

4-2005



MILJØEFFEKTER AV TORSKEOPPDRETT





MILJØEFFEKTER AV TORSKEOPPDRETT

Oppdrett av torsk er på vei til å bli en ny næring. I 2004 ble det slaktet ca. 3 000 tonn torsk (inkludert oppfôring av villfisk), men potensiell produksjon i de nærmeste årene er langt større. Miljøutfordringene er betydelige, og må tas på alvor før oppdrett av torsk kommer for langt. Det er viktig å trekke lærdom av lakseoppdrett, hvor man hele tiden har vært i etterkant med nødvendige miljøundersøkelser. For torsk er gyting i merd, rømming og geninteraksjon med ville stammer, sykdom og spredning av sykdomsfremkallende organismer potensielle problem som må undersøkes nå.



Kultivering av torsk har lange tradisjoner i Norge, og strekker seg helt tilbake til slutten av 1880-tallet med utsetting av 100 talls millioner av nyklekte torskelarver langs sørlandskysten. Aktiviteten fortsatte i nærmere 90 år og ble avsluttet uten at effekter av kultiveringstiltakene var dokumentert. Denne aktiviteten dannet imidlertid grunnlag for oppdrett av marin fisk. I 1970-årene ble forsøkene tatt opp igjen, men nå med torskeyngel, og en betydelig innsats ble lagt ned i å forstå torskens tidlige livssyklus. Det ble gjennomført parallelle forsøk i felt og laboratorium, og i 1983 klarte forskere ved Havforskningsinstituttet å produsere 70 000 torskeyngel i en poll på Austevoll. Grunnlaget for kommersielt oppdrett av torsk var nå lagt, selv om det ennå skulle gå mange år før man lyktes i å kommersialisere forskningsresultatene.

Havforskningsinstituttet har spilt en viktig rolle i utvikling av torskeoppdrett, og på begynnelsen av 1990-tallet viste forskere ved instituttets stasjon i Matre, at kjønnsmodning av torsk kan stoppes eller utsettes ved lysstyring. Dette var grunnlaget for den videre utviklingen av torsk som oppdrettsart, siden torsk normalt vil kjønnsmodne to år etter klekking. Tidlig kjønnsmodning og gyting i merd er et økonomisk problem for oppdretterne, men også et potensielt miljøproblem. Dette kan resultere i genetiske interaksjoner med vill torsk.

Sykdom var også et problem. Havforskningsinstituttet har sammen med farmasøytiske selskaper utviklet vaksiner og behandlingssystemer spesialtilpasset torsk.

Parallelt med å legge grunnlaget for kommersielt oppdrett av torsk, har Havforskningsinstituttet i flere tiår gjennomført økologiske og genetiske studier av våre ville torskebestander. Dette er viktig kunnskap for å evaluere effekter av et kommende oppdrett av torsk.

I 2004 ble det produsert rundt 8 millioner torskeyngel, og det ble antagelig slaktet i overkant av 3 000 tonn matfisk, inkludert 1 200 tonn fra fangstbasert havbruk. Det legges ned store ressurser i å videreutvikle effektive metoder for produksjon av høykvalitets yngel og kostnadseffektiv matfisk, og det forventes en betydelig vekst i årene framover. Fiskeriforskning i Tromsø har ansvar for et avlsprogram på torsk, mens Havforskningsinstituttet har hovedansvar for å undersøke miljøeffektene av torskeoppdrett.



Havforskningsinstituttets stasjon i Matre.

GENETISK PÅVIRKNING PÅ VILLE BESTANDER?

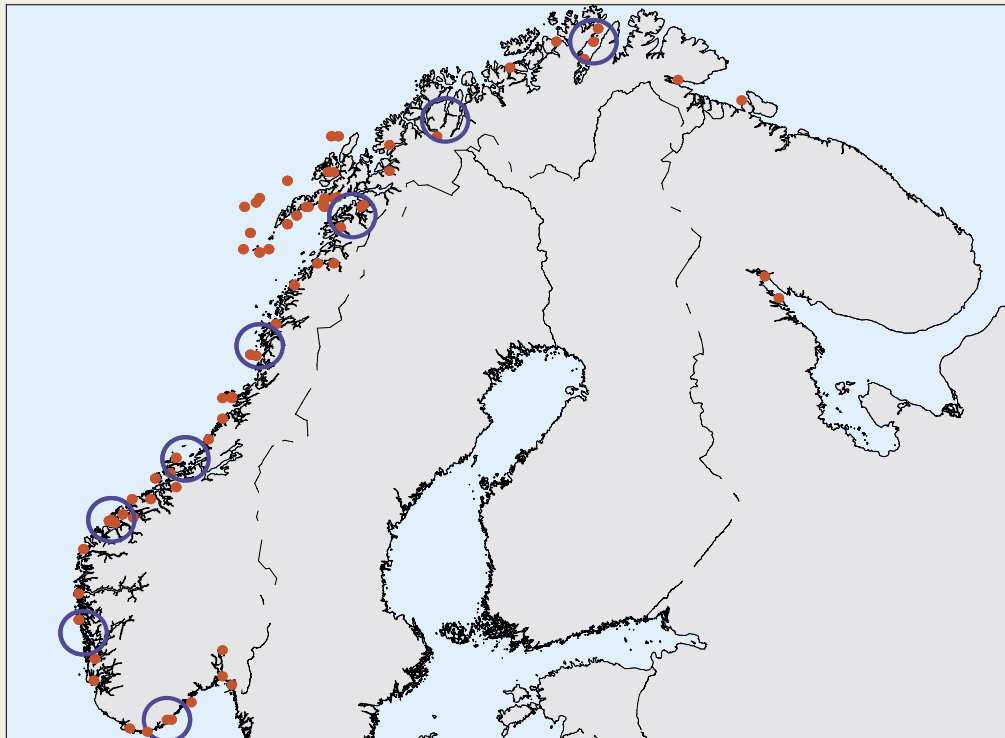
Genetisk påvirkning på ville bestander er en av de viktigste miljøutfordringene ved oppdrett. Torsk har en annen atferd enn laks, og har lettere for å rømme når det først er hull i merden. Selv om størrelsen på torskeoppdrett ennå er svært liten i forhold til lakseoppdrett, er det allerede rapportert om større rømmingsepisoder.

Sammenlignet med laks er det flere forhold som tilsier at utfordringene vil bli større med torskeoppdrett. Kysttorsk har gyte- og oppvekstområder i de samme områdene som oppdrettsanleggene ligger, uten barrierer. Under normale forhold blir torsk kjønnsmoden etter to år i oppdrett, og genetisk påvirkning kan da skje uten at torsk rømmer, ved at befruktete egg slippes ut av merden.

For torsk har vi imidlertid et mye bedre grunnlag for å evaluere miljøeffekter enn da oppdrett av laks startet. Havforskningsinstituttet har i samarbeid med andre forskningsmiljøer gjennomført genetiske studier av torsk siden 1960-tallet.

Studier av genetisk struktur hos torsk

- ▶ Genetisk variasjon i blodprotein og ulike antistoff på 1960-tallet.
- ▶ Genetisk variasjon i vevsenzym (allozymer) fra 1980-tallet.
- ▶ Genetiske studier del av havbeiteprogrammet PUSH (1990–1997).
- ▶ DNA-analyser (Pan I) viser klare forskjeller mellom kysttorsk og nordøstarktisk torsk (professor Svein Fevolden, Fiskerihøgskolen i Tromsø, 1995–2004).
- ▶ Storskala kartlegging av kysttorsk langs hele norskekysten (2002–2005), basert både på tidligere og nye DNA baserte genmarkører.



Figur 1. Kartlegging av kysttorsk i perioden 2002-2005. Torsk er samlet inn fra 70 lokaliteter (røde punkt), og levende stamfisk er samlet inn fra åtte lokaliteter (blå sirkler). Samarbeid mellom Havforskningsinstituttet, Fiskeriforskning, Norges fiskerihøgskole og Moscow State University. Between 2002 and 2005, 7000 samples of coastal cod were collected from 70 sites (red dots), and live broodstock was collected from eight sites (blue circles). The sampling is a collaborative effort involving the Institute of Marine Research, Fiskeriforskning, the University of Tromsø, the Norwegian College of Fishery Science, and Moscow State University.

Fra 2002 har Havforskningsinstituttet gjennomført en storskala kartlegging av kysttorsk langs hele norskekysten, basert på tidligere (sju proteinloci) og nye DNA-baserte genmarkører (fem mikrosatellitt-loci og Pan I; Figur. 1). Over 7 000 prøver er samlet inn fra 70 lokaliteter langs hele kysten.

De nye analysene bekrefter at det er store genetiske forskjeller mellom nordøstarktisk torsk (skrei) og kysttorsk. Det er også stor genetisk variasjon mellom kysttorsk fra ulike områder – særlig mht. nord/syd. Resultatene er nå under statistisk bearbeiding og vil bli rapportert i løpet av 2005.

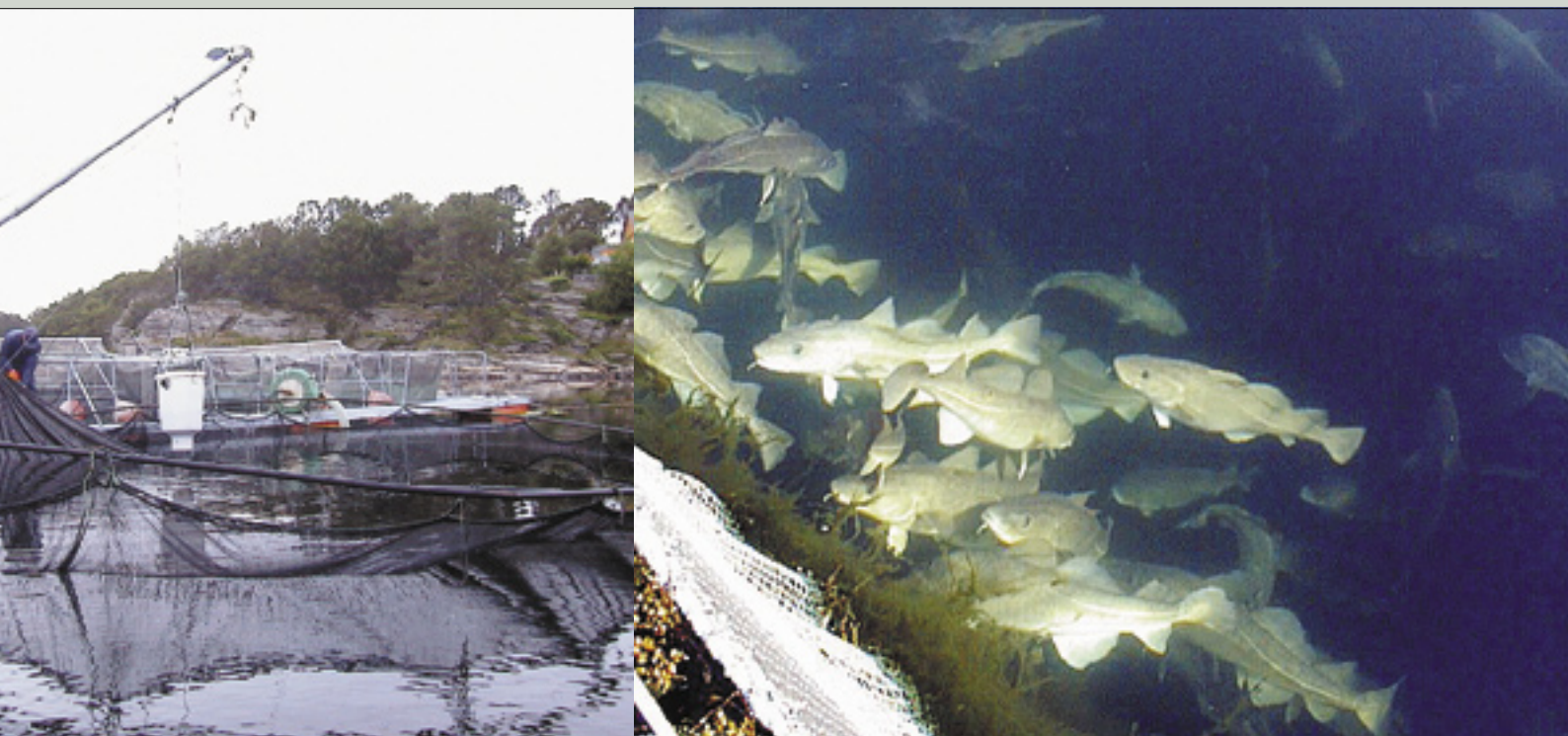
Som en del av havbeiteprogrammet Push ble det produsert og satt ut over 200 000 genetisk merket torsk (GPI-I*30/30) på tre lokaliteter i Hordaland (Heimarkspollen i Austevoll, Masfjorden og Øygarden). Siden fisken er genetisk merket kan utsetningsforsøkene benyttes til å evaluere effekten av storskala rømming. En kan f.eks. finne ut om den utsatte fisken reproducerer og krysser seg med vill fisk. Oppfølging av disse utsettingene vil bli publisert i 2005.

Havforskningsinstituttet har nå reetablert en bestand av genetisk merket torsk og vil i 2006 gjennomføre kontrollerte forsøk for å studere effekten av gyting i merd.

TESTING AV AVKOM FRA ULIKE TORSKESTAMMER

Kontrollerte studier av avkom fra ulike torskstammer er gjennomført ved Havforskningsinstituttets feltstasjon Parisvatnet i Øygarden, Havforskningsinstituttet Austevoll og ved Fiskeriforskning i Tromsø. Målet med disse forsøkene er å teste stammer for egnethet i oppdrett, og for å finne ut om stammene er ulikt tilpasset forskjellige miljøbetingelser. Dersom dette er tilfelle, vil det ha betydning for stammevalg for oppdrett i ulike regioner.

Avkom blir identifisert til familie/stamme med DNA-analyser. Foreløpige resultater tyder på at genetiske komponenter er medvirkende til å bestemme gytetidspunkt. Andre resultater på bl.a. vekst og kjønnsmodning er under bearbeiding.



Figur 2. Havforskningsinstituttets feltstasjon Parisvatnet har stamfisk fra åtte ulike områder i Norge (Porsangerfjord, Balsfjord, Tysfjord, Helgeland, Smøla, Borgundfjorden, Øygarden og Lillesand) og en genetisk merket stamfiskbestand. The Institute of Marine Research, Parisvatnet Field Station, maintains broodstocks from eight locations in Norway (Porsangerfjord, Balsfjord, Tysfjord, Helgeland, Smøla, Borgundfjorden, Øygarden, and Lillesand) and genetically marked cod.

SPREDNING AV PATOGENER FRA TORSKEOPPDRETT

De nye oppdrettsartene gir oss nye utfordringer – ikke minst knyttet til avstand mellom anlegg med ulike oppdrettsarter, og kontakt mellom oppdrettsartene og ville fisk og skjell utenfor anleggene. Vi må regne med overføring av sykdomsfremkallende organismer (patogener) begge veier. Spredning av patogener fra oppdrettsanlegg til ville bestander kan bli et betydelig miljøproblem. Ikke minst lakselusproblemene har vist at slik spredning kan gi store negative effekter på ville bestander.

SPREDNING AV BAKTERIER OG VIRUS

Sykdomsfremkallende mikroorganismer vil ha ulik overlevelsessevne i de frie vannmasser. Frie viruspartikler vil bli mer eller mindre inaktivert av UV-stråler, mens virus som er bundet i organiske partikler i større grad vil kunne bli stabilisert. Det vil også være stor forskjell i overlevelsestid mellom ulike typer virus, siden virus er ”konstruert” svært forskjellig fra naturens side.

De fleste bakterier som kan forårsake sykdom hos fisk er det vi kaller opportunistisk sykdomsfremkallende, og kan overleve i vann i lengre tid og formere seg utenfor verten. Omkring 1990 ble det publisert flere arbeider som omhandlet bakteriers evne til å tåle sulting, og de konkluderte med at mange slike bakterier kan overleve lenge, både i vannmasser og i sedimenter. I dag vet vi at bildet er mer sammensatt. Omsetningen av bakterier i naturen kan være høy, og det betyr at bakterier som ikke formerer seg raskt kan minke i antall.

De fleste bakterier som kan framkalle sykdom hos fisk er såkalte ”opportuniste”. De har et mye videre sett av overlevelsesstrategier enn det vi finner hos virus eller såkalt ”obligat sykdomsfremkallende” bakterier, som bare kan overleve ved å framkalle sykdom hos en vert. Opportuniste kan ikke bare overleve uavhengig av verter, de kan ofte utgjøre en del av vertenes normalflora. De betyr at de er til stede hos friske individer og først utløser sykdom når verten svekkes, for eksempel som følge av temperaturendringer, ekstrem sult eller andre former for stress. Mange slike bakterier, for eksempel vibriosebakterien *Listonella* (*Vibrio*) *anguillarum* og atypiske furunkulosebakterier (*Aeromonas salmonicida*), er kjent fra mange arter

både av fisk og virvelløse dyr. I torskoppdrett er sykdom forårsaket av disse bakteriene dokumentert, og særlig vibriose har vært et problem. Det er lite trolig at slike bakterier i seg selv vil forårsake vesentlige miljøeffekter fra torskoppdrett, siden bakteriene er så vanlige i naturen.

MEDISINERING

Medisinering mot bakterielle sykdommer kan derimot gi miljøeffekter. En viss oppgang i antibiotikaforbruket i norsk oppdrettsnæring er registrert de siste årene. Noe av økningen skyldes vintersår hos laks og vibriose hos torsk. Det har lenge vært kjent at vibriosevaksiner bør skreddersys for den oppdrettsarten som skal vaksineres. Mye tyder på at vaksiner for torsk ennå ikke gir like god beskyttelse som vaksiner for laks. Et annet problem er at det i liten grad finnes antibakterielle medikamenter og behandlingsprosedyrer som er tilpasset torsk. Torsk og laks er fysiologisk og utviklingshistorisk svært forskjellige, og legemidler vil ha ulik virkning i de to fiskeartene. For å lykkes med et miljøvennlig torskoppdrett er det nødvendig å forbedre vaksiner og vaksinestrategier, og samtidig ha gode behandlingsprosedyrer dersom fisken likevel skulle bli syk.

NODAVIRUS OG IPNV – KJENT FRA MANGE FISKER

Nodavirus og Infeksiøst pankreas nekrose-virus (IPNV) er kjent fra en rekke fiskearter. I Norge har nodavirus vært kjent som den viktigste årsaken til sykdom i norsk kveiteoppdrett. Sykdommen kalles Viral Encephalopati og Retinopati, og angriper fiskens sentralnervesystem. Hjernen, ryggmargen og netthinnen blir etter hvert ødelagt, og fisken får en atypisk atferd. Bildet er stort sett det samme i de mer enn tjue fiskeartene som hittil har vært kjent som verter for dette viruset. En kanadisk forskergruppe har nylig påvist sykdommen hos torsk og hyse, og det er all grunn til å være oppmerksom på at norsk oppdrettstorsk kan få denne sykdommen. Vi har nylig påvist at laks kan smittes med nodavirus, og utvikle sykdom. At nodavirus kan overføres mellom mange arter er et sterkt argument mot samlokalisering av ulike fiskearter i oppdrettsanlegg.

En gruppe forskere fra Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen har nylig kritisert forvaltningen av denne sykdommen i Norge. Systemet med meldeplikt og båndlegging har

sannsynligvis ført til at man har underrapportert sykdommens forekomst. Resultatet er at oppdrettere som har oppført seg hederlig, blir straffet, mens oppdrettere som har unnlatt å sende fra seg prøvemateriale, går fri.

Også IPNV har et vidt vertsspekter. Viruset er viktig hos laks, og har også vært en viktig dødsårsak i oppdrett av kveite og piggvar. Vi vet lite om disse virusene hos villfisk, men det er ikke usannsynlig at de har en vid utbredelse i ville fiskebestander, kanskje også hos torsk. Det er dokumentert flere andre virussykdommer hos torsk, og all erfaring fra andre oppdrettsarter tilsier at slike problemer vil oppstå. Hvilke effekter dette vil ha på villfisk er det ikke mulig å si noe sikkert om i dag.

PARASITTER

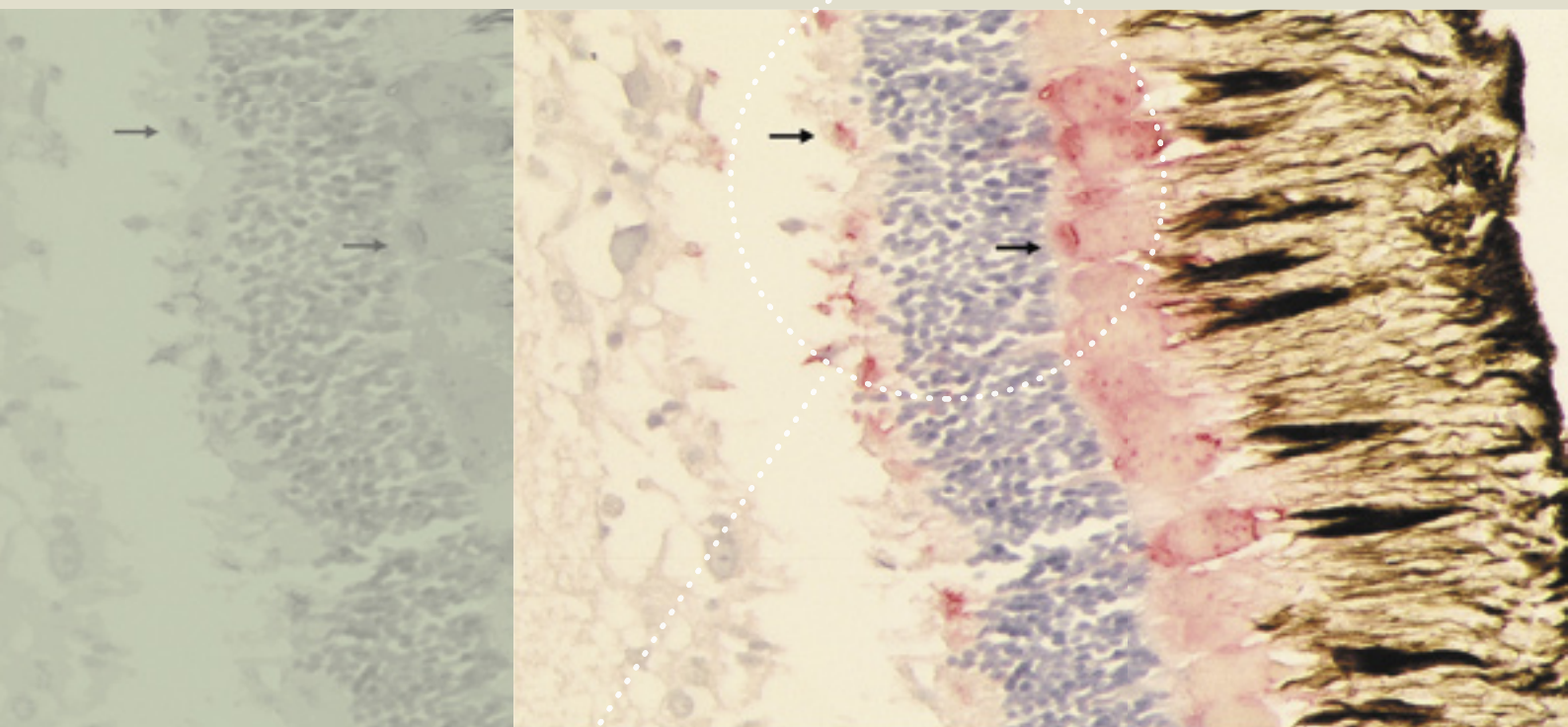
Over 100 forskjellige parasittarter er kjent fra torsk. Noen av disse vil nok forårsake problemer i torskeoppdrett. Generelt vil parasitter med direkte smittevei (dvs. uten mellomverter) være de som kan gi størst problemer. Slike parasitter vil få gode livsbetingelser i et system med høy tetthet av verter – noe som per definisjon finnes i oppdrett. Parasitter med mer kompliserte livssykluser vil i mindre grad gi problemer. I ekstensive og semi-intensive oppdrettsanlegg, der dyreplankton blir

brukt som fôr, kan slike parasitter komme inn. Etter hvert som intensive produksjonsmetoder tar over, vil problemet reduseres.

LUS

Lakselus er blitt et kjent begrep for de aller fleste etter de store problemene denne parasitten har skapt for oppdrettsnæringen i de senere årene. Mindre kjent er det kanskje at lakselusen har en hel rekke slektninger, og at de fleste fisker i havet har sine "lus". Når det gjelder torskoppdrett, er det spesielt to arter som kan lage problemer, torskelus og skottelus (*Caligus curtus* og *Caligus elongatus*). Torskelus finner man på torsk og ulike andre torskefisk som f.eks. lange, lyr, sei, brosme osv., mens skottelus er en generalist som man har funnet på mer enn 80 fiskearter fra flere ulike fiskefamilier.

En betydelig andel av lakselusen man i dag finner i de frie vannmasser, er produsert av lus som sitter på oppdrettsfisk i merd. Vill laksefisk blir derfor utsatt for et langt høyere smittepress enn hva som ville vært tilfelle i et naturlig miljø uten oppdrett. Spørsmålet er da om det samme vil skje med lus på oppdrettstorsk. Et scenario der omfattende torskoppdrett langs kysten er kombinert med at torskelus og/eller skottelus trives i merdene, vil utgjøre en vesentlig økologisk utfordring.



Netthinne fra torsk som er smittet med nodavirus. Snittet er farget med antistoff mot nodavirus. Tilstedeværelse av nodavirus i vevet gir rød farge (piler).

Størstedelen av fisken i merdenes nærrområder vil være naturlige verter for både torskelus og skottelus, og en ekstra produksjon av lus fra oppdrettsanlegg kan bli en stor belastning for villfisken.

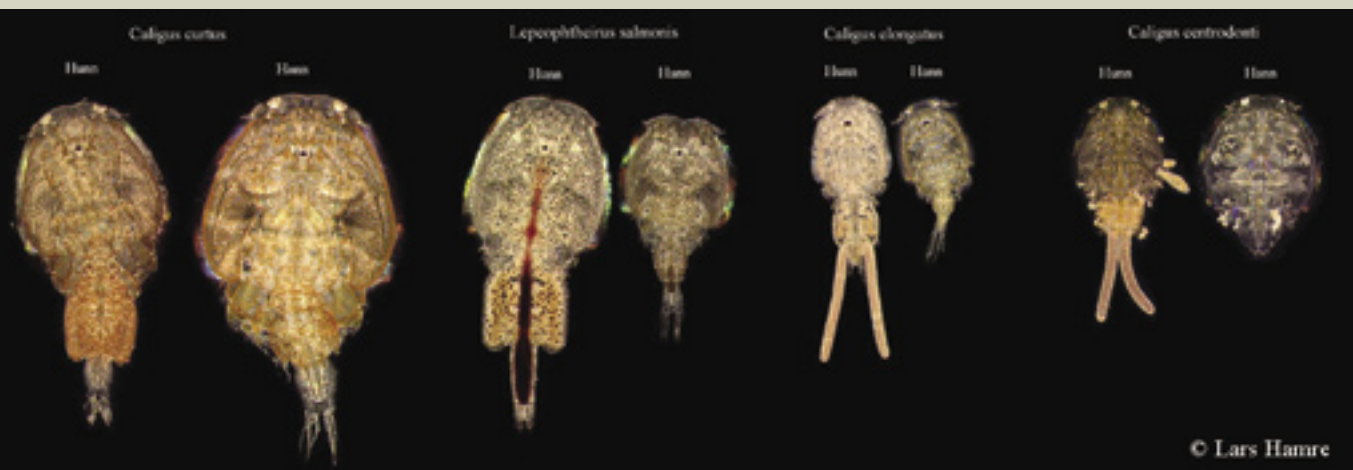
Et annet viktig aspekt er at lus kan fungere som smittebærere. Det er vist at lakselus kan overføre virus fra en fisk til en annen. En merd med torsk vil naturlig være omgitt av villtorsk og andre nært beslektede arter. Potensialet for en toveis overføring av sykdom mellom villfisk og fisk i merd er dermed stort, spesielt når både skottelus og torskelus synes å være mer tilbøyelige til å hoppe mellom verter enn lakselusen.

Ved Havforskningsinstituttet har vi de siste årene undersøkt torskelusens livssyklus og forekomst av lus på gytetorsk langs kysten. Undersøkelser av garnfanget torsk fra Tromsø til Stavanger viser små forekomster av torskelus. Erfaringer fra laboratoriet viser imidlertid at lusen svært lett detter av fisken ved håndtering, og det er uklart i hvilken grad vi kan stole på data fra fisk fanget i garn. Erfaring tyder også på at denne lusearten forsvinner fort fra infisert fisk som settes i både merd og kar. Det synes derfor klart at den har en helt annen atferd enn lakselusen, som er mye

tettere bundet til sin vert. Et åpent spørsmål er derfor om torskelus vil trives i merdene.

Forekomst, økologi og atferd hos torskelus og skottelus er generelt lite undersøkt, og det er vanskelig å spå hva som vil skje. Det avgjørende vil være om lusen vil infisere torsk i merd og trives der, og om avkom fra lus på oppdrettstorsk bidrar til økt smittepress for villfisk og annen oppdrettstorsk.

Skal vi kunne si noe nærmere om hvilke konsekvenser torskeoppdrett kan ha for spredning av lus, må det legges en innsats i forskning på disse to artene i årene fremover. Først og fremst er det viktig å bringe på det rene om fisk i merd smittes, hvor vanlig slik smitte er og hvordan fisken smittes. Er det fullvoksen lus som svømmer gjennom noten og hopper på fisken, eller vokser lusen opp på fisken i merden? Det er også viktig at anleggene overvåkes og at data om dette samles, slik at en kan oppdage endringer i infeksjonsbildet over tid. Spesielt viktig er det også å vite hvordan normalsituasjonen er i havet og i oppdrettsanleggene før torskeoppdrettet brer om seg, slik at det blir mulig å måle eventuelle effekter av torskeoppdrett. Og denne innsatsen må komme nå, venter vi, er det for sent!



Fra venstre: torskelus, lakselus, skottelus og *Caligus centrodoni* (en lus som går på leppefisk). Lakselus og torskelus hunner er cirka 1 cm lange, og bildet gjengir et noenlunde korrekt størrelsesforhold mellom lusene.

From the left: cod louse, salmon louse, sea louse and *Caligus centrodoni* (which infects wrasse). Female salmon and cod lice are approximately 1 cm long. The image shows the relative size of the different kinds of louse.



KAN KJØNNSMODNING STOPPES?

Under normale vekstforhold vil mesteparten av oppdrettstorsken bli kjønnsmoden ved toårsalder, og under gode vekstforhold kan en del oppdrettstorsk bli moden allerede som ettåringer. Oppdrettstorsken blir tidligere moden enn tilsvarende torsk i vill tilstand hvor modningen gjerne først inntreffer mellom tre- og åtteårsalder avhengig av bl.a. vekstforholdene. Det er sannsynligvis den gode fødetilgangen og veksten som forårsaker den tidlige modningen i oppdrett. Kjønnsmoden oppdrettstorsk kan representere en genetisk trussel mot de ville torskestammene hvis den rømmer fra merdene eller ved vellykket gyting og befruktning av egg i merdene. Oppdrettstorsk produserer store eggmengder, og en stor bestand av gytende oppdrettstorsk langs kysten tilsvarer en stor andel gyttede egg i forhold til villtorsk.

Forskning har så langt vist at vi kan utsette, men ikke stoppe, kjønnsmodning av oppdrettstorsk med lysstyring i merdene. På samme måte som for laks, kan bruk av lys utsette første modning og øke veksten hos oppdrettstorsken. I kar kan vi utsette kjønnsmodningen hos torsk til den er minst tre år gammel ved lysstyring, men i merder har vi så langt kun klart å utsette modningen med

rundt fire–seks måneder, slik at selve modningen finner sted om sommeren i stedet for den naturlige gytelsesongen som normalt er fra februar til april.

Det er foreløpig usikkert om den lysstyrte torsken virkelig slipper egg i merdene når den blir moden i sommermånedene, og ev. om disse eggene blir befruktet og kan gi levedyktig avkom. Høye sommertemperaturer forhindrer sannsynligvis torskens gyting, men dette har vi ikke studert ennå. Havforskningsinstituttet har produsert en genetisk merket torsk som vil bli brukt i studier for å klarlegge effekten av oppdrettstorsk som gyter i merdene. Eventuelle befruktete egg som slipper ut av merden vil være genetisk merket, og kan detekteres gjennom hele livssyklusen. Tiltak kan da settes inn dersom dette representerer et problem.

Selv om lysstyring kan bidra til bedre produksjonsresultat for torskeoppdretterne, og muligens også forhindre eller redusere utslipp av befruktete torskeegg fra merdene, vil slik lysstyring ikke forhindre gyting hos rømt torsk. Torsk ser ut til å rømme lett fra oppdrettsmerdene, og det kan bli behov for alternative teknikker for å hindre kjønnsmodning og gyting hos oppdrettstorsk.



Figur 3. Lysstyring kan utsette kjønnsmodningen hos torsk og dermed redusere omfang av torsk som gyter i merdene. Men lysstyring vil ikke stoppe gyting hos oppdrettstorsk som rømmer. Foto: Geir Lasse Taranger, Havforskningsinstituttet.
Photoperiod manipulation can postpone maturation in Atlantic cod and thereby reduce the consequences of net pen spawning. However, photoperiod manipulation will not stop escaped cod from spawning. Photo: Geir Lasse Taranger.

Et mulig alternativ er å produsere rene hunnfiskpopulasjoner for bruk i oppdrett. Disse kan produseres på ulike måter, men den mest aktuelle måten vil sannsynligvis bygge på at en produserer hanntorsk av fisk som genetisk sett er hunntorsk ved hormonbehandling på yngelstadiet. En bruker så sperm fra denne kjønnsreverserte torsken for å produsere ny yngel til bruk i matfiskanleggene. Under forutsetning av at torsk har samme kjønnsbestemmelsessystem som laksefisk, vil en slik kjønnsreversert torsk kun ha sperm med X-kromosomer (arveanlegg som bestemmer kjønn), som kun gir hunntorsk som avkom. En må imidlertid først kartlegge hva som bestemmer kjønn genetisk hos torsk, samt i hvilken periode den er følsom for ytre påvirkning for å kunne skifte kjønn. Det kan også komme markedsmessige reaksjoner på slik kjønnsmanipulering.

Fordelene med rene hunntorskepopulasjoner ligger bl.a. i at hunntorsk normalt blir kjønnsmoden senere enn hanntorsk, slik at en lettere kan nå opp i ønsket slaktestørrelse før modning inntreffer, f.eks. i kombinasjon med lysstyring. Rene hunnfiskpopulasjoner vil heller ikke kunne slippe ut befruktete egg fra oppdrettsmerdene, og vil således bidra til å redusere risikoen for genetisk påvirkning fra oppdrettstorsk til villtorsk. Imidlertid vil rømt hunntorsk kunne parre seg med vill hanntorsk, og dermed kunne representere et problem etter røming.

En annen teknikk som kan brukes innebærer at en lager en helt steril torsk ved såkalt triploidisering. Triploid laksefisk kan ikke produsere egg, og hvis den unntaksvis klarer å produsere sperm vil den ikke være befruktningsdyktig. Dette er en teknikk som bl.a. benyttes en del i ørretoppdrett og som innebærer at en utsetter eggene for høyt trykk like etter befruktning. Dette medfører at fisken får tre sett kromosomer mot normalt to sett. Omfattende studier på bl.a. laks viser at slik triploid laks på mange måter utvikler seg normalt når det gjelder vekst og kvalitet, men at den ser ut til å være noe mer utsatt for ulike former for produksjonslidelser enn vanlig laks og mer følsom for dårlig oppdrettsmiljø.

Det er derfor en del velferdsmessige motforestillinger mot bruk av triploid fisk som må veies opp mot miljømessige fordeler ved bruk av steril fisk samt velferdsmessige fordeler ved at fisken ikke blir moden. Det er mest aktuelt å kombinere triploid fisk med rene hunnfiskpopulasjoner, da triploid hannfisk normalt utvikler store gonader og får negative konsekvenser av modning på vekst, kvalitet og helse. Så langt har vi imidlertid ikke gjennomført forsøk med triploid torsk, og det gjenstår mye arbeid både med å utvikle metoder for produksjon av triploid torsk og å evaluere fordeler og ulemper med en slik fiskeproduksjon.

Miljøeffekter av torsk – veien videre

- ▶ Fortsatt forskning er nødvendig for å sikre et bærekraftig torskeoppdrett.
- ▶ Havforskningsinstituttet har miljøeffekter av havbruk som et viktig satsingsområde for 2005–2007 (www.imr.no).
- ▶ Havforskningsinstituttet har tatt initiativ til FishGen (www.fishgen.no) som vil:
 - Gi et bedre grunnlag for forvaltning av de ville torskebestandene
 - Løse biologiske flaskehalsar i oppdrett av torsk, som tidlig kjønnsmodning
- ▶ Havforskningsinstituttet har tatt initiativ og vil lede et nytt EU-prosjekt "Evaluation of genetic impact of aquaculture activities on native populations".
 - Prosjektet har som mål å integrere dagens kunnskap om genetiske interaksjoner mellom oppdrett og ville populasjoner, diskutere resultatene med oppdrettere, miljøorganisasjoner og forvaltning, og å planlegge videre forskning.

SUMMARY

Norwegian experiments in the cultivation of Atlantic cod have a long history, which started with large-scale production of yolk-sac larvae for release in the 1880s. The first breakthrough in juvenile cod production was made in 1983, and in the late 1990s, private companies started to build full-scale juvenile production units. Today, farming of Atlantic cod is in the process of becoming an industry. In 2004, about 3000 tonnes of cage-reared Atlantic cod were slaughtered (including wild-caught fish), but the potential production is much higher.

The environmental challenges are many, and need to be dealt with now. It is essential to learn from salmon farming, where the necessary studies of environmental effects were started only after salmon farming had already become an industry.

The major environmental challenges for cod farming are genetic interactions with wild cod (including spawning in net pens) and spread of pathogens.

Current farming experience has already shown that cod easily escape from even small holes in the net pens, and large escapes have already been

reported. Normally, Atlantic cod mature at an age of two years (males one to two years) after hatching, and spawning in net pens can produce viable offspring that are capable of interbreeding with wild cod in the same way as escaped cod.

The genetic structure of Atlantic cod in Norway will be described on the basis of genetic profiles of more than 7000 cod sampled from 70 sites along the Norwegian coast. This will provide a baseline for present and future studies of the effects of escaped cod, and for advice on Atlantic cod farming management. The Institute of Marine Research is also doing research on stopping the maturation of cod. The effects of spawning in net pens will be studied in 2006 using a genetically marked broodstock.

Control of disease is crucial to success in aquaculture. In the case of cod, a wide range of disease-causing bacteria, viruses and parasites are known. It has been hypothesized that some of these could cause problems with an increase in cultured cod biomass. In particular, the transfer of pathogenic agents between farmed and wild cod is a potential risk. Interspecies transfer of pathogenic agents is another possibility.





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

KONTAKTPERSONER



Terje Svåsand
Tel: +47 55 23 68 91
E-post: terje.svaasand@imr.no
Øivind Bergh
Tel: +47 55 23 63 70
E-post: oivind.bergh@imr.no
Lars Are Hamre
Tel: +47 55 23 69 95
E-post: lars.are.hamre@imr.no
Knut Jørstad
Tel: +47 55 23 63 47
E-post: knut.jorstad@imr.no
Geir Lasse Taranger
Tel: +47 55 23 63 73
E-post: geir.lasse.taranger@imr.no

