samarbeid med Fellelaboratoriet for bioteknologi, Statoil og Norbio A/S er det karakterisert en rekke isolater av denne bakterien fra torsk, piggvar og kveite. Disse er karakterisert både biokjemisk og serologisk. Resultatene viser at *V. anguillarum* isolert fra torsk, piggvar og kveite er forskjellige og utviser vertsspesifisitet på stammenivå. Disse analysene har gitt grunnlag for utvikling av vaksiner til de aktuelle marine oppdrettsarter. Dyppvaksinering av torsk i Parisvannet med en vaksine laget av to isolater av *Vibrio anguillarum* har gitt gode resultater. Dette sammen med forbedrede rutiner på hygiesiden har ført til betydelig mindre sykdomsproblemer på torskeyngelen i 1991 enn tidligere sesonger. En vaksine mot vibriose hos piggvar er også under utprøving. Den gir et godt humoralt immunsvær, og en viss grad av beskyttelse i forsøk gjennomført i laboratorieskala. Denne vaksinen må utprøves i feltforsøk før en kan si om den gir en tilfredsstillende beskyttelse. *Vibrio anguillarum* isolater fra kveite er også karakterisert. Flere av årets isolater er identiske med isolater fra kveite gjort for flere år siden. Denne stammen kan være et godt grunnlag for utvikling av en vaksine mot vibriose hos kveite.

For at en vaksine skal ha god effekt



Utslipp av antibiotika blir studert gjennom prøver av bunnsedimentet. (Foto: Arne Ervik).

må den stimulere fiskens immunsystem. Dette er ikke utviklet hos nyklekede fiskelarver. I samarbeid med Institutt for fiskeri- og marinbiologi ved Universitetet i Bergen pågår et arbeid med å karakterisere laksens immunsystem. Ved hjelp av monoklonale antistoffer og immunologiske teknikker er det påvist B-lymfocytter og celler som tar opp og dreper bakterier. Oppbygningen av de gener som gir grunnlag for immunglobulinproduksjon er også bestemt. Disse resultater kan benyttes for å bestemme når fiskens immunsystem er tilstrekkelig modnet til at en kan vaksinere.

Kunnskap om vertsforshold for de forskjellige sykdommer er viktig når en skal vurdere risikoen for smitteoverføring fra oppdrettsfisk til villfisk og vice versa. I tillegg er det viktig å konstatere om de forskjellige artene kan være bærere av en bakterie og dermed potensielle smittespredere. På bakgrunn av resultater fra Austevoll havbruksstasjon og smittforsøk utført i laboratoriet har vist at *Aeromonas salmonicida* som forårsaker furunkulose kan overfø-

res til torsk, kveite og leppefisk. Bakterien kan også framkalle sykdom på disse artene, selv om både torsk, kveite og leppefisk er mer motstandsdyktige mot furunkulose enn laks. Det er imidlertid ikke vist at hverken torsk, kveite eller leppefisk som er utsatt for furunkulosesmitte kan overføre smitten til laks. Det er heller ikke påvist bærertilstander i fisk som har overlevd smittning. Til tross for disse funn kan en ikke utelukke at smitteoverføring fra marin fisk til laksefisk kan finne sted.

I løpet av høsten er det påvist stor dødelighet på sild langs norskekysten og i Østersjøen. Dette skyldes infeksjoner med soppen *Ichthyophonus hoferi*. Dette er verifisert med påvisning av sporer i snitt fra hjerte, muskel og nyrer.

I arbeidet med avlusning med Pyretrum er det våren 1991 kommet fram en mulig storskalametode hvor fisken slippes ubedøvd gjennom et rør. En har på denne måten klart å avluse 3000 smålaks med en effektivitet på 96%.

Miljø

På satsingsområdet miljø – oppdrett er aktiviteten konsentrert om effekter av utslipp av antibiotika og organisk materiale på fauna under og rundt oppdrettsanlegg. I samarbeid med Universitetet i Bergen er det påvist restkonsentrasjoner av oksolinsyre i sei som ligger over de konsentrasjoner som er tillatt i matvarer. Den helsemessige effekt av å spise fisk med rester av antibiotika er trolig liten. I sedimenter under oppdrettsanlegg er det påvist til dels store mengder antibiotika. En stor andel av de bakterier som finnes i disse

sedimentene viser seg å være resistente mot flere av de mest brukte antibiotika. Det er også vist at nedbrytningen av antibiotika i sedimenter er langsom og at rester kan påvises i sedimenter lenge etter at en medisinerings er avsluttet.

Organisk avfall som bygger seg opp under oppdrettsanlegg påvirker bunnfaunaen i området. Dersom bunnen belastes for sterkt vil dyrelivet forsvinne helt og sedimentene blir anoksiske.

Bunndyr bidrar i stor grad til omsetning av organisk avfall fra oppdrettsanlegg. Det pågår undersøkelser for å finne sammenhengen mellom sedimentrate og bunneffekt samt for å fastslå bunndyrenes betydning for omsetning av organisk materiale i oksygenholdige sedimenter. Kartlegging av bunnfaunaen på steder hvor oppdrettsanlegg skal etableres kan være av betydning når en skal avgjøre om en lokalitet egner seg for oppdrettsanlegg.