

BANEBRYTENDE RESULTATER
FRA HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Akvakulturforskning 1882–2005



BANEBRYTENDE RESULTATER FRA HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Akvakulturforskning 1882–2005



Havforskningsinstituttet er Norges fremste forskningsinstitusjon innen akvakultur. Instituttet kan føre denne forskningen tilbake til de banebrytende arbeidene til Georg Ossian Sars (1837–1927) på klekking av torsk og Gunder Mathisen Dannevig (1841–1911) anlegg for klekking og utsetting av torsk. Det første oppdrettet av torskeyngel skjedde i et sjøvannsbasseng på land i 1886. G.M. Dannevigs torskeklekkeri i Flødevigen ved Arendal (1882) er i dag en del av Havforskningsinstituttet. De første forsøk med opp-drett av regnbueørret i merd ble, etter det vi kjenner til, gjennomført på Askøy i 1956 av daværende direktør ved Havforskningsinstituttet, Gunnar Rollefsen, og Fritjof Wise-Hansen.

Havforskningsinstituttets tunge og solide akvakulturforskning var et meget viktig lodd på vekta i den politiske striden om lov om hvorvidt oppdrett av fisk, skalldyr m.v. av 14. juni 1985 skulle administreres av Fiskeri- eller Landbruksdepartementet.

Her presenterer vi noe av den banebrytende forskningen innen akvakultur som Havforskningsinstituttet har levert.

BRUK AV LYS FOR STYRING AV SMOLTIFISERING OG KJØNNSMODNING

Forskning ved Havforskningsinstituttet har vist at lys er en viktig faktor gjennom hele livssyklusen hos laks, og resultater fra havbruksstasjonen i Matre har lagt grunnlag for en rekke nyvinninger som effektiviserer lakseproduksjonen.

Havforskningsinstituttet har vist at lang dag eller kontinuerlig lys stimulerer vekst i både ferskvanns- og sjøvannsfasen hos laks, og lysstyring muliggjør sesonguavhengig smoltifisering og produksjon av halvtårssmolt. Lysstyring kan også redusere omfang av tidlig modning i sjøvannsfasen og andelen dverghanner i ferskvann, og kan brukes til å styre gytetidspunktet for laks.

Forskning på slutten av 80-tallet la grunnlaget for produksjon av halvtårssmolt eller høstsmolt. Tradisjonelt tar det minst 18 måneder fra befruktning å produsere en vanlig vårsmolt, men ny kunnskap om betydningen av lysperiode for vekst og smoltifisering samt betydningen

av terskellengde (7-8 cm) for å kunne starte smoltifiseringen la grunnlaget for at en kunne produsere smolt på 10-12 måneder fra befruktning. Produksjonen av halvtårssmolt er blitt gjort enda mer effektiv ved å bruke lysstyring i kombinasjon med temperaturkontroll på stamfisken for tidlig gyting, slik at en kommer tidlig i gang med startfôring uten bruk av altfor varmt vann på eggene.

På slutten av 80-tallet startet også arbeid med å undersøke effekter av å bruke lysstyring i merder for å påvirke vekst og kjønnsmodning. Havforskningsinstituttet viste at en kunne både øke vekten og utsette modningen med lys på merdkanten, og denne teknikken ble kommersialisert tidlig på 90-tallet. Seinere er det også forsket mer på betydningen av ulike lysintensiteter og lysfarger, og en har fått mer dokumentasjon på ulike fysiologiske effekter av lysstyring på laks.



Foto: Ivar Helge Matre



Lys er en viktig faktor igjennom hele livssyklusen hos laks. Med lys på merdkanten kan veksten økes og modningen utsettes. Her fra Havforskningsinstituttet, Matre.

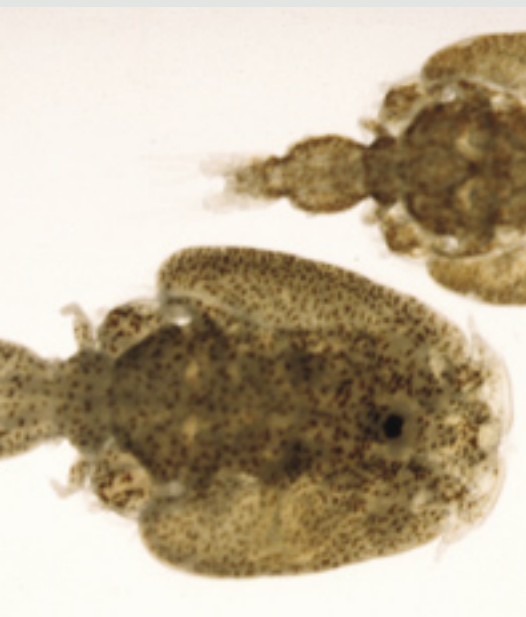


LUS OG LUSEBEHANDLING

Oppdretterne fikk tidlig erfare at lakselus var et meget alvorlig problem i oppdrett, både for oppdrettsfisken og for villaksen. På 70-tallet truet lakselusa med å slå beina unna en skjør næring, og Havforskningsinstituttet, med Emmy Egidius i bresjen, innså at behandling mot lakselus var helt nødvendig. Havforskningsinstituttet var først ute med en effektiv behandling mot lakselus ved hjelp av stoffet neguvon. Metoden var lenge dominerende, og det er legitimt å spørre hvor næringen hadde vært i dag uten disse arbeidene.

Havforskningsinstituttet og daværende Fiskeriteknologisk forskningsinstitutt sto også bak bruk av leppefisk i lakselusbehandlingen og sørget for at metoden ble tatt i bruk i stor skala i norske oppdrettsanlegg. Senere har vi fått økt kunnskap om lakselusas biologi, og kunnskap som viser at lakseluslarver kan spres over store avstander. Havforskningsinstituttet tok derfor initiativ til nasjonal overvåking og kontroll med lakselus. Det er også utviklet modeller for simulert spredning av lakseluslarver langs norskekysten.

Tanken om en vaksine mot lakselus ble lansert av skotske forskningsmiljøer tidlig på 90-tallet, men deres innledende studier ga ikke resultater. Ny teknologi, basert på erfaringer fra vaksiner mot fiskevirus produsert av genmodifiserte bakterier og på utviklingen innen genombiologi, ga grunnlag for at Havforskningsinstituttet på slutten av 90-tallet kunne begynne å studere samspillet mellom laskens immunforsvar og lakselusa. I dag har man vist at det er mulig å få til en vaksine mot lakselus, og det er sannsynlig at dette arbeidet vil kunne gi grunnlaget for framtidige vaksiner, ikke bare mot lakselus, men også mot andre parasitter av samme type.



På 70-tallet truet lakselusen med å slå beina unna en skjør næring. I dag har instituttet vist at en vaksine mot lakselus er mulig.

VAKSINER

Havforskningsinstituttets forskningsstrategi har vært konsentrert om forebyggende helse framfor behandling av sykdommer. Forskning på fiskevaksiner har derfor vært en sentral del av instituttets arbeid siden tidlig på 70-tallet. De første årene var fokus rettet mot utvikling av gode vaksiner og vaksinasjonsstrategier mot vibriose hos regnbueørret og laks.

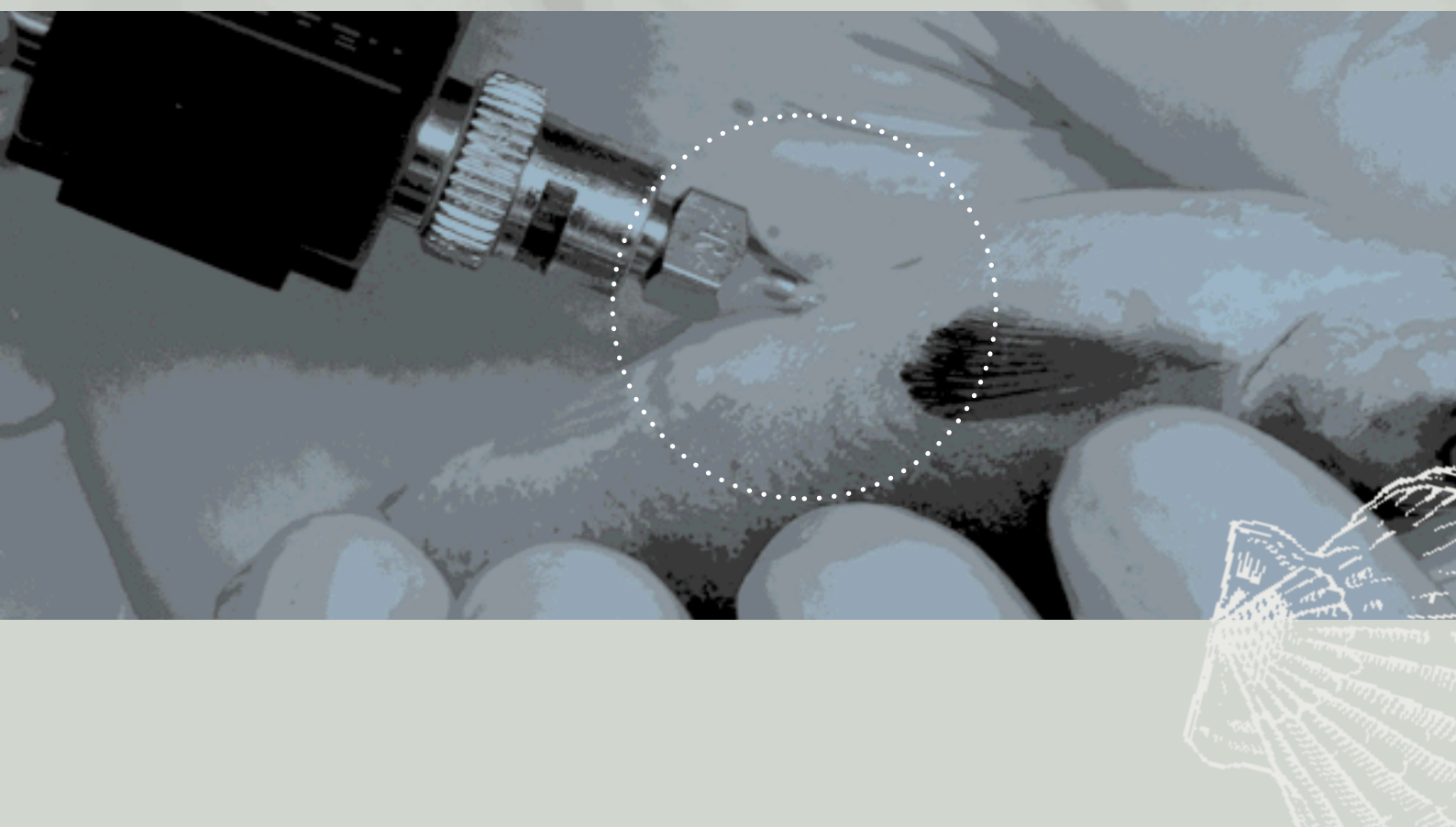
Forskere ved Havforskningsinstituttet ledet utviklingen av vaksinen mot kaldtvannsvibriose ("Hitrasyken"). Mens andre forskere trodde sykdommen skyldtes miljø- eller ernæringsmessige forhold, brukte Emmy Egidius og hennes kolleger prinsipper fra marin mikrobiologi til å påvise og dyrke den til da ukjente bakterien *Vibrio salmonicida*. Det var de som beskrev den som ny art og ga den sitt navn.

Vaksinasjonsforsøk viste raskt at fisken kunne beskyttes mot sykdommen. Vaksinen som ble utviklet på grunnlag av dette, var den første vaksine brukt i industriell skala i fiskeoppdrett. Sammen med utviklingen av vaksiner mot

furunkulose ga dette grunnlag for at man fikk kontroll over antibiotikabruken i norsk fiskeoppdrett. Det er lite trolig at den norske oppdrettsnæringen hadde overlevd særlig lenge uten disse vaksinene.

Senere har Havforskningsinstituttets forskere spilt en viktig rolle i utviklingen av vaksiner mot fiskevirus. Vaksinen mot IPN-viruset (Infeksiøs pankreas nekrose) var den første som ble tatt i bruk i stor skala i fiskeoppdrett med dokumentert sykdomshindrende effekt. Samtidig var dette første gang en vaksine basert på rekombinant DNA-teknologi ble tatt i bruk i fiskeoppdrett.

I dag utvikler Havforskningsinstituttet DNA-vaksiner mot bl.a. nodavirus. Dette er et helt nytt vaksinekonsept, der genet som produserer det antigenet man vil vaksinere mot sprøytes inn i fisken. Resultatene er lovende, og har brakt oss på sporet av hittil ukjente mekanismer i fiskens immunforsvar. Det er all grunn til å tro at mulighetene til å styrke fiskens forsvar mot sykdom vil kunne forbedres ytterligere.



INTENSIVE OG EKSTENSIVE SYSTEMER FOR EN REKKE ARTER

Suksessen med oppdrett av laks førte til en søken etter nye oppdrettsarter. Ved bruk av erfaringer fra Flødevigen ble storskala gytesystem for torsk utviklet ved Havforskningsinstituttets stasjon på Austevoll, og allerede i 1977 ble den første oppdrettstorsken slaktet. Gjennombruddet kom imidlertid da det i 1983 for første gang ble produsert 60 000 torskøyngel fra Hyltropollen i Austevoll. Basert på disse resultatene ble pollmetoden videreutviklet ved Havforskningsinstituttets produksjonspoll, Parisvatnet i Øygarden. Her startet den første storskala produksjon av torskøyngel i verden. Med en årlig yngelproduksjon på 300 000–400 000 ble dette til en viktig og nødvendig starthjelp for etablering av kommersielt matfiskoppdrett av torsk. I tillegg var yngelproduksjonen i Parisvatnet en viktig del av de store havbeiteforsøkene med torsk på 90-tallet.

I kjølvannet av suksessen fra Hyltropollen ble posemetoden for produksjon av marin

fiskeyngel (semi-intensivt system) utviklet i Svarttjern ved havbruksstasjonen i Austevoll. Ulike arter som rødspette, piggvar, tunge, sild, torsk, sei og leppefisk er produsert i disse posene. Posemetoden er grunnlagt på at larvenes mat, planktonet, dyrkes i en poll, og samles inn ved hjelp av et filtersystem. De første kveitelarvene ble startfôret i poser i Flødevigen på 1970-tallet, og verdens to første kveiteyngel, Hallstein og Viggo Jan, ble produsert i Austevoll i 1985. Nesten all vår kunnskap om kveiten sine tidlige livsstadier stammer fra forskningen knyttet til akvakultur, og på slutten av 1990-tallet hadde mer enn 40 % av all faglitteratur i verden om kveite, sin opprinnelse fra Havforskningsinstituttet.

Havforskningsinstituttet har også vært en ledende aktør for utvikling av intensive produksjonslinjer for torsk og kveite. For disse artene skjedde gyting uavhengig av årstid for første gang ved havbruksstasjonen i Austevoll. Videre ble teknologien for å holde plommeseckklarver av kveite i live frem til startfôring (silofasen) utviklet i Austevoll. Det samme gjaldt selve konseptet for intensiv startfôring av kveitelarver, inkludert beregning av fôrbehov og effektiv rensing av karbunn. I 2000 ble ca. 60 000 torskøyngel for første gang produsert uavhengig av årstid, og dette la grunnlaget for den norske yngelnæringen på torsk man ser utvikle seg i dag.

Som de første i Norge satte Havforskningsinstituttet i gang forsøk med oppdrett av hyse i 2000. Målet var å undersøke om vi kunne bruke samme teknikker i yngelproduksjonen som brukes for torsk. Resultatene har vist at det er mulig å oppdrette denne fisken på samme måte som torsk. Ved stasjonen i Austevoll har vi også klekket og startfôret lysing.

For larver av stort kamskjell har Havforskningsinstituttet lagt grunnlaget for bruk av gjennomstrømmingsystemer. Første forsøk med bruk av vanngjennomstrømning for kamskjellarver ble utført ved Austevoll havbruksstasjon i 1997. Siden er dette systemet utviklet videre, og metoden er i dag i drift hos Scalpro AS, Norges kommersielle skjelllekkeri.



Havforskningsinstituttet Austevoll har spilt en viktig rolle for utviklingen av intensive produksjonslinjer for bl.a. torsk og kveite.

GENETISKE FORSKJELLER OG GENETISK SPORING

Debatten om mulige genetiske effekter på villaks som følge av rømt oppdrettslaks strekker seg om lag 20 år tilbake i tid. Alt i 1980-årene registrerte man store antall rømt laks i havet og i mange villaksbestander, for eksempel i Vosso, Opo, Etne og til dels Namsen. Er disse og andre viktige bestander tapt, eller har vi fremdeles villaksbestander som er upåvirket av rømt oppdrettslaks?

Et generelt problem som har hemmet kunnskapsoppbyggingen som kunne kastet lys over genspørsmålene, har vært mangelen på gode genmarkører hos laks. DNA-baserte metoder gjør det nå mulig å identifisere hvilken familie og bestand et individ kommer fra. Dette gjør at vi nå kan gjennomføre undersøkelser av laksebestander og forandringer i disse som følge av rømt laks, og oppnå presise data om omfang og konsekvenser. Vi kan også lage genetiske profiler for en gitt laksebestand ut fra det DNA-et som finnes i gamle lakseskjell, og sammenligne disse profilene med profiler av den samme laksebestanden i dag.

I 2004 ble det publisert DNA-profiler for de fem største oppdrettslinjene i Norge sammen med profiler for et utvalg villaksbestander. Dette er den største DNA-undersøkelsen som er publisert på norsk laks. Ved hjelp av DNA-profilene kunne vi identifisere de fem oppdrettslinjene med om lag 97 % presisjon. Tilsvarende var det mulig å skille mellom oppdrettslaksen og villaksen med 96 % presisjon. Vi har også lyktes i å utforme DNA-profiler av laksebestander basert på DNA i gamle lakseskjell. Disse har vist stabilitet i laksebestandene i Namsen og Etne, mens det i laksebestandene i Vosso og Opo ble påvist genetiske endringer i profilene. Undersøkelsene gir et svært godt grunnlag for det videre arbeidet med identifisering og sporing av rømt laks.

Oppdrettstorsk kan nå utstyres med et genetisk merke som entydig identifiserer fisken som en oppdrettstorsk. Dette gir unike muligheter til å følge effektene av rømming og gyting i merder på de ville bestandene. Havforskningsinstituttet har brukt denne metoden for å undersøke effekter av utsatt fisk på stede egne torskstammer. Resultatene fra Masfjorden og Austevoll viste at langtidseffekter av enkeltutslipp er små, mens effektene fra utsettinger i Øygarden var mer langvarige.



Vi har takket være dette merkesystemet et langt bedre utgangspunkt enn vi hadde for laks, hvor de langsiktige effektene av rømt oppdrettsfisk er svært vanskelige å dokumentere. Det genetiske merket hos torsken ble utviklet ved Havforskningsinstituttet på slutten av 1980-tallet, og en stamfiskbestand av torsk med dette merket er under utvikling.

Torsk er nå en oppdrettsart i rask utvikling, og de samme problemene med rømming og genetisk påvirkning som vi har sett hos laks, vil også være aktuelle for torsk. Havforskningsinstituttet var tidlig ute med genetiske studier av torskestammene på norskekysten. Allerede på midten av 1960-tallet gjennomførte instituttet studier basert på genetiske variasjoner i blodproteiner og ulike antistoffer. Resultatene dokumenterte genetiske forskjeller, noe som førte til en egen kvote på kysttorsk. Dette arbeidet er senere fulgt opp i havbeiteprogrammet PUSH (Program for Utvikling og Stimulering av Havbeite – 1990-1997).

Med utgangspunkt i nye DNA-metoder er det de siste årene (2002–2005) gjennomført omfattende genetiske undersøkelser av torsk

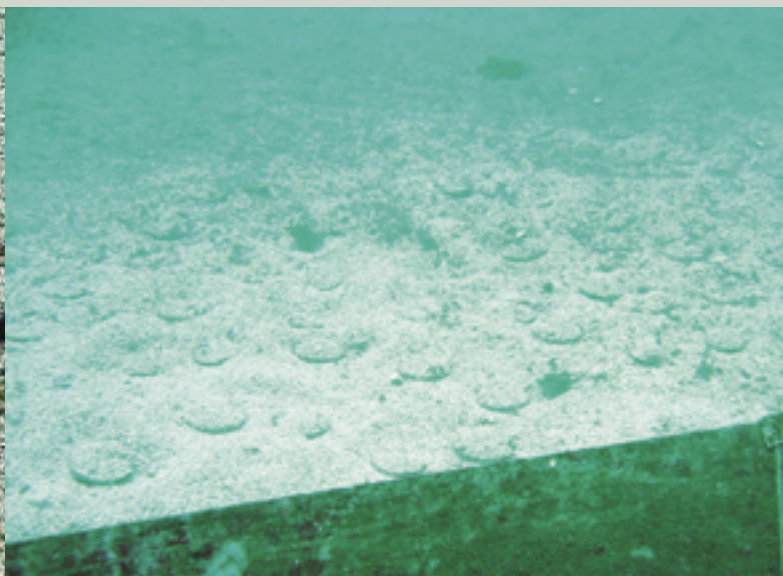
fra hele kysten. Prøvematerialet er tatt fra mer enn 7 000 enkeltfisk fra i alt 70 lokaliteter fra Varanger i nord til Hvaler i sør. Resultatene fra DNA-analysene bekrefter tidligere resultater med hensyn til de to hovedgruppene kysttorsk og skrei. I tillegg dokumenteres det betydelig genetisk variasjon mellom ulike områder for kysttorsk. De etablerte genprofilene utgjør viktig og nødvendig referansemateriale for å vurdere genetiske effekter av rømming fra den fremtidige torskeneringen.

I siste årene er det også samlet inn stamfisk av kysttorsk fra ulike områder. Gyteforsøk blir gjennomført ved Parisvatnet i Øygarden, og avkommet blir testet under oppdrettsbetingelser ved Havforskningsinstituttet, Austevoll, og ved Fiskeriforskning i Tromsø. Stamfiskbestandene i Parisvatnet består nå av åtte kysttorskstammer, samlet inn fra lokaliteter fordelt langs kysten (fra Porsangerfjorden i nord til Lillesand i sør). I tillegg kommer oppdrettsstammer, inkludert genmerket stamme. Dette materialet vil gå inn i en levende genbank for torsk, og er planlagt som en av basisressursene i forbindelse med det nye programmet på marin genomforskning.

HAVBEITE

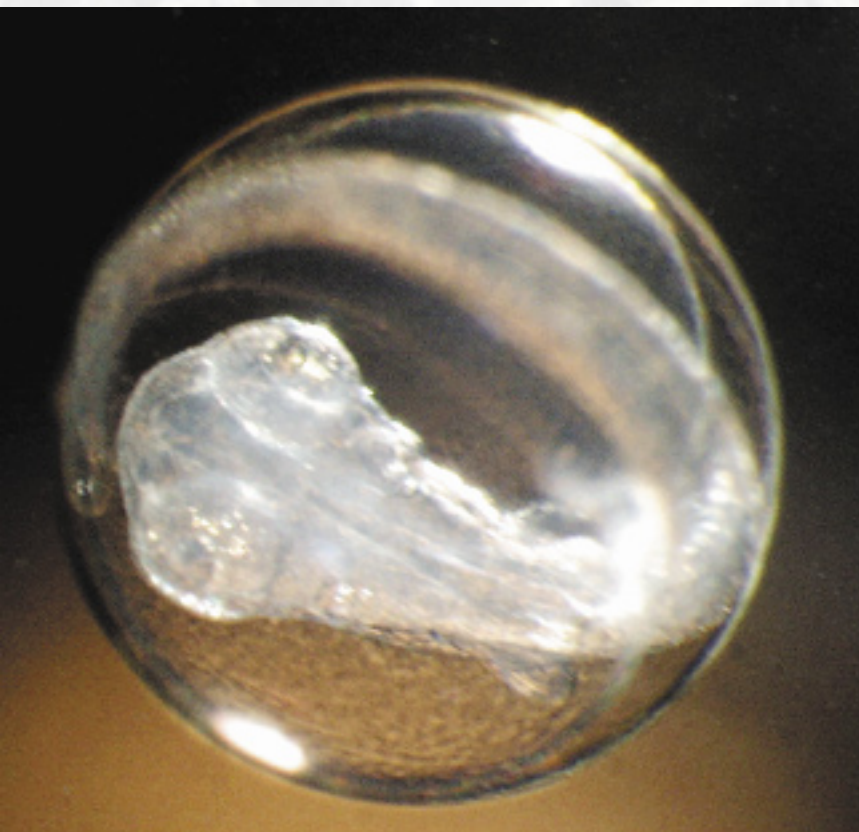
Havbeite har vært et forskningsområde ved Havforskningsinstituttet de siste femten årene, både når det gjelder de artene som inngikk i det tidligere havbeiteprogrammet PUSH og

utviklingsarbeidet på stort kamskjell. Sentrale problemstillinger har vært yngelproduksjon, interaksjon med ville bestander, helsestatus, predatorer og annen bunnfauna i utsettingsområdet.



TORSK

Norge har drevet kultiveringsforsøk med torsk siden 1880-årene, først med nyklekte torskelarver. Fra 1980-årene ble denne aktiviteten ført videre, men nå med mer livskraftig torskeyngel, og det ble utført fjordundersøkelser og merke-/ gjenfangstforsøk med mål å klarlegge potensialet for havbeite med torsk. Havforskningsinstituttet hadde en sentral rolle i disse forsøkene, som ble sluttrapportert i 1997 som del av PUSH-programmet. Til tross for stor variasjon i miljøforhold, naturlig produksjon og fiskedødelighet langs norskekysten, viste resultatene at under de gitte naturforholdene i 1980- og 1990-årene, lyktes man ikke i å øke torskeproduksjonen ved utsetting. Man viste imidlertid til muligheter for oppdrett av torsk, og utsetting med tanke på turistfiske. Havbeite med torsk har resultert i en rekke doktorgrader og publikasjoner ved instituttet, og er et av verdens best dokumenterte havbeiteforsøk på marin fisk.



Et torskeegg før klekking er under 1,5 mm.



Gjennombrudd i produksjonen av torskeyngel (5–10 cm) ved Havforskningsinstituttet i 1983.

HUMMER

Havbeite med hummer, som startet i slutten av 1980-årene ved Havforskningsinstituttet, bygde videre på kunnskap som var utviklet ved Tiedemanns hummerannlegg. Fra 1990 til 1994 ble 128 000 hummerunger produsert og satt ut utenfor Kvitsøy i Rogaland. En viktig forutsetning var at rognhummeren som ble benyttet som stamhummer, skulle komme fra det tiltenkte utsettingsområdet. Formålet var å vurdere om utsetting av hummerunger kan bidra til en økning av lokalbestanden. Perioden fra hummerungene er satt ut i sjøen til de gjenfanges, blir her kalt havbeitefasen. De første havbeitehummerne ble registrert i det kommersielle fisket høsten 1992, og hadde i løpet av to år som var gått siden utsetting, vokst fra 4–6 cm til 24 cm total lengde. Siden den gangen har havbeiteandelen økt, og fra høsten 1998 har

mer enn halvparten av fangstene bestått av tidligere utsatt hummer. Det er totalt registrert mer enn 1 300 rognhummer, som alle har gytt minst én gang. Dette har utvilsomt vært et positivt bidrag til den totale reproduksjonen i utsettingsområdet. Et viktig spørsmål i forbindelse med alle utsettinger er om de utsatte dyrene har hatt negative påvirkninger på den ville bestanden. Søkelyset har i den anledning vært satt på vekst, reproduksjon, vandring og genetikk. Hovedkonklusjonen som kunne trekkes allerede i 1998, var at det er mulig å styrke en lokal hummerbestand ved å sette ut hummerunger. Dette legger grunnlaget for en storstilt gjenoppbygging av hummerbestanden, men det gjenstår å se om politikerne vil avsette offentlige midler til en slik nasjonal gjenoppbygging. Likeså er grunnlaget for et kommersielt havbeite av hummer lagt.



Foto: Eva Faresvæit



En produsert hummerunge som nylig er satt ut, søker mot bunnen for å finne et skjulested.



KAMSKJELL

Forskere ved Havforskningsinstituttet har vært sentrale i utviklingen av havbeite med stort kamskjell. I arbeidet med å bedre overlevelse for kamskjell, lanserte Havforskningsinstituttet bruk av gjerder for å hindre taskekrabbe tilgang til kamskjell satt ut på havbeite. I samarbeid med næringen er utstyr utviklet, og metoden benyttes i dag i de fleste havbeiteanlegg. Bruk av gjerder er antatt å være en forutsetning for havbeite med kamskjell i Norge.

Forskningsarbeidet ved Havforskningsinstituttet har vært et viktig grunnlag for etablering av havbeiteoven og ikke minst forskriftene til loven. Den nye loven om havbeite som ble vedtatt desember 2000, omfatter utsetting og gjenfangst av krepsdyr, bløtdyr og pigghuder. Formålet er å bidra til å utvikle en ny kystnæring innenfor rammen av en balansert og bærekraftig utvikling. De første konsesjonene ble gitt i slutten av 2004 for kamskjell og hummer. Havbeiteoven krever økt kunnskap om virkninger av havbeiteaktiviteter på miljø og bæreevne, genetisk interaksjon med ville bestander, sykdomsrisiko og økologiske effekter. Det er på disse fagområdene kunnskapen må styrkes for å møte de spørsmål og krav om råd som vil komme fra forvaltningen.

I 2005 har Havforskningsinstituttet satt i gang forskning for å avklare eventuelle langtidseffekter av havbeite med hummer på sammensetting av områdets fauna og hummerbestandens genetiske struktur. For kamskjell skal genetiske analyser utvikles for fremtidige studier. Pågående forskning på sykdomsoverføring mellom fisk-skjell-fisk er meget relevant for utviklingen av modeller for sykdomskontroll i havbeite. Videre er undersøkelser startet for å avklare hvordan inngjerdet havbeite med kamskjell påvirker bunnfaunaen.



MILJØPÅVIRKNING FRA FISKEOPPDRETT

Overbelastning av oppdrettslokaliteter har vært et alvorlig problem for norsk oppdrettsnæring. Resultatet har vært forurensing, dårlig vekst på fisken og mye sykdom. Havforskningsinstituttet har arbeidet langsiktig med disse problemstillingene og har utviklet et system som kan brukes for å tilpasse belastningen fra oppdrettsanlegg etter lokalitetens bæreevne. Systemet kalles MOM, som står for Matfiskanlegg, Overvåkning og Modelling. MOM er et eksempel på at forskningsresultater utnyttes til å utvikle redskaper for brukeren, som i dette tilfelle er fiskeri- og miljøvernmyndighetene samt oppdrettsnæringen selv.

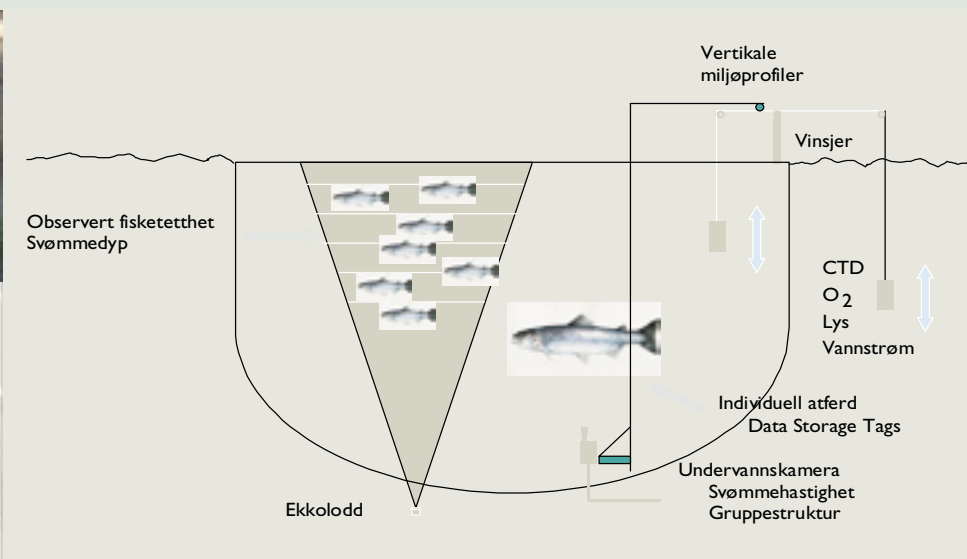
MOM består av et overvåkningsprogram for bunnpåvirkning, grenseverdier for tillatt påvirkning og en simuleringsmodell som kan beregne hvor mye vi kan produsere (bæreevnen) på en gitt lokalitet uten å overskride grenseverdiene. MOM legger til grunn at lokalitetene skal kunne brukes over lang tid, og at belastningen skal ikke være så stor at bunndyrene under anlegget forsvinner. Overvåkingen er avpasset etter belastningen, og jo større påvirkningen fra et anlegg er, jo mer overvåking vil bli krevd. Systemet er bygget opp av selvstendige moduler som kan skiftes ut om nødvendig, som følge av endrede rammeforhold eller ny kunnskap.

VELFERD HOS AKVATISKE ORGANISMER

Dyrevelferd er et relativt nytt og tverrfaglig område som krever et helhetlig perspektiv. Havforskningsinstituttets brede kunnskap om akvatisk biologi – fra genom til naturlig økologi – er derfor et godt grunnlag for å utvikle denne fagdisiplinen. I de senere årene har instituttet etablert en rekke laboratorier og metoder for å svare på spørsmål om oppdrettsfiskens velferd.

Temaer som velferdsindikatorer, utvikling av atferd, miljøpreferanser, læringsevne og hukommelse hos fisk, stress og vekstfysiologi (inkl. deformiteter) samt stressmarkører knyttet til immunforsvaret og kunnskap om smerte og anestesi, er en del av i Havforskningsinstituttets velferdsforskning. Dette er viktige temaer som fokuser på grunnleggende forståelse for å løse konkrete problemer, men som kan ha betydning for dyrets velferd.

Eksempelvis har Havforskningsinstituttet i merdmiljølaboratoriet i Matre gjennomført unik forskning på miljøpreferanser og atferd hos grupper og enkeltindivider under realistiske produksjonsforhold. Forskingen har avslørt at fisken forholder seg meget aktivt til variasjoner som temperatur, oksygen og lys. Dette fører til store variasjoner i svømmedyp og stimtetthet. Slik kunnskap er viktig når man skal drive merdproduksjon på en effektiv og dyrevennlig måte. Blant annet er det dokumentert at laksens kroppstemperatur kan endre seg mange grader i løpet av kort tid og at ulike laks i samme merd har ulik kroppstemperatur. Dette har store konsekvenser for fiskens fysiologi og vekst.



I merdmiljølaboratoriet ved Havforskningsinstituttet kan vi måle hvor tett og dypt fisken svømmer og se dette i forhold til naturlige miljøvariasjoner i vannsøylen.

PIGMENTERING OG KVALITET

Havforskningsinstituttet har forsket på kvalitet hos oppdrettsfisk siden slutten på 70-tallet. Hovedfokus har vært pigmentering av kjøttet til laksefisk. Betydelig arbeid er lagt ned i sammenhengen mellom årstid og fettinnhold i laks, og sammenhengen mellom muskelfibertykkelse og fiskekjøttets tekstur.

Havforskningsinstituttet har kartlagt sammenhengen mellom pigmentdosering i fôret og pigmentmengden i fiskekjøttet. Resultatene danner dermed grunnlaget for de pigmenteringsregimene fôrindustrien anbefaler. Havforskningsinstituttet har bl.a. som de første i verden vist at pigmentene er nødvendige for fiskens overlevelse, vekst og sykdomsresistens. Pigmentene astaxanthin og canthaxanthin bør derfor regnes som næringsstoffer heller enn tilsetningsstoffer.

OPPSTRØMNING AV NÆRINGSRIKT DYPVANN I FJORDER FOR DYRKING AV GIFFRIE BLÅSKJELL

Havforskningsinstituttet har siden slutten av 1990-tallet arbeidet for å etablere et anlegg for fullskala kunstig oppstrømning av næringsrikt dypvann i fjorder. Et samarbeid med Norwegian Shellfish Production AS i Lysefjorden i Rogaland førte til at det første anlegget for brakkvannsdrevet oppstrømning ble etablert her.

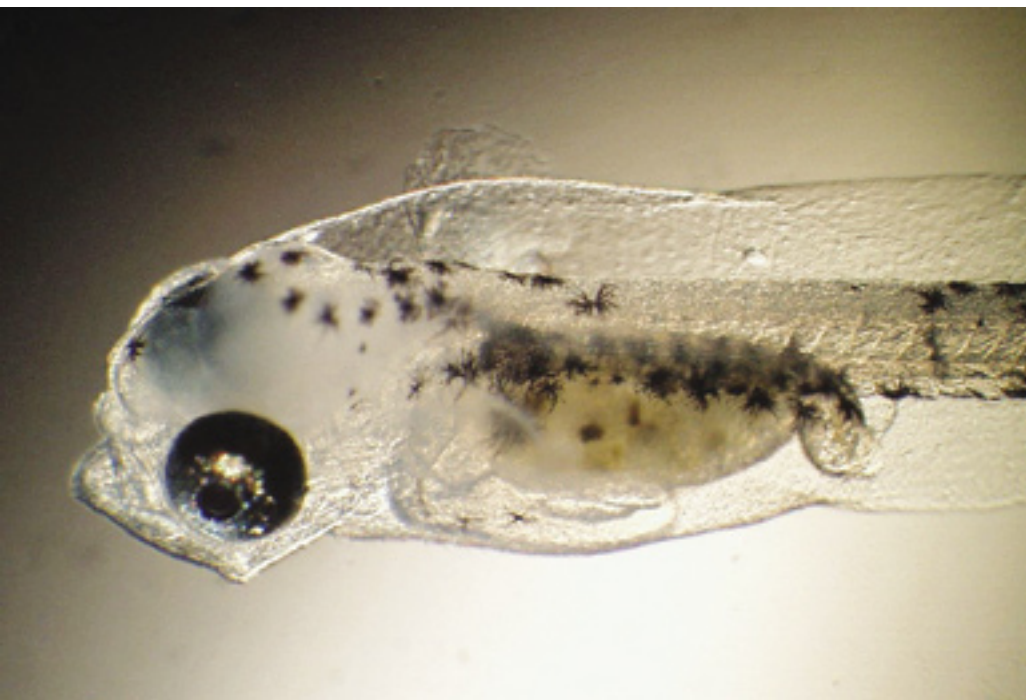
I Lysefjorden har forskere ved Havforskningsinstituttet for første gang vist at brakkvannsdrevet oppstrømning av dypvann kan øke produksjonen av alger i et fjordområde. Oppstrømning av næringsalter fra dypere vannlag ga ca. en tredobling av både algeproduksjon og algemengde innenfor et område på 9 km² innerst i fjorden. Det var tydelige endringer i algebildet i dette influensområdet, med økt dominans av kiselalger. En økt og stabil algeproduksjon, med dominans av giftfrie alger, kan skape grunnlag for en mer forutsigbar dyrking av blåskjell i fjordene våre.



NYE MARINE FÔRESSURSER

Ved Havforskningsinstituttet har vi i flere år undersøkt muligheten for å bruke organismer lavere i næringskjeden som råvarer i fiskefôr. Innholdet av fett og protein i de ulike artene av krill og annet plankton varierer mye. Det vil også være geografiske variasjoner og årstidsvariasjoner. Raudåte, *Calanus finmarchicus*, og liten krill, *Thysanoessa inermis*, begge fra våre farvann, er blant de artene som har høyest innhold av fett, opptil 70 % av tørrvekten. Imidlertid er en stor del av dette fett tungt fordøyelig for fisken. Generelt kan vi si at krill i hovedsak er en god proteinkilde, med omkring 60 % av tørrstoffinnholdet, mens fettinnholdet i krill vanligvis er moderat til lavt. Fôringsforsøk med laks, torsk og kveite tyder på at en betydelig innblanding av krill (antarktisk eller fra nordlige områder) i fôret kan benyttes uten at det får negative effekter på vekst, fôrutnyttelse eller kvalitet. I fôringsforsøk med laks har raudåteolje vist seg å gi tilsvarende vekst og fôrutnyttelse som fiskeolje. Også fettsyreprofilen (EPA og DHA) i fisken var sammenlignbar for gruppen som fikk raudåteolje. Ut fra disse forsøkene kan man konkludere med at raudåteolje kan være en god erstatning til fiskeolje i dietter til laks.





Genomforskning kan bl.a. gi ny viten om fiskens reproduksjon og utvikling. Bildet viser en torskelarve.

TORSKENS GENOM – CODGEN


Havforskningsinstituttet har nylig etablert et prosjekt som skal etablere verktøy og metoder for funksjonell genomforskning på torsk. Viktige mål i prosjektet er å bygge opp en samling av gensekvenser som vil være et utgangspunkt for en mikromatrise fra torsk for å kunne studere hvordan fisken uttrykker et stort antall gener. Målet vil i første omgang være å lage en mikromatrise basert på minst 10 000 gensekvenser. Denne teknikken vil bli benyttet til studier av ulike biologiske prosesser som for eksempel reproduksjon, utvikling og immunfunksjoner hos torsk. Havforskningsinstituttet har som ambisjon sammen med sine norske samarbeidspartnere, Universitetet i Tromsø, Fiskeriforskning, NIFES og Universitetet i Bergen, å sekvensere torskens gener. Vi har tatt første steget ved å lage et såkalt BAC-bibliotek fra torsk. Dette biblioteket inneholder store DNA-biter (i snitt 125 000 baser/klon), og har betydning i studier av genomisk struktur hos torsk. Slik kunnskap er viktig når man skal studere funksjonen til enkeltgener, men også for å kunne sammenligne torsk med andre arter. Slike komparative studier er nyttige for å avgjøre hvor relevant det vil være å overføre kunnskap fra én art til en annen.



**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET****Institute of Marine Research**

Nordnesgaten 50 - P.O. Box 1870 Nordnes
N-5817 Bergen - Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 31
E-post: post@imr.no


www.imr.no

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Sykehusveien 23, Postboks 6404
N-9294 Tromsø - Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 77 60 97 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

N-4817 His - Norway
Tel: +47 37 05 90 00 – Faks: +47 37 05 90 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

N-5392 Storebø - Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 18 22 22

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

N-5984 Matredal - Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 36 75 85

REDERIAVDELINGEN**Research Vessels Department**

Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 32

INFORMASJONEN**Information**

Tel: +47 55 23 85 00 - Fax: +47 55 23 85 55
E-post: informasjonen@imr.no

KONTAKTPERSON

Forskningsdirektør
Ole Torrissen
Tel: 55 23 63 71
E-post: ole.torrissen@imr.no

