

Sykdom er en del av naturen, også hos fisk. Dette kommer ofte tydeligere fram hos fisk i oppdrettsanlegg enn hos vill fisk. Med økende oppdrett av torsk i Norge, har det også kommet sykdomsutbrudd hos oppdrettstorsk. De siste årene har torsk i oppdrettsanlegg blitt rammet av både nodavirus og *Francisella*.

Egil Karlsbakk

egil.karlsbakk@imr.no

Trond E. Isaksen

trond.isaksen@bio.uib.no

Karl F. Ottem

karl.ottem@bio.uib.no

Are Nylund

are.nylund@bio.uib.no

Kjetil Korsnes

kjetil.korsnes@imr.no

Audun H. Nerland

audun.nerland@imr.no

Sonal Patel

sonal.patel@imr.no

Øivind Bergh

oivind.bergh@imr.no

virus samt noen bakterier, sopp og en- eller flercellede parasittiske dyr. Mer enn halvparten av artene på jorden er parasittiske, og dermed avhengige av å snylte på de øvrige. Hos torsk er det påvist over hundre arter parasittiske dyr, i tillegg kommer virus og parasittiske bakterier og sopp. 86 arter av snyltere er vanlige hos torsk i norske farvann, deriblant minst 15 bakterier og 60 arter parasittiske dyr. Noen av disse forårsaker problemer for fiskeri- og oppdrettsnæringene, og kan ha særlig interesse i kystsoneforvaltningen.

Nodavirus

Nodavirus fra slekten *Betanodavirus*, er en vanlig årsak til sykdommen viral nervevevsnekrose (VNN eller VER) hos fisk over hele verden. Viruset angriper særlig nervevev i hjerne og øyne, og forårsaker store tap i fiskeoppdrett, spesielt i yngelfasen (Figur 1.10.1). VNN er et kjent problem innen kveiteoppdrett i Norge, og har også vært påvist innen piggvaroppdrett. Da VNN rammet torskoppdrett i Skottland og Canada, ble det ansett som sannsynlig at betanodavirus også fantes hos norsk torsk. Trussel om båndlegging

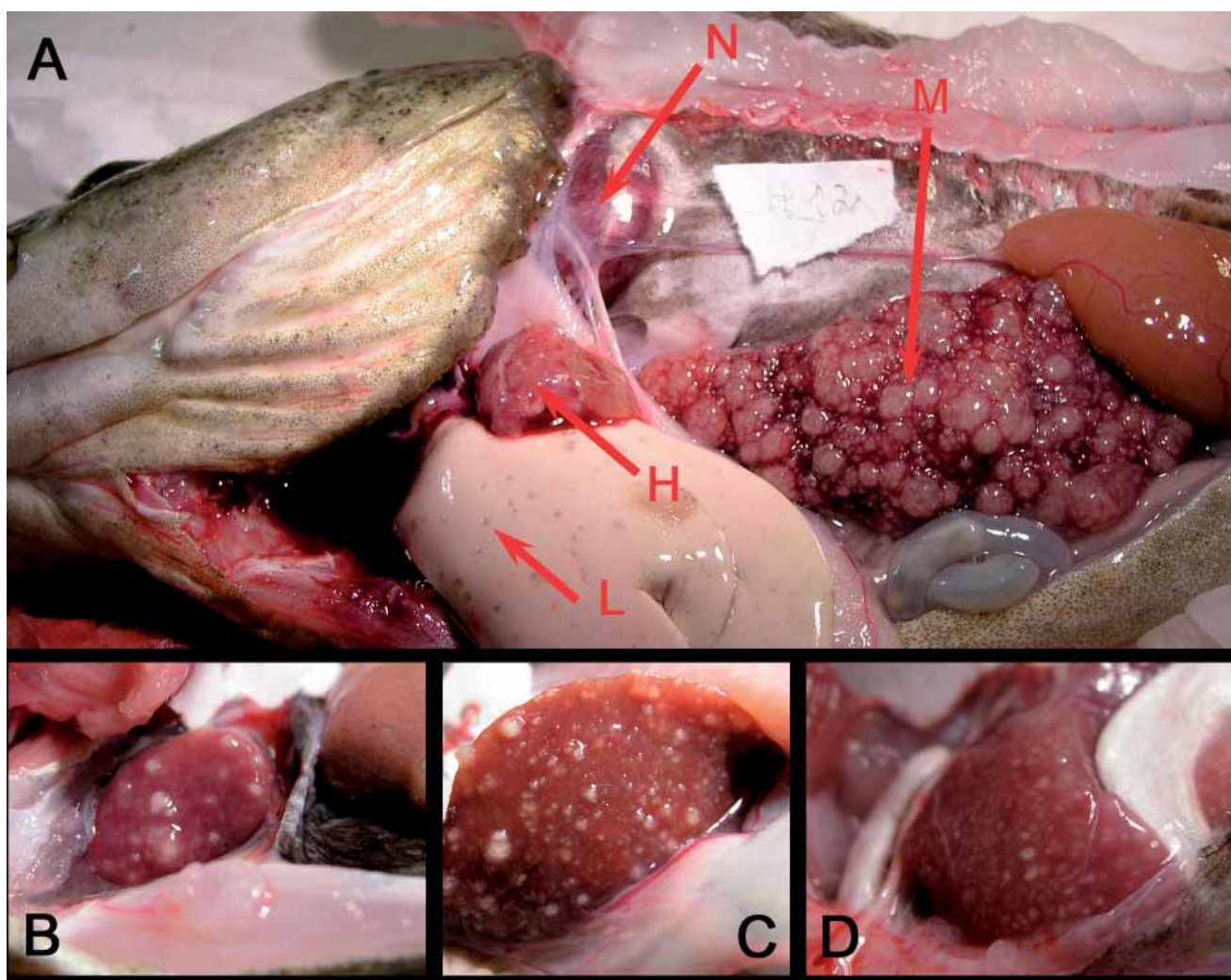
Figur 1.10.1

A. Karakteristisk for småtorsk med VNN er svimete og tumlende svømming og dødelighet. B. Snitt av bakhjerne hvor virus er farget rødt med immunhistokjemi.

Juvenile cod showing clinical signs of VNN; lethargy and increased mortality. B. Sections of the posterior part of the brain, immunolabelled (red) for nodavirus.

Alle kjente organismer kan være verter for virus eller parasitter. Parasitter kan være både bakterier eller encellede dyr som mer eller mindre tilfeldig snylter på en vert, eller mer spesialiserte parasitter som kun overlever ved hjelp av noen få typer verter. I siste kategori kommer





Figur 1.10.2

Torsk med francisellose. Villtorsk fra Rogaland holdt i merd. A. Individ med ekstremt forstørret milt (M) invadert av dels væskefylte granuler; svullen fremnyre (N); granuler i lever (L) og i hjerte (H) (skåret ut av hjertehule). B. Hjerte fra annen torsk med granuler. C. Milt med moderat mengde granuler. D. Svullen nyre med mengder små granulom.

Francisella piscicida infected cod from Rogaland. The fish were wild caught and stocked in a net pen. A. Internal signs of the disease, francisellosis. Extremely enlarged spleen (M) with numerous granulomas, swollen kidney (N); granulomas in liver (L) and heart (H) (removed from the pericardial cavity). B. Another example of infected heart with granulomas. C. Spleen showing moderate amount of granulomas. D. Swollen kidney with small granulomas (white dots).

førte sannsynligvis til underrapportering fra næringen. I 2006 fikk vi de første tilfellene med VNN i torskoppdrett her i landet, samtidig som det ble dokumentert at 10–15 % av voksen villtorsk er smittebærere uten å være syke.

Problem i oppdrett

Betanodavirus smitter lett mellom fiske-larver og yngel (horisontal smitteoverføring), og dermed kan utbrudd av VNN få store omfang. Utbrudd er sjeldnere hos større fisk, til tross for at de kan være smittet. Trolig overføres alle betanodavirus vertikalt, det vil si fra foreldre via kjønnsceller til eggene og dermed til neste generasjon fisk. Det kan godt være at vertikal smitte er den vanligste spredningsmåten i naturen. Det er vanlig å anta at stress og svekking av smittebærende individ kan utløse sykdom. Vi har imidlertid begrenset kunnskap om egenskapene som betanodavirus har til å forårsake opp-

formering av viruset og utvikle sykdom hos fisk.

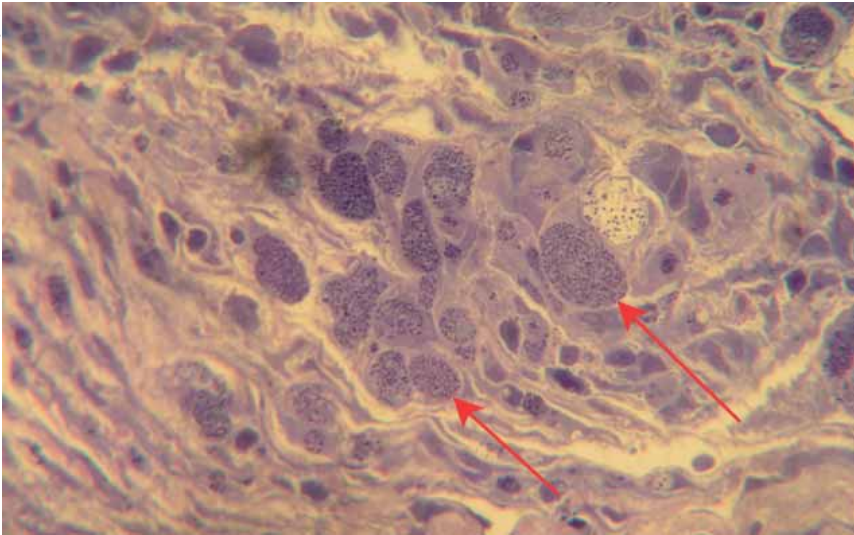
Mye av stamtorsken hos norske torskelyngelprodusenter er villfanget. Det er derfor sannsynlig at mange av disse kan være bærere av viruset, og smittede yngelgrupper kan ha blitt spredt i oppdrett. For å unngå slik spredning, er det viktig å ha virusfri stamfisk for å sikre smittefrie egg- og yngel-leveranser.

Siden den høyeste konsentrasjonen av viruset forekommer i hjernen, er det vanskelig å ta prøver uten å avlive fisken. Imidlertid kan det tas vevsprøver (biopsi) av blod og nyre. Dersom det blir tatt biopsi i ukene før gyting, vil en trolig kunne avsløre smittebærende stamfisk slik at disse kan fjernes. I tillegg er det viktig å utvikle effektive vaksiner som kan medvirke til bekjempelse av sykdommen.

Problem for villfisk?

Betanodavirus har neppe stor betydning for villfisk i rent kystfarvann siden smittepresset oftest er svært lavt. Det kan likevel være enkelte miljøendringer (f.eks. temperatur, forurensning, saltholdighet) som kan resultere i økt stressbelastning, og dermed sannsynlighet for nedsatt immunforsvar. Oppdrettstorsk gyter ofte i merdene, og siden betanodavirus er kjent å kunne spres med egg, kan det tenkes at viruset på denne måten oppnår en svært effektiv horisontal spredning (smitte fra individ til individ) lokalt. Dermed øker smittepresset på villfisk i området. Dette er et sterkt argument for å unngå gyting i merd. Hittil finnes det kun bevis for at horisontal smitte forekommer mellom fisk (villfisk–oppdrett og oppdrett–oppdrett).

Flere virus som gir sykdomsproblemer i norsk lakseoppdrett ser ut til å ha utviklet stadig mer skadelige virusvarianter. Nye



Figur 1.10.3

Francisella piscicida bakterier i huden til francisellose-syk torsk. Infiserte celler (se piler). *Francisella piscicida* bacteria in the skin of cod suffering from francisellosis. *F. piscicida* infected cells (arrows).

virusvarianter oppstår tilfeldig som følge av endringer i arvestoffet (mutasjoner). Disse overlever normalt ikke i naturen, da de raskt dreper verten sin og dermed ikke spres effektivt. I oppdrett derimot, kan de bli spredd ettersom et stort antall mottakelige verter alltid er til stede. Dersom en ikke har skille mellom hver generasjon av fisk, kan slike skadelige virusvarianter overleve i samme anlegg over lang tid. Dette kan igjen medføre at virus kan utvikle nye, og kanskje mer skadelige varianter. Det er derfor viktig å ha generasjonsskille i torskeoppdrett, slik man har i lakseoppdrett.

Francisella

Bakterien *Francisella piscicida* ble oppdaget i 2004 i forbindelse med en ny type sykdom hos oppdrettstorsk, der bakterien forårsaker mengder med betennelsesknuter (granulom) i de indre organene. Sykdommen kalles francisellose. Bakterien lever inni fiskens celler, og er i motsetning til de andre, mer kjente sykdomsbakteriene hos torsk, en spesialisert parasitt. Vertens immunforsvar kapsler inn de infiserte cellene, og starter dermed granulomdannelsen. Likevel frigjøres stadig nye bakterier som kan stimulere dannelsen av ytterligere granulom.

Syk fisk er ofte sløv, og kan ha mørk farge. Fisken blir sykest ved høye sjøtemperaturer. Ved lavere temperaturer går sykdomsutviklingen senere, men uten at fisken blir frisk. Det antas likevel at små mengder av bakterien ikke gir sykdom ved lave temperaturer. Hittil er det fisk mellom 1–5 kg som er mest rammet. Utvendig trenger det ikke være synlige tegn på sykdom, men noen fisker kan ha granulom i huden som utvikler seg til små blodige sår. Innvendig er det ofte store

mengder granulom i de mest blodrike organene, milt, nyre og hjerte, og særlig de to første kan være svært oppsvulmet (Figur 1.10.2). Det er også ofte granulom i leveren og ellers i innvollene, og noen fisker har gule granulom i fileten. Store mengder fisk kan dø av francisellose, særlig om sensommeren og høsten, da det er høye sjøtemperaturer. For oppdretterne økes tapene ytterligere ved at fisk med granulom ikke kan selges til konsum.

Francisellose er svært smittsom. Det er funnet store bakteriemengder i huden hos smittet fisk, så bakterien kan sannsynligvis bli spredt med vannet (Figur 1.10.3). I tillegg er bakterien til stede i rogn hos gyttende fisk, i gytt rogn og i intensivt oppdrettede yngel. Det er derfor mulig at også *Francisella piscicida* bakterien kan overføres vertikalt ("fra mor til barn"), men det må undersøkes nærmere. Vi vet svært lite om hvordan denne bakterien greier seg i miljøet. Den er påvist i blåskjell og krabber tatt i nærheten av torskeoppdrett med francisellose, men hvor lenge *Francisella piscicida*-bakterien overlever i sjøvann eller f.eks. blåskjell, er ukjent. Det er ikke tegn til at skjell og krabber blir syke av bakterien.

Selv om det finnes arter av *Francisella* som kan forårsake sykdom hos mennesker, synes det klart at *F. piscicida* ikke er farlig for oss. I laboratoriet kan den ikke dyrkes ved temperaturer over 30 °C, og mus smittet med store mengder bakterier har ikke blitt syke, og var uten spor etter bakteriene kun kort tid etter smitte.

Francisella i villfisk

Ved hjelp av følsomme metoder som påviser bakterier ved svært lave konsentrasjoner i prøvene, er det vist at villtorsk

kan ha *Francisella piscicida* i seg uten å være syke. Slike individ kalles "bærere", og de kan trolig utvikle francisellose dersom immunforsvaret blir svekket. Bakterien vokser best ved temperaturer rundt 20 °C, mens torsk får svekket immunforsvar ved så høye temperaturer.

Basert på analyser av nyreprøver er det vist at 7–15 % av villtorsk langs Sør- og Vestlandet opp til Sognefjorden kan være bærere av bakterien. Fra Sogn og nordover til Vesterålen ble det ikke funnet fisk som var smittet av *Francisella*. På Sørlandet er det funnet noen få syke villfisk, og i 2004 ble bakterien også funnet i syk villtorsk på den svenske vestkysten. *Francisella piscicida* er hittil ikke funnet andre steder i Europa, med unntak av ett tilfelle i Danmark der det var importert torsk fra Norge. I tillegg til torsk er noen andre fiskearter undersøkt, og smitte er blitt påvist i sei, lyr, makrell, rødspette og glassvar fra Hordaland. Det ser derfor ut til at vandrende fisk som sei og makrell kan være bærere, og dermed bidra til å spre bakterien.

Francisella i oppdrett

De første norske tilfellene med francisellose kom i Rogaland og Hordaland i 2004 og 2005. Noen av disse stedene hadde utbrudd også i 2006. I tillegg ble både bakterien og sykdommen påvist i oppdrettstorsk i Nordfjord, Nordmøre og Nordland i 2005, 2006 og 2007. Den smittede torsken som ble funnet nord for Stad var i alle tilfellene opprinnelig fra Vestlandet. Det er også funnet *Francisella*-smittet syk oppdrettslaks i områdene med mye francisellose på torsk. Horizontal smitte mellom oppdrettsfisk er altså dokumentert, og smitte mellom villfisk og oppdrettsfisk er svært sannsynlig.

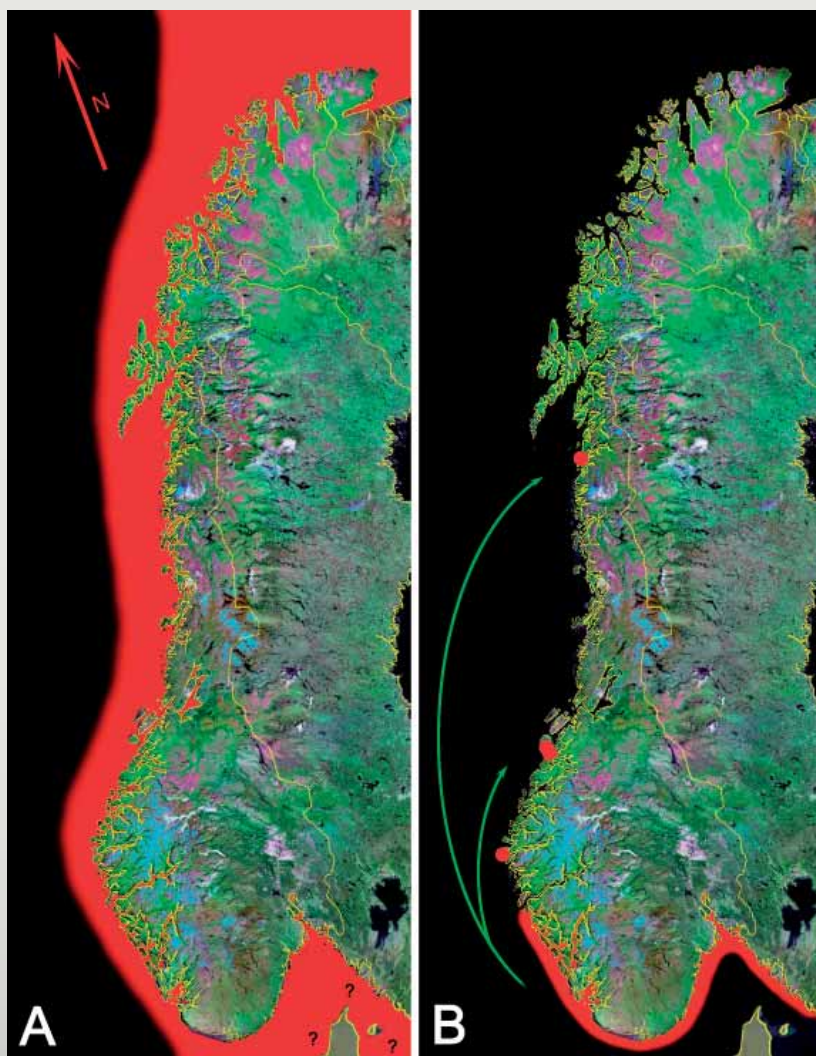
Hva bør vi gjøre?

Vi har begrenset innsikt i forekomsten av disse virusene og bakteriene. Det er mange fiskearter langs kysten, deriblant en rekke torskefisk, og noen av disse kan godt tenkes å spille en rolle i disse patogenenes livssykluser. Siden *Francisella piscicida* ikke ser ut til å forekomme naturlig nord for Stad, er transport av smittebærende oppdrettstorsk til disse områdene svært uheldig. Sjøtemperaturene langs kysten har vært spesielt høye de siste årene, og det kan være en årsak til franciselloseproblemer i samme periode. Et varmere klima med høyere sjøtemperaturer, kan medføre at bakterien kan forflytte seg nordover, med mulige konsekvenser for både kysttorsk og torskoppdrett. Når det gjelder nodavirus er det ikke klarlagt en slik nord-sør grense, men det er funnet flere genvarianter hos torskens nodavirus fra både VNN-syk torsk og villtorsk. Likevel vet vi

Figur 1.10.4

A. Den sannsynlige utbredelsen til torskens betanodavirus i rødt. Isolatgruppen er ikke påvist i danske og svenske farvann. Forekomst i skrei fra Barentshavet er dedusert fra påvisninger i skrei tatt vest av Myre, Vesterålen. B. Den kjente og estimerte minste utbredelsen til *Francisella piscicida* i rødt. Ikke påvist i villtorsk nord for Sogn. Røde flekker: påvisninger i oppdrett. Grønne piler: indikerer transport av fisk og høyst sannsynlig smitte fra Vestlandet.

A. The probable occurrence of cod-Betanodavirus shown in red. This virus isolate group has so far not been detected in coastal areas of Sweden and Denmark. Occurrence in the Barents Sea is deduced from virus detections in migrating Barents Sea cod (skrei) from off Vesterålen). B. The known distribution of *Francisella piscicida* shown in red. Not detected in wild caught cod further north than Sogn og Fjordane county. Red spots: detections of *Francisella piscicida* in farmed cod. Green arrows: Transport of live cod from hatcheries in Western Norway to on-growing sites in Northern Norway, likely responsible for these cases of *Francisella piscicida* infection.



alt for lite om disse virusvariantene, f.eks. om torskbestandene infiseres av egne typer eller om torskens nodavirus lett kan endre seg. Det er ikke nødvendigvis slik at genetiske varinter er så lett å spore til bestemte fisk eller bestemte geografiske områder.

Alt vi vet, tyder på at det stadig vil komme nye sykdomsproblemer. Et føre-var-prinsipp tilsier da klart at smittebærende fisk ikke bør transporteres mellom forskjellige områder langs kysten. Samtidig må det rettes fokus på betydningen av vertikal smitte for nodavirus og *Franci-*

sella piscicida hos torsk med hensyn til produksjon av smittefri yngel i intensivt oppdrett.

Pathogens in the Coastal Zone: Betanodavirus and *Francisella piscicida*

Betanodavirus infections, responsible for the disease Viral Nervous Necrosis (VNN) in fish, often cause severe losses in aquaculture worldwide, especially among juvenile fish. Recently the first cases of VNN were detected in farmed cod from Norway. However screening of wild cod suggests that asymptomatic carriers of Betanodavirus infections are common along the entire Norwegian coastline. Vertical transmission (from parental fish to offspring) is likely the main source of infections in both farmed and wild cod.

The bacterium *Francisella piscicida* is intracellular and may cause a chronic granulomatous disease in cod, francisellosis. Granulomas affect most organs in fish with the disease, but particularly heart, kidney and spleen are invaded. Disease-outbreaks occur when water-temperatures are high, in late summer and early autumn. *Francisella piscicida* have caused disease in cod farms in the counties of Rogaland, Hordaland, Møre og Romsdal and Nordland, but the geographic distribution of naturally infected cod, mostly asymptomatic carriers, is restricted to the Kattegat-Skagerrak-area and northwards to Sogn og Fjordane

county (generally 7–15%). Since carriers of the bacterium has not been detected in wild cod populations further north, detection of the bacterium in farmed cod north of Sogn og Fjordane county seems to represent a hazardous spread of this pathogen since infected groups originate from hatcheries in the south.