



Mattilsynet
Hovedkontoret
Seksjon fiskehelse og fiskevelferd
postmottak@mattilsynet.no

Deres ref: 2016/19391

Vår ref: 16/18359

5. april 2016

SVAR PÅ BESTILLING AV KUNNSKAPSSTØTTE – BRAKKLEGGING OG DESINFEKSJON AV OPPDRETTSANLEGG

Veterinærinstituttet har mottatt bestilling av kunnskapsstøtte med spørsmål om vurdering av gjeldende retningslinjer for brakklegging og desinfeksjon av ulike typer oppdrettsanlegg og behov for FoU.

Bestillingen er konkretisert i følgende problemstillinger:

Mattilsynet ønsker en risikobasert vurdering av forvaltningspraksis når det gjelder følgende punkter:

1. Brakklegging

a) Sjøanlegg

- i. To mnd. generell brakklegging etter hver produksjonssyklus for anlegg uten listeført sykdom
- ii. Én måneds koordinert brakklegging av lokaliteter i forbindelse med områdebrakklegging
- iii. Hovedregel om 6 mnd. brakkleggingstid for anlegg med liste 1 og 2 sykdommer unntatt ILA (LES)
- iv. Minimum to mnd. brakklegging for anlegg med påvist PD
- v. I utgangpunktet 6 mnd. brakklegging for sjøanlegg med BKD og furunkulose
- vi. Er det naturlig å vurdere krav om brakkleggingstid for anlegg med bakteriesykdommer som systemisk infeksjon *F. psychrophilum* hos regnbueørret og francisellose hos torsk på tilsvarende måte som ved furunkulose og BKD?
- vii. Anbefalt brakkleggingstid for sjøanlegg der det er fisk med påvist «virus y»?

b) Landbaserte karanlegg

- i. Kan minimum 6 ukers brakkleggingstid være en naturlig hovedregel ved smittesnering i landbaserte karanlegg?

ii. Krav til rengjøring, desinfeksjon og brakkleggingskrav til biofilter ved påvisning av listeført sykdom og evt. ved yersiniose?

c) Brakkleggingstid for semi-lukkede sjøanlegg uten påvist listeført sykdom?

2. Desinfeksjon

- Effekt av UV- desinfeksjon på PD ved bruk av store mengder sjøvann i settefiskanlegg?
- Effekt av desinfeksjon ved bruk av sjøvann for midler som primært er fremstilt til fortynning med ferskvann?
- Effekt av desinfeksjon ved lave temperaturer?
- Krav til desinfeksjon/sterilisering av vaskevann for nôtvaskerier med gjenbruk av vaskevann i forbindelse med vask av nøter fra anlegg med påvisning av listeført sykdom?

3. Andre tiltak for smittekontroll ut fra problemstillinger som er kommentert i VKM- rapport 2015:19?

Svar fra Veterinærinstituttet:

FoU knyttet til overlevelse i naturlig vann av virus og bakterier som er patogene for oppdrettsfisk, synes ikke å være et prioritert fagområde hverken nasjonalt eller internasjonalt. Nye resultater av betydning for å vurdere varighet av brakklegging med tanke på overlevelse og infektivitet for fiskepatogener som er listeført i Norge, foreligger bare i begrenset omfang.

Vi er ikke kjent med konkrete eksempler fra felten på at mangelfull brakklegging og/eller desinfeksjon kan ha ført til nysmitte etter innsett av nye populasjoner i oppdrettsinstallasjoner. Hvis dette har skjedd, vil formodentlig Mattilsynet sitt feltapparat være kjent med det, slik at eventuelle erfaringer tas hensyn til ved en revisjon av retningslinjene. Effektive generasjonsskiller kan være viktige med tanke på å hindre oppbygging/utvikling av virulente smittestoff generelt. Dette gjelder særlig spørsmålet om overgangen ILA HPR0 til HPR0-del og videre utvikling til virulent virus. Dette kan også være relevant med tanke på utvikling av nye virulente smittestoff. Effektive generasjonsskiller kan svekkes ved flytting av fisk, brønnbåttransporter og annen kontakt mellom lokaliteter med forskjellige generasjoner.

Våre synspunkter under er i stor grad basert på en oppsummering og samlet vurdering av tidligere resultater og erfaringer.

Til de konkrete spørsmålene

1. Brakklegging

a) Sjøanlegg

Vi mener at betraktningene som Mattilsynet har gitt for landbaserte anlegg i bestillingsbrevet; ”..at valg av metode og praktisk gjennomføring av vask og desinfeksjon er viktigere enn brakkleggingstidens lengde”, også i stor grad gjelder for sjøanlegg.

- Dersom installasjonene i sin helhet kan tas på land for rengjøring og desinfeksjon, så vil sannsynligvis utgangspunktet for sjøanlegg med lokalitet i tilstandsklasse 1 - meget god - være som for landbaserte anlegg. Brakkleggingstid bør imidlertid regnes

fra gjennomført vask og desinfeksjon, da eventuelle smittestoffer som måtte "overleve" vil desimeres mer effektivt etter slike prosedyrer.

- I hvilken grad smittestoffer akkumuleres og bevarer infektivitet i bunnslam og deponier, og om slike smittestoffer vil kunne smitte tilbake til fisk i tilstrekkelige konsentrasjoner, er lite kjent. På den ene sida vil smittestoffer elimineres raskere i et miljø med konkurrerende mikroorganismer, på den andre sida vil de kunne beskyttes dersom de finnes i biologisk materiale som dødfisk, fettansamlinger og biofilm. Gode lokaliteter med liten eller ingen akkumulering av bunnslam, vil etter all sannsynlighet rense seg raskt ved brakklegging, og en minimums brakklegging på to måneder vil etter all sannsynlighet være tilstrekkelig. Imidlertid kan det ved sanering etter listeført sjukdom være ønskelig å benytte hjemmelen for å pålegge lengre brakkleggingstid for mer belastede lokaliteter.
- Villfisk og andre levende organismer vil kunne smittes eller ta opp smittestoffer fra infisert oppdrettsfisk. Ville fisk av mottakelige arter vil kunne smittes i nærheten av oppdrettsanlegg, men det er ikke observasjoner som sannsynliggjør at smitte vil kunne skje etter standard brakklegging.
- En studie med blåskjell og IPN-virus viser at skjellene kan ta opp og skille ut virus med feces opptil sju dager. Lakseyngel er smittet av blåskjell under eksperimentelle betingelser (Molloy et al, 2013). Under forsøksbetingelser synes ILA-virus å bli raskt inaktivert i blåskjell, og smitte tilbake til laks er ikke påvist (Skar & Mortensen, 2007). Tilsvarende studie er gjort med *Francisella noatunensis* fra torsk, og bakterien var i noen grad infektiv ved injeksjon i torsk etter passering i blåskjell, mens kontaktsmitte under eksperimentelle forhold ikke lot seg påvise (Wangen et al, 2012).
- Smittestoffer i de frie vannmasser vil kunne finnes rundt lokaliteter med smittet oppdrettsfisk. Imidlertid vil vannstrøm og fortykning eliminere smitte i vann i løpet av kort tid etter at smitekilden er fjernet.

Som konklusjon for sjøanlegg, så mener vi at to måneder generell brakklegging etter hver produksjonssyklus, samt én måned koordinert brakklegging i koordineringsområde er tilstrekkelig utfra hensynet til smittehygiene generelt, dersom adekvat vask og desinfeksjon av installasjon er gjennomført.

Hovedregelen om seks måneder brakkleggingstid for anlegg med liste 1 og 2 sjukdommer vil i praksis være aktuelt dersom tilfeller med VHS eller IHN skulle oppstå. Utfra alvorlighetsgraden av disse sjukdommene, mener vi at retningslinjene bør beholdes. Faglig sett kan trolig kortere brakklegging vurderes dersom en konkret situasjon skulle oppstå.

Infeksiøs lakseanemi: Unntaket for ILA med tre måneder brakklegging på lokalitetsnivå og to måneder koordinert brakklegging i bekjempelsessone synes å ha fungert godt i konkrete situasjoner (når det er gjennomført i tråd med retningslinjer og forskrifter), og bør opprettholdes. Nyere studier har vist at ILA-virus har kortvarig overlevelse i frie vannmasser (Rimstad et al 2011, Vike et al, 2013, Tapia 2013), men kan opprettholde infektivitet i biologisk materiale som dødfisk mer enn fem døgn (Vike et al, 2014). En svakhet ved disse undersøkelsene av overlevelse i vann er at de er utført i rent vann og ikke under reelle oppdrettsbetingelser.

Pankreassjuka: Erfaringene med to måneder brakklegging av lokalitet etter påvist PD tyder på at dette er tilstrekkelig. Studier av overlevelse av virus i sjøvann, har vist ei halveringstid opptil 7-8 døgn ved temperaturer på 4 - 10 °C, mens viruset har vist infektivitet etter mer enn to måneder i sterilt sjøvann (Graham et al, 2007).

Furunkulose: Vi er ikke kjent med nyere forskning på overlevelse av *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* i miljøet. Det finnes en del sprikende resultater fra tidligere, men de fleste studier har vist en begrenset evne til å overleve i miljøet. Overlevelse virker å være bedre i brakk- og saltvann. De fleste forfattere rapporterer overlevelse av dyrkbar bakterie i maks ca. 25 dager. Overlevelse i en ikke dyrkbar form er mulig. Det er sannsynlig at furunkulosebakterien er endemisk i sjøvann, og sannsynligvis i enkelte vassdrag, i Norge. For eksempel har vi utbrudd fra tid til annen i villaks i elver i Trøndelag, og det har vært tilfeller på oppdrettslaks og rensesk. Imidlertid er oppdrettsfisken gjennomvaksinert med en svært høy grad av beskyttelse, og utbrudd på oppdrettsfisk har nærmest vært eliminert i de siste 20 årene. Vi ser derfor ikke noen gevinst i en forlenget brakklegging utover standarden på to måneder.

Bakteriell nyresjuka: Resultater fra studier av overlevelse av *Renibacterium salmoninarum* i vann og miljø er heller ikke av nyere dato. Tidligere forskning har vist en evne til å overleve i vann på nivå med *A. salmonicida* under optimale forhold (28 dager i sterilisert elvevann). BKD er endemisk med låg prevalens i vill laks. Bakterien er ikke påvist i annen marin fisk. To måneders brakklegging vil sannsynligvis redusere infeksjonsfaren til "bakgrunnsnivå", det er sannsynligvis lite å oppnå med forlenget brakklegging utover dette.

Systemisk infeksjon med *Flavobacterium psychrophilum* hos regnbueørret: Tidligere forskning har vist at *F. psychrophilum* kan dyrkes fra ferskvann etter 300 dager, men var ikke dyrkbar etter ett døgn ved 30‰ sjøvann. Overlevelse i brakkvann med 6‰ var sju døgn. Muligheten for overlevelse i fullstyrke sjøvann er derfor liten, men noe høyere i brakkvann. Med de lokalitetene som hittil har vært rammet av sjukdommen, vil sannsynligvis standard brakklegging på to måneder være adekvat.

Francisellose: Tidligere forskning har vist at det finnes flere "klonale komplekser" av *Francisella noatunensis* som gir francisellose hos torsk, noe som indikerer at sjukdommen ligger endemisk i villtorsk populasjonene, noe som støttes av funn hos vill torsk på 1980-tallet i Den engelsk kanal, og i villfanget torsk i Irland. Det er også vist at *F. noatunensis* har kort overlevelsestid i "naturlig" sjøvann (ikke sterilisert), og de utkonkurreres av miljøbakterier. Bakterien er relativt artsspesifikk for torsk, men den har blitt påvist i moderate mengder (PCR) i noen få individer av andre arter. En betydelig prevalens (13%) er påvist i vill torsk i nærheten av infiserte oppdrettsanlegg, og det kan ikke utelukkes overlevelse i bærerfisk av andre arter. En smittet populasjon av villtorsk utgjør et betydelig smittepress mot oppdrettsfisk. Det er sannsynligvis lite å oppnå med en brakklegging utover standard to måneder.

"Nye sjukdommer": Det er vanskelig å gi konkrete anbefalinger for ei slik samleggruppe sjukdommer. Generelt vil vi tilrå at sjukdommer med sannsynlig smittsom karakter og mulig eksotisk opprinnelse (introdusert til Norge) behandles som liste 1 og liste 2-sjukdommer, med seks måneder brakklegging. Smittsomme sjukdommer med sannsynlig nasjonal opprinnelse bør vurderes individuelt, og sonevis koordinert brakklegging, som omfatter tilstrekkelig stort område, anbefales benyttet der det kan bidra til å bekjempe sjukdommen og hindre videre smittespredning. Varighet av brakklegging bør besluttes utfra kunnskap om overlevelse hos det aktuelle smitteagens, og mulighet for smitte til villfisk og andre organismer/vektorer. Ved manglende kunnskap anbefales en konservativ tilnærming med pålegg av tiltak på nivå med liste 1- og 2-sjukdommer. "Virus Y" er et piscine-orthoreovirus-liknende virus. Her tilrås tiltak på nivå med andre virusinfeksjoner som ikke er særskilt resistente mot inaktivering, som PD eller ILA.

b) Landbaserte karanlegg

Vi er enige i betraktningene som Mattilsynet har gitt for landbaserte anlegg i bestillingsbrevet; "...at valg av metode og praktisk gjennomføring av vask og

desinfeksjon er viktigere enn brakkleggingstidens lengde”. Landbaserte anlegg kan være kompliserte og det er viktig at alle deler av anlegget vaskes godt, også transportsystemene. Vann som blir stående kan være reservoar for uønskede smittestoffer. Seks uker brakklegging etter reingjøring og desinfeksjon bør være adekvat i tilfeller der det er bakterier som vi vet danner biofilm slik som yersinia. Dersom alle deler av anlegget er reingjort i logisk rekkefølge og det eventuelt foreligger dokumentasjon på at det er sannsynlig at anlegget er reint, kan kravet til seks uker brakklegging fravikes.

Resirkuleringsanlegg (RAS) - biofilter: Vi ser ingen grunn til å kreve desinfeksjon av biofilter som fungerer godt, dersom det ikke har vært sjukdom i foregående populasjon. Et velfungerende biofilter kan i seg selv være en barriere mot opportunistiske bakterier. En etablert normalflora i biofilteret kan representere et ugunstig miljø for introduserte patogene agens. Det er vist i forsøk at overlevelse av blant annet en del fiskepatogene virus er langt dårligere i miljø med tilstedeværelse av normalflora. Men biofilmen kan også beskytte patogener og slik gjøre det vanskelig å bli kvitt dem og slik kan de bli liggende å ulme i anlegget.

Ved utbrudd av listeført sjukdom som ILA, BKD, og *F. psychrophilum* vil det være faglig riktig å kreve sanering med fullstendig desinfeksjon og brakklegging av hele anlegget inkludert biofilter, eller dersom det er tilfredsstillende hygieniske skiller mellom avdelingene, avdelingsvis vasking, desinfeksjon og brakklegging. Det samme bør vurderes dersom det påvises annen spesifikk, smittsom sjukdom i anlegget, feks yersiniose. Det må legges til at det er indikasjoner på at det finnes yersinapopulasjoner som aldri har gitt utbrudd av yersiniose. Så lenge vi ikke vet og hvordan yersinia bakterien kommer inn i anlegget, bør ikke en yersinia påvisning automatisk føre til krav om brakklegging av anlegg.

Et velfungerende biofilter er av grunnleggende betydning i RAS. Prosessen med å etablere en robust biofilm tar tid og kan være noe uforutsigbar. Likevel vil det være riktig å tilstrebe at framtidens RAS bygges med tanke på å være mer fleksible når det gjelder gjennomføring av rutinemessig desinfeksjon av hele anlegget, inkludert biofilteret. Det vil kunne forebygge sjukdomsutbrudd når smittestoff er kommet inn i anlegget, men ikke har fått tid til å bygge seg opp i systemet. Nylig har Veterinærinstituttet påvist ILAV-HPR0 i et RAS settefiskanlegg, som seinere fikk påvist et nært beslektet ILAV, HPR deletert variant. Om det er forhold ved RAS som øker muligheten for en delesjon, vet vi ikke.

c) Brakkleggingstid for semi-lukkede sjøanlegg uten påvist listeført sykdom?

Når semilukkede anlegg drives som tradisjonelle merdanlegg med direkte utslipp av fast avfall, så mener vi at to måneder generell brakklegging etter hver produksjonsyklus, samt én måned koordinert brakklegging i koordineringsområdet også må gjelde for dem. Dette forutsetter at det er mulig å gjennomføre en adekvat reingjøring og desinfeksjon av installasjonene. Om dette ikke er gjennomførbart kan det bli aktuelt med en lengre brakkleggingsperiode. Dersom landsetting eller heving av installasjonene for vask og desinfeksjon gjennomføres og fast avfall samles opp og fjernes gjennom hele produksjonsperioden, bør kortere brakkleggingstid kunne vurderes utfra lokal sjukdomssituasjon.

2. Desinfeksjon

Vurdering av effekt av UV-desinfeksjon for inaktivering av PD-virus ved bruk av store mengder sjøvann i settefiskanlegg: Det gis en oppsummering av dagens kunnskap. Forskrift 1997-02-20 nr 192 stiller krav til desinfeksjon av inntaksvann til og avløpsvann fra akvakulturrelatert virksomhet, hvor metoden er vist å gi 99,9% inaktivering av ILA-

virus. Kjemisk felling og UV-bestråling med UV-dose ≥ 25 mWs/cm² (mJ/cm²) er godkjent metode.

ILA-virus er 99,9 % inaktivert ved UV-dose 7,5 mJ/cm². *Nodavirus* og IPN-virus er 99,9 % inaktivert ved henholdsvis 104 og 246 mJ/cm² (Liltved et al, 2006). Angående inaktivering av PD-virus finnes det ikke dokumentasjon, men på bakgrunn av det vi vet om virkningsmekanismene ved UV-bestråling, kan vi likevel anta at PD-viruset vil bli inaktivert ved UV-dose ≥ 25 mWs/cm². Forventet effekt av UV mot PD baserer seg på kunnskap om hvordan UV virker på forskjellige virustyper avhengig av virusmorfologi, størrelse, genom osv. Basert på virion-egenskaper hos *Salmonid alphavirus* antar vi at dette viruset ikke er veldig motstandsdyktig mot UV. Det ligger sannsynligvis nærmere ILAV enn *Nodavirus* og IPNV. UV-dose på 25mWs/cm² er en minimumsdose, og dersom praktisk mulig bør den økes.

Pågående MAROFF prosjekt (Utvikling og optimalisering av norske rensesystemer for fiske-transportvann basert på UV-teknologi) har fokus på å videreutvikle UV-teknologien ved å kombinere den med andre desinfiseringsmetoder. Målet er å øke effekten av den etterfølgende UV-behandlingen. Laboratorieforsøk vil gjennomføres for å studere effekten på fiskepatogener av UV- teknologi (lav og medium trykk lamper), kombinert med filtrering, kavitasjon, klorinering og/eller ozoneringsteknologi. De første resultatene fra MAROFF ventes om kort tid, mens prosjektet skal avsluttes i løpet av 2018.

Det finnes en rekke publiserte studier om sensitivitet av ulike patogener til ulike desinfiseringsmetoder basert på UV, klorinering og/eller ozonering, men lite med reelle vannmengder og vannkvalitet, og ingen studier med PD-virus. MAROFF-prosjektet skal bidra til å gi svar på hvilke desinfiseringsmetoder og kombinasjon, og hvilke doser som skal til for å inaktivere de mest hardføre fiskepatogener under naturlige betingelser, uten å danne miljøskadelige kjemikalierester og biprodukter med negativ påvirkning på fiskevelferd og -helse.

Prosjektet vil kartlegge hvilke vannkvaliteter renseteknologiene må kunne håndtere, inkludert "worst- case".

Vurdering av effekt av desinfeksjon ved bruk av sjøvann for midler som primært er fremstilt til fortykning med ferskvann, og ved ulike temperaturer: Dagens kunnskap tilsier at desinfeksjonsmidler kan ha annen effekt når de brukes i sjøvann sammenlignet med ferskvann. Alle tekniske desinfeksjonsmidler som er godkjent iht godkjenningsordningen som Statens Legemiddelverk administrerer, er dokumentert ved fortykning i sjøvann, og i tillegg ved låg temperatur. De er riktignok testet mot IPNV som resistent "indikator", og de antas derfor å være effektivt mot ILAV også. Videre er metoder for desinfeksjon av avløpsvann dokumentert med sjøvann eller sjøvannsblandinger som medium. Disse metodene er også testet ved låg temperatur og høy organisk belastning.

I UK/Skottland er det for flere år siden gjort et grundig arbeid for å evaluere desinfeksjonsmidler. De testet effekten ved lav temperatur og høy organisk belastning med standardisert protokoll. Det er usikkert om de brukte sjøvann, og om ILAV var en del av testbatteriet.

Vurdering av krav til desinfeksjon/sterilisering av vaskevann for nôtvaskerier med gjenbruk av vaskevann i forbindelse med vask av nøter fra anlegg med påvisning av listeført sykdom:

Ved vurdering av desinfeksjon / sterilisering av vaskevann fra notvaskeri, så bør man vite hvilken vannkvalitet det er snakk om. Dette vannet inneholder trolig både partikler, fett og annet biologisk materiale som kan beskytte fiskepatogene agens mot virkning av desinfeksjonsmidler. Det kan også tenkes at vaskevannet inneholder forbindelser som påvirker effekten av desinfeksjonsmidler, avhengig av opprinnelig sammensetning av vaskevannet som nevnt, men også evt rester av impregneringsmidler, og evt innhold av kjemikalier fra mulige forbehandlingstrinn. Den beste tilnærmingen til en anbefaling er at en bruker desinfeksjonsmetoder som er godkjent for desinfeksjon av avløpsvann fra slakterier, da dette er metoder som har effekt selv under høy organisk belastning og låge temperaturer.

3. Andre tiltak for smittekontroll ut fra problemstillinger som er kommentert i VKM- rapport 2015:19

Kunnskapsmangler er naturlig nok årsaken til at det går lang tid fra det første tilfellet av nye sykdommer diagnostiseres og til listeføring kan bestemmes. Siden tidsfaktoren er viktig for å unngå spredning av nye infeksjose sykdommer, bør eksperimentelle undersøkelser komme i gang raskt etter at det er oppstått en mistanke. Samtidig må det legges stor vekt feltobservasjoner og epidemiologiske studier. Dette kommer tydelig fram i VKM-rapporten som vurderer faktorene som er relevante for listeføring av sykdommer hos akvatiske organismer. Dette er selvfølgelig ressurskrevende, men ikke nødvendigvis mer ressurskrevende om det gjøres umiddelbart enn på et seinere tidspunkt. Det vil være en fordel om tiltak mot smittsomme sykdommer blir satt i gang på et tidlig tidspunkt før spredningen har pågått i lengre tid. Dette er viktig både med tanke på dyrevelferd, risiko for smitte til ville populasjoner og sannsynligvis også økonomiske forhold.

Konklusjoner og FoU behov

Vi har ikke nødvendig kunnskap om de ulike fiskepatogeners overlevelse og infektivitet i vann og bunnslam, derfor er det ikke faglig grunnlag for å sette eksakte brakkleggingsperioder for de ulike agens i sjøanlegg enten det gjelder tradisjonelle merdanlegg eller semilukkede.

Semilukkede anlegg kan betraktes som landanlegg dersom det er mulig å landsette installasjonene eller det finnes hevemekanismer slik at de kan tømmes for vann og reingjøres samtidig som fast avfall samles opp i hele produksjonsperioden

For landanlegg, bør utformingen av anlegget og gjennomføring av vaske- og desinfeksjonsprosessen legges til grunn for kravet til brakkleggingsperiode.

Med dagens kunnskap er det ikke ønskelig å redusere brakklegging fra to måneder på lokalitetsnivå, og en måned koordinert i området i tradisjonelle merdanlegg av hensyn til restitusjon av området med tanke på andre miljøpåvirkninger.

Det er behov for enkle metoder for påvisning av fiskepatogener i biofilm både for å holde kontroll spesielt med biofilteret i RAS, men også for andre anleggstyper for å kunne dokumentere tilstrekkelig vask og desinfeksjon. Resultater fra slike undersøkelser vil være nyttige ved vurdering av brakkleggingstid.

Med vennlig hilsen
Veterinærinstituttet

Jorun Jarp
avdelingsdirektør

Brit Tørud
fagansvarlig fiskehelse

Dokumentet er elektronisk signert og har derfor ikke håndskrevne signaturer

Referanser

Graham et al (2007): Biophysical properties of salmonid alphaviruses: influence of temperature and pH on virus survival. *Journal of Fish Diseases*: 30 (9); 533-543.

Liltved et al (2006): High resistance of fish pathogenic viruses to UV irradiation and ozonated seawater. *Aquacultural Engineering*: 34 (2); 72-82

Molloy et al (2013): Experimental transmission of infectious pancreatic necrosis virus from the blue mussel, *Mytilus edulis*, to cohabitating Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Applied and Environmental Microbiology*: 79 (19); 5882-5890.

Rimstad E et al (2011): Infectious Salmon Anaemia. In: Woo PTK, Bruno DW (Eds.), *Fish Diseases and Disorders, Volume 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections*, 2nd Edition. CAB International 2011, pp. 143-165.

Skar & Mortensen (2007): Fate of infectious salmon anaemia virus (ISAV) in experimentally challenged blue mussels *Mytilus edulis*. *Diseases of Aquatic Organisms*: 74 (1); 1-6.

Tapia 2013, *EAFP Bull*, 33(1); 3.

Vike et al (2013): Infectious salmon anemia (ISA) virus: Infectivity in seawater under different physical conditions. *Journal of Aquatic Animal Health*: 26 (1); 33-42.

Vike et al (2014): Release and survival of infectious salmon anaemia (ISA) virus during decomposition of Atlantic salmon (*Salmo salar* L). *Aquaculture*: 420; 119-125.

Wangen et al (2012): Fate of *Francisella noatunensis*, a pathogen of Atlantic cod *Gadus morhua*, in blue mussels *Mytilus edulis*. *Diseases of Aquatic Organisms*: 98 (1); 63-72.