



Copyright: Norges sjømatråd / Foto: Johan Wildhagen

RESULTATER FRA AVSLUTTEDE FHF- PROSJEKTER: 3. KVARTAL 2018

HAVBRUK

FHF har i snitt mer enn 150 pågående FoU-prosjekter i året og i denne oversikten vil man finne en kortfattet beskrivelse av hva som er hovedresultatene fra prosjektene innen *havbruk*.

Hensikten med denne oversikten er å lette tilgjengelighet til prosjektene og ikke minst resultatene, og derved bidra til økt konkret nytte av dem for næringen. Overskriftene har klikkbare lenker til prosjektsidene for ytterligere informasjon. Oversiktene finnes samlet på <https://www.fhf.no/om-fhf/resultater-fra-avsluttede-prosjekter>.

Prosjekter innen alle fagområder i 2018 (2017-tall i parentes)

	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal	
Avsluttede	29 (30)	24 (26)	15 (20)	(12)	Totalt: 68 (88)
Oppstartede	26 (35)	14 (24)	15 (23)	(34)	Totalt: 55 (116)
Pågående	186 (199)	181 (190)	195 (168)	(191)	Snitt: 187 (187)

Innhold

Havbruk

Havbruk og miljø

900871	Evaluation of the maximum limits for selenium in Atlantic salmon feeds / Evaluering av øvre grenseverdier av selen i laksefôr	2
901289	Dokumentasjon av effektivitet av alternative metoder for begreingskontroll (ALLEGRO) .	3
901411	Strategi Lakselus 2017: Utvikling av standardisert tellemetodikk og beregning av luseforekomst	5
901424	Strategi Lakselus 2017: Re-estimering av populasjonsmodell for lakselus basert på data fra Rogaland	7
901442	Analyse av landbasert oppdrett av laks: Produksjon, økonomi og risiko	8
901454	Strategi Lakselus 2017: Validering av Blue Lice-systemet som en forebyggende metode mot lakselus gjennom en kombinasjon av tiltrekningsfaktorer og design av feller	10

Fiskehelse og fiskevelferd

901005	Strategier for å begrense spredning av PD mellom sjølokaliteter med oppdrettet laksefisk: Smittebegrensende driftsopplegg med basis i vanntransport og utbruddsrisiko	12
901053	Isolering og karakterisering av <i>Paramoeba perurans</i> med vekt på fenotypisk og genetisk karakterisering av utvalgte kloner fra laks og andre verter	14

Kvalitet

901221	Avklaring av PRV-viruset sin rolle i utvikling av røde og mørke flekker i laksefilet	16
901341	Validering av optimale mikronæringsstoffnivå i laksefôr (ASSESSFEED)	17

Fellesområder

901318	Smitte mellom oppdrettsfisk og villfisk: Kunnskapsstatus og risikovurdering	18
--------	---	----

900871 Evaluation of the maximum limits for selenium in Atlantic salmon feeds / Evaluering av øvre grenseverdier av selen i laksefôr

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.03.2013
Prosjektleder	Robin Ørnsrud	Slutt	01.07.2018
Ansv. organisasjon	Havforskningsinstituttet		

Resultatmål

Å gi kunnskap om de øvre grensene for selen i atlantisk laks fôret.

Forventet nytteverdi

Øvre grenseverdier blir etablert i EU som en prosess mellom risikovurdering og håndtering. Det nåværende prosjektet skal levere kunnskap som trengs til risikovurdering av Se i laksefôr. Et prosjekt som dette kan selvsagt ikke etablere nye grenseverdier eller tillate høyere tilsetningsnivåer av Se i laksefôr, men gir en basis for å re-evaluere øvre grenseverdier i laksefôr.

Den nåværende øvre grenseverdi for Se i laksefôr begrenser handlingsrommet i forhold til å erstatte marine fôrråvarer med alternative råvarer som har naturlige lavere nivåer av Se. Prosjektet vil eventuelt gi grunnlag for å tilsette Se til erstatningsfôr for å opprettholde naturlige nivåer av Se som er viktig for en sterk og robust laks.

Hovedfunn

Hovedfunn oversatt fra engelsk av FHF

- Analysemetoder for organiske og uorganiske former av selenium (Se) i fôr og muskel ble etablert.
- Toksisk virkemåte og toleransedoser av uorganisk og organisk Se i atlantisk laks ble foreslått.
- En matematisk fôr-til-filet-overføringsmodell for uorganisk og organisk Se til laksefilet ble beskrevet.
- Basert på fôr-til-filet-overføringsmodellen og en tidligere EFSA-risikovurdering av Se-supplering av fôr til matproduserende landdyr:
 - Supplering av dyrefôr med 0,2 mg/kg uorganisk Se er sannsynligvis trygt for de mest sensitive konsumentene (småbarn).
 - Supplering av fôr til dyr inkludert laks med 0,2 mg/kg organisk Se ville gitt et Se-inntak som er høyere (14 %–19 %) enn den øvre grense for inntak hos småbarn.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Nytteverdien av resultatene er at det nå vil være mulig å foreta en risikovurdering av tilsetning av selen i laksefôr med basis i vitenskapelige studier, noe som tidligere ikke har vært tilgjengelig for laks.

Formidlingsplan

Resultater fra prosjektet blir publisert i internasjonale vitenskapelige journaler som er den eneste form for informasjon som blir brukt av internasjonale risikovurderingsorganer som European Food Safety Authorities (EFSA). I tillegg blir det publisert en åpen rapport og arrangert et arbeidsseminar (workshop) for fôrprodusenter om øvre grenseverdier for selen i laksefôr.

901289 Dokumentasjon av effektivitet av alternative metoder for begroingskontroll (ALLEGRO)

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.12.2016
Prosjektleder	Nina Blöcher	Slutt	30.09.2018
Ansv. organisasjon	SINTEF Ocean AS		

Resultatmål

Å dokumentere effektiviteten av alternative metoder for begroingskontroll.

Forventet nytteverdi

Nytten av arbeidet som blir gjennomført i prosjektet vil for næringen være betydelig, og markere et skift i tankegodset relatert til håndtering av begroing. Per i dag er det veldig få produsenter som lar produktene sine bli evaluert av uavhengige institusjoner, og som gjør resultatene offentlig tilgjengelige overfor potensielle kunder. Beslutninger til kunden støttes vanligvis mest på utsagn fra produsenten eller erfaringer fra kollegaer, noe som medfører manglende objektivitet, siden ytelsen til impregneringer er avhengig av mange biotiske og abiotiske faktorer som er forskjellige fra anlegg til anlegg.

De impregneringsleverandørene som kan framlegge en vitenskapelig dokumentasjon på produkters prestasjoner, vil styrke sin profil som seriøs og profesjonell leverandør i markedet. Dette kan føre til at også skeptiske kunder tør å prøve nye impregneringer. Nyten vil videre komme i form av at det vil være kunnskap som kan brukes for å gi næringen anbefalinger om mønsterpraksis ("best practice") for begroingskontroll.

Ved å tilby en uavhengig dokumentasjon av ytelsen til forskjellige antibegroingsmidler, får kunder mulighet til å basere valg av midler på vitenskapelige resultater, noe som øker sjansen for å få et middel som faktisk virker. Hvis dokumentasjonen viser et produkt som fungerer like bra som kobberimpregnering, kan dette føre til at flere oppdrettere velger å slutte med bruk av kobberimpregnerte nøter. Dette vil øke miljøvennligheten og bærekraften for hele næringen.

I tillegg vil et bytte til kobberfrie nøter, som følge av prosjektets resultater, føre til:

- Mindre kobberforurensning av havet.
- Reduksjon av risiko for fiskehelse relatert til hyppig vasking, som f.eks. inkluderer kontakt ved groeorganismer som fører til gjelleirritasjoner eller smitte med patogener i begroingen.
- Reduksjon av rømming ved redusert vaskehypighet som kan skade notlin.
- Flere anlegg med ASC-sertifisering, som igjen vil medvirke til en mer positiv offentlig oppfatning av næringen.

En pålitelig beskyttelse av sensorer vil f.eks. tillate lengre vedlikeholdsintervaller på impregnerte overflater. Dette vil støtte utsetting og bruk av instrumenter på lokaliteter som ligger lengre ut fra land, eller som er mer vær-eksponert, og som gir tilgang til nye arealer.

Hovedfunn

- Av de seks nye notimpregneringer som ble testet, var det ett biocidholdig produkt som presterte like bra som en kommersiell kobberimpregnering.
- Alle de andre testede impregneringene fungerte dårligere enn kobberkontrollen, ved at de enten ble begrodd tidligere, tiltrakk seg mer groe, eller begge deler.
- Ved testing av selvklebende antigroefilm for bruk på glatte overflater som sensorer viste film med innlagt kobberpartikler seg som et godt alternativ til kobbertape brukt i dag. Filmene viser i tillegg potensial for lengre levetid enn kobbertapen.

FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Resultatene viser at det er vanskelig å finne frem til miljøvennlige og effektive alternativer til kobberbasert notimpregnering. Kobber i seg selv er ikke en miljøgift, men et essensielt næringsstoff for alt levende liv. Hvis konsentrasjonen i miljøet blir for høy kan det likevel føre til uønskede miljøeffekter, derfor er det et nasjonalt mål å redusere utslipp av kobber til marint miljø. Når impregnerte nøter vaskes på land blir derfor avløpsvannet rensert, og en stor andel av det kobberet som opprinnelig ble påført nøtene ved impregneringen blir samlet opp og kan gjenvinnes. Mens nøtene står i sjøen er utfordringen at redusert kobberinnhold oftest ser ut til å gi dårligere effekt og mer begroing, mer begroing betyr hyppigere behov for rengjøring, økt stresspåvirkning på fisken, og mulighet for økt utslipp også av kobber. Alternativer der ulike godkjente biocider benyttes alene eller sammen med kobber ser i henhold til resultatene fra dette prosjektet heller ikke ut til å gi fullgod effekt på begroingshindring. Selv om disse forsøkene ble gjennomført bare på en lokalitet, og resultatene kunne blitt noe annerledes andre steder langs kysten, er det sett i lys av erfaringer i næringen og andre tidligere studier lite sannsynlig at det er mulig å finne impregneringsmidler som gir fullgod beskyttelse mot marin begroing. For å kunne sikre en fremtidig begroingskontroll som er mer effektiv enn de metodene som benyttes i dag, og samtidig unngå uønsket utslipp av kobber og/eller biocider, bør kunnskapsgrunnlag for utvikling av andre løsninger prioriteres.

Formidlingsplan

Vitenskapelig formidling skjer ved publisering av prosjektets resultater i en artikkel i et tidsskrift med fagfelleevaluering, primært *Biofouling*, alternativt *Aquaculture* eller *Aquaculture Environment Interaction*.

Populærvitenskapelig formidling vil publiseres i en artikkel i *Norsk Fiskeoppdrett*, som sammenfatter prosjektets hovedresultater, samt underveis omtale av prosjektet på nettstedene som intrafish.no, kyst.no og ilaks.no.

Prosjektresultater vil også formidles gjennom presentasjoner på seminar eller konferanser i regi av FHF, TEKMAR og [European Aquaculture Society \(EAS\)](http://EuropeanAquacultureSociety.org).

901411 Strategi Lakselus 2017: Utvikling av standardisert tellemetodikk og beregning av luseforekomst

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	20.09.2017
Prosjektleder	Bengt Finstad	Slutt	01.07.2018
Ansv. organisasjon	Norsk institutt for naturforskning (NINA)		

Resultatmål

Å etablere en standardisert metode for lusetelling, samt en håndteringsstrategi for telleusikkerhet.

Forventet nytteverdi

Korrekte og etterprøvbare data på lusepåslag er viktig for å optimalisere driften, redusere miljøpåvirkninger, samt for framtidig vekst i oppdrettsnæringen. En beste praksis for lusetelling vil gi næringen en standardisert og forskningsbasert metode for å telle lus som vil sikre at de estimerte lusepåslagene er representative og mer nøyaktige.

Hovedfunn

- Oppdretts- og fiskehelseselskapene gjennomfører generelt selve lusetellingene på en gjennomtenkt og systematisk måte. Registreringen og innrapporteringen utføres imidlertid ulikt, noe som kan gjøre det vanskelig å direkte sammenlikne luseforekomst mellom lokaliteter og produksjonsområder.
- Dersom registreringene gjøres slik at all lus blir registrert på den fisken den ble funnet på, og lus fra karet blir registrert slik at de er sporbare i datamaterialet, vil selskapenes egne lusetall bli et sterkere verktøy for å løse utfordringer knyttet til lakselus.
- Resultatene fra feltstudiet viser at telling og klassifisering av lus på merdkanten kan gjøres presist av godt trent mannskap under optimale værforhold og ved relativt lave forekomster av lus.
- Det kan med fordel lages en bedre og felles opplæringsprosedyre for personell som skal gjennomføre lusetellinger, og det bør bli lik forståelse for hvilke fisk som skal undersøkes og hvor i merden de skal samles inn fra.
- Det finnes mange potensielle kilder til usikkerhet ved estimering av lus i lakseanlegg, hvor den største kilden til usikkerhet trolig er at det ikke telles lus på et tilstrekkelig høyt antall fisk. Med et relativt lite utvalg fra en skjev fordeling må nødvendigvis presisjonen i de estimerte luseforekomstene bli begrenset, og alltid være beheftet med en viss statistisk usikkerhet.
- Det er evaluert et enkelt handlingsregelsystem, med utgangspunkt i antallet fisk som skal telles pr merd i henhold til dagen regelverk, for hvordan en kan bruke flere lusetellinger på rad til å minimere sjansen for feilaktig å konkludere med en overskridelse av lusegrensen ("falsk alarm"). Det er imidlertid viktig å være klar over at et slikt system samtidig vil øke sjansen for feilaktig å konkludere med at grensen ikke er overskredet, når den i virkeligheten er det ("falsk frikjenning").
- Det er foreslått en tilnærming for beregning av det reelle utslippet av infektive lakseluslarver fra oppdrettsanlegg der lakselusas biologi og vanntemperaturen er hensyntatt. Denne tilnærmingen vil være bedre egnet for å vurdere effekten av forekomst av lus i anlegg på ville laksefiskbestander enn dagens prosedyre med kun rapportering av antallet kjønnsmoden hunnlus.
- Det er svært viktig at man kjenner til de statistiske egenskapene (usikkerhet og systematiske feil) til de aktuelle metodene som brukes til å estimere forekomst av lus i lakseanlegg, og hvordan

telleresultatene påvirkes av forhold under tellingen, for å kunne foreta en kvalifisert vurdering av telleresultatene, samt sammenlikne disse på lokalt, regionalt og nasjonalt nivå. En standardisert prosedyre for telling av lus kan da omfatte et harmonisert sett med metoder som brukes under definerte betingelser.

FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Nøyaktig telling og registrering av lakselus er svært viktig for til enhver tid å ha god oversikt over status og utvikling av lus i anleggene. Prosjektet har gitt økt systematisk innsikt i utfordringene med nøyaktig registrering av lakselus, og bidrar med kunnskap som både næring og forvaltning bør dra nytte av for mest mulig proaktiv strategi for forebygging og kontroll av lakselus. At resultatene også synliggjør den statistiske usikkerheten for både over- og underestimering av lusetall, og foreslår mulige tiltak for å håndtere denne usikkerheten, vurderes som svært nyttig.

Formidlingsplan

Resultatene skal formidles i form av to sluttrapporter og en illustrert fremstilling av standardisert praksis for lusetelling. Det vil også skrives en vitenskapelig artikkel om standardisering av lusetellemetoder og håndteringsstrategier for usikkerhet i telleresultat. I tillegg vil resultatene formidles i form av presentasjoner på seminarer/samlinger der næringen er representert.

901424 Strategi Lakselus 2017: Re-estimering av populasjonsmodell for lakselus basert på data fra Rogaland

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.07.2017
Prosjektleder	Magne Aldrin	Slutt	30.06.2018
Ansv. organisasjon	Norsk Regnesentral		

Resultatmål

Å re-estimere populasjonsmodellen for lakselus som er laget og ferdigstilt våren 2017 i prosjektet "Populasjonsmodell for lakselus på merd og lokalitetsnivå: Videreutvikling av styringsverktøy for kontroll med lakselus i oppdrett" ([FHF-900970](#)). Dette skal gjøres av Norsk Regnesentral (NR) med bistand fra Veterinærinstituttet (VI) ved bruk av data fra oppdrettsanlegg i Rogalandsregionen.

Forventet nytteverdi

Hovedresultatet vil være en oppdatert versjon av modellen slik at den kan brukes til scenariosimulering og lusevarsling/prognoser, men også til andre framtidige oppgaver.

Hovedfunn

- Termisk behandling gir i gjennomsnitt en dødelighet på 71 % for pre-adulte og adulte lus (95 % usikkerhetsintervall 64–76 %).
- Mekanisk behandling (spyling og børsting) gir i gjennomsnitt en dødelighet på 55 % for pre-adulte og adulte lus (95 % usikkerhetsintervall 32–76 %).
- Ferskvannsbehandling gir i gjennomsnitt en dødelighet på 64 % for pre-adulte og adulte lus (95 % usikkerhetsintervall 37–84 %).
- Medikamentelle behandlinger har fortsatt effekt, men den er lavere enn før.
- Man har estimert at ved en sjøtemperatur på 10 °C er median utviklingstid fra chalimus til pre-adult så vel som fra pre-adult til adult omkring 14 dager. Dette er i samsvar med andre undersøkelser.
- Lavere salinitet gir lavere smittepress, som i prosjektets modellrammeverk er håndtert som at lavere salinitet gir økt dødelighet for lus i larvestadiene.
- Leppefisk gir økt dødelighet av lus på fisken, særlig ved relativt lave lusenivåer. Man har imidlertid ikke funnet nevneverdig effekt av rognkjeks i disse dataene fra Rogaland. Dette er ikke i samsvar med generell kunnskap, og i sluttrapporten (kap. 4.1) diskuteres mulige årsaker til dette resultatet.

FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Modellverktøyet har allerede vist seg som et nyttig verktøy for å simulere frem ulike scenarier når det gjelder utvikling av lakselus og iverksetting av ulike tiltak. Selv om det fremdeles må håndteres av forskerne, vil det kunne benyttes til å simulere effekter av ulike aktive strategiske valg som næringsaktører kan ta i bruk. Dette vil i første omgang bli benyttet i Rogaland i et eget prosjekt, "Strategi Lakselus 2017: Enhetlig proaktiv lusestrategi Rogaland" ([FHF-901414](#)).

Formidlingsplan

Resultatene publiseres som egen rapport, men hovedformidlingen vil skje i form av utnyttelse av den oppgraderte modellen i arbeid med demonstrasjon av en proaktiv, enhetlig lusestrategi i en region.

901442 Analyse av landbasert oppdrett av laks: Produksjon, økonomi og risiko

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.10.2017
Prosjektleder	Trond Bjørndal	Slutt	15.10.2018
Ansv. organisasjon	NTNU i Ålesund		

Resultatmål

Å gi oversikt over:

- mulige konsekvenser av å flytte eksisterende og framtidig produksjon av laks til lukkede landbaserte system.
- mulige konsekvenser av utbygging av kapasitet for storsmoltproduksjon til lukkede landbaserte system og semilukkede flytende system.

Forventet nytteverdi

Resultatene skal gi et faglig grunnlag til debatten om oppdrett i lukkede system og framtidig utvikling av næringen.

Hovedfunn

- Det er mangel på dokumenterte data for produksjon av laks på land, og erfaringsgrunnlaget er førebels spreidd på få internasjonale produsentar med relativt kort historikk.
- Ved ein anleggsstorleik på 10 000 tonn per år vil ein full overgang av dagens produksjon av matfisk (1,3 mill. tonn) til landbasert RAS-verksemd ha fylgjande konsekvensar: 130 anlegg, arealbehov på land – 11 700 mål, arealbehov i sjø – 4 238 kvadratkilometer, vassforbruk – 0,520 milliardar kubikkmeter/år, energiforbruk – 7,8 TWh, slamproduksjon – 238 233 tonn (90 % tørrstoff) og klimaspor – 5,1 kg karbondioksid-ekvivalenter per kg.
- Kostnadsanalysen har som føremål å analysere om landbasert oppdrett kan vere konkurransedyktig i marknaden. Produksjonskostnad er estimert til kr 43,60 per kg, monaleg meir enn i sjøbasert oppdrett (kr 30,60). Produksjonskostnaden er mest sensitiv til endringar i svinn og kapasitetsutnytting.
- Risiko innan landbasert oppdrett er stor. Tiltak for å redusere risiko vil innebære større investeringar og høgare produksjonskostnader.
- Ved overføring av dagens produksjon av settefisk (340 mill. stk.), med all fisk produsert med ei snittvekt på 0,5 kg i RAS-anlegg med årleg kapasitet på 3 000 tonn, vil det vere behov for 57 RAS-anlegg med eit estimert totalt arealbehov på land på 612 mål, eit arealbehov i sjø på 1 148 kvadratkilometer, totalt vassforbruk på 68 millioner kubikkmeter/år, energiforbruk på 0,5 TWh og eit klimaspor på 4,1 kg karbondioksid-ekvivalentar per kg smolt selt. Slamproduksjon 28 050 tonn med 90 % tørrstoff.
- For påvekst av 100-grams smolt er produksjonskostnaden for rund fisk estimert til kr 28,00/kg ved inga avlusing. Ved 10 behandlingar aukar dette til kr 33,80. For 1000 g settefisk er produksjonskostnad utan avlusing kr 30,80/kg og kr 32,40 ved to avlusingar.
- For lukka merdanlegg med full syklus vert produksjonskostnaden på kr. 37,90/kg som neppe er økonomisk. Ein må difor vurdere andre produksjonsmodellar ved denne typen anlegg.

- Av tekniske og biologiske risikofaktorer i RAS vert vedvarande utfordringar knytta til handtering av hydrogensulfid-problematikk, risiko for tidleg kjønsmotning, samt realisering av planlagt vekstkurve for fisk over 1,5 kg framheva.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet bidrar med kunnskap og ulike scenarier for hel eller delvis overgang til eller økt bruk av ulike lukkede og/eller landbaserte anleggskonsept for produksjon av laks. Selv om det er mange forutsetninger som ligger til grunn for de enkelte analysene, og disse vil kunne endres over tid, vil resultatene være nyttige i ulike diskusjoner om denne typen teknologier og anlegg.

Formidlingsplan

Resultatene vil formidles gjennom åpent tilgjengelige rapporter, samt på faglige konferanser som blant andre [Aquaculture Europe](#) 2018.

Det vil også legges opp til at resultatene kan presenteres som bakgrunn for ulike seminar og debatter om utvikling av norsk havbruksnæring.

901454 Strategi Lakselus 2017: Validering av Blue Lice-systemet som en forebyggende metode mot lakselus gjennom en kombinasjon av tiltrekningsfaktorer og design av feller

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	06.11.2017
Prosjektleder	Karoline Sjødal Olsen	Slutt	01.09.2018
Ansv. organisasjon	Blue Lice AS		

Resultatmål

Å validere Blue Lice sin forebyggende metode mot lakselus basert på en kombinasjon av tiltrekningsfaktorer og egenutviklede feller ved et operasjonelt oppdrettsanlegg.

Forventet nytteverdi

Blue Lice sin metode søker å bidra til økt lønnsomhet ved å begrense antall avlusninger (reduere kostnader) og adressere biologiske begrensninger for vekst i produksjonen (økte inntekter).

Fellene har lave fabrikkasjonskostnader og tiltrekningsfaktorer som er lett tilgjengelige. Det passive systemet gjør at man unngår håndtering av fisk med påfølgende stress og påvirkning på fiskevelferd. Bedret kontroll av lakselus og redusert tap av biomasse vil ha positiv effekt både på produktkvalitet og produksjonskapasitet. Fellene er enkle å ta i bruk (installere, tømme), og systemet har ingen påvirkning på daglig drift.

Denne preventive metoden har til hensikt å fange lakselus før den får gjort skade på fisk skiller seg vesentlig fra reaktive metoder (behandling) med tanke på miljøeffekt. Sammenlignet med biologiske tiltak unngår man også potensielle langsiktige konsekvenser knyttet til motstandsdyktige lakselus, resistensdrivende medisinbruk eller problematikk knyttet til genmodifiserte organismer.

Hovedfunn

- DNA-analyser av innholdet i lusefellene viste liten forekomst av lakseluslarver. Ved kvantifisering av resultatene til planktonpumpene har det trolig vært rundt 20 kopepoditter per 100 kubikkmeter vann i forsøksmerden.
- Lusefellene, som Blue Lice har under utvikling, fungerte ikke optimalt under feltforsøket. Frigjøringen av luktstoffet (et såkalt kairomon), som skal virke tiltrekkende på kopepodittene, ble ikke frigjort i like stor grad som ønskelig. Lyset, som også virker tiltrekkende på kopepodittene, fungerte ikke like godt i alle de aktive lusefellene.
- Resultatet kan indikere at lusefellene ikke tiltrekker seg lakseluslarver i vesentlig grad. Men, i og med at lusefellenes to stimuli (luktt og lys) ikke fungerte som de skulle, gir ikke dette studiet grunnlag for en evaluering av virkningen til stimuliene.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Resultatene fra disse forsøkene ble ikke i henhold til hypotesen om at fellene tiltrekker seg luselarver, men gir likevel ikke grunnlag for å konkludere med at fellene ikke virker. Både det faktum at fellene ikke fungerte optimalt på grunn av tekniske svikt, og at forekomsten av luselarver basert på DNA-analysene var så lav som 0,2 kopepoditter per kubikkmeter vann, tilsier at det var

vanskelig å få en dokumentert effekt i felt. Samtidig har prosjektet bidratt med erfaringer og kunnskap som kan legges til grunn i videre utviklingsløp. Det er også interessant at forekomsten av kopepoditter i vannet i merden basert på resultatene fra DNA-analysene så ut til å være så lav som 0,2 kopepoditter per kubikkmeter vann, selv om forsøket måtte avluses på grunn av avlusing.

Formidlingsplan

Endelige resultater vil bli kommunisert i en åpen sluttrapport. Resultater vil også presenteres i relevante tidsskrift som *Norsk Fiskeoppdrett*, i populærvitenskapelig presse, og ved løpende oppdatering i sosiale medier.

Blue Lice vil være aktiv deltager blant annet på FHF's nasjonale konferanse på forebygging og kontroll av lakselus (januar 2018), og på IRIS' [SUREAQUA](#) (september 2018).

Det vil fortløpende bli holdt møter med potensielle industrikunder.

901005 Strategier for å begrense spredning av PD mellom sjølokaliteter med oppdrettet laksefisk: Smittebegrensende driftsopplegg med basis i vanntransport og utbruddsrisiko

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	15.09.2014
Prosjektleder	Anne Stene	Slutt	01.08.2018
Ansv. organisasjon	NTNU i Ålesund		

Resultatmål

Å utvikle verktøy, kunnskap og motivasjon for optimal smittebegrensning.

Forventet nytteverdi

Ny kunnskap om hvilke faktorer i oppdrettsmiljøet som utløser virusreplikasjon i laksefisk med latent infeksjon vil være første skritt på veien for å begrense smittepress i et område for å bekjempe PD.

Kunnskap om spredningsveier og spesielt vanntransport er nødvendig ved arealavsetting og soneinndeling langs norskekysten. Flere strømodeller tilbys. Vurdering av modellenes relevans og bruksområder er viktig for å identifisere og kommunisere om bruk innenfor smitteforebyggende driftsopplegg, soneinndeling og forvaltning.

Identifisering av relevante smitteforebyggende tiltak er viktig. I utgangspunktet synes slike tiltak kan påvirke økonomien negativt. Lønnsomhetsanalyser vil bli brukt for å være sikre på at disse antagelsene er riktige og under hvilke forutsetninger de er riktige. Løsninger som kan virke krevende, men som likevel kan lønne seg på sikt, kan motivere til økt samarbeid og innsats for smittebegrensning.

Hovedfunn

- SAV2 er mer smittsomt enn SAV3 og spres lengre i tid og rom fra smittede lokaliteter, blant annet som følge av lavere dødelighet for SAV2 og følgelig større smittepress grunnet flere syke fisk som skiller ut virus i sjøen.
- Ny metode for måling av kortisol i avføring (feces) er en reproducerbar, enkel, rask og skånsom måte å registrere laksens velferd, og et nyttig verktøy for å utvikle bedre teknologi for pumping, avlusning, notrengjøring m.m.
- Kystsoneplaner bør tilpasses de nye produksjonsområdene og utredes etter en enhetlig mal, hvor kunnskap om vanntransport må ligge til grunn for organisering av lokaliteter, generasjonssoner og branngater.
- Nye brakkleggingsregimer bør innføres i områder med komplekst strømbilde, sykdomsproblemer og stedegne villaksbestander. Tilgang på lukkede systemer kan gi driftsmessig fleksibilitet i kritiske perioder.
- Samlet analyse av fire tilgjengelige hydrodynamiske modeller viste godt samsvar når det gjaldt strømstyrke og strømretning, men smittenettverkene som ble utarbeidet var forskjellige. Dette kan skyldes formatet på inngangsdata og ulike biologiske modeller for viruset.
- Direkte kostnader av et PD utbrudd forårsaket av SAV2 er lavere enn ved utbrudd forårsaket av SAV3, men ble likevel estimert til 11,3–16,9 millioner kr for en lokalitet med utgangspunkt i utsett av

1 million smolt.

- Den direkte kost-nytte-effekten av stamping-out for et område avhenger av forventet antall utbrudd dersom SAV får etablere seg. Modellingene viser at dersom 80 % av lokalitetene antas å bli smittet ved introduksjon og etablering av SAV, vil stamping-out være lønnsomt hvis 12–14 % av lokalitetene som ble smittet, ble slaktet ut.
- Kost-nytte-effekt av vaksinerer viser at ved høy sannsynlighet for PD, i kombinasjon med effektive vaksiner med lite bivirkninger, vil det være lønnsomt å vaksinere mot PD uavhengig av SAV-subtype, selv med laksepriser betydelig lavere enn det som er gjeldende i dag (2018).
- Stor smolt er et ikke-spesifikt tiltak hvor hovedeffekten i forhold til PD-risiko vil være i form av redusert risikotid i sjø. Selv om stor smolt er vist å være mer robust i karforsøk indikerer felldata likevel betydelig høyere dødelighet enn normal smolt etter sjøsetting. Dette kan tyde på at det kan være risiko knyttet til nye teknologiske løsninger. Det trengs mer informasjon om disse faktorene før nytteverdien av bruk av storsmolt kan fastsettes ved hjelp av kost-nytte-vurderinger.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har resultert i ny kunnskap om biologiske og miljømessige faktorer som innvirker på spredning, sykdomsutbrudd og smittepress av PD-viruset SAV i lakseproduksjonen. Ny metodikk for kortisolmåling av stress i avføring representerer en ny velferdsindikator som kan benyttes i forbindelse med optimalisering av driftsoperasjoner. Sammenstilling og evaluering av eksisterende vannstrømsmodeller med hensyn til smittespredning og risiko utgjør et viktig kunnskapsgrunnlag som vil ha stor betydning for oppdrettere og forvaltning i forbindelse med utforming av smitteforebyggende regelverk og driftsstrategier. Kostnadsberegninger av SAV2-utbrudd og kost-nytte analyser av ulike sykdomsforebyggende tiltak danner grunnlag for vurderinger av totaleffekten av ulike tiltak for forvaltning, produsenter og leverandører.

Formidlingsplan

Resultatene vil fortløpende bli presentert for prosjektgruppen, styringsgruppen og referansegruppen. Relevante resultater vil bli presentert på konferanser og fagmøter der næringen og forvaltning er tilstede, samt i aktuelle fagtidsskrift.

Underveis i prosjektet vil det bli vurdert om resultater skal formidles i form av rapporter eller faktaark. Vitenskapelig publisering vil bli prioritert der fagfellevurdert formidling anses som nødvendig.

901053 Isolering og karakterisering av *Paramoeba perurans* med vekt på fenotypisk og genetisk karakterisering av utvalgte kloner fra laks og andre verter

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	01.02.2015
Prosjektleder	Are Nylund	Slutt	01.07.2018
Ansv. organisasjon	Universitetet i Bergen (UiB)		

Resultatmål

Å fremskaffe kunnskap om variasjon hos kloner av *P. perurans* fra laks i oppdrett og fra utvalgte villfisk-arter, etablere et system for nedfrysing av isolater, utvikle verktøy for studier av spredning, og fremskaffe virulensmarkører.

Forventet nytteverdi

Gjellesykdommer er blant de mest tapsbringende faktorer i produksjon av laks og de siste to årene (2013–2014). AGD, assosiert med *P. perurans*, har påført næringen store tap.

Forebygging og behandling forutsetter at nødvendig kunnskap om denne amøben er tilgjengelig slik at korrekte og optimale tiltak kan gjennomføres. Forskning på amøben forutsetter at denne kan dyrkes og holdes i laboratorier gjennom hele året med moderate kostnader, og dette prosjektet skal etablere den nødvendige teknologien.

Prosjektet skal også fremskaffe kunnskap om variasjon mellom isolater av *P. perurans*, dvs. variasjon i virulens, vertstropisme og geografisk forekomst. Denne kunnskapen vil være nødvendig for at næringen skal kunne implementere nødvendige og målrettede tiltak for å forhindre fremtidig tap knyttet til amøbeinfeksjoner.

Prosjektet skal også utvikle diagnostikk som skal kunne skille mellom virulente og mindre virulente varianter av *P. perurans* slik at tiltak mot amøben vil være effektiv med en lavest mulig kostnad.

Hovedfunn

- Kloner av *P. perurans* viser stor variasjon i virulens målt som gjelleskader (gjellepatologi) hos laks og evne til spredning.
- Kloner av *P. perurans* viser betydelig fenotypiske forskjeller i morfologi, temperaturoptimum, salinitetstoleranse, og veksthastighet i kultur. De fleste kloner av *P. perurans* kan frys ned og lagres på nitrogen.
- Basert på rRNA-gener, husholdningsgener, gener som koder for enzymer, og potensielt hypervariable områder i genomet (VNTRs) har det ikke vært mulig å skille mellom kloner av *P. perurans* med forskjellig virulens. Det synes som om det er en klonal spredning av *P. perurans* i Sør-Norge med et mulig startpunkt i Sogn og Fjordane i 2004 eller tidligere.
- Variasjon i virulens mellom kloner av *P. perurans* kan være regulert av epigenetiske mekanismer eller et resultat av forskjeller i mikrobiota på gjellene hos laks.
- Virulensen til kloner av *P. perurans* øker med økende temperaturer, men AGD kan forekomme i anlegg med temperaturer ned mot 9 °C

FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har gitt ny kunnskap om fenotypiske egenskaper til amøben som forårsaker AGD, samt forskjeller i virulens og en utredning av mulige faktorer som påvirker virulensforskjeller og annen fenotypisk variasjon mellom ulike kloner av amøben. Resultatene gir viktige implikasjoner for behandlingsstrategier og overvåkning av spredning i forhold til risiko for seleksjon av økt toleranse mot f.eks. salinitet. Det er også fremskaffet kunnskap og verktøy for studier av reservoar, spredning, historisk forekomst, temperaturtoleranse, salinitetstoleranse, og metoder for rask og sikker påvisning av parasitten.

Formidlingsplan

Brukere av kunnskapen som fremkommer i prosjektet er oppdrettsindustrien, Mattilsynet, og nasjonale og internasjonale forskningsgrupper.

Resultatene fra arbeidspakkene vil bli presentert på møter organisert av FHF, nasjonale og internasjonale konferanser og symposier. Videre vil resultatene bli gjort tilgjengelig i norske tidsskrifter rettet mot næring og forvaltning. Viktig ny kunnskap med spesiell interesse for oppdrettsnæringen vil også bli publisert fortløpende som populærvitenskapelige artikler i *Norsk Fiskeoppdrett*.

Sluttrapporten gjøres tilgjengelig på FHF's nettsider.

Alle resultater av vitenskapelig interesse vil også bli publisert i internasjonale tidsskrifter og presentert på internasjonale vitenskapelig konferanser.

901221 Avklaring av PRV-viruset sin rolle i utvikling av røde og mørke flekker i laksefilet

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	01.01.2016
Prosjektleder	Erling Olaf Koppang	Slutt	28.02.2018
Ansv. organisasjon	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet		

Resultatmål

Å avklare PRV sin rolle i utvikling av røde og mørke flekker i laksefilet. Dette innebærer å avklare om PRV er primær- eller sekundærårsak til utviklingen av mørke flekker. I tillegg skal prosjektet kartlegge mulige andre årsaker til melaninflekker utenom PRV.

Forventet nytteverdi

Hvis man kan sannsynliggjøre sammenheng mellom forekomst av PRV-virus og utvikling av muskelskader som så går over til melaninflekker, og man finner at PRV-viruset er primærårsak til forandringene, vil dette gi et ytterligere viktig incitament for å rette tiltak mot å begrense / redusere forekomst av PRV-viruset. Dersom man finner at PRV-viruset ikke er primærårsak, men forsterker utviklingen vil også en bekjempelse av PRV-viruset ha positiv effekt. Melaninflekker i filet er i dag en av de viktigste årsakene til nedklassing av filet og man anslo at tapene ligger på rundt 500 millioner kr per år.

Hovedfunn

- Røde og svarte flekker kan oppstå uten at fisken påvisbart er infisert med PRV og infeksjon alene er ikke nok til å gi røde eller svarte flekker
- Svarte flekker kan opptre både med og uten betennelse, men i kronisk betennelse finner vi alltid tilstedeværelse av PRV
- Røde flekker gir opphav til svarte flekker og prevalensen av røde flekker i populasjonen synes konstant, mens frekvensen av svarte flekker øker utover i sjøfasen.
- Bortsett fra PRV ble det ikke påvist andre antigen i forbindelse med røde eller svarte flekker i disse undersøkelsene.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Sammenhengen med PRV infeksjon og etablering av alvorlige mørke flekker er interessant og prosjektet har gitt ny kunnskap som er viktig for å forstå hvordan mørke flekker i laks dannes. Det antydes at røde flekker kan være et forstadium til mørke flekker og det kan være avgjørende for å lete etter årsak til at røde flekker oppstår. Det er så langt ikke presentert en løsning, men videre forskning er nødvendig for å avdekke hva som er utløsende for etablering av røde flekker.

Formidlingsplan

Resultatene skal formidles på nasjonale og internasjonale møter, samt spesifikt for næringen på dertil egnede møter og i tidsskrift som er relevante for næringen. Videre vil det bli publisert artikler i internasjonale tidsskrift.

901341 Validering av optimale mikronæringsstoffnivå i laksefôr (ASSESSFEED)

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	01.01.2017
Prosjektleder	Kristin Hamre	Slutt	01.07.2018
Ansv. organisasjon	Havforskningsinstituttet		

Resultatmål

Å validere ny vitamin og mineralblanding til laksefôr med hensyn på utvalgte biologiske markører og laksemuskulens tekstur.

Forventet nytteverdi

Forbedringspotensialet ved bruk av anbefalinger fra ARRAINA er en 10 % økning i vekst og 5 % reduksjon i fôrfaktor for laks. Hvis dette blir implementert i hele næringen vil det gi betydelig effekt på lønnsomhet ved produksjon av laks.

Gjennomføring av analysene vil også sikre at hele bransjen får tilgang til kunnskapen på dette området.

Hovedfunn

- Vevsmetning av vannløselige vitaminer kan brukes som kriterium for at behovet er dekket.
- Prosjektet har gitt nye anbefalinger når det gjelder tilsetning av B-vitaminer, vitamin C og E til plantebasert laksefôr.
- Fôr med mikronæringsstoffer i henhold til nye anbefalinger (Ny NP) ga en tendens til høyere sløydvækt og signifikant mindre hardhet og større muskelceller sammenlignet med gamle anbefalinger (100 % NP).
- Dette falt sammen med økt tørrvekt og noen forskjeller i frie aminosyrer og nitrogen-metabolitter i muskelen, som kan tyde på at det var høyere muskelvekst (hypertrofi) og økt proteinomsetningen i denne gruppen.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Resultatene har nytteverdi for sammensetning av fôr som skal gi bedre filetkvalitet selv om noen av resultatene viser trender og ikke er signifikante. Dette vil bidra positivt inn til den totale kunnskap om ernæringsbehov hos laksen.

Formidlingsplan

Det skal skrives 1–3 vitenskapelige artikler i tidsskrifter med fagfellevurdering samt en populærvitenskapelig artikkel. Det legges opp til minst en presentasjon ved et nasjonalt/internasjonalt møte.

901318 Smitte mellom oppdrettsfisk og villfisk: Kunnskapsstatus og risikovurdering

FHF-ansvarlig	Eirik Sigstadstø	Start	01.06.2017
Prosjektleder	Roar Gudding	Slutt	31.12.2018
Ansv. organisasjon	Veterinærinstituttet		

Resultatmål

Å gi en oppdatert oversikt over kunnskapsstatus og risikovurdering for smitte mellom oppdrettsfisk og ville bestander av laksefisk og marin fisk basert på eksisterende kunnskap.

Forventet nytteverdi

Kunnskapsbasen vil gi grunnlag for videre satsinger, tiltak og forbedringer av produksjonssystemene, spesielt rettet mot bærekraftindikatorer. Dette vil styrke bærekraftig lakseproduksjon og gi mindre negative påvirkninger på villfisk.

Hovedfunn

- Smittsomme sykdommer hos oppdrettsfisk har opprinnelse i villfisk.
- Noen alvorlige smittsomme sykdommer hos villfisk og oppdrettsfisk er introdusert med import eller flytting av levende fisk.
- Oppdrettsfisk bidrar til økt smittepress mot villfisk, men betydningen er usikker og vanskelig å dokumentere.
- VHS-virus hos vill marin fisk utgjør den største risikoen for smitteoverføring til oppdrettsfisk.
- Det er behov for bedre overvåking av helsestatus hos villfisk.
- Det er utviklet en enkel app (<http://apps.vetinst.no/semikvant>) som kan benyttes til risikovurdering og risikokommunikasjon av infeksjonssykdommer hos fisk.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Det er stadig mer oppmerksomhet rundt hvordan havbruk påvirker miljøet. Det er derfor viktig å få en oversikt over kunnskapsstatus om smitte mellom oppdrettsfisk og villfisk. Dette vil gi bedre kunnskapsgrunnlag for anbefalinger og tiltak. Rapporten er i så måte nyttig både for næring og forvaltning.

Formidlingsplan

Følgende formidling er planlagt:

- faglig sluttrapport for prosjektet publiseres i Veterinærinstituttet sin rapportserie
- populærvitenskapelig artikkel, f.eks. til *Norsk Fiskeoppdrett*
- vitenskapelig publisering
- presentasjoner på nasjonale fagmøter, seminarer, konferanser osv. (inkludert FHF-arrangementer)