



Programkonferansen HAVBRUK 2012

Program og sammendrag av muntlige presentasjoner og postere
Stavanger, 16.–18. april 2012

Stort program
HAVBRUK – en næring i vekst



Store programmer

Forskningsrådets
satsing på nasjonalt
prioriterte områder

Programkonferansen HAVBRUK 2012

er en arena for å presentere ny forskningsbasert kunnskap og diskutere utfordringer og muligheter som kan belyse dilemmaet mellom fortsatt vekst og miljøhensyn for en av Norges viktigste eksportnæringer. Norge er i dag verdens ledende produsent og eksportør av laks og ørret og står nå for nesten 60 prosent av verdien av norsk sjømateksport. I 2011 eksporterte Norge til sammen 2,3 millioner tonn sjømat til en verdi på 53 milliarder kroner.

Ved programkonferansen HAVBRUK 2012 vil sentrale personer fra forvaltning, forskning, næringsliv og relevante organisasjoner bidra med foredrag i plenum, mens nye forskningsresultater vil bli presentert gjennom 150 muntlige innlegg fordelt på ni faglige sesjoner:

- Lakselus
- Frisk fisk
- Kvalitet
- Bærekraft
- Genetikk og avl
- Andre oppdrettsarter
- Miljøvennlig havbruksteknologi
- Fremtidens før
- Økonomi og samfunn

I tillegg presenteres 30 postere.

Prosjektene som presenteres, er finansiert først og fremst av Forskningsrådet og/eller Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), men også av andre offentlige eller private ordninger.

Programkonferansen HAVBRUK 2012 retter seg mot forskningsmiljøer, forvaltning og myndigheter, næringsliv og organisasjoner med tilknytning til havbruk.

Konferansen arrangeres i samarbeid mellom Forskningsrådet Havbruksprogram, Frisk fisk-konferansen og Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF).



FRISK FISK –
KONFERANSEN



FISKERI- OG HAVBRUKSNÆRINGENS FORSKNINGSFOND

Program

Programkonferansen HAVBRUK 2012, 16.–18. april 2012 i Stavanger
HAVBRUK – en næring i vekst

16. april

09:00 **Registrering**

11:00 **Åpning**

Adm. dir. *Arvid Hallén*, Forskningsrådet

Utfordringer og muligheter i dilemmaet mellom fortsatt vekst og miljøhensyn

Statssekretær *Kristine Gramstad*, Fiskeri- og kystdepartementet

Utfordringer og muligheter i dilemmaet mellom fortsatt vekst og miljøhensyn

Politisk rådgiver *Audun Garberg*, Miljøverndepartementet

Bærekraftig havbruk i et 10-30 års perspektiv, relatert til havbruksproduksjonens rolle i global matsikkerhet

Dr. philos *Karl Shearer* (USA), Senior Scientist, Aquaculture Protein Centre, Universitetet for miljø- og biovitenskap

13:00 **Lunsj**

14:00 **Parallele fagsesjoner:**

Lakselus
Kvalitet
Bærekraft

15:30 **Pause**

16:00 Lakselus
Kvalitet
Bærekraft

17:15 **Pause**

17:45 Lakselus
Genetikk og avl
Bærekraft

20:00 **Middag i restauranten**

17. april

08:30 **Oljeindustriens omdømme**
Informasjonssjef næringspolitikk
Roger Pedersen, OLF

Hva gjør Cermaq for å styrke sitt omdømme, og hvilke førkilder kan Cermaq se for seg om 20 år?
Informasjonsdirektør *Lise Bergan*, Cermaq

Laksenæringens fremtid – lukkede eller åpne anlegg? Rapport fra Teknologirådet
Prosjektleder *Jon Fixdal*, Teknologirådet

10:00 **Posterpresentasjon**
(forfatter oppfordres til å stå ved poster)

11:00 **Parallele fagsesjoner:**

Frisk fisk
Bærekraft / Andre oppdrettsarter
Genetikk og avl

12:45 **Lunsj**

13:45 Frisk fisk
Andre oppdrettsarter
Miljøvennlig havbruksteknologi

15:30 **Pause**

16:00 Frisk fisk
Fremtidens før
Miljøvennlig havbruksteknologi

20:00 **Festmiddag i konferansesalen med utdeling av posterpriser**

18. april

08:30 **Parallele fagsesjoner:**

Frisk fisk
Fremtidens før
Miljøvennlig havbruksteknologi

09:45 **Pause**

10:15 Frisk fisk
Fremtidens før
Økonomi og samfunn

11:45 **Lunsj**

12:45 **Ocean Forest Project – et eksempel på hvordan fremtidens integrerte havbruk representerer løsninger i klimakampen**

Stifter og faglig leder *Frederic Hauge*, Bellona

Hvilke forskningsområder vil FHF prioritere i 2012/2013?

Adm. dir. *Arne E. Karlsen*, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

Havbruksprogrammets utlysning for 2013
Programstyreleder *Sigve Nordrum*

Oppsummering
Konferansekomitéens leder *Frank Asche*

Program

Programkonferansen HAVBRUK 2012, 16.–18. april 2012 i Stavanger
HAVBRUK – en næring i vekst

Mandag 16. april

09:00 Registering

Sesjonsleder: *Frank Asche*

11:00 Åpning av Havbrukskonferansen 2012

Arvid Hallén, adm.dirrektør i Norges forskningsråd

11:15 Utfordringer og muligheter som ligger i dilemmaet mellom fortsatt vekst og miljøhensyn

Statssekretær *Kristine Gramstad*, Fiskeri- og kystdepartementet

11:45 Utfordringer og muligheter som ligger i dilemmaet mellom fortsatt vekst og miljøhensyn

Politisk rådgiver *Audun Garberg*, Miljøverndepartementet

12:15 Bærekraftig havbruk i et 10-30 års perspektiv, relatert til havbruksproduksjonens rolle i global matsikkerhet

Dr. philos *Karl Shearer* Senior Scientist ved Aquaculture Protein Centre/USA

13:00 Lunsj

Tid	side	Hangaren 3	side	Hangaren 2	side	Hangaren 1
14:00	3	Lakselus Sesjonsleder: <i>Merete Schrøder</i> Bærekraft og lakselus – forvaltning på skjørt grunnlag? <i>Solveig van Nes</i>	19	Kvalitet Sesjonsleder: <i>Per-Johan Røttereng</i> Saccus vasculosis, neuroglobin, stress og velferd ved slaktning av laks i nærvær av karbon monoksid <i>Bjørn Olav Kvamme</i>	31	Bærekraft Sesjonsleder: <i>Kjell Maroni</i> Utvikling av vitenskapelig baserte indikatorer på god og dårlig dyrevelferd <i>Øyvind Øverli</i>
14:15	4	Sekvensering av lakselusens genom <i>Rasmus Skern-Mauritzen</i>	20	Håndteringsstress og lagringstemperatur påvirker kvaliteten til oppdrettstorsk <i>Lisbeth Hultmann</i>	32	Nye verktøy for online vurdering av fiskevelferd i laksemerder <i>Lars H. Stien</i>
14:30	5	Molekylære signaler i lakslustarmen, relevans for bekjempelse? <i>Sussie Dalvin</i>	21	Statistisk evaluering av data fra teksturundersøkelser av laks (Salmo salar) gjennomført av Marine Harvest ASA i perioden 2010–2011 <i>Gregory Merkin</i>	33	Dyrevelferd som avismål – Vil noen betale ekstra for en glad laks? <i>Cecilie Mejdell</i>
14:45	6	En-dose bioassay for sensitivitetstesting av lakselus <i>Kari Olli Helgesen</i>	22	Forekomst av melanin i laksefilet og betydning av miljø, biologi og slaktning <i>Thomas Larsson</i>	34	Kan torsk føle smerte? Om hjerneforskning på fisk <i>Øyvind Aas-Hansen</i>
15:00	7	Avlusning i brønnbåt – fordelingsstudier <i>Randi Nygaard Grøntvedt</i>	23	Tekstur av laksemuskel – nye forskningsverktøy har gitt kunnskap innovasjon <i>Turid Mørkøre</i>	35	Frustrert fisk: Uforutsigbar utføring av laks gir økt aggresjon og påvirker hjernens belønningssystem <i>Marco A. Vinadas</i>
15:15	8	Effekter av avlusingsmidler på atferd, oksygenforbruk og fysiologiske parametre hos laks <i>Thomas Torgersen</i>			36	Vurdering av fiskevelferd ut fra hjernefunksjon <i>Lars O.E. Ebbesson</i>

15:30				
Pause				
Lakselus		Bærekraft		
Sesjonsleder: Vidar Aspehaug		Sesjonsleder: Kjell Maroni		
16:00	9	Vannets bevegelse og fordeling av legemiddel ved avlusing i oppdrettsmerd <i>Per Rundtop</i>	24	Smoltprobe – nytt verktøy for bestemmelse av smoltkvalitet og post-smoltprestasjoner hos laks <i>Sigurd Stefansson</i>
16:15	10	Modellering av populasjonsvekst og spredning av lakselus i Romsdalsfjorden – konsekvenser for vill og oppdrettsfisk <i>Øyvind Knutsen</i>	25	Tren fisken din! <i>Harald Takle</i>
16:30	11	Effekter av lokale tettheter av oppdrettslaks på rapporterte forekomster av lakselus og innsats av kontrolliltak <i>Peder Andreas Jansen</i>	26	Svømmeutholdenhet som mål for robusthet <i>Sven Martin Jørgensen</i>
16:45	12	Fordeling av lus på laks og betydning for reproduksjon og kontroll <i>Marit Stormoen</i>	28	Hvordan utnytter laksen føret ved forskjellige svømmehastigheter? <i>Barbara Grisdale-Helland</i>
17:00	13	Seafarm Pulse Guard, beskyttelse mot lakselus i oppdrettsanlegg <i>Anna Ingvarsdóttir</i>	41	Å spore organisk avfall fra oppdrettsanlegg i den bentiske næringskjeden <i>Siri Aaserud Olsen</i>
17:15				
Pause				
Lakselus		Genetikk og avl		
Sesjonsleder: Vidar Aspehaug		Sesjonsleder: Anna Sonesson		
17:45	14	Forsøksoppsett for test av lusefôr <i>Bjarne Gjerde</i>	51	Norske husstønder er villige til å betale for å forbedre velferd for oppdrettslaks gjennom avl <i>Hanne M. Nielsen</i>
18:00	15	Bruk av helsefôr til laks (Salmo salar) i kampen mot lakselus (Lepeophtheirus salmonis) <i>Linda B. Jensen</i>	52	Bærekraftige avlsprogram <i>Hans Magnus Gjølén</i>
18:15	16	Slimceller i laksehud er signifikant påvirket av diett og har et dynamisk utviklingsmønster <i>Karin Pittman</i>	53	Innen familie genom-seleksjon <i>Marie Lillehammer</i>
18:30			54	Optimalisering av paringsstrukturer for genomisk seleksjon <i>Anna Sonesson</i>
18:45			55	Populasjonsgenomikk på torsk – et verktøy for identifisering av viktige genomiske regioner for oppdrettsnæringen <i>Paul R. Berga</i>
20:00				
Middag i restauranten				

Tirsdag 17. april

Sesjonsleder: *Frank Asche*

08:30 **Oljeindustriens omdømme**

Roger Pedersen, Informasjonssjef næringspolitikk i Oljeindustriens landsforening

09:00 **Hva gjør Cermaq for å styrke sitt omdømme, og hvilke forklarer kan Cermaq se for seg om 20 år?**

Lise Bergan, Informasjonsdirektør Cermaq

09:30 **Laksenæringens fremtid - lukkede eller åpne anlegg? Rapport fra Teknologirådet**

Jon Fixdal, Prosjektleder Norges Teknologiråd

10:00 **Posterpresentasjon** (forfatter oppfordres til å stå ved poster)

Tid	side	Hangaren 3	side	Hangaren 2	side	Hangaren 1
11:00	63	Frisk Fisk Sesjonsleder: <i>Inger Dalsgaard</i> Modellering av spredning av PD og andre sjukdommer mellom oppdrettsanlegg <i>Magne Aldrin</i>	46	Bærekraft Sesjonsleder: <i>Ole Torrissen</i> Biologiske skilnader mellom temperaturhandtering i laks og regnbogeaure <i>Sofie Remø</i>	56	Genetikk og avl Sesjonsleder: <i>Anna Sonesson</i> Neuroendokrin regulering av kjønnsmodning <i>Finn-Arne Weltzien</i>
11:15	64	Havstrømmer er viktig for spredning av Pancreas Disease (PD) <i>Anne Stene</i>	47	Håndter laks av liten størrelse fremtidens klima med perioder med høyere sjøvannstemperaturer bedre enn stor laks? <i>Ernst Morten Hevrøy</i>	57	Betydningen av fotoperiode og kjønnsmodning på vekstutvikling hos atlantisk torsk – et genomisk perspektiv <i>Jorge M.O. Fernandes</i>
11:30	65	Kunnskapsbasert fastsettning av smittesoner ved bruk av AquaStrøm <i>Henning A. Urke</i>	48	Økende temperaturer fremskynder smoltutviklingen hos Vosso laks <i>Sigurd O. Handeland</i>	58	Bruk av steril hotorsk for å unngå genetisk påvirkning på villtorsk <i>Geir Lasse Taranger</i>
11:45	66	Påvisning av ny salmonid alphavirus (SAV)-variant i Norge <i>Monica Hjortaa</i>			59	Triplidisering – et bidrag til bærekraftig lakseproduksjon? <i>Arne Størset</i>
12:00	67	Bioinformatiske studier av evolusjon og epizootiologi hos Salmonid alphavirus <i>Marius Karlsen</i>	99	Andre oppdrettsarter Sesjonsleder: <i>Ole Torrissen</i> Behov for og toksisitet av jod hos torskelarver i oppdrett <i>Samuel J. Penglase</i>	60	Produksjon av steril torsk ved fjerning av gonadenes kimmceller <i>Ølvind Andersen</i>
12:15	68	Effekt og sikkerhet av PHARMAQ sin vaksine mot Pancreas Disease <i>Kjetil Fyrand</i>	100	Lipid fordøyelse ved startfôring av fiskelarver in vivo <i>Øystein Sæle</i>		
12:30	69	Nukleinsyrer formulert i en inaktivert helvirus vaksine mot SAV gir beskyttende immunresponser <i>Hanna Leena Thim</i>	101	Metabolsk utvikling og effekt av temperatur på metabolismet hos torskelarver, <i>Gadus morhua</i> L, i tidlige livsstadier <i>Trond R. Størseth</i>		

12:45 **Lunsj**

	Frisk Fisk Sesjonsleder: <i>Inger Dalsgaard</i>	Andre oppdrettsarter Sesjonsleder: <i>Sigve Nordrum</i>	Miljøvennlig havbruksteknologi Sesjonsleder: <i>Edmund Broback</i>
13:45	70 Tiltak mot IPN i norsk oppdrettsnæring – Gjennomgang av forskning og erfaringer de siste 10 år <i>Lill-Heidi Johansen</i>	102	111 Karbondioksid og vekstreduksjon hos parr <i>Sveinung Fivelstad</i>
14:00	71 Forbedret smittetest for å undersøke genetisk resistens mot IPN hos regnbueørret <i>Nina Santi</i>	103	112 Effekter av alkalitet på fjerning av CO ₂ med kaskadelufter, samt TAN fjerning og nitritt-akkumulering i moving bed biofiltre <i>Steven T. Summerfelt</i>
14:15	72 ILA virus (HPRO) i norsk oppdrettslaks – Fylogeografi <i>Trude Marie Lyngstad</i>	104	113 Effekter av subletal nitritteksponering ved høy kloridkonsentrasjon gjennom parrstadiet hos Atlantisk laks <i>Bendik Fyhn Terjesen</i>
14:30	73 Effektiv vaksine mot infeksjøs lakseanemi basert på salmonid alphavirus replicon <i>Astrid Wolf</i>	105	114 Effekter av resirkulering av vann gjennom settefiskfasen hos Atlantisk laks <i>Jelena Kolarevic</i>
14:45	74 Utbytte og utnytte av resultater fra et stortilt CMS-prosjekt <i>Britt Bang Jensen</i>	106	115 Giftighet og vannbehandling for å redusere kobbertoksitet for laks <i>Ase Atland</i>
15:00	75 Piskint myokarditt virus (PMCV) spesifikk vaksine induserer beskyttelse mot kardiomyopatisyndrom (CMS) hos atlantisk laks (Salmo salar) i klinisk forsøk <i>Pål Nilsen</i>	107	116 Hvor mye sjøvann kan brukes i settefiskproduksjonen? <i>Hilde Toften</i>
15:15	76 Sekvensvariasjon i isolater av piscint myocarditt virus (PMCV) langs norskekysten <i>Øyvind Haugland</i>	108	117 Aspekter vedrørende lukket transport av marin fisk <i>Camilla Diesen Hosfeld</i>
15:30	Pause		
16:00	77 VHS i vill og oppdrettet fisk <i>Nina Sandlund</i>	130	118 Dagens og morgendagens fôråvarer – en SWOT-analyse <i>Gerd Marit Berge</i>
16:15	78 Mye VHS-virus i sild <i>Renate Johansen</i>	131	119 Effekt av vegetabilske erstatningsfôr på lipid metabolismen hos Atlantisk laks <i>Nina S. Liland</i>
16:30	79 Diversitet av Francisella-beslektede bakterier i kyst- og ferskvann i Norge <i>Duncan Colquhoun</i>	132	119 Utvikling av fullskala metoder for sanntids måling av notedeformasjon, krefter i not og fiskedistribusjon <i>Kevin Frank</i>

16:45	80	Utvikling av spesifikke real-time PCR metoder for fiskepatogene <i>Francisella</i> spp. basert på unike sekvenser identifisert gjennom multi-hel-genom analyser <i>Samuel Duodu</i>	133	Soyasaponin i ørretfôr sammen med erter, bønner eller solsikke <i>Marie Hillestad</i>	120	Hydroiders påvirkning på vanngjennomstrømming av og krefter på not <i>Pål Lader</i>
17:00	81	Torskens immunforsvar mot francisellose <i>Marrit Seppola</i>	134	Levermetabolisme hos ørret er påvirket av saponiner i plantebaserte dietter <i>Jens Rohloff</i>	121	Nye metoder for mer effektiv notvasking og forlengelse av vaskeintervaller på kommersielle oppdrettsanlegg i sjøen <i>Lars Gansel</i>
17:15	82	Opptak og effekt av antibakterielle midler mot <i>Francisella noatunensis</i> subsp. <i>noatunensis</i> in vitro i hodenyleukocyttter fra Atlantisk torsk (<i>Gadus morhua</i> L.) <i>Heidrun I. Wergeland</i>	135	Aminosyrer påvirker muskelutvikling og tekstur i laks <i>Tone-Kari Østbye</i>	122	Eksperimentell undersøkelse av ulike nett og vekt konfigurasjoner med fokus på rømming som følge av gnag på not <i>Østen Jensen</i>
17:30	83	<i>Carnobacterium divergens</i> vs <i>Aeromonas salmonicida</i> i laksetarm – Hvem vil seire? <i>Mali Bjerkhaug Hartviksen</i>	136	Effekt av krill hydrolysat i diett på ytelse i Atlantisk laks (Salmo salar L.) føret med veldig lave fiskemels nivå <i>Hanne Jorun Olsen</i>		
17:45	84	Viktige faktorer hos <i>Vibrio salmonicida</i> i utviklingen av kaldtannsvibriose <i>Ane Mohn Bjelland</i>	137	Bruk av marine mikroalger som alternative proteinkilde i fôr til torsk <i>Ørjan Hagen</i>		
18:00	85	En sekvensiell studie av bukhinnebetennelse forårsaket av oljeadjuvans hos torsk <i>Mona Gjessing</i>				

20:00 **Festmiddag i konferansesalen med utdeling av posterpriser**

Onsdag 18. april

		Hangaren 2		Hangaren 1	
Tid	side	Hangaren 2		Hangaren 1	
08:30	86	Frisk Fisk Sesjonsleder: <i>Merete Schrøder</i>	Fremtidens fôr Sesjonsleder: <i>Ole Torrissen</i>	Miljøvennlig havbruksteknologi Sesjonsleder: <i>Per-Johan Røttereng</i>	
08:45	87	Torsken har et unikt immunsystem – implikasjoner for videre arbeid? <i>Monica Hongrø Solbakken</i>	Bærekraftig og trygg bruk av animalske biprodukt (ABP) i fiskefôr <i>Rune Waagbø</i>	123	Beholdningsestimering ved slaktning av store laksemerder – nøyaktighet og feilkilder <i>Arnfrinn Aunsmo</i>
09:00	88	Patogen gjenkjenning og mekanismer hos torsk (<i>Gadus morhua</i>) hodenyreceller. Bakterie (LPS) og virus (poly I:C) signaliserer gjennom ulike signalveier og har effekt på forskjellige gener <i>Elisabeth Holen</i>	Økt utnyttelse av fosfor fra fiskebein <i>Sissel Albrektsen</i>	124	Vertikal størrelsesstratifisering hos oppdrettslaks <i>Ole Folkedal</i>
09:15	89	Transkriptomrespons hos Atlantisk torsk (<i>Gadus morhua</i> L.) mot bakterielle antigener <i>Anita Müller</i>	Pelletkvalitet er viktig for god utnyttning av fôrressurser <i>Mette Sørensen</i>	125	Instrumentering for biomassemåling i produksjonsanlegg <i>Geir Pedersen</i>
09:30	90	Mukosale forsvarsmekanismer hos Atlantisk torsk <i>Kiron Viswanath</i>	Utfordringer ved utvikling av fôr til Berggylte <i>Andreas Nordgreen</i>	126	Bruk av biomasserammer i store merder på bølgeutsatte lokaliteter <i>Erik Høy</i>
			Effekter av pesticidet toksafen i fôr på stoffskifte hos fisk <i>Erik-Jan Lock</i>	127	Røntgen avbildning for telling av fisk i rørtellerne <i>Grégory Bouquet</i>

09:45 Pause				
	Frisk Fisk Sesjonsleder: <i>Merete Schrøder</i>		Fremtidens fôr Sesjonsleder: <i>Ole Torrissen</i>	Økonomi og samfunn Sesjonsleder: <i>Per-Johan Røttereng</i>
10:15	91 Effekt av vaksiner mot vibriose og atypisk furunkulose hos familier av torsk (<i>Gadus morhua</i>) med ulik genetisk bakgrunn <i>Helene Mikkelsen</i>	143	Reduksjon av persistente organiske miljøgifter i fiskemel og fiskeolje <i>Åge Oterhals</i>	151 Prisbobler i markedet for oppdrettslaks: Hvilken rolle spiller uventede variasjoner i vekstforhold? <i>Atle Øglend</i>
10:30	92 Immunrespons hos Atlantisk kveite til nodavirus og en potensiell vaksine kandidat <i>Sonal Patel</i>	144	Planteoljers effekt på laksens helse <i>Alf Frøyse</i>	152 Hva skylls ineffektiviteten i norsk lakse næring? <i>Kristin H. Roll</i>
10:45	93 Bivirkninger som følge av vaksiner av laks <i>Erling Olaf Koppang</i>	145	Lav EPA/ARA ratio i fôr til torsk larver påvirker vitamin A-metabolismen, beinmetabolismen og regulering av celledød <i>Mari Moren</i>	153 Laksepriser og optimalt slaktetidspunkt <i>Atle G. Guttormsen</i>
11:00	94 Karakterisering av T-cellepopulasjonen i det interbrankialt lymfatiske vevet hos laks <i>Ida Bergvå Aas</i>	146	Fettnivå og glutamat i fôr til torsk påvirker vekst, fettmetabolisme og muskelkvalitet <i>Bente Ruyter</i>	154 Kostnadsestimering av rømt oppdrettslaks for norske oppdrettere <i>Yajie Liu</i>
11:15	95 CD40L: Et sentralt co-stimulerende molekyl for modningen av antigen-presenterende celler i atlantisk laks <i>Leidy Lagos</i>	147	Uttrykket av små leucinrike proteoglykaner (SLRPs) i muskel hos torsk, samt inflammasjon, ble påvirket av forets karbohydratsammensetning <i>Monica Gausdal Tingbø</i>	
11:30	96 Små fagocytiske celler hos Atlantisk laks <i>Gyri Teien Haugland</i>	148	Metabolisme, forinntak, fordøyelse og vekst hos laksepost-smolt (<i>Salmo salar</i>) i syklisk hypoksi <i>Mette Remen</i>	
11:45 Lunsj				
Sesjonsleder: <i>Frank Asche</i>				
12:45	Ocean Forest Project – et eksempel på hvordan fremtidens integrerte havbruk representerer løsninger i klimakampen <i>Frederic Hauge</i> , Stifter og faglig leder Bellona			
13:30	Hvilke forskningsområder vil FHF prioritere i 2012/2013 <i>Arne E. Karlsen</i> , Adm. dir. Fiskeri- og havbruksnærings forskningsfond (FHF)			
13:50	Havbruksprogrammets utlysning for 2013 og videre framover. <i>Sigve Nordrum</i> , programstyreleder Havbruksprogrammet			
14:10	Avslutning <i>Frank Asche</i> , leder i komiteen for Havbrukskonferansen 2012			

Oversikt postere

Side	Nummer	Forfatter	Tittel
157	1	Synne Marte Andersen, Ivar Rønnestad, Elisabeth Holen, Anders Aksnes, Eva Veiseth-Kent, Marit Espe	Effekt av stigende arginin til lysin ratio i fôret på laksens vekst og deponeringsmønster
158	2	Marit Espe, Synne M. Andersen, Ivar Rønnestad, Elisabeth Holen, Eva Veiseth-Kent, Anders Aksnes	Lavt metionininntak påvirker vekst og metabolisme i juvenil Atlantisk laks
159	3	José L. González Vecino, Mali B. Hartviksen, Kari Ruohonen, Simon Wadsworth	Effects of different raw materials on gut microbiota in Atlantic salmon
160	4	Tone-Kari Østbye, Marte A. Kjær, Bente Ruyter, Anna Sonesson, Håvard Bakke, Magny Thomassen, Trygve Sigholt, Galia Zamaratskaia, Gerd Marit Berge	Laks som netto produsent av omega-3?
161	5	Nina S. Liland, Grethe Rosenlund, Marc H.G. Berntssen, Trond Brattelid, Lise Madsen og Bente E. Torstensen	Netto produksjon av Atlantisk laks (FIFO, Fish in Fish out < 1) ved hjelp av fôr med planteproteiner og planteoljer
162	6	H. Hanssen, A. Foss, E. Vikingstad, M. Bjørnevik, B. Roth, M. Powell, C. Solberg, B. Norberg og A.K. Imsland	Kan vi redusere fôrkostnader med 30-40 % innen torskeoppdrett?
163	7	A.K. Imsland, H. Hanssen, A. Foss, E. Vikingstad, B. Roth, M. Bjørnevik, M. Powell, C. Solberg & B. Norberg	Korttidseksponering for kontinuerlig lys utsetter modning og øker vekst hos torsk i merder
164	8	Bogevik, A.S., Karlsen, Ø., Andersson, E., Natario, S., Thorsen, A., Hamre, K., Rosenlund, G. & Norberg, B.	Effekter av fettnivå på modning, fekunditet og stresstoleranse gjennom gyting hos hunntorsk (<i>Gadus Morhua</i>)
165	9	Thomas Rundberget, Morten Sandvik, Renate Johansen, Eliann Egaas, Chris Miles	Toksin absorberende disk (TAD), en enkel og kostnadseffektiv metode for å overvåke fiskedepende alger
166	10	Jacob Seilø Torgersen, Erling Olaf Koppang, Lars Helge Stien og Turid Mørkøre	Sukkerlaks – glykogenopphopning i laks med bløt muskeltekstur
167	11	L Austbø, IB Aas, K Falk, M Kønig, S Weli, E Westad, M Syed, EO Koppang	Gjeller og det interbrankialt lymfatiske vevet hos laks – dets rolle i virusinfeksjon

168	12	Laila Brunvold, Ragnhild Hanche-Olsen, Michael Penn, Marie Hillestad, Asbjørn Dyrkorn Løland, Hege Lysne	Nedsatt tarmhelse og forekomst av flytefaeces hos laks – er ulike miljøfaktorer, lakselus og sykdommer involvert?
169	13	Ernst M. Hevrøy, Tom Hansen, Marcus Søyland, Tom Ole Nilsen, Ana Gomes, Hiroyuki Kaiya, Ivar Rønnestad	Fôrinntak og vekst i et individbasert system for laks og appetitt effekter av injeksjon av hormonene ghrelin og leptin
170	14	Tone-Kari Østbye, Eva Veiseth-Kent, Thor Landsverk, Mia B. Rørå, Grete Bæverfjord	Muskelstrukturtilstanden i Atlantisk laks - assosiasjon med tekstur og skjelettdeformiteter
171	15	Turhan Markussen, Hilde Sindre, Torstein Tengs, Monika J. Hjortaas, Ole Bendik Dale, Debes H. Christiansen og Knut Falk	Pyrosekvensering og analyse av ILAV HPR0-positivt gjellemateriale fra Atlantisk laks
172	16	Marie Løvoll, Marta Alarcon, Britt Bang Jensen, Torunn Taksdal, Anja B. Kristoffersen, Torstein Tengs	PRV kvantifisering i norske oppdrettsanlegg
173	17	Giancarlo Marafioti, Jo Arve Alfredsen, Morten Omholt Alver	Estimering av vekst hos oppdrettslaks (<i>Salmo salar L.</i>) med utgangspunkt i dynamisk energibudsjett-modell (DEB) og Kalman-filtrering
174	18	I. Rønnestad, A. Gomes, Y. Kamisaka, K. Olsen, R. Tillner, I. Lukram, A-E. Jordal, L.E.C. Conceição, T. Harboe	Fôropptak, appetitt og fordøyelse hos kveite - fra startfôring til yngel
175	19	Olsen AB, Tandstad NM, Bottolfsen K, Duchaud E, Colquhoun DJ, Nilsen HK	Undersøkelse av genetisk variasjon hos <i>Tenacibaculum spp</i> isolert fra sår hos fisk i marint oppdrettsmiljø i Norge
176	20	Åsli, M., Böcker, U., van Nes, S., Mørkøre, T.	Lys påvirker farge hos røkt laks
177	21	Christine S. Couturier, Øyvind Øverli, Göran E. Nilsson	Aerob kapasitet hos laks i en varmere fremtid: En sammenligning mellom norske og franske laksepopulasjoner
178	22	Katerina Kousoulaki, Hanne Jorun Olsen, Ivar Rønnestad, Tharmini Kalanathan, Sigve Nordrum, Paddy Campbell, Rolf Berge, Sissel Albrektsen	Frie aminosyrer i krillhydrolysat stimulerer fôropptak hos Atlantisk laks fôret med svært lavt innhold av fiskemel
179	23	Olav Fjeld Kraugerud, Birger Svihus, Vegard Denstadli	Fôrprosessering: Bløtlegging av stivelse før ekstrudering
180	24	Eliann Egaas, Arne Levsen	Kveis i norsk fisk og fiskemat

181	25	Fiona Provan, Eivind Larsen, Kai Erik Uleberg, Kjell Birger Øysæd, Magne O. Sydnes, Daniela Pampanin og Linda Jensen	Proteomikk- et verktøy for identifikasjon av diagnostiske markører
182	26	Christer R. Wiik-Nielsen, Celia Agusti, Søren Grove	“Phage Display” – metode for identifisering av immuninhiberende faktorer hos lakselus
183	27	Ida B. Johansen, Ida G. Lunde, Marco Vindas, Jonathan Stecyk, Helge Røsjo, Geir Christensen, Morten Bakken, Göran E. Nilsson, Øyvind Øverli	Stresshormonet kortisol induserer hjertevekst hos laksefisk
184	28	M. Baranskia, N. Robinsonad, P.K. Sahooc, K.D. Mahapatrac, J.N. Sahac, S. Dasc, Y. Mishrac, P. Dasc, H.K. Barmanc, A.E. Eknathc, G. Gopikrishnab, K. Vinaya Kumarb, M.S. Shekharb, J. Shanmugakarhikb, S. Jothivelb, C. Gopalb, P. Ravichandranb, A.G. Ponniahb.	Utvikling av markører og kartlegging av QTL for sykdomsresistens hos Indisk rohu karpe og svart tigerreke
185	29	Kulkarni A, Rombout JHWM, Bright Singh IS, Caipang CMA, Brinchmann MF, Kiron V	Prosessering og opptak av “white spot syndrome virus” og WSSV-vaksiner i tarmen hos tigerreke
186	30	Tiril H. Slettjord, Hege J. Sekkenes, Jarl Bøgwald, Roy A. Dalmo	Utvikling av molekylær vaksinestrategi for atlantisk laks (<i>Salmo salar</i>) mot ekstra- og intracellulære patogener
187	31	Pia Engström, Karl Norling, Andrew Sweetman, Trine Dale et al.	Nitrogenomsetting i bunnområder rundt fiskeoppdrettsanlegg
188	32	Hilde Larsen, Lars Austbø, Tom Fraser, Ian Mayer, Per Gunnar Fjellidal, Erling O. Koppang	Melanisering av filet fra uvaksinert og vaksinert atlantisk oppdrettslaks
189	33	Grete Bæverfjord, Jelena Kolarevic, Bendik Fyhn Terjesen og Harald Takle	Påvirker vannhastighet fiskevelferd og prestasjon i resirkuleringsanlegg?
190	34	D Jimenez, PA Heuch, G Gettinby, CW Revie, AB Kristoffersen, PA Jansen	Vurdere effektiviteten av badebehandling mot lakselus
191	35	Vicente Castro, Ståle J. Helland, Jacob Torgersen, Torstein Kristensen, Guy Claireaux, Jan Helgerud, Tony Farrell, Aleksei Krasnov, Barbara Grisdale-Helland og Harald Takle	Laksehjertet blir vilt av trening

192	36	Torstein Kristensen, Henning A. Urke, Thron O. Haugen, Jo A. Alfredsen, Jan Helgerud, Jan E. Bjørnsen og Harald Takle	Måling av hjerterate hos frittsvømmende fisk: teknologiutvikling og anvendelse for evaluering av treningseffekter på laks
193	37	Elisabeth Ytteborg, Jacob Torgersen, Mona Pedersen, Barb Grisdale-Helland, Ståle J. Helland og Harald Takle	Svømmetrening reduserer risikoen for å utvikle bendeformiteter hos Atlantisk laks

Lakselus



**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18.april 2012**

Foredragstittel: Bærekraft og lakselus – forvaltning på skjørt grunnlag?
Forfatter(e): Solveig van Nes, Lill-Heidi Johansen, Bjarne Gjerde, Stanko Skugor og Jørgen Ødegård

Sammendrag:

Samspillet mellom oppdrettet og vill laksefisk utgjør en stor og viktig del av diskusjonen om bærekraft i norsk oppdrett.

I et nylig utført reviewarbeid er det foretatt en vurdering av faktagrunnlaget om samspillet mellom oppdrettet og vill laks og lakselus, herunder artikler og rapporter som legges til grunn for forvaltningen av villaks i Norge.

Evalueringen av faktagrunnlaget indikerer at kunnskapsgrunnlaget om samspillet mellom oppdrettet og vill laks er begrenset, og at det derfor ikke foreligger klare definisjoner på omfanget av antatt negative effekter av lakselus (ei heller hva resultatet ville være dersom antatte negative effekter var større eller mindre).

Evalueringen stiller derfor spørsmål ved om beslutninger som berører en av Norges største næringer er basert på et skjørt vitenskapelig grunnlag.

Foredraget vil ta for seg de viktigste konklusjonene fra reviewarbeidet, synliggjøre kunnskapshull samt diskutere utfordringer relatert til dokumentasjon av samspillet mellom vill og oppdrettet laks.

Avslutningsvis vil det legges fram nye forskningsinitiativ som kan fremme en faglig styrket forvaltning.

Prosjektnummer: 900579
Prosjektleder: Solveig van Nes
Prosjektansvarlig institusjon:
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: Verdikjede havbruk / FHF

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: **Sekvensering av lakselusens genom**

Forfatter(e): Rasmus Skern-Mauritzen, Ketil Malde, Tomasz Furmanec, Francois Besnier, Kevin Glover, Jong Leong, Michael Nuhn, Rolf B. Edvardsen, Stig Mæhle, Heidi Kongshaug, Inge Jonassen, Richard Reinhard, Ben Koop og Frank Nilsen

Sammendrag:

Lakselusens genom er sekvensert og et draft genom er generert og annotert. Vi vil presentere resultatene fra sekvenseringsprosjektet og gå gjennom metodene som er anvendt for at komme frem til disse. Vi vil videre fortælle om pågående analysearbeid og mulighetene for tilgang til de genererte data.

Prosjektnummer: assosieret med 199778/S40
Prosjektleder: Ole Torrisen
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Universitetet i Bergen, Sea Louse Research Centre, Max Planck Senter for molekylær plantebiologi, Universitetet i Victoria, Europæisk Bioinformatisk Institutt
Program/finansieringskilde: Assosieret med PrevenT finansiet av Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Molekylære signaler i lakslustarme, relevans for bekjempelse?
Forfatter(e): Sussie Dalvin, Stig Mæhle, Rasmus Skern-Mauritzen

Sammendrag:

PrevenT er et prosjekt finansiert av forskningsrådet som jobber med bredspektret forskning rettet mot lakselusproblematikken i oppdrettsnæringen. Arbeidspakke 4, prosjekt 3 ser på molekylære tilnæringer til bekjempelse av lakselus med fokus på fordøyelse og signalering i tarmen til lakselusen.

Bakgrunn: Voksne lakselushunner i den reproduktive fase har et høyt energiforbruk og er avhengig av en effektiv fordøyelse av blod, slim og hud fra vertsfisken (fisk fra laksefamilien) for å produsere avkom. Medisiner eller vaksiner av fisk som resulterer i et nedsatt energiopptak vil føre til en effektiv begrensning av det reproduktive output. Lakselusen sin tarm er i tillegg det første sted eventuelle antistoffer fra fisken kan virke og bekjempe naturlige prosesser i lusen. Dette øker sjansen for at antistoffet får virke innen det brytes ned.

Metode: Transmembrane proteiner i lakselusetarmen identifiseres vha *in silico* analyser, mikromatriser, *in situ* hybridisering samt informasjon om lakselusens transkriptom. Gener som synes å være gode vaccinekandidater karakteriseres funksjonelt med bioinformatiske verktøyer og RNA-interferens for en endelig evaluering av kandidatene.

Resultater: 24 lakselusgener er identifiseret som lovende kandidater basert på sekvensanalyse. Av disse er 6 uttrykt i tarmen til voksne hunnlus. Når genuttrykk til en av disse kandidater hemmes ved bruk av RNAi, ser vi signifikant nedgang i mengden av blod i tarmen aktivitet og egg produksjonen opphører.

Konklusjon: Molekylær karakterisering av gener i lakselusen sin tarm kan brukes til identifikasjon og karakterisering av kandidater for vaksine produksjon og utvikling av medisiner rettet imot lakselus i oppdrettsfisk.

Prosjektnummer: 199778/S40
Prosjektleder: Ole Torrisen
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Universitetet i Bergen, Norsk veterinærinstitutt, Norsk regnesentral, NINA, Universitetet for miljø og biovitenskap, Veterinærhøgskolen
Program/finansieringskilde: Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Òn-dose bioassay for sensitivitets testing av lakselus
Forfatter(e): Kari Olli Helgesen, Tor Einar Horsberg
Norges veterinærhøgskole, Oslo

Sammendrag:

Under prosjektet PrevenT, WP 3, er en forenklet sensitivitetstest for lakselus til feltbruk under utvikling. I testen skal protokoll og kit for òn-dose toksikologiske tester (bioassays) mot pyretroidene deltametrin (AlphaMax) og cypermetrin (Betamax), avermektinet emamektin benzoat (Slice) samt organofosfatet azametifos (Salmosan) utvikles. Fire lakselusstammer har vært benyttet. Stammene ble utvalgt på grunnlag av rapporter fra fiskehelsetjenester om behandlingsresultater med ulike midler, og ble satt i kontinuerlig kultur ved NIVAs marine forskningsstasjon, Solbergstrand ved Drøbak. Stammene var: LS-A (antatt sensitiv mot alle midler), LS-F (antatt resistent mot pyretroider), LS-H (antatt resistent mot pyretroider og azametifos) og LS-B (antatt resistent mot pyretroider, emamektin og azametifos). Flere tester har blitt gjort: Kjemiske undersøkelser for å finne hvilket materiale som ga minst binding og mest stabil konsentrasjon av substansene over 24 timer, tradisjonelle 6-konsentrasjons bioassays for å kunne sammenlikne sensitivitet med resultater fra andre forsøk, dose-finningsstudier (10-folds fortyninger) for å finne i hvilket konsentrasjonsområde parasittene responderte på de ulike midlene ved en 24 timer eksponering, dosetireringsstudier for å finne hvilken konsentrasjon som skilte best mellom sensitive og resistente lakselus samt småskala behandlingsforsøk med anbefalt dosering av midlene for å verifisere resultatene mot behandlingsresultat. Felt-utprøving er også igangsatt.

Materialtestene viste for pyretroider stor forskjell i hvor stor andel av midlet som ble bundet til materialet. Forskjellen var mindre for de øvrige midlene. Resultatene tydet på at glass var det materiale som ga det laveste tapet av pyretroider mellom 0 og 24-timer sammenliknet med ulike plastmaterialer, og glass ble derfor valgt som materiale for 24-timers bioassays. Resultatene viste videre at det var samsvar mellom resultatene fra tradisjonelle bioassays, 24 timers assays og småskala behandlingsforsøk. Samsvaret mellom 24-timers bioassay og småskala behandlingsresultat var best for azametifos. Det var mulig å skille mellom resistente og sensitive stammer av lakselus ved hjelp av et 24 timers bioassays. Forsøkene har gitt tentative breakpoint doser for 24-timers assays, som kan brukes for å skille mellom sensitive og resistente stammer. Disse tentative dosene er brukt i den påbegynte feltutprøvingen.

Prosjektnummer: 199778 / S40
Prosjektleder: Ole Torrissen, HI / Tor E. Horsberg, NVH (WP 3)
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: UiB, NVH, VI, UMB-CIGENE, NINA, NR
Program/finansieringskilde: Havbruk / NFR

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Avlusning i brønnbåt – fordelingsstudier
Forfatter(e): Randi Nygaard Grøntvedt¹, Bjørn Bjørø¹, Vidar Moen¹, Frode Finne-Fridell², Rune Stigum Olsen³ og Solveig Gåsø⁴.

1. Veterinærinstituttet
2. PHARMAQ
3. Novartis
4. Marine Harvest

Sammendrag:

I regi av forskningsprosjektet Topilouse (*A multi-disciplinary effort to improve topical treatments in salmon louse control*) er det utført fordelingsstudier i to forskjellige typer brønnbåter som har forskjellig sirkulasjon og inndoseringssystem. Fordelingssystemet er optimalisert for hydrogenperoksid i disse to båtene basert på at hydrogenperoksid er tyngre enn vann. I den ene av båtene fordeles legemiddelet fra et sprinkelsystem i toppen av brønnen mens det i den andre brønnbåten fordeles via bunnkanalsystemer. Hvordan pyretroider som har egenvekt relativ lik med vann, vil fordele seg i disse båtene var i utgangspunktet ukjent. Stikkprøver fra ulike brønnbåter har tidligere gitt en indikasjon på at den ønskede konsentrasjonen av pyretroider ikke oppnås. Ved bruk av DNAttracer som sporstoff har en kunnet beskrive hvordan vannløselige middel fordeler seg i rom og tid i brønnbåt. Sporstoffet er i våre studier blandet sammen med enten BETAMAX VET eller ALPHA MAX[®] i en blandingstank før tilsetning i brønnen. DNAttracer har tidligere i merdstudier vist relativt lik fordeling med ALPHA MAX[®] og bruk av dette sporstoffet har gitt oss mer kunnskap om fordeling og utfordringer med pyretroider i brønnbåt. Sporstoffstudiene viser generelt en relativ god fordeling i disse to båtene, men det tar noe tid før fordelingen i brønnen er jevn. Samtidig viser analysene av både ALPHA MAX[®] og BETAMAX VET at ønsket konsentrasjon ikke oppnås i brønnen, verken med fisk eller uten fisk i brønnen. Grunnet DNAttracer analysene kan vi konkludere med at dette ikke skyldes dårlig fordeling i brønnen, men er trolig knyttet til pyretroidenes kjemiske egenskaper og absorpsjon til ulike materialoverflater. Kunnskapsgenerering omkring dette arbeides det videre med i et annet prosjekt mellom partene.

Prosjektnummer: 199392
Prosjektleder: Peter Andreas Heuch
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Veterinærinstituttet, Havforskningsinstituttet og SINTEF Fiskeri og havbruk
Program/finansieringskilde: Havbruk KMB prosjekt/ NFR, FHF og industrielle partnere

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Effekter av avlusingsmidler på atferd, oksygenforbruk og fysiologiske parametre hos laks
Forfatter(e): Thomas Torgersen, Frode Oppedal, and Rolf Erik Olsen

Sammendrag:

Effekten av ulike avlusingsmidler på atferd, oksygenforbruk og fysiologiske parametre hos laks ble testet i kontrollerte karforsøk ved ulike temperaturer og for to fiskestørrelser. Lusemiddel ble manuelt tilsatt over overflaten. Vannutskiftingen ble holdt på et minimum i 30 minutter etter tilsetning før vannet ble skiftet med maksimal hastighet (utskiftingsrate på ca 3 time⁻¹). For å kontrollere for effekten av behandlingsprosedyren som i seg selv stresset fisken testet vi også tilsetning av kun vann av samme kvalitet som i karene.

Oksygenforbruket viste en forbigående økning de første 5 minuttene etter tilsetning av stoff, uavhengig av om vann, deltamethrin, cypermethrin eller azamethiphos ble tilsatt. De to pyretroide midlene deltamethrin og cypermethrin ga en økning i oksygenforbruk de siste 10 minuttene av behandlingen, men dette ble ikke observert etter tilsetning av vann eller azamethiphos. Dette mønsteret i oksygenforbruksrate var uavhengig av størrelse på fisken og ble observert ved alle testede temperaturer (2-17°C). Som forventet økte det spesifikke oksygenforbruket med temperatur og var høyere for liten enn for stor fisk.

Under behandling med deltamethrin i pilotforsøket viste fisken mer ujevn gjellefrekvens og -bevegelse. Større forekomst av fisk nær kar-bunnen, økt hoderisting og utras ble også observert, men deler av denne atferden ble også observert etter tilsetning av vann, og kan trolig i stor grad tilskrives tilsetningsprosedyren.

Tilsetning av vann ga samme forbigående økning i plasma-laktat og -kortisol som tilsetning av avlusingsmiddel. Denne økningen ble kun målt etter ½ time.

Den skånsomme tilsetningsprosedyren ga tilsvarende eller større effekter på oksygenforbruk, atferd og blodfysiologi som lusemidlene i seg selv. Belastningen på fisken av de testede lusemidlene synes dermed beskjeden, men merforbruket av oksygen, samt fiskens tilbøyelighet til å søke seg bort fra lusemiddelet under behandling bør tas hensyn til ved utforming av behandlingsprosedyrer, herunder tilstrekkelig oksygentilsetning.

Prosjektnummer: 199392/s40
Prosjektleder: Peter Andreas Heuch
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Havforskningsinstituttet, SINTEF Fiskeri og Havbruk
Program/finansieringskilde: HAVBRUK/ NFR og industripartnere

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: **Vannets bevegelse og fordeling av legemiddel ved avlusing i oppdrettsmerd**
Forfatter(e): Per Rundtop, Erik Høy, Frode Oppedal, Ole Folkedal

Sammendrag:

To kritiske faktorer ved avlusing i oppdrettsmerd er oksygentilgang og homogen fordeling av legemiddelet for å oppnå mest mulig effektiv behandling. Store merder og produksjonsvolum fører med seg mange problemstillinger når det gjelder korrekt innblanding av legemiddelet. Problemene er gjerne knyttet til dødelighet og redusert tilvekst, lite effektiv avlusing og resistensproblematikk. Dette er bakgrunnen for en av arbeidspakkene i prosjektet Topilouse, hvor man har kartlagt vannets bevegelse, fordeling av legemiddel og fiskens oppførsel ved avlusing helpresenning i oppdrettsmerd. Basert på prosjektresultatene vil badeavlusing i merder kunne gjennomføres på en mer effektiv måte og fiskens velferd sikres.

En av de viktigste målsetningene er å skaffe data for å verifisere modellforsøk for hvordan vannet strømmer og blander seg i en tett presenningspose. Det ble hentet inn data ved å gjennomføre forsøk på 12 x 12m merder. Forsøksseriene ble gjennomført i merder med og uten fisk for å kunne vurdere fiskens bidrag til innblanding av legemiddelet. Grønt fargestoff ble tilsatt sammen med legemiddelet, og innblandingen av fargestoff ble hyppig profilert på fire punkter ved hjelp av instrumentering. I halvparten av forsøkene i merdene med fisk ble også utført uten legemiddel for å kunne innhente data om hvordan legemiddelet påvirker fiskens svømmemønster. Samtidig ble fem punkt-strømmålere brukt for å beskrive strømforhold. For å undersøke sammenhengen mellom fiskestimen og strøm ble fiskebevegelsen kartlagt gjennom kameraobservasjoner under vann og direkte overflateobservasjon samt ekkolodd som registrerer dybdefordeling av fisken før, under og etter behandling.

Resultatene fra forsøkene uten fisk indikerte liten bevegelse av vannet innenfor presenningen, og legemiddelets fordeling i volumet var dårlig. Med fisk til stede ble legemiddelet raskt fordelt i volumet samtidig som en stratifisering i temperatur og saltholdighet ble brutt ned. Dataene inngår nå i et arbeid med å utvikle simuleringsmodell, og resultatene av dette vil presenteres. Både strøm- og fargestoffmålingene indikerer at fiskens stimømster genererer en strøm som sørger for konsistente sirkulasjonsbaner i merden.

Prosjektnummer: 199392
Prosjektleder: Peter Andreas Heuch
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner: SINTEF Fiskeri og havbruk, Havforskningsinstituttet.
Program/finansieringskilde: Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Modellering av populasjonsvekst og spredning av lakselus i Romsdalsfjorden - konsekvenser for vill og oppdrettsfisk**
Forfatter(e): Øyvind Knutsen, Ingrid Ellingsen, Brad Schofield og Hans Bjelland

Sammendrag:

Målet med SALMODIS-prosjektet er å forbedre beslutningsgrunnlaget for regulerings- og intervensjonsstrategier for sykdomskontroll i lakseoppdrett. Prosjektet vil utvikle kunnskap og metoder for å evaluere kost-nytte av ulike strategier for sykdomskontroll med tanke på ulike dimensjoner, slik som økonomi og villfisk. I dette arbeidet anvendes Romsdalsfjorden som et modellområde for både lakselus og PD-virus.

Arbeid med populasjonsmodeller for lakselus på oppdrettsfisk har vært en sentral del i prosjektet. Modellene kan brukes sammen med hydrodynamiske modeller for å studere dynamiske effekter av spredning mellom lokaliteter og villfiskpopulasjoner. Med hjelp av avanserte signalbehandlingsmetoder kan de også bidra til å forbedre estimater av lusenivåer basert på lusetellinger.

Fra Romsdalsfjorden finnes gode data for lakselus på lokalitetsnivå over flere år. Vi simulerer spredning av lakselus med en høyoppløst hydrodynamisk modell (SINMOD) koblet til en enkel populasjonsmodell for fastsittende lus på laks for hver av lokalitetene. I tillegg vil vi ha en populasjonsmodell for de pelagiske stadiene som beregner konsentrasjon av de forskjellige utviklingsstadiene basert på utslippsrate av egg fra smittede lokaliteter, utvikling og mortalitet. Utvandrende smolt fra elvene simuleres som partikler som driver ut fjorden med en gitt hastighet i tillegg til strøm. Konsentrasjon av lakselus som smolten passerer beregnes som tidsserier.

Simuleringen av Romsdalsfjorden gir nyttig kunnskap om populasjonsdynamikken for lakselus blant oppdrettsfisk, effekten av gjennomførte intervensjonsstrategier og påvirkning på vill fisk. Videre arbeid i prosjektet vil være nyttig for å videreutvikle og evaluere bruken av disse modellene. Mens simulering av historiske datasett til nå har blitt vektlagt vil en videre anvende verktøyene for å vurdere ulike mulige kontrollstrategier. Økonomiske modeller på både havbrukslokalitets- og for regionale nivå utvikles parallelt og vil dra nytte av de presenterte populasjons- og spredningsmodellene.

Prosjektnummer: NFR 20757/S40
Prosjektleder: Hans V. Bjelland
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Samarbeidende institusjoner: Norges Veterinærhøgskole, NTNU Samfunnsforskning AS, Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Norsk Utenrikspolitisk Institutt (NUPI), Marine Harvest Norway AS, Lerøy Seafood Group ASA, Salmar ASA, University of Strathclyde, University of Prince Edward Island
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd og Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Effekter av lokale tettheter av oppdrettslaks på rapporterte
Forfatter(e): forekomster av lakselus og innsats av kontrolltiltak
PA Jansen, AB Kristoffersen, H Viljugrein, D Jimenez, M Aldrin,
A Stien

Sammendrag:

En sentral forventning i parasitt – verts-forhold er at økende vertstetthet vil øke parasitt transmisjon til nye verter og dermed gi økt parasitt populasjonsvekst. For lakselus vil økt lokal transmisjon og populasjonsvekst kunne gi seg utslag i høyere infeksjonsnivå på oppdrettsfisk eller kreve større innsats for å kontrollere infeksjonsutvikling. I dette arbeidet tester vi disse prediksjonene gjennom analyser av månedlige rapporter over forekomst av lakselus og kontrolltiltak for hele landet over perioden 2002 – 2010, med fokus på hvilke faktorer som påvirker lusetall i tid og rom. Vi dokumenterer at tetthet av oppdrettslaks i farvannet rundt lokaliteter har betydning for forventet infeksjonsnivå av lakselus, samt innsatsen av kontrolltiltak mot infeksjon i form av terapeutisk behandling eller bruk av leppefisk, på lokalitetene. Resultatene understreker betydningen av lokal tetthet av oppdrettslaks for lakselusens populasjonsdynamikk og antyder dermed at tetthetsavhengige vert – parasitt forhold kan begrense bærekraftige lokale tettheter av oppdrettsfisk.

Prosjektnummer: 199778
Prosjektleder: Ole Torrissen
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Veterinærinstituttet, Norges Veterinærhøgskole, NINA, Norsk regnesentral, Universitetet i Bergen
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd, Havbruk; Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Fordeling av lus på laks og betydning for reproduksjon og kontroll
Forfatter(e): M. Stormoen, E. Skjerve, A. Aunsmo

Sammendrag:

Oppdrettsnæringen er under stadig press for å utvikle bærekraftige kontrollstrategier for blant annet lakselus. I dagens oppdrett må laksen behandles jevnlig, og resistensutvikling mot de vanligste legemidlene rapporteres oftere. Kunnskap om fordeling og telleusikkerhet er nødvendig for å kunne behandle laksen optimalt. Vi undersøkte to datasett som grunnlag for utarbeidelsen av en stokastisk modell, det empiriske materialet viser at modne lakselus hovedsakelig følger en poissonfordeling. En mild ekstravarians (1.13), trolig som følge av faktorer som sampling, fiskestørrelse, sykdom og klassifiseringsfeil, ble observert. Siden lakselus har kjønnnet formering kan man ikke gå ut i fra en lineær vekst, det vil si at antallet reproduserende hunnlus ikke er lik antallet voksne hunnlus. Man bør derfor vurdere når en behandling bør igangsettes, da effekten ved å holde lusenivået lavt vil være vesentlig for å unngå egg og nauplii i vannmassene rundt lokaliteten. Ved lave lusetall vil det oftest kun være 0 eller 1 lus på hver fisk og sannsynligheten for å få to lus av begge kjønn kan beregnes, da lusene følger en poissonfordeling. Ut i fra vår modell kan man anta at mellom 40 og 60 prosent av hunnlusene er befrukta ved et lusenivå på 0,5 lus per fisk. Ved hjelp av denne fordelingen kan man da beregne sannsynligheten for å telle et visst antall lus ut i fra et antatt «sant» lusenivå (λ), telleusikkerheten er viktig for å kunne gjette det «sanne» nivået i en merd. Ved å innføre en gammafordeling for usikkerheten fant vi at man ved et sant nivå på 0,1 lus per fisk kan regne med å telle mellom 0 og fem lus på ti fisk, avhengig av variansen i merden.

Prosjektnummer: FHF 900607
Prosjektleder: Eystein Skjerve
Prosjektansvarlig institusjon: Norges Veterinærhøgskole
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: FHF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Seafarm Pulse Guard, beskyttelse mot lakselus i oppdrettsanlegg.
Forfatter(e): Anna Ingvarsdóttir, Fiona Provan, Harald Bredahl

Sammendrag:

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er en parasittisk hoppekreps som infiserer villaks, oppdrettslaks og i noen grad også andre fiskearter som ørret. Lakselus er en av de største utfordringene for norsk oppdrettsnæring og for vill laksefisk.

Seafarm Pulse Guard (SPG) systemet har vært utviklet til at beskytte laks i oppdrettsanlegg mot lakselus. SPG er et norskutviklet patentert system hvor strømførende ledninger danner et elektrisk felt i sjøen i umiddelbar nærhet og rundt oppdrettsanleggene for å hindre at mobile infiserende stadier av lakselus kommer inn i merdene og infiserer laksen. Prosjektet har som hovedmål å verifisere bruk av SPG og studere biologiske effekter på fisk ved bruk av denne teknologien. Preliminære forsøk viste at lakselus var inaktivert ved bruk av elektriske pulser. Disse forsøkene har nå blitt oppjustert fra laboratorium forsøk til in situ tester i sjø, resultater fra feltforsøket vil bli presentert.

I den første fasen av feltforsøket ble tre forskjellige puls systemer testet i 2 uker. Atlantisk laks (kontroll og SPG grupper) ble utsatt for naturlig smitte og infiseringsnivået av lakselus målt. Biologiske effekter av SPG systemet på forsøksfisk ble også analysert. Det oppsettet som ga lavest påslag av lakselus ble brukt i langtidsforsøk i felt som nylig ble avsluttet. I langtidsforsøket (5 måneder) ble SPG systemet sin toleranse for naturlige påvirkninger evaluert. I tillegg ble lakseluspåslag målt hver 2. uke og fiskens helsetilstand ble evaluert gjennom analyse av biokjemiske parametre. Resultatene fra feltforsøket er lovende med betydelig lavere infiseringsnivåer på fisk i SPG systemet enn på kontroll. I tillegg har det ikke blitt påvist noen negative effekter på fiskens helsetilstand.

Prosjektnummer:	208551
Prosjektleder:	Anna Ingvarsdóttir
Prosjektansvarlig institusjon:	SFD AS
Samarbeidende institusjoner:	SFD AS, IRIS, Westcontrol AS, NEXANS AS,
Program/finansieringskilde:	MARINE HARVEST Brukerstyrt Innovasjons Prosjekt, NFR.

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Forsøksoppsett for test av lusefôr
Forfatter(e): Bjarne Gjerde og Bjarne Hatlen

Sammendrag:

Ei utfordring ved test av ulike lusefôr er å kunne påvise ein sann effekt av fôret i påslag av lus med stor nok statistisk styrke. Det føreset liten variasjon i påslag av lus mellom fisk i replikate kar/merdar som har fått same fôr. Dette meiner vi best kan oppnåast ved fylgjande forsøksoppsett: (1) Fôre fisken i nokre veker med dei aktuelle testfôra i replikate merdar, (2) flytte den individmerka fisken frå alle testfôra og merdane til ein felles merd, (3) infisere fisken med lusekopepodittar i denne felles merden, (4) flytte fisken tilbake til dei testfôra og merdane den kom ifrå, (5) forsette å fôre fisken med same type fôr som den fekk før den vart infisert med lus, (6) teljing av tal fastsittande lus per fisk og eventuelt seinare også tal bevegelege og vaksne lus.

Vi gjennomførte ein slik test med laks som vart gitt fire ulike fôr (tre lusefôr og eit kontrollfôr) med tre replikate merdar (5m x 5m x 5m) per fôr, dvs. totalt 12 merdar kvar med 100 fisk. Eit tilfeldig utval av 70 fisk frå kvar av dei 12 merdane vart flytta til ein felles merd (7m x 7m x 7m). Gjennomsnittsvekt ved start var 220 g (2. mai 2011), og ved flytting til fellesmerden 574 g (29. juni). Fisken vart infisert med lus 30. juni (40 kopepodittar per fisk) og vart dagen etter flytta tilbake til sine respektive merdar. Tal fasttittande lus per fisk (FL) i dei 12 merdane vart talt 12. juli og tal bevegelege lus (BL) 5. august. Effekten av testfôr på tettheit av fastsittande lus ($TFL=FL/vekt^{2/3}$) og tettheit av bevegelege lus ($TBL=BL/vekt^{2/3}$) var ikkje signifikant. Av totalvariasjonen i tettheit av lus utgjorde variasjonen mellom replikate merdar 0.6 % for TFL ($P>0.05$) og 14.6 % for TBL ($P<0.01$). Desse resultatata vart brukte til å rekne ut kor mange replikate merdar og fisk per merd ein bør ha for å kunne påvise ein sann effekt av ulik storleik av eit lusefôr på påslag av lus med stor nok statistisk styrke.

Prosjektnummer:

Prosjektleder:

Prosjektansvarlig institusjon:

Samarbeidende institusjoner:

Program/finansieringskilde:

Bjarne Gjerde

Nofima

Marint miljøsikrings- og verdiskapingsfond i Møre og Romsdal fylkeskommune

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Bruk av helsefôr til laks (*Salmo salar*) i kampen mot lakselus
Forfatter(e): (*Lepeophtheirus salmonis*)

Linda B. Jensen¹, Fiona Provan², Julia Mullins¹, Kai Erik Uleberg², Alex Obach¹

¹ Skretting Aquaculture Research Centre

² International Research Institute of Stavanger

Sammendrag:

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er oppdrettsindustriens største utfordring, og næringen påføres årlig store tap som en følge av denne parasitten.

Forskning har vist at helsefôr som inneholder både immunostimulanter og andre funksjonelle ingredienser kan styrke laksens immunrespons og dermed redusere påslaget av lus. Dette kan brukes som et supplement til medisinsk behandling, og vil redusere behovet for avlusninger og bruk av tradisjonelle lusemidler.

For å undersøke effekten av funksjonelle fôringredienser mot lakselus ble det gjennomført et smitteforsøk. En kontrolldiett og tre forsøksdietter som inneholdt funksjonelle ingredienser ble produsert. Diettene ble fôret til laks med gjennomsnittsvekt på 215 gram i 4 uker før fisken ble smittet med lakseluskopepoder. Da lusene hadde utviklet seg til chalimus III/IVstadiet ble cirka 90 fisk per diett ble undersøkt for antall lus. Slimprøver fra fisk fôret med de ulike diettene ble tatt før og etter smitte med lus.

Proteomikk ble brukt som et verktøy for å undersøke hvilke modulatorer i fôret som har påvisbar effekt på proteinsammensetningen i lakseskinnets slimlag. Prøvene ble analysert ved bruk av LC-MS/MS (LTQ Orbitrap). Ved analyse av slimprøver fra 50 fisk, ble totalt 530 ulike proteiner identifisert ved hjelp av 2165 peptider. De ulike diettgruppene ble sammenlignet ved bruk av nye multivariate statistiske metoder for å undersøke hvilke proteiner som påvirkes av diett. I tillegg ble slim fra laks før og etter lusesmitte undersøkt på samme måte for endringer i proteinuttrykk.

Proteinmarkører som endres i uttrykk ved smitte og ved fôring med helsefôr er identifisert, og vil gi informasjon om mekanismene bak fôrbasert beskyttelse.

Prosjektnummer: 203933
Prosjektleder: Linda B. Jensen
Prosjektansvarlig institusjon: Skretting ARC
Samarbeidende institusjoner: IRIS
Program/finansieringskilde: RFFVEST

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Slimceller i laksehud er signifikant påvirket av diett og har et
Forfatter(e): dynamisk utviklingsmønster

Karin Pittman¹, Stine Karlson¹, Amanda Pittman¹, Teresa Ciepinkska¹,
Kirsten Redmond^{1,2}, Øystein Espeland³, Philippe Sourd⁴, John
Sweetman⁵, Elizabeth Sweetman⁶ & Bjarne Ravnøy⁶

1. Inst for biologi, Universitetet i Bergen, 5020 Bergen
2. Biotatools, Professor Olav Hansensvei 11, 4021 Stavanger
3. Sulefisk AS, Eide, Hardbakke
4. Vet'Eau, Grenade sur Garonne France
5. Alltech Inc. Lixouri, Cephalonia, Greece
6. Probus Aqua AS, Førde

Sammendrag:

Lakselus angriper laksens hud, der slim er det primære immunforsvaret. Det finnes bare fire studier av laksens hud i sjøvannsfasen, ingen av dem norske, men når vi har analysert våre nærings-finansierte feltforsøk, blir det 9 studier.

Vi har utviklet en metode for å måle slimcelletetthet og slimcellestørrelse hos fisk (Pittman et al., in press, Pittman et al., submitted). Vi brukte den på laks i oppdrett og har hittil funnet følgende:

- i) at slimcellestørrelse er minst på halen og ved ventral halerot, mens tettheten er minst på laksens hode. De største cellene i størst tetthet finnes midt på laksens lengde (dorsalt og ventralt), der de kan være tre ganger større og åtte ganger tettere enn på hodet.
- ii) i et feltforsøk over 7 måneder på Sulefisk AS der laksen fikk enten tillegg med Aquate eller kontrolldiett uten, fikk tilleggsgruppen signifikant større slimceller og ikke-signifikant større tetthet av slimceller. Det var ingen vekst i slimceller etter at Aquate ble avsluttet.
- iii) slimcellestørrelsen dobles i løpet av en sjøsommer og – tettheten firedobler seg.
- iv) det kan være en naturlig øvre grense der slimceller utgjør ca 30 % av epitelet langs kroppen.
- v) slimcellestørrelse langs dorsalen er best korrelert med lengde (>0.8) mens tettheten er best korrelert med vekt (>0.75)
- vi) det er signifikante forskjeller i slimcelletetthet og -størrelse mellom hannfisk og hunnfisk, hvor familie og kjønn påvirker disse parametrene signifikant. Slimceller inneholder immunoglobulin, complement C-reactive proteiner, lektiner, lysosymer, crinotoksiner, proteolytiske enzymer, alkaliske fosfater og esteraser, antimikrobielle peptider og hemolysiner som alle har viktige roller i immunforsvaret. Vi begynner å forstå hvordan påvirke hudens sammensetning, også via ernæring. Videre kan vi måle hvor mye aktive substanser som leveres til hudoverflaten. Ved å målrettet styrke laksens primære immunforsvar, kan vi øke dens evne til naturlig å motstå lakselus.

Prosjektnummer:

804803

Prosjektleder:

Karin Pittman

Prosjektansvarlig institusjon:

Inst for Biology, UiB

Samarbeidende institusjoner:

Salmon Group, Alltech, Vet'eau, NOFIMA,

Program/finansieringskilde:

Probus Aqua AS (Norge), Alltech (USA)

Kvalitet

- Filétkvalitet
- Effekter av svømmetrening



**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: *Saccus vasculosis*, neuroglobin, stress og velferd ved slakting av laks
Forfatter(e): i nærvær av karbon monoksid
Kvamme, B.O.¹, Bjørlykke, G.A.^{1,2}, Raae, A.J.², Roth, B.³, Sørheim, O.⁴,
Egelandsdal, B.⁵ og Slinde, E.^{1,5}

Adresser:

1 Havforskningsinstituttet, Pb 1870 Nordnes, 5817 Bergen – bjornok@imr.no

2 Universitetet i Bergen, Molekylærbiologisk Institutt, Pb 7803, 5020 Bergen

3 Nofima, Box 8034, 4068 Stavanger

4 Nofima, Osloveien 1, 1430 Ås

5 Universitet for Miljø og Biovitenskap, IKBM, 1432 Ås

Sammendrag:

Avlivingsmetodene som er i bruk i dag på oppdrettslaks (*Salmo salar*, L) varierer i kvalitet og kan forbedres med hensyn til dyrevelferd. Neuroglobin er et heme protein som finnes i nervevev i små mengder, og binder oksygen. Neuroglobin finnes i *Saccus vasculosis* som er lokalisert like under hjernen i laks og kan derfor ha en funksjon knyttet til stress og overlevelse. Bl.a. bidrar neuroglobin trolig til beskyttelse av hjernen ved lav oksygenmetning. Neuroglobin binder O₂ reversibelt, men CO har en sterkere affinitet til neuroglobin enn O₂. Ved CO behandling av fisk før avliving kan dyrevelferd og kvalitet forbedres siden O₂ ekskluderes og hjernedød inntreer raskere. Laks som behandles med CO før slagbedøvelse og gjellekutting har raskere nedgang i muskel pH og inngang i dødsstivhet (*rigor mortis*). Konsentrasjonen av CO i sjøvannet er avgjørende for virkningen på fisken siden fisken ikke reagerer på CO gassen som sådan. I forsøk der laksen ble behandlet i CO-mettet vann reagerte laksen med kramper og sporadisk unormal svømmeadferd. Dette skyldes trolig sekundæreffekten, den indirekte effekten av CO som forårsaker anaerob metabolisme. I CO-konsentrasjoner under metningsnivået har behandlingen vært effektiv og ført til en rolig adferd. Kortisolnivåer i fisk behandlet med høy og medium konsentrasjon av CO tyder på at CO inhiberer kortisolrespons sammenlignet med ubehandlet fisk.

Sekvensering viser at det finnes minst to ulike neuroglobin hos laks. Disse har svært stor sekvenslikhet, men intron-exonstrukturen varierer. Transkripsjonsnivået for neuroglobin er undersøkt i ulike vev. Vi har detektert neuroglobinproteinet i hjerne og *Saccus vasculosus* hos laks. For å analysere de fysisio-kjemiske egenskapene til lakseneuroglobin nærmere er det klonet og uttrykt i store mengder i E.coli og deretter opprenset.

Prosjektnummer: 190021/S40
Prosjektleder: Bjørn Olav Kvamme
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Universitet i Bergen, Nofima Stavanger, Nofima Ås,
Program/finansieringskilde: Universitet for Miljø og Biovitenskap
NFR – Havbruk

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Håndteringsstress og lagringstemperatur påvirker kvaliteten til

Forfatter(e): oppdrettstorsk

Lisbeth Hultmann, Tran Minh Phu, Torbjørn Tobiassen, Øyvind Aas-Hansen, Flemming Jessen, Lars Hagen, Turid Rustad

Sammendrag:

Atlantisk torsk er en lovende art i norsk fiskeoppdrett. For flere andre fiskeslag (som laks) er det vist at håndteringsstress kan ha store negative konsekvenser for produktkvaliteten. Vi ønsket derfor å undersøke hvordan håndteringsstress påvirker oppdrettstorsk.

Fisken ble delt i to grupper. For å simulere slaktestress ble torsken utsatt for økt fisketetthet (reduert vannstand i tanken) i kombinasjon med manuell håndtering før den ble slaktet. Disse stressede fiskene ble sammenlignet med en kontrollgruppe. Håndteringsstress ble bekreftet ved endringer i blodfysiologiske parametre. Fisken ble filetert pre rigor og lagret på is og kjølerom før definerte kvalitetsegenskaper (muskel-pH, proteinløselighet, væskebindings-egenskaper, filetindeks) ble bestemt. I tillegg ble aktivitet av endogene proteolytiske enzymer målt i prøver tatt rett etter slakting og etter islagringen.

Egenskaper til muskelproteinene er viktige for flere kvalitetsparametre. For å undersøke dette nærmere, ble utvalgte fileter etter 4 dagers is- og kjøleromslagring brukt i proteomanalyse. Dette er en metode der proteinsammensetningen i en prøve kan undersøkes i stor detalj, ved at proteinene separeres på store geler. Fargede geler analyseres ved hjelp av bildebehandlingsprogrammer, og resultatene behandles med multivariat dataanalyse for å identifisere proteiner der relativ mengde er endret. Det er dermed mulig å undersøke om/hvordan proteinsammensetningen endres på grunn av håndteringsstress og/eller lagringstemperatur. Eventuelle endringer i proteinsammensetning kan videre diskuteres i forhold til endringer i filetenes kvalitetsegenskaper.

Prosjektnummer:	178979/S40
Prosjektleder:	Turid Rustad
Prosjektansvarlig institusjon:	Institutt for bioteknologi, NTNU
Samarbeidende institusjoner:	Nofima Marin (Fiskeriforskning), DTU Food (Danish Institute of Fisheries Research)
Program/finansieringskilde:	Havbruksprogrammet (NFR)

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Statistisk evaluering av data fra teksturundersøkelser av laks (*Salmo salar*) gjennomført av Marine Harvest ASA i perioden 2010-2011
Forfatter(e): Merkin, G., Lassen, B.K., Øvretveit, S., Breck, O., Oaland, Ø., Nortvedt, R.

Sammendrag:

Herværende resultater bygger på analyser av muskelteksturdata fra laks gjennomført av Marine Harvest ASA i Norge i perioden 2010-2011 (n = 1720). Teksturmålingene ble gjennomført ved Frøya Lab hos Marine Harvest Norway AS ved hjelp av Zwick Roell® teksturmeter (Tyskland). Teksturmålingene ble gjort i craniale 30mm av NQC (Norwegian Quality Cut) og videre i dorsale høyre muskelsegment. Effekt av fiskens størrelse og fettinnhold og karakteristika koblet til prøvetaking, inkludering prøvetykkelse (mm), prøvens alder og lagringstemperatur ble vurdert opp mot prøvens overflatestyrke (N), hardhet (N), spenst, gummighet (N), tyggbarhet (N), klebrighet ble evaluert i forhold til tekstur.

Hardhet var korrelert (Pearson korrelasjon) med spenst ($r=0.14$, $p<0.001$), gummighet ($r = 0,67$, $p<0.001$), tyggbarhet ($r = 0,54$, $p<0.001$), klebrighet ($r = -0.19$, $p<0.001$) og overflatestyrke ($r=0.89$, $p<0.001$). Prinsippkomponentanalyse (PCA) viste at hardhet og tyggbarhet beskrev variasjonen i teksturparametrene på den mest utfyllende måten. Multipl regressjonsanalyse viste statistisk signifikante effekter av fiskevekt ($p<0,001$) og prøve-karakteristika (prøvetykkelse ($p<0,001$), prøvens alder ($p<0,001$) og lagringstemperatur ($p<0,001$)) på både hardhet og tyggbarhet. De utviklede lineære modellene forklarte henholdsvis 13 % og 34 % av variasjonen i hardhet og tyggbarhet. En partiell begrenset koordineringsteknikk ("redundancy" analyse (RDA) med prøvekarakteristika holdt konstant) viste at effekt av fiske vekt forklarte henholdsvis 2.1 % og 0.9 % av variasjonen i hardhet og tyggbarhet. De prøvetakingens karakteristika forklarte henholdsvis 8.8 % og 33.2 % av variasjonen i hardhet og tyggbarhet i disse modellene. Disse resultatene viste at hardhet er mindre påvirket av prøvetakingens karakteristika enn tyggbarhet. Hardhet anbefales derfor i videre analyse og i sammenlignbare studier.

Det ble funnet at hardhet korrelerer positivt med astaxanthin- konsentrasjonen (Pearson, $r = 0,25$, p -verdi $<0,001$) og visuell farge (evaluert med Salmofan fargevifte) i muskel ($r = 0,23$, p -verdi $<0,001$). Denne sammenhengen viste at et fenomen kan påvirke både pigmentering (og/eller post-mortem stabilitet) og filettekstur.

Prosjektnummer: 190485
Prosjektleder: Professor II Dr. Ragnar Nortvedt
Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen, Institutt for biologi
Samarbeidende institusjoner: Kjemisk institutt ved UiB, Nofima Mat,
Program/finansieringskilde: Havforskningsinstituttet og Marine Harvest Havbruksprogrammet, Norges forskningsråd

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Forekomst av melanin i laksefilet og betydning av miljø, biologi og
Forfatter(e): slakting
Thomas Larsson, Turid Mørkøre

Sammendrag:

Melanin i laksefilet er en av hovedutfordringene i arbeidet med å forbedre filetkvalitet i norsk oppdrettsnæring. Her presenteres kartlegging av forekomst av melanin i laksefileter fra hele Norge i 2011. Disse resultatene er basert på registreringer fra industrien.

En nasjonal mal for registrering av melanin i filet ble utviklet i samarbeid med deltakere fra flere bedrifter og jevnlige registreringer ved filetanlegg ble sentralt samlet for bearbeiding ved Nofima. Totalt 35 000 fileter ligger til grunn for resultater som presenteres her.

Totalt sett hadde 13.5 % av filetene melaninflekker av varierende størrelse og intensitet. Majoriteten av flekkene forekom i fremre del av buken, noe i bakre del av buk, og minst i ryggpartiet. Størrelsen av flekkene var minst i fremre del av buken og størst i ryggpartiet. Frekvensen av melaninflekker viste en geografisk gradient med høyest innslag i sør. Innslag av melaninflekker viste ikke sammenheng med vanntemperatur, men fiskestørrelse, smolt, slaktehåndtering og vaksine var faktorer som hadde betydning. Laks rammet av PD hadde mer melaninflekker. Resultater fra næringens egne registreringer har gitt ny kunnskap om et betydelig kvalitetsproblem, og danner grunnlag for videre arbeid med å sikre god filetkvalitet av norsk oppdrettslaks.

Prosjektnummer:	900339
Prosjektleder:	Turid Mørkøre
Prosjektansvarlig institusjon:	Nofima
Samarbeidende institusjoner:	
Program/finansieringskilde:	FHF

Foredragstittel: **Tekstur av laksemuskel – nye forskningsverktøy har gitt kunnskapsinnovasjoner**
Forfatter(e): Mørkøre, T.¹, Bahuaud, D.², Borderias, J.A.³, Gaarder, M.Ø.², Gómez-Guillén, C.³, Erikson, U.⁴, Jacq, C.¹, Hollung, K.¹, Koppang, E.O.⁵, Krasnov, A.¹, Montero, P.³, Moreno, H.³, Larsson, T.¹, Pickova, J.⁶, Standal, I.B.⁴, Stien, L.H.⁷, Thomassen, M.S.², Torgersen, J.¹, Veiseth-Kent, E.¹, Østbye, T-K.¹, Ruyter, B.¹

Sammendrag:

Stadig strengere krav stilles til kvaliteten av norsk oppdrettslaks, og det er gjerne prosessindustrien som stiller de strengeste kravene. Fastheten i fiskekjøttet er en av de egenskapene som bidrar mest til kvalitetsopplevelsen. Kvalitetslaks skal være fast i kjøttet med en glatt overflate uten sprekker mellom muskelsegmentene. Norsk oppdrettslaks har generelt god kvalitet, men tidvis kan lakemuskelene være bløt. Laks som er bløt i kjøttet egner seg dårlig til filetering og videreforedling og den vrakes av konsumentene. Derfor er det en prioritert oppgave å øke kunnskapen om forhold som påvirker fastheten i laksekjøttet. I prosjektet «Manage texture quality of Atlantic salmon» har vi studert underliggende molekylære og morfologiske årsaker til teksturvariasjoner i laks over en 3 årsperiode. Forskerteamet har vært tverrfaglig sammensatt med fagfolk fra både inn- og utland.

En forutsetning for å kunne følge og forbedre en kvalitetsegenskap er at det finnes gode og objektive målemetoder. Tekstur er en kompleks egenskap og vi har derfor hatt en bred tilnærming i utviklingen av forskningsverktøy til vårt formål. De nye verktøyene er basert på bio-/genteknologi, metabolomics, morfometri (histologi) og in-vitro studier ved bruk av muskelceller fra laks. Våre tilnærminger har gitt ny kunnskap om sammenhengen mellom avvikende metabolisme hos bløt laks, strukturelle/histologiske avvik og om underliggende årsaker til at fôret i så stor grad påvirker muskelkvaliteten. Vi har for første gang identifisert en sykdomstilstand hos bløt laks (glykogen myopati, «sukkerlaks»), hvilket gir oss et godt grunnlag til å motvirke denne tilstanden i fremtiden.

Prosjektnummer: 190479
Prosjektleder: Turid Mørkøre
Prosjektansvarlig institusjon: ¹Nofima
Samarbeidende institusjoner: ²UMB, ³ICTAN Spania, ⁴SINTEF, ⁵NVH, ⁶SLU Sverige,
Program/finansieringskilde: ⁷HI
NFR, FHF

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Smoltprobe – nytt verktøy for bestemmelse av smoltkvalitet og post-smoltprestasjoner hos laks

Forfatter(e): Sigurd Stefansson, Tom Ole Nilsen, Sigurd Handeland, Lars Ebbesson, Stephen D. McCormick

Sammendrag:

Testing av storskala protokoller gjennom å ta i bruk robotteknologi til rensing av RNA og oppsett av 384 plater for kvantitativ PCR har vært testet og ser ut til å fungere tilfredsstillende. Det forberedes nå utprøving og verifisering av multiplex i dette systemet. Gjennom karakteriseringen av smoltproben (kvantifisering av gjelle Na,K-ATPase α 1a og α 1b isoformer) har vi vist at smoltproben har potensial for tidlig påvisning av desmoltifisering hos laksesmolt. Måling av gjelle NKA α 1a og α 1b mRNA ekspresjon hos vårsmolt holdt på naturlig lysperiode og 8 °C vanntemperatur viser at endringer i uttrykket av NKA α 1b skjer før både økning og nedgang i enzymaktivitet kan måles. Tilsvarende resultater er også funnet i forsøk med 0+ høstsmolt som har gjennomgått en styrt smoltifisering med lysperiodekontroll og etterpå holdt i ferskvann der de har gjennomgått en desmoltifisering. Våre funn så langt i prosjektet er ihht vår hypotese om at smoltproben gir et tidlig varsel om at smolten er på vei inn i eller ut av smoltvinduet (desmoltifisering). Våre undersøkelser har også vist at svikt i regulering av NKA isoformene hos smolt som er utsatt for moderat belastning av dårlig vannkvalitet (surt vann/Al) kan påvises vha. smoltproben før de tradisjonelle undersøkelsene av enzymaktivitet kan påvise skader. Videre har det sammen med prosjektets samarbeidspartnere blitt utviklet spesifikke antistoff mot NKA α 1a og α 1b proteinet. Ihht vår hypotese om differensiell lokalisering av isoformene viser resultatene at NKA α 1a er lokalisert i ferskvannskloridceller mens NKA α 1b er lokalisert til sjøvannskloridceller.

Smoltproben vil kunne bli et viktig verktøy for verifisering av smoltkvalitet i norsk havbruksnæring. Den vil kunne gi et tidlig varsel om endringer i smoltkvalitet knyttet til episoder med dårlig vannkvalitet, og den vil gi smoltoppdrettere muligheter til å forutsi mer nøyaktig når smolten bør settes i sjøen for å unngå begynnende desmoltifisering i seine smoltpartier.

Prosjektnummer: 199800
Prosjektleder: Prof. Sigurd Stefansson
Prosjektansvarlig institusjon: Inst. for biologi, Univ. i Bergen
Samarbeidende institusjoner: Lerøy Seafood Group, Marine Harvest, Høyskolen i Bergen, Univ. for miljø og biovitenskap, INRA (Frankrike), USGS (USA)
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Tren fisken din!

Forfatter(e): Harald Takle^{1,2*}, Vicente Castro¹, Ståle J. Helland¹, Sven Martin Jørgensen¹, Torstein Kristensen³, Guy Claireaux⁴, Jacob Torgersen¹, Elisabeth Ytteborg¹, Jan Helgerud⁵, Tony Farrell⁶, Aleksei Krasnov¹ og Barbara Grisdale-Helland¹.

¹Nofima, Norge. ²AVS Chile, Puerto Varas, Chile. ³NIVA, Norge. ⁴ORPHY, Det Europeiske Universitet i Brest, Frankrike. ⁵NTNU Medisin, Norge. ⁶Zoologisk institutt, Universitetet i Britisk Columbia, Vancouver, Canada. *Kontakt: harald.takle@nofima.no

Sammendrag:

Norske lakseoppdrettere jobber målrettet med å styrke laksens helse og robusthet for å redusere tap i sjø. Svømmetrening av oppdrettsfisk har blitt foreslått som et tiltak for å styrke laksens robusthet. Vi fikk derfor midler fra FHF og NFR i 2009 for å forske på laksetrening med tanke på å bygge opp kunnskap for en mulig fremtidig implementering i næringen.

Tidligere studier har vist at trening av laksefisk har en rekke positive effekter på fiskens vekst og hjertekapasitet. Forskning gjort på mennesker og pattedyr har vist at trening dessuten har en positiv effekt på immunforsvaret og sykdomsmotstand. Vårt mål for prosjektet var derfor å utforske om trening av settefisk styrker smoltens robusthet og sykdomsmotstand.

I prosjektet har vi funnet at trening styrker motstandskraft mot IPN og vintersår. Transkripsjonsstudier har vist at bedring av sykdomsmotstand henger i sammen med endringer i laksens immunsystem, men det er viktig å merke seg at effekten av trening er avhengig av treningsregime, intensitet, varighet og restitusjon. Hjertekapasiteten er bedre hos trent fisk. Trening øker hjertets størrelse og kontraksjonsevne, og vi har funnet at trening bedrer hjertets erythropoietin-produksjon og kapillarisering. Trening påvirker dessuten robusthet ved å stimulere til økt beindannelse og mineralisering av ryggvirvlene slik at disse er mindre sårbare for å utvikle deformiteter. Samlet har prosjektet generert en rekke lovende fysiologiske og molekylære robusthetsmarkører.

I tillegg til trening er laksens iboende svømmekapasitet svært viktig for laksens robusthet. Parr med god svømmekapasitet har bedre sykdomsmotstand etter sjøutsett og tåler intensiv intervall trening bedre enn fisk med dårlig svømmekapasitet. Transkripsjonsanalyser viser at dette delvis kan forklares med at gode svømmere har lavere nivå av stressrelaterede transkripsjonsfaktorer.

Konklusjonen vår er at næringen kan redusere tap i sjø ved å optimalisere strømhastighet og strømforhold i settefiskanleggene.

Prosjektnummer:	190067
Prosjektleder:	Harald Takle
Prosjektansvarlig institusjon:	Nofima
Samarbeidende institusjoner:	NIVA, NTNU Medisin, Universitetet i Brest,
Program/finansieringskilde:	Universitetet i Britisk Columbia Havbruk/NFR og FHF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Svømmeutholdenhet som mål for robusthet

Forfatter(e): Sven Martin Jørgensen¹, Vicente Castro¹, Ståle J. Helland¹, Guy Claireaux³, Tony Farrell⁴, Barbara Grisdale-Helland¹, Aleksei Krasnov¹ og Harald Takle^{1,2*},

¹Nofima, Norge. ²AVS Chile, Puerto Varas, Chile. ³ORPHY, Det Europeiske Universitet i Brest, Frankrike.

⁴Zoologisk institutt, Universitetet i Britisk Columbia, Vancouver, Canada. *Kontakt: harald.takle@nofima.no

Sammendrag:

Vi mennesker har ulike fysiologiske forutsetninger for å kunne bli idrettsstjerner og dette er påvirket av både genetikk og miljø. Tilsvarende har det blitt dokumentert at laksefisk kan deles inn i ulike fysiologiske prestasjonsgrupper basert på svømmeutholdenhet og dette blir i dag utnyttet i avlsprogram og en positiv korrelasjon med vekst har blitt rapportert (Aqua Gen AS). Næringen på sin side sliter fortsatt med om lag 20 % tap etter sjøutsett og har et stort behov for å sikre god robusthet på all smolt som blir satt i sjø. Dersom dette målet skal nås er første forutsetning at svak fisk blir utsortert, samtidig som vi må etablere gode målemetoder for å identifisere robust fisk.

Vårt mål for dette studiet har vært å evaluere om svømmeutholdenhet hos lakseparr påvirker sykdomsmotstand etter sjøutsett og i hvilken grad sterke og svake svømmere er påvirket av ulike treningsregimer. Resultatene viste en signifikant bedre overlevelse for sterke svømmere etter challenge med IPN virus. Dette er først gang noen har dokumentert en sammenheng mellom iboende svømmeutholdenhet og motstandsdyktighet mot virus hos fisk. I tillegg til dødelighetsdataene indikerte genekspresjonsanalyser at svake i motsetning til sterke svømmere får redusert motstandskraft mot sykdom når de gjennomførte intervalltrening under smoltifiseringen. Trening kan derfor slå positivt eller negativt ut på sykdomsmotstand avhengig av fiskens iboende svømmeutholdenhet og intensiteten på treningsprogrammet. For å identifisere potensielle markører for robusthet analyserte vi sterke og svake svømmere i etterkant av svømmetesten av parr. Mikromatriseanalysene identifiserte et sett av stressrelaterte markører som viste lavere uttrykk hos sterke svømmere både ved parr- og smolt-stadiet.

Prosjektnummer:	190067
Prosjektleder:	Harald Takle
Prosjektansvarlig institusjon:	Nofima
Samarbeidende institusjoner:	Universitetet i Brest, Universitetet i Britisk Columbia.
Program/finansieringskilde:	Havbruk/NFR og FHF

Foredraget er trukket.

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Hvordan utnytter laksen fôret ved forskjellige svømmehastigheter?**
Forfatter(e): Barbara Grisdale-Helland¹, Harald Takle^{2,3} og Ståle J. Helland¹

¹Aquaculture Protein Centre, CoE and Nofima, Sunndalsøra. ²Nofima, Ås. ³AVS Chile, Puerto Varas, Chile

Sammendrag:

Tilveksten hos laks som blir moderat mosjonert er normalt lik eller større enn tilveksten hos laks i kar med mindre vannhastighet. Vi var interessert i å undersøke hvilke ernæringsmessige strategier som fisk bruker når de er eksponert mot forskjellige treningsbelastninger. I dette forsøket sammenlignet vi vekst og utnyttelsen av næringsstoffer hos post-smolt (117g; 22 cm) som ble trent ved enten 0,3 eller 1,1 kroppslengder/sekund i ni uker. Fiskegruppene ble fôret forskjellige mengder fôr. Dette for at utnyttelsen av næringsstoffene og energien i fôret kunne bli fordelt i kostnadene til vedlikehold og tilvekst. Energikostnadene for aktivitet er i vedlikeholdsdelen. Det ble brukt 9 kar per hastighet.

Hos de fullfôrete gruppene, var det ingen effekt av trening på fôrinntak, fôrutnyttelse eller kroppssammensetning. Dette var noe overraskende når en tar i betraktning at de gruppene med raskt svømmende fisk tilbakelagte en distanse på 1232 km i løpet av forsøket og hadde den samme tilveksten som de sakte svømmende fiskene som bare hadde lagt 375 km bak seg. Med andre ord; det virker som om at disse raskt svømmende laksene kunne svømme 857 km uten at det kostet noe ekstra! Ved å dele opp energi- og næringsstoffutnyttelsen i forbruket de hadde for vedlikehold og til tilvekst kunne vi belyse hva som foregikk: den sakte svømmende fisken brukte omtrent halvparten så mye fordøyelig energi til vedlikehold (aktivitet) som de raskt svømmende fiskene brukte. På den annen side avleiret de raskt svømmende fiskene den resterende fordøyde fôrenergien med en effektivitet på 87 % mens de sakte svømmende fiskene bare hadde 68 % avleiring av den resterende fordøyelige energien. Det fordøyelige proteinet ble utnyttet på tilsvarende vis.

Dette innledende forsøket har vist at laksen har en stor tilpasningsevne. Er dette noe som vi kan utnytte i forbindelse med optimaliseringen av neste generasjons laksefôr?

Prosjektnummer: 145949 / 120
Prosjektleder: Margareth Øverland
Prosjektansvarlig institusjon: UMB
Samarbeidende institusjoner: Nofima og NVH
Program/finansieringskilde: SFF/Norges forskningsråd

Bærekraft

- Fiskevelferd
- Utslipp
- Flertrofisk havbruk
- Temperatur og klima



**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Utvikling av vitenskapelig baserte indikatorer på god og dårlig
Forfatter(e): dyrevelferd
Øyvind Øverli² og Tore S. Kristiansen¹

Sammendrag:

Det å kunne dokumentere god dyrevelferd er en sentral utfordring for norsk oppdrettsnæring, både for å kunne møte eksisterende og kommende reguleringskrav og for å sikre næringens bærekraft og omdømme. Det teoretiske og konseptuelle grunnlaget for begrepet dyrevelferd er imidlertid omstridt og til dels løst fundert, og mål som settes opp for kontroll og dokumentasjon av dyrevelferd og hvilke velferdsindikatorer som bør brukes kan være uklare og vanskelig å forholde seg til. Satsningen på forskning og dokumentasjon av dyrevelferd som faktisk har skjedd er til dels underkommunisert. Solid vitenskapelig dokumentasjon er helt sentralt for å forebygge et negativt sentiment hos forbrukere, forvaltning og omsetningsledd, særlig i en del viktige internasjonale markeder. Med utgangspunkt i en konkret definisjon av dyrevelferd som *"individets subjektive opplevelse av sin mentale og fysiske tilstand som følge av dets forsøk på å mestre sitt miljø"* vil vi her redegjøre for de prinsipper innen forskning på velferd hos oppdrettsfisk det per i dag finnes konsensus for, samt status og utfordringer hva gjelder å identifisere målbare indikatorer basert på denne forskningen. Helt sentralt står prinsippet at dyrets individuelle oppfattelse av egen velferdsstatus oppstår som en følge av nevrobiologiske prosesser i hjernen, som i sin tur påvirkes av indre og ytre sensorisk informasjon. Disse enkeltprosessene, som sammen bestemmer om stimuli og miljø oppfattes som positivt eller negativt, er i utgangspunktet målbare. Objektive mål på dyrets atferd vil også kunne si noe om dets indre tilstand. Det er store fellestrekk mellom fisk og andre dyregrupper hva gjelder de funksjoner i hjernen som styrer individets emosjonelle og atferdsmessige respons på stress og miljøendringer. Sammenlignende studier er derfor interessante også utenfor fagfeltet velferd hos fisk i oppdrett. Mulige strategier for å øke gjennomslagskraften av vitenskapelig publisering på området vil bli diskutert ut i fra dette.

Nettside: www.imr.no/salmowa

Prosjektnummer: 199728 SALMOWA
Prosjektleder: Tore S Kristiansen
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet¹
Samarbeidende institusjoner: Universitetet for Miljø og Biovitenskap², Norges Veterinærhøyskole, Wageningen University and Research Centre, Nederland
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet/Forskningsrådet, Havforskningsinstituttet

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Nye verktøy for online vurdering av fiskevelferd i laksemerder
Forfatter(e): Lars H. Stien, Tore S. Kristiansen, Torfinn Lindem og Øyvind Aas-Hansen

Sammendrag:

Prosjektet "WELFARE-TOOLS" har videreutviklet, integrert og testet ny teknologi som måler miljøforholdene fra overflate til bunn av laksemerder, kvaliteten på innstrømmende vann, laksens vertikalfordeling, og laksens pustemønster. Dataene fra instrumentene overføres via mobilnettet til en database der de blir strukturert og analysert ved hjelp av kunnskapsbaserte modeller, og deretter presentert på en dedikert internettside.

Ny teknologi:

- **Profilerende målebøye:** Dette er en bøye plassert midt i merden og som ved gitte intervall vinsjer en målesonde ned og opp i merden. Målesonden er utstyrt med sensorer for temperatur, oksygen, saltholdighet, fluorescens (klorofyll) og turbiditet (partikler i vannet). Etter hver detaljerte profilering overføres dataene til databasen for analyse.
- **Referansesonde:** For å måle kvaliteten på innstrømmende vann og strømhastighet er det laget et tilsvarende system som for bøyen, men uten vinsj.
- **Ekkolodd:** For å kunne si hvilke miljøforhold fisken faktisk opplever og hvordan de reagerer på varierende miljøforhold og andre hendelser er det utviklet ekkolodd med opp til 4 svingere og en ekkointegrator som måler fisketetthet på ulike dyp i merden. Ekkoloddet kommuniserer med målebøyen som sender resultatene videre til databasen for analyse.
- **Pustemønster:** Elektroniske merker tidligere tilpasset torsk har blitt digitalisert og tilpasset bruk på laks. Merkene festes på ryggen av enkeltfisk og måler trykkforskjeller i munnhulen via en tynn væskefylt slange som opereres inn i munnhulen. Dette gir detaljerte data for fiskenes pustemønster som frekvens, amplitude (styrke) og integral (pustevolum). Dataene sendes fortløpende til en mottaker på merdkanten og videre til databasen for analyse.
- **Dedikert internettside og analyse:** Dataene som kommer inn i databasen blir fortløpende vist på www.imr.no/welfaremeter. Her vises også en velferdsvurdering av forholdene i merden over tid.

Den nye teknologien har blitt utestet separat og sammen i konkrete forsøk. I tillegg til å demonstrere teknologien vil vi vise resultater fra noen av disse forsøkene.

Prosjektnummer: 190259, WELFARE-TOOLS
Prosjektleder: Tore S. Kristiansen
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Nofima, Fysisk institutt, Univ. Oslo,
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet(NFR), Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond, Bergen Teknologioverføring AS, EU (prosjekt 022720, FASTFISH) og Nord-Trøndelag Fylkeskommune

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Dyrevelferd som avlsmål - Vil noen betale ekstra for en glad laks ?
Forfatter(e): Kristian Ellingsen, Cecilie Mejdell, Hanne Marie Nielsen, Ingrid Olesen, Pirjo Honkanen, Ståle Navrud

Sammendrag:

Tradisjonelt har oppdrettsindustrien avlet fisk med raskere tilvekst, bedre fôrutnyttelse og i noen grad motstandskraft mot infeksjonssjukdommer. Inkludering av andre avlsmål som for eksempel økt resistens mot lakselus og lavere aggresjonsnivå, vil føre til en mer robust fisk, men også et dyrere produkt fordi framgangen for de andre egenskapene i avlsmålet, spesielt tilvekst automatisk blir lavere. Målet med Breedwell-prosjektet var derfor bl.a. å finne ut om det er et marked for å selge produkter fra oppdrettsfisk som har hatt et godt liv, hva forbrukerne vektlegger ved kjøp av et slikt produkt og hvor mye de er villige til å betale for en slik "glad laks". For å besvare dette, ble et spørreskjema testet i fokusgrupper og intervjuer, og så sendt ut som en internettundersøkelse til et representativt utvalg på 2147 norske husstander. Deltakerne fikk presentert en rekke påstander om oppdrettsfisk og -næring. Faktoranalyser viste at forbrukerne vurderte forhold knyttet til egen helse som viktigst. Dernest kom hensynet til fiskens velferd, mens på tredje plass kom miljøhensynet. Median ekstra betalingsvillighet for fileter fra "en glad laks" tilsvarte 30 kr per kilo; gitt at prisen for en standard oppdrettslaks var 100 kr/kg. Regresjonsanalyser viste at betalingsvilligheten var signifikant lavere ved høyere alder, men signifikant høyere for de med høyere utdanning og de som sa de var glade i dyr generelt. Betalingsvilligheten økte også med høyere husholdningsinntekt, og var høyere blant kvinner enn menn. 84 % av deltakerne mente at oppdrettsfisk produsert under forhold som garanterer at den har hatt et godt liv, bør være matmerket for å vise dette. I denne sammenheng uttrykte deltakerne størst tiltro til Mattilsynet eller annen offentlig myndighet, tett etterfulgt av mat- og fiskeforskere. Deltakerne mente at de hovedansvarlige for at norsk oppdrettsfisk har gode levevilkår var produsent/oppdretter gjennom tilrettelegging av produksjonsforhold, og myndigheter/Mattilsyn gjennom regelverk og tilsyn.

Prosjektnummer: 190457 (WP3)
Prosjektleder: Ingrid Olesen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: Veterinærinstituttet, Universitetet for miljø- og biovitenskap, Sveriges Landbruksuniversitet og København Universitet
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Kan torsk føle smerte? Om hjerneforskning på fisk.**

Forfatter(e): Øyvind Aas-Hansen, Niels Christian Stenklev, Helena Bichao, Jared Eckroth, Kjell B Døving, Stian Ludvigsen, Ioanna Sandvig, Jonathan Banks, Tor Jørgen Almaas, Helge K. Johnsen, Dagfinn Matre, Marte Thuen, Marius Widerøe, Marleen Verhoye, Annemie van der Linden, Lynne U Sneddon, Olav Haraldseth, Arvid Lundervold.

Sammendrag:

Så godt som alle dyr fra encellede og til mennesker har utviklet mekanismer for å registrere skadelige påvirkninger og sette i gang koordinerte responser for å unngå skaden. Hvorvidt vevsødeleggende stimulering gir smerte avhenger derfor ikke av om dyret registrerer og responderer på skade, men bestemmes av om det har utviklet en hjerne som gjør det i stand til å faktisk oppfatte påvirkningen som smertefull. Gjennom de senere år er det gjennomført flere atferds-studier som viser at noen fiskearter foreviser reaksjoner som kan tolkes som at de har mer komplekse hjernefunksjoner enn tidligere antatt ut fra hovedsakelig hjerneanatomiske betraktninger. Problemstillingen vedrørende mulig smerteoppfattelse hos fisk i dag dreier seg derfor i all hovedsak om manglende kunnskap om fiskehjernes funksjonelle egenskaper. I prosjektet "Nociception and potential pain perception in Atlantic cod (*Gadus morhua*)" er målsetningene å komme et skritt nærmere torsk hjernes muligheter for smerteoppfattelse primært gjennom å bestemme a) hvilke deler av torskens hjerne som aktiveres ved potensielt smertefulle stimuli og b) skaffe til veie basal kunnskap for vurdering av mulig smerteoppfattelse hos fisk generelt. Det er benyttet en bred tilnærming som inkluderer fysiologiske og atferdsmessige responser, elektrofysiologiske og histologiske undersøkelser, samt MR-røntgen der vi blant annet har forsøkt å implementere ny metodologi fra rotte til fisk gjennom såkalt mangan-forsterket MRI (MEMRI). Noen av forsøkene pågår fortsatt, og prosjektet som helhet avsluttes i utgangen av juni 2012.

Prosjektnummer: NFR # 184745/E40
Prosjektleder: Øyvind Aas-Hansen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: UiT/NTNU/UiO/UiB/U.Liverpool/U.Antwerp/STAMI/
Program/finansieringskilde: UNN
NFR Havbruksprogrammet

Foredragstittel: Frustrert fisk: Uforutsigbar utforing av laks gir økt aggresjon og påvirker hjernens belønnings-system

Forfatter(e): Marco A. Vindas², Ole Folkedal¹, Tore S. Kristiansen¹, Lars H. Stien¹, Bjarne O. Braastad², Ian Mayer³, Erik Höglund, Øyvind Øverli²

Sammendrag:

Dyrs evne til innlæring og hukommelse er gjenstand for økende interesse både i et grunnforskningsmessig og anvendt perspektiv. Klassisk kondisjonering har blitt brukt for å dokumentere læringsevne og hukommelse hos fisk, men vi mangler fremdeles kunnskap om hvorvidt disse egenskapene er tilknyttet følelsesmessige tilstander. Hos pattedyr vil uteblivelse av en forventet belønning utløse aggresjon og stress, en affektiv tilstand kjent som frustrasjon. Vi har undersøkt om laks viser lignende atferdsmessige og fysiologiske responser når en innlært rutinemessig sammenheng mellom et eksternt signal og utforing brytes.

Seks grupper med 200 fisk hver ble kondisjonert med et forutsigbart regime der et blinkende lys ble tent som signal 30 sek før utforing. Etter en innlæringsperiode virket lyssignalet tiltrekkende på fisken. Tre grupper gjennomgikk deretter et frustrasjons-regime i 9 dager, hvor den forventede belønningen (dvs. utforingen) ble forsinket 30 minutter etter signal ved 2 av 3 daglige måltider.

Fisk utsatt for denne behandlingen viste økt aggresjon og mer heterogene vekstrater. Basale kortisol-nivåer og dopamin aktivitet i hjernen ble ikke påvirket, men frustrert fisk viste økt dopamin-metabolisme i hjernen ved en akutt stress situasjon. Denne fysiologiske responsen indikerer at det uforutsigbare foringsregimet førte til en sensitering av hjernens belønnings-system. Sammen med den atferdsmessige reaksjonen tyder dette på at fundamentale responser på uforutsigbarhet er opprettholdt gjennom evolusjonen fra fisk til pattedyr.

Nettside: www.imr.no/salmowa

Prosjektnummer:	199728 SALMOWA
Prosjektleder:	Tore S Kristiansen
Prosjektansvarlig institusjon:	Havforskningsinstituttet ¹
Samarbeidende institusjoner:	Universitetet for Miljø og Biovitenskap ² , Norges Veterinærhøyskole ³ , Wageningen University and Research Centre, Nederland
Program/finansieringskilde:	Havbruksprogrammet/Forskningsrådet, Havforskningsinstituttet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Vurdering av fiskevelferd ut fra hjernefunksjon

Forfatter(e): L.O.E. Ebbesson^{1,2}, C. Grassie³, V. Braithwaite³, J. Nilsson⁴, T.O. Nilsen^{1,2}, H-C. Teien⁵, S.O. Handeland¹, N. Aubin-Horth⁶, F. Kroglund⁷, H. Hofmann⁸, G.L. Taranger⁴, T. Kristiansen⁴, S. Stefansson¹

¹Uni Environment, Uni Research AS, Bergen, Norway; ²Dept of Biology, University of Bergen, Bergen, Norway; ³School of Forest Resources & Dept of Biology, Penn State University, PA, USA; ⁴Institute of Marine Research, Bergen, Norway; ⁵Department of Plant and Environmental Science, Norwegian University of Life Science, Ås, Norway; ⁶Integrative Biology and Genomics of Behaviour, Université de Montréal, Montréal, Canada; ⁷Norwegian Institute of Water Research, Norway; ⁸Inst for Cellular & Molecular Biology, Inst for Neuroscience, The University of Texas at Austin, Austin, TX, USA

Sammendrag:

Utvikling av pålitelige kriterier for vurdering av fiskevelferd er høyt prioritert I Norge og EU. Selv om definisjonene av fiskevelferd varierer, er det et hovedmål å tilrettelegge et oppdrettsmiljø som minimerer stressfaktorer med negativ innvirkning på helse og dyrets mentale funksjoner. Hovedmålene i prosjektet har derfor vært å identifisere nye velferdsindikatorer gjennom å 1) etablere det molekylære og funksjonelle forholdet mellom miljøstress, nervesystemets plastisitet, og lærings- og hukommelsesatferd i laks, og 2) utvikle metoder for å identifisere spesifikke endringer i hjernen i forhold til ulike stressfaktorer. Vi har fokusert på kronisk mildt stress (CMS), i form av hyperoksia (140 %) og surt vann og aluminium (pH 5.8, labilt Al 15 µg/l) siden disse formene for stress er det vanskeligste å detektere med klassiske metoder, og siden de også er svært relevante i oppdrett av laksesmolt. I tillegg ble en gruppe eksponert for cortisol for å kunne fastslå hvorvidt CMS virker gjennom kortikosteroidaksen eller gjennom andre stressresponssystemer. Vi undersøkte videre læringsevne, nervøse stress- og plastisitetssystemer, samt endokrine parametre. Våre data viser at CMS hemmer læring og nervesystemets plastisitet i laks. De nervøse og endokrine responsene på CMS blir mediert av ulike mekanismer, og bare delvis gjennom glukokortikoidsystemet. En viktig konklusjon fra dette arbeidet er at laks eksponert for ulike former for CMS responderer ulikt i en hvile-situasjon ifht nå den utsettes for sammensatte stress. Videre har vi vist at nevrale markører for plastisitet er korrelert med læringsevne og dermed også fiskens evne til å mestre nye miljøbetingelser. Studier av sammensatte stress kombinert med nevrale og endokrine indikatorer blir viktige i utviklingen av pålitelige protokoller for vurdering av fiskevelferd.

Prosjektnummer: 190469
Prosjektleder: Dr. Lars Ebbesson
Prosjektansvarlig institusjon: Inst. for biologi, Univ. i Bergen
Samarbeidende institusjoner: Uni Research, IMR, UMB, NIVA, Univ of Montreal (Canada), Univ of Texas (USA)
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Ressursutnyttelse i norsk lakseoppdrett i 2010

Forfatter(e): Trine Ytrestøyl, Turid Synnøve Aas, Gerd Marit Berge, Bjarne Hatlen, Mette Sørensen, Bente Ruyter, Magny Thomassen, Erik Skontorp Hognes, Friederike Ziegler, Veronica Sund og Torbjørn Åsgård

Sammendrag:

Fôret er den største innsatsfaktoren ved produksjon av laks, og spørsmål om bærekraft blir ofte en diskusjon om fôrråvarer. Bruken av fiskemel og olje i laksefôret er spesielt om-diskutert. Tradisjonelt har fiskemel og fiskeolje vært de viktigste ingrediensene i laksefôr, men veksten i lakseproduksjonen har vært mulig fordi man har tatt i bruk planteråvarer i fôret. På 90-tallet besto fôret av 90 % marine råvarer mens det i 2010 er omkring 41 % marine råvarer i fôret. Når man trekker fra andelen fiskemel og olje som er produsert fra biprodukter fra fiskerinæringen er mengden villfisk som brukes for å produsere en kg laks (Fish in-Fish out ratio) redusert med 75 % siden 1990. Fortsatt vekst i lakseproduksjonen er imidlertid avhengig av å øke bruken av planteråvarer eller å benytte andre alternative råvarer som for eksempel animalske biprodukter i laksefôret. I 2010 er 95 % av det totale energiforbruket og CO₂-utslippet fra norsk lakseproduksjon knyttet til høsting, prosessering og transport av fôrråvarer og fôr. Det er viktig å forstå hvordan en endring i fôrsammensetningen påvirker energifôrbruk og CO₂-utslipp. Ved hjelp av livssyklusanalyse (LSA) er disse parameterne beregnet for dietter med ulik innblanding av marine råvarer (fra 15-88 %). Bruk av marine råvarer er mer energikrevende sammenlignet med bruk av planteråvarer, men effektene på CO₂-utslippene er små ettersom effekten av avskoging for å dyrke enkelte planteråvarer (soya) er tatt med i beregningen. Det er også gjort en sammenligning av laksoppdrett med produksjon av kylling og gris med hensyn på CO₂-utslipp, bruk av jordbruksareal og fosfor. I 2010 har laksen et lavere CO₂-utslipp, bruker mindre landareal og fosfor sammenlignet med kylling og gris. Selv når andelen planteråvarer i laksefôret økes til 85 % kommer laksen bedre ut enn kylling og gris. Laksen utnytter også i større grad protein og fett i fôret til spiselig produkt sammenlignet med kylling og gris. Dette gjør laksen til den mest ressurseffektive kjøttprodusenten noe som er sentralt i et bærekraftsperspektiv.

Prosjektnummer: # 900568
Prosjektleder: Torbjørn Åsgård
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: SINTEF, SIK
Program/finansieringskilde: FHF

**Programkonferanse HAVBRUK
Stavanger 16.-18. April 2012**

Foredragstittel: Effekt av strøm på økosystemene på dype bløtbunner ved
Forfatter(e): oppdrettsanlegg

Raymond Bannister, Thomas Brunn Valdemarsen, Pia Kupka Hansen,
Arne Ervik

Sammendrag:

Produksjonen av laksefisk i merdanlegg har økt jevnlig og var i 2011 over 1 mil tonn. Dette har resultert i økende bekymring for miljøvirkningene av akvakultur og reist tvil om næringen er bærekraftig på lang sikt. Samtidig med produksjonsøkningen har det skjedd en gradvis flytting av oppdrettsanleggene fra grunne og strømsvake lokaliteter til dype lokaliteter med sterk strøm. Dette har gitt bedre vannutskiftning i merdene og dermed bedre produksjonsforhold, samtidig som bunnpåvirkningen er redusert ved at avfallet fra anleggene spres over et større område.

Sammenhengen mellom bunnpåvirkning og strøm på dype oppdrettslokaliteter er dårlig undersøkt, og hovedmålet for ECORAIS var å kvantifisere effekten av ulike strømregimer på økosystemene på dype bløtbunner ved oppdrettsanlegg. Dette ble undersøkt ved detaljerte studier av oksygenopptak og flukser av ulike stoffer ut fra bunn, sedimentenes kjemiske sammensetning og responsen av faunaen nede i sedimentene ved to oppdrettsanlegg med ulike strømregimer.

Resultatene fra ECORAIS representerer de første detaljerte studiene av sediment biokjemi og flukser fra bløte fjordbunner på dypt vann belastet med avfall fra oppdrettsanlegg. Resultatene som presenteres understreker betydningen av strøm som en av de viktigste faktorene som regulerer bunnpåvirkningen fra oppdrettsanlegg.

Prosjektnummer: 190474/s40
Prosjektleder: Arne Ervik
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Havforskningsinstituttet, NIVA
Program/finansieringskilde: Havbruk

**Programkonferanse HAVBRUK
Stavanger 16.-18. April 2012**

Foredragstittel: **Synkehastighet av fekalier fra laks**

Forfatter(e): Arne Ervik, Pia Kupka Hansen, Raymond Bannister

Sammendrag

Merdanlegg er åpne systemer som slipper alt avfall ut i omgivelsene, både oppløste stoffer og partikler. Partiklene omfatter både store partikler som spillfôr og intakte fekalier som synker raskt og bunnfeller nær anleggene og små sveveartikler som synker langsomt og som kan sedimentere langt borte fra merdene. De partikulære utslippene belaster bunnen, og dersom de inneholder kjemikalier og blir spist av filtrerende organismer eller bunndyr vil kjemikaliene komme inn i de marine førekjedene.

Det finnes matematiske modeller som kan simulere spredning og sedimentasjon rater av organisk stoff, og som er nyttige beregne nyttige for å regulere bunnpåvirkning fra akvakultur. Modellen baserer simuleringene på gjennomsnittlig synkehastighet for spillfôr og fekalier fra laks, uten å ta hensyn til fiskestørrelse, diett eller størrelsesfordeling av partiklene. Synkehastigheten av fiskefekalier er imidlertid ikke normalfordelt, og midlere verdier er tillater ikke nøyaktige beregninger av sedimentasjonsrate og sted for bunnfelling.

Her presenteres resultater fra laboratorieundersøkelser av synkehastighet og partikkelstørrelse for fekalier for tre størrelsesgrupper av laks, samt måling av sedimentasjonsrater ved oppdrettsanlegg. Resultatene gir grunnlag for bedre simulering av sedimentasjon av organisk stoff fra oppdrettsanlegg og bedre forståelse av mulig spredning av fremmedstoffer bundet til svevepartikler.

Prosjektnummer:	NFR 190474/s40
Prosjektleder:	Arne Ervik
Prosjektansvarlig institusjon:	Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner:	UiB, NIVA
Program/finansieringskilde:	Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Hvor ender utslipp fra oppdrettsanlegg opp?**
Forfatter(e): Alfatih Ali, Øyvind Thiem, Jarle Berntsen

Sammen drag:

Numeriske strømmodellering brukes idag både til å beskrive og forutsi hvordan væske og gass oppfører seg. Det kan være seg variasjoner i været som er av interesse (blir det regn imorgen?), eller hvordan strømmen langs Norskekysten påvirkes av store nedbørsmengder (vil Lofottorskens egg drive opp i Barentshavet?) eller hvordan man kan minimere luftmotstanden rundt et fly. Det er egentlig bare fantasien som setter grenser for hva strømningsmodellering kan brukes til.

Det store spørsmålet er naturligvis, hvor godt kan numeriske modeller gjenskape virkelighetens gass og væskestrømmer. For å besvare dette spørsmålet trenger en kontrollerte eksperimenter med målinger og slik kvalitetsikring av strømmodellresultater er et av målene i Ecorais.

I prosjektet fokuseres det på utvikling av metoder og modeller som kan gi svaret på hvordan utslipp fra oppdrettsanlegg spres i fjordsystemer. Slik spredning vil avhenge av for eksempel hvilke krefter som påvirker avfallet (som bunntopografi, tidevann, vind og ferskvannsavrenning), egenskapene til avfallet (tetthet, vannløselighet), utformingen av oppdrettsanlegget (form, størrelse). Dette vil si at modellresultatene vil avhenge av hvor godt modellen greier å fange disse parametrene.

For å forstå hvordan spredning foregår er det ofte viktig å forenkle problemstillingen så mye som mulig. Vi vil i denne presentasjonen vise at det ikke nødvendigvis bare er styrken på strømmen som avgjør hvor langt utslippet spres, men en kombinasjon av dypet ved lokaliteten, synkehastigheten til utslippet, størrelsen på oppdrettsanlegget og lokale strømforhold. Dette vil i praksis si at en i en fjord som er tidevannsdominert kan gå fra å ha begrensede til å få omfattende miljøeffekter dersom en av de overnevnte parametrene forandres.

Prosjektnummer: NFR 190474/s40
Prosjektleder: Arne Ervik
Prosjektansvarlig institusjon: Uni Computing, Uni Research As
Samarbeidende institusjoner: IMR, NIVA.
Program/finansieringskilde: Havbruk

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Å spore organisk avfall fra oppdrettsanlegg i den bentiske næringskjeden
Forfatter(e): Siri Aaserud Olsen, Arne Ervik og Otto Grahl-Nielsen

Sammendrag:

En stor mengde organisk materiale blir sluppet ut fra et oppdrettsanlegg i løpet av et år. Disse utslippene kommer først og fremst fra ekskrementer som synker ned på bunnen, og som så vil utgjøre en matkilde for forskjellige bunndyrssamfunn. Laksefôr inneholder fett fra både marine og vegetabiliske oljer. Dette gir en fettsyreprofil som er helt forskjellig fra naturlig marint materiale, noe som kan benyttes til sporing i både sediment og dyr. For å få en større forståelse av hvor det organiske materialet fra oppdrettsanlegg ender opp i den bentiske næringskjeden, har vi gjennomført laboratorieforsøk og innsamlinger av dypvannsreke (*Pandalus borealis*) for å finne fettsyrer som kan benyttes til slik sporing.

I et forsøk der vi fôret reker med laksefôr, fant vi allerede etter noen få uker forhøyede mengder av typiske vegetabiliske fettsyrer i muskulaturen, sammenlignet med reker hadde spist torsk. Særlig fettsyrene 18:2n6 og 18:3n3 var forhøyet, og disse fettsyrene finnes i relativt store mengder i de vegetabiliske oljene som benyttes i laksefôrproduksjon. Reke hadde dessuten et høyere fettinnhold i muskulaturen, sammenlignet med de torskespisende rekene. Vi samlet deretter inn reker fra syv oppdrettslokaliteter og referansestasjoner langs norskekysten. Resultatene viste at reker som ble fanget i influensområdet for oppdrettsavfall (ca 0 – 800 m) hadde et høyere innhold av de samme vegetabiliske fettsyrene (18:2n6 og 18:3n3) som i forsøket, og også av de marine fettsyrene 20:1n9 og 22:1n11 som det er mye av i bl.a. silde- og loddeolje som benyttes i produksjon av laksefôr.

Resultatene viser at reker kan ha oppdrettsavfall som en del av sin diett, enten direkte via ekskrementer eller fôr, eller indirekte via mindre bunndyr som har spist dette. Resultatene bekrefter at vi kan benytte fettsyrer til å spore oppdrettsavfall i reker, og at reker kan fungere som en indikatororganisme for organisk materiale fra oppdrettsanlegg.

Prosjektnummer: 173537
Prosjektleder: Ervik, Arne
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: UiB
Program/finansieringskilde: SIPHINIFES

Foredraget er trukket.

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Næringsalter fra oppdrettsanlegg- hvor langt unna kan de
Forfatter(e): detekteres?
Trine Dale, Jing Liu, Andrew Kvassnes Sweetman and Karl Norling

Sammendrag:

Oppdrettsnæringen har økt betraktelig de siste 10-15 årene, og det produseres i dag rundt 1 million tonn laks og ørret i Norge. I løpet av samme periode har antallet anlegg blitt betydelig redusert, noe som har resultert i en kraftig økning i mengden fisk per anlegg. Det foregår ingen rensning av utslipp fra oppdrettsanleggene, og fiskeoppdrett bidrar til mellom 50-75 % av de norske antropogene utslippene av nitrogen og fosfor. Utslipp av næringsstoffer fra punktutslipp og deres eventuelle effekter er vanskelig å måle. Dette skyldes at næringssaltene fortynnes hurtig og/eller tas opp av alger eller mikroorganismer hvis biomasse igjen spres. Videre har næringssaltutslipp tradisjonelt blitt overvåket ved å måle fysiokjemiske variable i vannsøylen, noe som er tidkrevende og dyrt dersom man skal få god dekning i tid og rom.

Vi har benyttet bioassays av mikroalger og makroalger som en alternativ tilnærming til å måle næringssaltutslipp fra oppdrettsanlegg. Mikroalgebioassays bestod av algekulturer i dialyseposer, hvor algene inni posene opplever samme konsentrasjon av næringsalter som det som er i vannet utenfor posene. Makroalgebioassays bestod av «bur» som inneholdt ulike arter makroalger. Vekst, næringslagring og stabile isotop profiler i algematerialet (bioassays) er brukt som et indirekte mål på næringssalttilgang. Denne studien er gjennomført ved to oppdrettslokaliteter i Hardangerfjorden, ett i fjordens ytre og ett i fjordens indre del. De to lokalitetene ble antatt å ha ulikt hydrodynamisk regime. For å undersøke hvor langt fra anlegget utslippene kunne spores, ble bioassays plassert på målerigger på fire(fem) stasjoner med økende distanse (0-1800m) fra de to anleggene. Oppdrettsanleggene har blitt undersøkt i mai/juni og i september. Avhengig av anleggets plassering og årstid så det ut til at algeveksten ble stimulert og påvirkning kunne spores fra 200-1800 meter fra anleggene. Forholdet mellom responsen i bioassays og avstand fra anlegget var påvirket av hydrodynamisk regime.

Prosjektnummer: 190474
Prosjektleder: Arne Ervik
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: NIVA, UiB, UniResearch
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: **Integrert akvakultur har stort potensiale til å redusere påvirkning fra fiskeoppdrett**
Forfatter(e): Karl Norling, Trine Dale, Andrew Sweetman

Sammendrag:

Matfiskproduksjonen i Norge har økt mye de siste 30 årene og i dag produseres ~1 million tonn laks og ørret per år. En stor del av tilførte næringsstoffer går tapt fra matfiskanleggene og representerer et vesentlig bidrag til de totale utslippene av organisk materiale, nitrogen (N) og fosfor (P) fra antropogene kilder i Norge. Den anbefalte miljømessig beste tilgjengelige teknikken for rensing av utslippene fra matfiskeoppdrett er landbaserte anlegg. Et godt alternativ kan være å rense utslipp fra åpne merder ved å fange opp forspill, faeces og løste stoffer rundt anleggene. Forsøk viser at integrert akvakultur med blåskjell og makroalger som tar opp partikulært organisk materiale og næringsstoffer har et stort potensiale til å redusere miljøpåvirkningen fra matfiskanlegg. I våre forsøk ble blåskjell og alger satt ut på stasjoner rundt fiskeoppdrettsanlegg (beskyttet og eksponert for bølger) i Hardangerfjorden og på upåvirkede kontrollstasjoner (>5km fra fiskeoppdrett) i Fanafjorden og Lysefjorden. For å undersøke hvor langt fra anlegget næringsalter og organisk materiale fra anleggene ble tatt opp, ble bioassays (blåskjell på 5m og 200m dyp samt makroalger på 5m dyp) plassert på målerigger ved kontrollstasjonene og stasjoner på 0m til 1800m avstand til oppdrettsanlegg i perioden september til november. Blåskjellveksten økte nær anleggene, og dette indikerer god mattilgang til både pelagiske (5m) og bentiske (200m) samfunn i områder med oppdrett. Algeveksten (Sukkertare) økte også nær anleggene, men det var stor variasjon mellom fjordområdene og stasjoner. Dette viser at muligheten til å bruke alger i integrert akvakultur varierer med regionale og lokale forhold. Tilveksten av alger var signifikant raskere i ytre Hardangerfjorden med mye matfiskeoppdrett sammenlignet indre Hardanger og kontrollstasjoner i Fanafjorden og Lysefjorden. For å undersøke hvor stor andel av det totale organiske materialet og næringsstoffene som kommer fra henholdsvis oppdrett og naturlige kilder analyseres isotopsammensetningen i blåskjellene og algene. Resultatene vil presenteres i løpet av 2012.

Prosjektnummer: 190474
Prosjektleder: Arne Ervik
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: NIVA, UiB, UniResearch
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Integrert havbruk som en strategi for bærekraftig utnyttelse av havbrukslokaliteter (INTEGRATE)

Forfatter(e): K.I. Reitan, A. Handå, O.J. Broch, I. Ellingsen, J. Skjermo, M. O. Alver, X. Wang, Y. Olsen.

SINTEF Fiskeri og havbruk AS, 7465 Trondheim
NTNU Institutt for Biologi, 7491 Trondheim

Sammendrag:

Både globalt og nasjonalt har akvakultursektoren har vokst med om lag 7 % per år (FAO 2006), og det forventes ytterligere vekst i de kommende år. Integrert multi-trofisk akvakultur (IMTA) er en strategi for å utnytte alle ressursene i en akvakultur lokalitet på en helhetlig måte. Oppdrett av fisk er basert på bruk av høy kvalitet fiskefôr, og utvikling av IMTA systemer i Norge omfatter integrering av arter som kan utnytte avfall fra fiskeoppdrett til egen vekst. Uorganiske næringsstoffer fra oppdrettsanlegg kan tas opp av primærprodusenter som tang og tare. I tillegg til å ta opp næringsstoffer, assimilerer tare også CO₂ fra vannmassene og produserer oksygen. Organiske partikler som stammer fra et oppdrettsanlegg (for eksempel fra avføring eller overflødig fiskefôr) kan fjernes fra vannet av filtrerende organismer som f.eks blåskjell.

I dette prosjektet er plassering og utforming av dyrkingssystemer i IMTA blitt studert basert på transport og fordeling av næringsalter og partikler i fra oppdrettsanlegg. Oppdrettsanlegg i Norge har tidligere vært lokalisert i skjermede fjord miljøer. I dag er anleggene i økende grad flyttet til mer strømutsatte steder. SINTEF har etablert en offshore forsøkslokalitet, Aquaculture Engineering - ACE, som ligger ved kysten av Midt-Norge. Dette anlegget er blitt brukt til demonstrasjon av ny teknologi og til forsøk med IMTA. Blåskjell var dyrket i umiddelbar nærhet til oppdrettsanlegget for laks og disse skjellene tok opp partikler fra oppdrettsanlegget. Samtidig var veksten av skjell ved anlegget høyere enn de ved en referanselokalitet.

Tare har høy kapasitet for absorpsjon av uorganisk nitrogen og fosfor som kommer fra oppdrettsanlegg. I ACE vokste tare (*Saccharina latissima*) som var dyrket ved oppdrettsanlegget bedre enn tare som var dyrket på lokalitet som ikke var påvirket av lakseanlegget.

Som konklusjon har IMTA to ikke-motstridende overordnede mål, -det ene et middel for å oppnå merverdi av investeringene i oppdrett, - og det andre å redusere mulige negative miljømessige effekter av næringsstoffer fra fiskeoppdrett. Dette er viktige elementer for framtidens akvakulturaktivitet i Norge, og er et element i utvikling av bærekraftig miljøvennlig havbruksproduksjon.

Prosjektnummer: 173527
Prosjektleder: Kjell Inge Reitan
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Samarbeidende institusjoner: NTNU
Program/finansieringskilde: Norges Forskningsråd, SINTEF Fiskeri og havbruk og NTNU

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Biologiske skilnader mellom temperaturhandtering i laks og regnbøgeaure

Forfatter(e): Remø, S.C.^{1*}, Olsvik, P.A.¹, Waagbø, R.¹, Sutherland, B.², Koop, B.², Hansen, T.³ og Hevrøy, E. M¹.

¹ Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, Bergen, Noreg.

² Centre for Biomedical Research, University of Victoria, BC, Canada.

³ Havforskningsinstituttet, Matre, Noreg.

Sammendrag:

Høge eller varierende sjøtemperaturar i sommarmånadane i Noreg fører til fleire fysiologiske utfordringar for oppdrettsfisk, og kan resultere i redusert appetitt og vekst, svekka immunforsvar og produksjonsrelaterte lidningar. Eit komparativt forsøk med laks (postsmolt 0+, *Salmo salar* L.) og regnbøgeaure (0+, *Oncorhynchus mykiss*) vart gjennomført for å undersøke nærare dei underliggjande mekanismane for fysiologisk tilpassing til høge temperaturar, og slik kartlegge potensialet for å styrke meistring gjennom tilpassing av fôr. Laks, snittvekt 101±2 g, og regnbøgeaure, snittvekt 125±3 g, blei anten haldt ved 13° C (kontroll) eller utsett for ei temperaturauke frå 13 til 19° C over fem dagar og haldt på 19°C i 30 dagar (n=4). Fisken vart gitt eit kommersielt relevant fôr. Ein mikromatriseanalyse (44K cGRASP oligo array) av lever frå dag 15 og 35 (n=12, N=48) vart nytta for å kartlegge uttrykk av gen og system som responderer på høvesvis kort- og langtidseksponering av høg temperatur. Mikromatrisen viste tydelege effektar i forhold til tid og temperatur for begge artane, og responsane var hovudsakleg sett innanfor immunsystem, redoksreaksjonar, endokrin regulering og regulering av metabolisme. Resultat frå mikromatrisen vil bli presentert og diskutert i relasjon til vevsstatus av vitamin, frie aminosyrer og oksidasjonsprodukt, samt endokrin regulering og produksjonsrelaterte lidningar. Resultata frå denne forskinga vil bidra til utvikling av nye fôr og fôringsstrategiar som kan styrke meistring og prestasjonar i periodar med høge sjøtemperaturar.

Prosjektnummer: 199683/S40 og 207155/E40
Prosjektleder: Ernst Morten Hevrøy
Prosjektansvarlig institusjon: NIFES
Samarbeidende institusjoner: HI Matre, UiB, University of Victoria
Program/finansieringskilde: NFR

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april**

Foredragstittel: Håndter laks av liten størrelse fremtidens klima med perioder med høyere sjøvannstemperaturer bedre enn stor laks?
Forfatter(e): Ernst M. Hevrøy

NIFES (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning), PO Boks 2029, Nordnes, N-5817 Bergen, Norge

Sammendrag:

Hvordan tåler oppdrettslaks av ulik fiskestørrelse en periode med høyere sjøvannstemperaturer enn optimalt? Hvordan er tilvekst hos laks etter en slik varmeperiode og er det kompensatoriske vekstresponser? Tilvekst, fôrinntak, fôrfaktor, vitamin og energistatus resultater fra flere kort og langtidskontrollerte lakseforsøk med temperaturer fra 13-19 °C vil bli presentert i samsvar med disse sentrale spørsmålene. Særlig endokrin regulering av vekstfaktor (GH) insulin-lik vekstfaktor (IGF) systemet, IGF-bindende proteiner (IGFBP) og appetitt og energistatus regulerende hormonet ghrelin vil bli fokusert for å utdype vekst og appetitt regulering.

Det er nylig dokumentert at laks ved langtidseksposering til høye sjøvannstemperaturer utvikler "lokalt fysiologisk hypoksia" som fører til at fisken reduserer sitt fôrinntak noe som gir utslag i dårligere fôrutnyttelse og redusert tilvekst. Presentasjonen vil vektlegge betydning av energistatus og hormonet ghrelin, i samsvar med fôrinntak hos høytemperatur eksponert laks. Videre vil anabolsk vekstsignal regulering hos høytemperatur eksponert laks gjennom IGF-I og IGF-II ved protein og transkripsjons nivå bli presentert. Videre vil sammenhengen mellom anabolisme og katabolisme regulering av det sirkulerende IGF-I ved de ulike IGFBP-1, nylig identifisert som IGFBP-1a og IGFBP-1b vil bli vektlagt.

Resultatene fra denne forskningen kan gi innsikt til å planlegge når på året det er gunstig å produsere liten versus stor fisk i sjø i sammenheng med høye sjøvannstemperaturer.

Prosjektnummer: 199683/S40 og 207184/E40
Prosjektleder: Ernst M. Hevrøy
Prosjektansvarlig institusjon: NIFES
Samarbeidende institusjoner: HI Matre, UIB, University of Hokkaido
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Økende temperaturer fremskynder smoltutviklingen hos Vosso laks
Forfatter(e): Sigurd O. Handeland, Lars O. E. Ebbesson, Tom O. Nilsen, Hans Ch. Teien, Camilla D. Hosfeld, Hilde Toften, Bjørn O. Rosseleland og Sigurd O. Stefansson.

Sammendrag:

I naturen vil smoltutviklingen være styrt av økende daglengde om våren, mens vann-temperaturen regulerer hastigheten på den biologiske utviklingen smolten gjennomgår. Sentralt i denne prosessen er etablering av sjøvanntoleranse, herunder økende gjelle Na⁺K⁺ATPase (NKA) aktivitet. Nyere studier fra Vossovassdraget har vist at villsmolten normalt vil oppleve et temperaturregime på mellom 2 og 5 °C under smoltifisering og at ca 50 % av fisken er utvandret fra vassdraget i perioden 15. til 20. mai. Bakgrunnen for vårt forsøk har vært å undersøke hvordan vanntemperaturen påvirker grunnleggende molekyllære mekanismer knyttet til smoltutvikling, ioneregulering og vekst hos laksesmolt fra Vosso. Sentrale parametre er gjelle NKA-aktivitet, genuttrykk av isoformene NKA $\alpha 1a$ og $\alpha 1b$ mRNA samt ionetransportproteinene NKCC og CFTR.

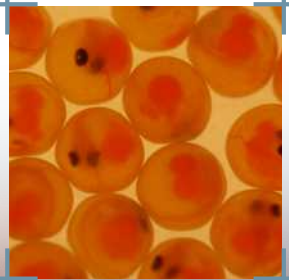
Temperaturen påvirker smoltutvikling og at en temperaturøkning bidrar til å fremskynde etablering av smoltstatus hos laks. Videre indikerer våre resultat at den fysiologiske smoltutviklingen, herunder økning i NKAaktivitet, synes å være godt synkronisert i henhold til det naturlige utvandringmønsteret i Vosso. I oppdrettssammenheng er resultatene viktige for å kunne vurdere investeringer til oppvarming av vann, spesielt i kalde (nordlige) vannkilder. Våre resultater viser at en kan oppnå tidligere smoltifisering ved forhøyet temperatur, med tidligere utsett og en lengre vekstperiode i sjø som resultat.

Etter avsluttet ferskvannsfase ble fisk fra 8 °C delt inn i tre nye temperaturgrupper (5, 8 og 11 °C) som gradvis ble overført til økende salinitet (FW til 15, 25 og 35 ‰, en ukes intervall). Synkende temperatur nedsetter fiskens evne til å respondere på økende salinitet, og hver temperaturgruppe responderte på den økende saliniteten med en gradvis økning av gjelle NKA aktivitet. Resultatene er viktige mhp. valg av strategi ved utsett av smolt i kalde (nordlige) områder da vi nå kan forutsi hvor lang tid smolten trenger for å tilvenne seg sjøvann under ulike temperaturbetingelser.

Prosjektnummer: 184997/S40
Prosjektleder: Hilde Torften
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima, Tromsø
Samarbeidende institusjoner: Lerøy Nofima, UiB, NIVA og UMB
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

Genetikk og avl

- Genomikk
- Reproduksjonsfysiologi og steril fisk



**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Norske husstander er villige til å betale for å forbedre velferd for oppdrettslaks gjennom avl
Forfatter(e): Kristine M. Grimsrud, Hanne M. Nielsen, Ståle Navrud, Ingrid Olesen

Sammendrag:

I dette studiet gjennomførte vi et valgekspesiment for å undersøke norske husstanders villighet til å betale for å forbedre fiskevelferd gjennom avl. Undersøkelsen ble gjennomført i november og desember 2010 og et tilfeldig representativt utvalg med til sammen 2147 norske husstander deltok. Deltakerne ble spurt om å velge mellom ulike avlsprogram for oppdrettslaks. Avlsprogrammene varierte med hensyn til om hver av de fire velferdsegenskapene misdannelser, frekvens av ytre skader, resistens mot lakselus og infeksjonssjukdommer ble forsøkt forbedret gjennom avl eller ikke. Avlsprogrammene varierte også med hensyn til størrelsen på en ny øremerket statlig skatt for å finansiere det nye avlsprogrammet. Denne årlige ekstrakostnaden ved å avle for bedre velferd varierte fra 100 til 1800 kr per husstand per år. Deltakerne i valgekspesimentet skulle velge ett av tre ulike avlsprogram i hvert av totalt seks valgsett. Ett av de tre avlsprogrammene var alltid et avlsprogram med seleksjon for økt tilvekst, men uten seleksjon for noen av velferdsegenskapene og selvsagt uten ekstra kostnad. Hver egenskap ble beskrevet med tekst og et bilde som viste effekten dette kan ha på laksen. Ut fra deltakernes valg av avlsprogram estimerte vi deres betalingsvillighet for å støtte avlstiltak som gir oppdrettslaks som har hatt et "bedre liv" under oppdrett. Resultater viser, at det er en positiv holdning blant borgere til å støtte og betale for hver av de fire velferdsegenskapene. Betalingsvilligheten er størst blant de som kjøper fisk og er størst for resistens mot sykdom og lakselus; henholdsvis 1034 og 749 kr i gjennomsnitt per husstand per år og lavest for frekvens av ytre skader (256 kr) og misdannelser (282 kr). Disse resultatene kan gi nyttig informasjon til avlsselskapene når de skal bestemme hvordan ulike dyrevelferdshensyn skal vektles inn i avlsprogram for laks.

Prosjektnummer: 190457
Prosjektleder: Ingrid Olesen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima, Osloveien 1, NO-1430 Ås
Samarbeidende institusjoner: University of New Mexico, Universitetet for Miljø- og
Program/finansieringskilde: biovitenskap
Forskningsrådet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Bærekraftige avlsprogram
Forfatter(e): Hans Magnus Gjøen
Anders Skaarud

Sammendrag:

En av de viktigste forutsetningene for bærekraftig vekst i en biologisk basert produksjon er at denne kan skje gjøres med et genetisk materiale som gir maksimal utnyttelse av innsatsfaktorene og det miljøet en kan tilby. Det fleste er i dag enig i at dette betinger effektive avlsprogram, men hva vil det si at disse avlsprogrammene også skal være langsiktige og bærekraftige? Svaret har to dimensjoner: Opprettholdelse av genetisk variasjon og bedring av dyrevelferden. Ved Institutt for Husdyr- og akvakulturforskning er nå to prosjekter som ser på begge disse aspektene i slutfasen. Med spesiell vekt på innavlskontroll, presenteres her de viktigste faktorene for opprettholdelse av genetisk variasjon og bærekraft i et avlsprogram.

Forståelsen av at innavl må kontrolleres har vært tilstede siden avlsprogrammene på laks startet opp på 1970-tallet. Implementeringen og fokus på problemet har imidlertid vært til dels sviktende og varierende. De siste 20 årene har man anvendt en form for kvote per selekterte familie, men nøyaktige styringsverktøy har manglet. I den konvensjonelle husdyravlen har man i løpet av det siste tiåret begynt å ta i bruk et slikt verktøy, kalt Optimal Contribution procedures (OC), men det har ikke uten videre latt seg anvende på fisk der man har veldig store familiegrupper. Vi har derfor gjennomført en lang rekke simuleringer for å finne de beste metodene for anvendelse av OC på fiskeavlsprogram. Resultatene viser at bruk av OC kan gi mer enn 10 % økning i genetisk fremgang i forhold til dagens metode. Videre har vi også sett på antall familier som trengs for å opprettholde variasjonen over mange generasjoner, og demonstrert at bruk av DNA-typing som merkemetode kan gi ytterligere mer enn 10 % økning i den genetiske fremgangen sammenlignet med dagens merkesystem. Til slutt vil resultater fra studier av genetiske korrelasjoner mellom stress, tilvekst og sykdomsresistens bli presentert.

Prosjektnummer: 178987
Prosjektleder: Hans Magnus Gjøen
Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet for miljø- og biovitenskap
Samarbeidende institusjoner: Marine Harvest, AquaGen, Rauma Stamfisk
Program/finansieringskilde: Havbruk / NFR

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Innen familie genom-seleksjon

Forfatter(e): Marie Lillehammer, Theo Meuwissen og Anna Sonesson

Sammendrag:

Avlsverdberegning på bakgrunn av DNA-markører, såkalt genomisk seleksjon, kan brukes til å øke sikkerheten på avlsverdiene for egenskaper som ikke kan måles direkte på seleksjonskandidatene. Siden fisk har store familiegrupper, med mange seleksjonskandidater og test-fisk, vil genotyping til genomisk seleksjon innebære store kostnader. Samtidig fører de store familiene til svært sikre familie-avlsverdier, også for egenskaper som ikke kan måles direkte på seleksjonskandidatene. Dette kan utnyttes ved å bruke genomisk seleksjon kun til å beregne avlsverdier på individuelle avvik fra familie-middelet, men beholde de gode familie-avlsverdiene, beregnet med tradisjonelle metoder. Denne strategien krever langt færre genetiske markører enn det som vanligvis brukes ved genomisk seleksjon, noe som holder kostnadene nede. Denne strategien ble testet ved å simulere en fiske-populasjon med 600 foreldre og 60 000 seleksjonskandidater fordelt på 300 fullsøsken-familier pr generasjon i 10 generasjoner. Genomisk seleksjon ga 30 % økt avlsframgang for en sykdomsegenskap samtidig som innavlsraten ble redusert med 10 %, sammenlignet med ved tradisjonell avl, dersom alle avlskandidater og test-dyr ble genotypet for 500 molekylære markører. Forsøk med å kun genotype de antatt beste kandidatene, basert på tradisjonelle avlsverdier, viste at under 10 % av avlskandidatene må genotypes for å oppnå maksimal avlsframgang, mens ca 15 % må genotypes for å oppnå maksimal reduksjon i innavlsrate. Siden det hos fisk bare er nødvendig å bruke genomisk seleksjon til å estimere innen-familie komponenten av avlsverdien kan man altså genotype en liten andel av seleksjonskandidatene for ganske få markører, og oppnå en betydelig økning i avlsframgang for egenskaper som ikke kan måles direkte på avlskandidatene.

Prosjektnummer: 186862
Prosjektleder: Eli Grindflek
Prosjektansvarlig institusjon: Norsvin
Samarbeidende institusjoner: Nofima, IHA-UMB, Geno, AquaGen AS
Program/finansieringskilde: MATPROGRAMMET

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Optimalisering av paringsstrukturer for genomisk seleksjon
Forfatter(e): Anna Sonesson og Jørgen Ødegård

Sammendrag:

I tradisjonell avl blir avlsverdier beregnet basert på fenotypiske data. For de fleste filetkvalitets- og sykdomsegenskaper kan ikke egenskapen måles på avlskandidatene (da dette innebærer slakting), men blir i stedet registrert på søsken av disse. Dette betyr at tradisjonelt avlsarbeid på slike egenskaper utelukkende baseres på familie-gjennomsnitt og ikke på individuelle prestasjoner. Videre har familiestrukturen stor betydning for sikkerheten på avlsverdiene. Ved genomisk seleksjon, der avlsverdier beregnes på grunnlag av egen genotype vil også dyr som ikke er testet (her avlskandidater) få individuelle avlsverdier. Vi gjennomførte et simuleringsstudie der vi analyserte en egenskap som kunne registreres på avlskandidater og en egenskap som kun ble registrert på søsken av disse. Det ble vist at sikkerheten på genomiske avlsverdier for «søskenegenskaper» er tilnærmet den samme som for «kandidategenskaper», hvilket resulterer i 80-170 % høyere genetisk fremgang for søskenegenskapene relativt til det en oppnår ved tradisjonell avl og samme populasjonsstruktur. Paringsdesign (en hann til en hunn, to hanner til to hunner eller ti hanner til ti hunner) var av liten betydning ved genomisk seleksjon, men av større betydning for tradisjonell avl. Innavlsraten ved genomisk seleksjon for var svært lav (henholdsvis 0,0070, 0,0072 og 0,005 for de ulike strukturene), men vesentlig høyere for tradisjonell avl (henholdsvis 0,035, 0,024 og 0,016). Genomisk seleksjon innebærer nødvendigvis at en har tilgang på markørinformasjon for dyrene, noe som også kan brukes til identifisering av opprinnelse. Individuell merking er derfor ikke like essensielt som ved tradisjonell avl. Dette gjør at en, om nødvendig, kan produsere et langt større antall familier enn i dag.

Prosjektnummer: 190442/S40
Prosjektleder: Theo Meuwissen
Prosjektansvarlig institusjon: UMB
Samarbeidende institusjoner: Nofima AS, AFGC, Wageningen UR
Program/finansieringskilde: HAVBRUK

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Populasjonsgenomikk på torsk -et verktøy for identifisering av viktige genomiske regioner for oppdrettsnæringen.

Forfatter(e):

Paul R. Berg^a, Bastiaan Star^a, Matthew Baranski^b, Atle Mortensen^b,
Matthew P. Kent^c, Sigbjørn Lien^c Kjetill S. Jakobsen^a og Sissel Jentoft^a

^a Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis, Department of Biology, University of Oslo, Norway.

^b Nofima Marin, 1432 Aas, Norway.

^c Centre for Integrative Genetics, Dept. of Animal and Aquacultural Sciences, Norwegian University of Life Sciences, 1432 Aas, Norway.

e-mail: p.r.berg@bio.uio.no

Sammendrag:

Identifisering av genetisk variasjon (og da også genomiske regioner) som styrer egenskaper som f. eks. vekst og kjønnsmodning - vil være kunnskap som kommer både oppdrettsnæringen og fiskeriindustrien til gode. Dette er informasjon som også vil være viktig innen en mer generell økologisk og evolusjonær setting, da de kan gi økt forståelse for hvordan torsk tilpasser seg ulike miljø og pågående miljøendringer samt for studier av fiskeriindustert evolusjon. Til nå har slik genomisk kunnskap vært vanskelig å tilegne seg i arter som torsk, som ikke er en modellorganisme. Imidlertid har ferdigstillingen av torskegenomet¹ gitt oss et grunnlag som gjør det mulig å identifisere gener og videre kartlegge den genetiske variasjon som ligger til grunn for de overnevnte egenskaper.

Historisk sett har det innen populasjonsgenetikken vært fokusert på et fåtall genetiske markører. Ny teknologi gjør det nå mulig å analysere større mengder data. Genominformasjon fra ulike individer av torsk - fra flere ulike populasjoner - har blitt benyttet for å generere en SNP-chip med i alt 12.000 markører. Disse SNPene har nå blitt genotypet i et større torske-materiale, inkludert villfisk fra ulike populasjoner, samt et større familiemateriale (Nofima, Tromsø). For å analysere data, benyttes både tradisjonelle populasjonsgenetiske mål, slik som F_{ST} og heterozygositet samt QTL mapping. Dette kobles opp mot registrerte målinger som vekst og alder ved kjønnsmodning. Disse analysene vil kunne føre oss i retning av hvilke genomiske regioner som er assosiert med vekst og kjønnsmodning samt er under seleksjon, både i oppdrettssammenheng og i naturlige populasjoner av torsk. Det vil videre være mulig å identifisere nye kandidatgener (og dermed forstå de underliggende biologiske mekanismene) samt knytte disse opp til funksjonelle studier.

I tillegg til denne generelle fremgangsmåten der en leter etter interessante genomiske regioner, er en rekke aktuelle kandidatgener for vekst og kjønnsmodning også genotypet. Genotypingen av disse kandidat-genene gir oss mer direkte svar på disse genes relevans i vårt populasjons- og familiemateriale. Vi presenterer her foreløpige resultater fra dette SNP-prosjektet, med fokus på resultater som er relevante i forhold til oppdrettsnæringen.

1. Star, B. et al. The genome sequence of Atlantic cod reveals a unique immune system. *Nature* (2011).doi:10.1038/nature10342

Prosjektnummer:	199806
Prosjektleder:	Kjetill S. Jakobsen
Prosjektansvarlig institusjon:	Senter for Økologisk og Evolusjonær syntese, Biologisk institutt, Universitetet i Oslo
Samarbeidende institusjoner:	Nofima, CIGENE
Program/finansieringskilde:	Havbruk

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Nevroendokrin regulering av kjønnsmodning
Forfatter(e): Kjetil Hodne, Jon Hildahl, Eirill Ager-Wick, Trude M Haug, Finn-Arne Weltzien

Sammendrag:

Manglende kontroll med kjønnsmodningsprosessen er et problem i havbruksindustrien, både i forhold til biomasseproduksjon og til fiskens velferd. Kjønnsmodning reguleres grovt sett på samme måte hos alle vertebrater: Gonadotropin-frisetende hormon (GnRH) fra hypothalamus stimulerer syntese og sekresjon av to gonadotropiner, FSH og LH, fra hypofysen. FSH og LH stimulerer i sin tur vekst og utvikling av gonadene. Viktig for økt kontroll med denne prosessen er en bedre forståelse av hvordan FSH og LH reguleres. I dette prosjektet undersøker vi hvordan hypofyseceller som produserer henholdsvis FSH og LH endrer sine egenskaper gjennom puberteten, samt hvordan de reagerer på stimulering fra hypothalamus (GnRH). Dette gjør vi ved å undersøke endringer i cellenes membranpotensial og cytosoliske kalsiumnivåer, i tillegg til kvantifisering av genuttrykk vha single-cell qPCR og RNA-seq. Resultatene viser at begge celletypene reagerer på GnRH stimulering med økt cytosolisk kalsium, det universelle signalet for eksocytose av peptidhormoner. Studier av membranpotensialendringer viser imidlertid at de to celletypene reagerer forskjellig på GnRH, og dermed antakelig har ulike signalveier mellom GnRH-aktivering og hormonsekresjon/produksjon. I pågående studier identifiserer vi alle gener i FSH- og LH-produserende celler som slås på i forbindelse med pubertet. Til sammen tror vi dette vil gi oss en bedre oversikt over hvordan de to hormonene (FSH og LH) er differensielt regulert, og samtidig hvilke endringer som skjer i forbindelse med pubertet. Dette er spesielt interessant fordi det åpner for nye muligheter for å utvikle mer spesifikke metoder for å kontrollere kjønnsmodning i oppdrett.

Prosjektnummer: 184851/E40
Prosjektleder: Finn-Arne Weltzien
Prosjektansvarlig institusjon: Norges veterinærhøgskole
Samarbeidende institusjoner: Universitetet i Oslo, Havforskningsinstituttet, Universitetet i Tokyo (Japan), Universitetet i Leiden (Nederland), Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris, Frankrike)
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd, Havbruksprogrammet

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Betydningen av fotoperiode og kjønnsmodning på vekstutvikling hos atlantisk torsk – et genomisk perspektiv
Forfatter(e): Jorge M.O. Fernandes, Kazue Nagasawa & Carlo C. Lazado

Sammendrag:

Norge er den viktigste produsenten av torsk på verdensbasis, men lønnsomheten i industrien er begrenset av den vekstreduksjonen torsken har i forbindelse med for tidlig kjønnsmodning. Dette forlenger produksjonstiden og fører til en betydelig reduksjon av lønnsomhet i næringen. For å gjøre noe med denne alvorlige flaskehalsen må vi forstå den molekylære basis når det gjelder muskelvekst hos torsk og dens epigenetikk regulering av lyset, men på nåværende tidspunkt er kunnskapen svært begrenset.

Mll og *dnmt* gener er kjent for å spille en avgjørende rolle i epigenetikk regulering gjennom histone acetylering og DNA metylering, henholdsvis. Derfor har vi klonet og karakterisert alle medlemmer av disse genenes familier, samt sentrale myogenic gener og steroid reseptorer. Denne molekylære verktøykasse representerer en verdifull ressurs for fremtidig genuttrykk studier og det har vært brukt til å undersøke hvordan fotoperiode manipulasjon kan stimulere vekst og hindre kjønnsmodning. Flere *mll* genene ble uttrykt på lavere nivåer i muskel av torskeyngel oppdrettet under kontinuerlig belysning, som hadde en gjennomsnittlig vekt på 13 % større enn fisk holdt under naturlige daglengde vilkår for 120 dager. Gitt deres betydning i synkronisering fleste biologiske prosesser, har vi karakterisert den viktigste klokken gener i torsk og avslørt hvordan sesongvariasjoner og fotoperiode manipulasjon påvirket deres transkripsjon.

Endringer i det hele fort muskelen transkriptom gjennom en modning syklus og i respons til endringer i lysforholdene blir undersøkt av 454 pyrosekvensering. Genuttrykk er også regulert i post-transkripsjon nivå ved microRNAs (miRNAs). Derfor har vi integrert helhet mRNA transkriptom resultater med tilsvarende miRNA profilene innhentet av neste generasjons SOLID sekvensering. Det var signifikante forskjeller på overflod av miRNAs med sex, kjønnsmodning og transkripsjon. Til sammen, kan disse funnene muliggjøre identifisering av nye mål å minimalisere den negative effekten av modning på vekst og utvikling av molekylære markører for selektiv avl.

Prosjektnummer: 190350
Prosjektleder: Jorge M.O. Fernandes
Prosjektansvarlig institusjon: University of Nordland
Samarbeidende institusjoner: Havforskningsinstituttet, Codfarmers ASA, Hellenic Centre for Marine Research (Greece), University of St Andrews (UK), University of Messina (Italy) and University of Tokyo (Japan)
Program/finansieringskilde: Havbruk/ Norges forskningsråd

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Bruk av steril hotorsk for å unngå genetisk påvirkning på villtorsk**
Forfatter(e): Geir Lasse Taranger, Håkon Otterå, Anders Thorsen, Trine Haugen, Per Gunnar Fjelldal, Craig Morton, Ingegjerd Opstad og Tom Hansen.

Sammendrag:

Oppdrettstorsk kan potensielt påvirke genetisk struktur i ville torskstammer ved gyting i merd og etter rømning. Tidlig kjønnsmodning gir også tapt vekst, og i noen tilfeller økt dødelighet hos oppdrettstorsk. Vi har etablert protokoller for å lage populasjoner med kun hotorsk som kan forhindre utslipp av befruktede egg fra merder. Triploid (3N) fisk er vanligvis funksjonelt steril, dvs at de ikke får levedyktige avkom selv om hannfisken produserer melke og får negative effekter av modning på vekst. Det er derfor ønskelig å bruke 3N hofisk i torskeoppdrett. Innledende forsøk på Havforskningsinstituttet Austevoll med en Canadisk protokoll (høyt trykk like etter befruktning av eggene) ga høy forekomst av ryggradsdeformasjoner (lordose) i 3N torsk i et intensivt startfôringssystem, samt mye "nakkeknekk" i både 3N og normal (2N) torsk. Samme trykkprotokoll ble brukt i storskala produksjon av 3N torsk med naturlig dyreplankton i Parisvannet i 2010 og 2011. Dette ga en fin yngel med lite deformiteter, men andelen 3N ble rundt 50 % i 2010 - og sannsynligvis enda lavere i 2011 - målt med blodcellediameter og flow cytometri. Yngelen fra 2010 og 2011 følges i et kommersielt matfiskanlegg i Gulen i Sogn og Fjordane fram til slakting for å avklare realismen i bruk av 3N torsk. Ulike trykksjokk er testet for å få en mer robust metode. Vanlig torsk og 3N torsk som er produsert på naturlig dyreplankton i mesokosm-poser vil bli brukt til å studere morfologiske og fysiologiske effekter av 3N status. Prosjektet arbeider videre med å optimalisere protokollen for 3N torsk, avklare toleranse hos 3N torsk for høy temperatur og lav oksygen, studere variasjon mellom familiegrupper av 3N torsk (i avlsprogrammet for torsk i Tromsø), og verifisere at 3N hotorsk ikke blir kjønnsmoden. Dette blir gjort i samarbeid med Nofima marin, Norges veterinærhøgskole og andre forskningsmiljø.

Prosjektnummer: 207547/S40
Prosjektleder: Geir Lasse Taranger
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Nofima Marin, Norges Veterinærhøgskole, Fisheries and Ocean Canada
Program/finansieringskilde: NFR HAVBRUK, Innovasjon Norge og Fiskeri- og kystdepartementet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Triploidisering – et bidrag til bærekraftig lakseproduksjon?
Forfatter(e): Arne Storset, Gunnar Hille og Sven Arild Korsvoll, Aqua Gen AS

Sammendrag:

Produksjon av steril laks anses som et bidrag til å redusere de negative virkningene av interaksjon mellom vill-laks og rømt oppdrettslaks. I dag er triploidisering den eneste tilgjengelige metoden for produksjon av steril laks i kommersiell skala. Triploide organismer har tre kromosomsett, to fra moren og ett fra faren. Metoden for produksjon av triploid regnbueørret ble utviklet allerede på begynnelsen av 1980-tallet av amerikanske og franske forskere, og senere på 1980-tallet var dette et forskningstema også i Norge på atlantisk laks. Teknologien for produksjon av triploid laksefisk er blitt forbedret, noe som sammen med virkningen av triploidisering på fysiologiske og produksjonsmessige forhold har vært gjenstand for mye forskning. Aqua Gen AS har sammen med bl.a. Havforskningsinstituttet og Marine Harvest ASA deltatt i et EU-finansiert prosjekt («Salmotrip» FP7-SME-2007-1) der en har studert ulike aspekter ved produksjon av triploid atlantisk laks. Aqua Gen har også produsert triploid lakserogn og sammenlignet produksjonsegenskaper av triploid og diploid fisk i eget anlegg. Forsøksfisken gikk i separate kar fram til merking ved ca. 10 gram. Deretter ble fisken holdt i felles kar og nøter fram til slaktning. Den triploide fisken vokste bedre enn den diploide i ferskvann og hadde en sammenlignbar vekst i første del av sjøfasen, men hadde noe lavere slaktevekt. Forekomst av bl.a. skjellettdeformiteter ble også registrert.

Storskala produksjon av triploid laks er i dag mulig, men det må gjennomføres flere forsøk som belyser kjente problemstillinger ved produksjon av triploid laks, som større følsomhet for suboptimale oksygen-/temperaturforhold og noe større forekomst av deformiteter. Hensyn til bærekraft og dyrevelferd ved storskala produksjon av laks vil bli diskutert i lys av nødvendig bidrag fra rognprodusenter, lakseoppdrettere og sannsynligvis også fôrbransjen.

Prosjektnummer:

Prosjektleder:

Prosjektansvarlig institusjon:

Samarbeidende institusjoner:

Program/finansieringskilde:

Arne Storset

Aqua Gen AS

Havforskningsinstituttet

EU-prosjekt/Aqua Gen AS

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Produksjon av steril torsk ved fjerning av gonadenes kimceller
Forfatter(e): Øivind Andersen, Adrijana Skugor, Jacob Torgersen, Krasimir Slanchev,
Helge Tveiten

Sammendrag:

Tidlig kjønnsmodning representerer et stort problem for torskeoppdrettsnæringen grunnet dårlig vekst, redusert kvalitet, økt dødelighet og mulige effekter på naturlige bestander via gyting i merd og fisk som rømmer. Dagens metoder for sterilisering av fisk er imidlertid lite spesifikke og i betydelig grad heftet med uheldige bivirkninger, bla. deformiteter. Det er derfor et stort behov for å utvikle mer effektive og mer presise metoder for sterilisering av fisk. Utviklingen av kjønnsorganene er avhengig av at kimceller i embryoet deler seg og vandrer til stedet for dannelsen av gonadeanleggene. Disse prosessene er styrt av et fåtalls faktorer som overføres fra morddyret til embryoet. Gonadedannelsen kan dermed forhindres ved å inaktivere disse PGC (primordial germ cell) spesifikke faktorene på et tidlig stadium av embryoutviklingen. Vi har vist at torskens gener som koder for Deadend, Nanos, Dazl og Vasa er aktive i kimcellene, men blir inaktivert med antisens-Deadend injisert i nylig befruktede torske-egg. Mer effektiv strategi for å forhindre kimcellenes utvikling vil være å immunologisk inaktivere én eller flere av disse PCG-faktorer med spesifikke antistoffer via morddyret.

Prosjektnummer: 190371/S40
Prosjektleder: Øivind Andersen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: Universitetet i Tromsø
Program/finansieringskilde: NFR Havbruksprogrammet

Frisk fisk

- Pancreas Disease (PD)
- IPN-virus
- ILA-virus
- Kardiomyopatisyndrom (CMS)
- VHS-virus
- Bakteriologi
- Immunologi



**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Modellering av spredning av PD og andre sjukdommer mellom
Forfatter(e): oppdrettsanlegg
Magne Aldrin og Ragnar Bang Huseby, Norsk Regnesentral

Sammendrag:

Vi har utviklet en rom-tid-modell som beregner sannsynligheten for at det kan bryte ut PD i et gitt oppdrettsanlegg. Sannsynligheten for PD-utbrudd avhenger i stor grad av om fisken på et eller flere av naboanleggene er smittet av PD, og hvor stor avstand det er til naboanleggene. Sannsynligheten for PD-utbrudd varierer også systematisk med årstid. De ukjente parameterne i modellen er tallfestet ved hjelp av sjukdomsdata og annen type informasjon for alle oppdrettsanlegg i Norge i perioden 2003-2009. Modellen kan også brukes for andre sjukdommer enn PD, deriblant ILA.

Modellen bidrar til økt forståelse av spredningsmekanismene. En vel så viktig anvendelse av modellen er hva-hvis scenarioanalyse: Hva skjer hvis oppdrettsanleggene omplasseres i store klustre med «branngater» mellom klustrene? Og hvor stor reduksjon av PD-utbrudd kan vi forvente hvis all fisk vaksineres med en vaksine som gir 50 % beskyttelse? Slike problemstillinger kan testes ut ved å simulere fra modellen.

Prosjektnummer: 190484/S40
Prosjektleder: Edgar Brun, Veterinærinstituttet
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Veterinærinstituttet, Norsk Regnesentral, Norsk institutt for vannforskning, Patogen Analyse AS, Norges Veterinærhøgskole, Marine Harvest Norway AS, Agri-Food and Biosciences Institute.
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet/NFR/FHF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Havstrømmer er viktig for spredning av Pancreas Disease (PD)
Forfatter(e): Anne Stene, Hildegunn Viljugrein, Harald Yndestad, Peder Jansen og Saraya Tavornpanich

Sammendrag:

PD forårsakes av et virus med forholdsvis lang overlevelse i kaldt, salt vann. Viruset har dermed et spredningspotensial i sjøen. Mange faktorer kan bidra til å spre PD mellom oppdrettsanlegg i sjø. Det kan være faktorer i miljøet, ved driften eller egenskaper med fisken selv. I denne undersøkelsen har vi sett på hvordan havstrømmer, avstand og eierskap mellom oppdrettslokaliteter påvirker risikoen for å bli smittet. Dette gir ulike former for kontaktnettverk.

Vårt studieområde er en fjord der vanntransporten i er sterkt påvirket av årstid og avrenning fra land. Fjorden har høy anleggstetthet og mange av lokalitetene har vært smittet i perioden 2006 – 2011. Vi har brukt en strømmodell utviklet av SINTEF til å beregne vanntransporten mellom lakselokalitetene i området. Dette danner basis for å definere hvilke lokaliteter som står i strømmnettverk til hverandre. Til sammen har vi sett på 25 lokaliteter og 46 utsett, hvorav 28 ble smittet. Resultatene viser at vanntransport er viktig for smittespredning. Risikoen for å få PD øker med økende antall måneder laksen står i strømmnettverk med smitta lokaliteter.

Kunnskap om vanntransport kan dermed være viktig for oppdrettere og forvaltning for å forutse eventuell smitterisiko. Dette kan bidra til å begrense sykdommens utbredelse og redusere sykdommens innvirkning på allerede smitta fisk. Med kunnskap om vanntransport i et område, er det mulig å organisere fremtidig produksjonen i ulike soner ved å begrense vannkontakt mellom generasjoner, lokaliteter og endemiske/naive områder. Det kan imidlertid være vanskelig å flytte fisk som allerede er i produksjon hvis lokaliteten ligger i strømmen fra smitta anlegg. Kjenner oppdretter til risikoen, kan effekten av smitten begrenses ved å vaksinere, reduserer stress og håndtering, sikre et godt miljø og optimalisere fôring og fôr.

Prosjektnummer: TriSAV, 190484/S40
Prosjektleder: Seksjonsleder Edgar Brun, Veterinærinstituttet
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet²
Samarbeidende institusjoner: Høgskolen i Ålesund og SINTEF
Program/finansieringskilde: Høgskolen i Ålesund, Romsdal Fylke og NFR.

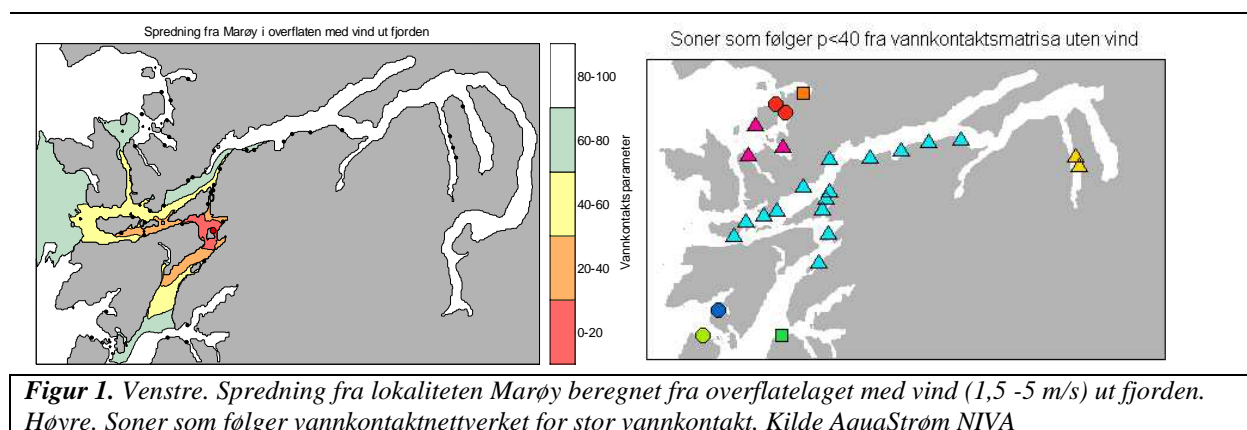
Foredragstittel: Kunnskapsbasert fastsetting av smittesoner ved bruk av AquaStrøm
Forfatter(e): Henning A. Urke¹, Kjersti L. Daae¹, Andre Staalstrøm¹ Hildegunn Viljugrein², Peder A. Jansen² og Inge Kandal³

Sammendrag:

Gullestadutvalget har nevnt Nordfjord som et mulig produksjonsområde for oppdrett av laksefisk, og forutsetter at det innenfor hvert område også er ulike utsettsoner. Det er derfor av stor viktighet både for forvaltning og næring å kunne vurdere de smittemessige karakteristika for disse sonene. Nordfjordregionen er i dag delt inn i ulike produksjonssoner, og både forvaltning og næring ønsker ny og konkret kunnskap om risikoen for smittespredning mellom disse sonene. Dette er mulig gjennom modellsystemet (Aquastrøm) som NIVA har utviklet i samarbeid med Veterinærinstituttet (VI).

AquaStrøm er brukt til å utarbeide en tabell som viser vannkontakt mellom 48 lokaliteter i Nordfjord. Vannkontakten er beskrevet som en "strømavstand", der kort strømavstand tilsvarende stor vannkontakt. Vannkontaktsmatrisene angir hvilke lokaliteter som er i vannlig kontakt med hverandre, og om kontakten er symmetrisk eller asymmetrisk.

Vannkontaktsmatrisen er videre brukt til å sette opp nettverk (soner) av lokaliteter som er i vannlig kontakt med hverandre enten som primærkontakt, sekundærkontakt osv. Et av formålene med prosjektet er derfor å gi verktøy som kan bidra til at fastsetting og vurderinger av soneinndelingen kan gjennomføres på en mindre skjønnsmessig måte enn det som har vært gjort så langt, og helst ut fra mer tallfestede kriterier med hensyn til risiko. Både for næringen og forvaltningen er det viktig at de tiltakene som blir iverksatt er mest mulig kunnskapsbasert. Økt kunnskap vil sikre større presisjon i gjennomførte tiltak og AquaStrøm vil bidra til å øke denne presisjonen.



Prosjektnummer: TriSAV, 190484/S40
Prosjektleder: Seksjonsleder Edgar Brun, Veterinærinstituttet
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet²
Samarbeidende institusjoner: NIVA¹, Mattilsynet Distriktskontoret for Nordfjord³, Marine Harvest Norway AS, K. Strømmen Lakseoppdrett AS, Nordfjord Havbruk AS, Hyen Laks AS, Fjord-Lab AS og Fiske-Liv AS.
Program/finansieringskilde: Sogn og Fjordane Fylkeskommune, Mattilsynet og NFR

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Påvisning av ny salmonid alphavirus (SAV)-variant i Norge

Forfatter(e): Hjortaa MJ, Taksdal T, Johansen RN, Bang Jensen B, Skjelstad HR, Lillehaug A, Olsen AB, Sindre H.

Sammendrag:

Pancreas disease (PD) er en meldepliktig sykdom forårsaket av salmonid alphavirus (SAV). Sykdommen har endemisk utbredelse på Vestlandet sør for Hustadvika.

I april 2011 fikk en sjølokalitet med atlantisk laks i Midt-Norge, utenfor endemisk sone, PD-diagnose etter funn av patologiske forandringer i samsvar med sykdommen og påvisning av SAV-virus ved RT-PCR. Virusvarianten ble genotypet og var forskjellig fra subtype SAV3 som til nå er blitt påvist i forbindelse med PD i Norge. Fylogenetisk analyse basert på delsekvenser fra både E2- og nsP3-genet plasserte den nye varianten sammen med en SAV2 variant påvist i atlantisk laks i Skottland. Både norsk og skotsk variant fra laks skiller seg imidlertid noe fra klassisk SAV2 påvist i regnbueørret.

Utover høsten 2011 ble det påvist nye tilfeller av PD forårsaket av den nye virusvarianten i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag. Gjennomgang av innsendt materiale viser at varianten også kunne påvises på en lokalitet i Møre og Romsdal i 2010.

En videre utredning for å kartlegge utbredelse, introduksjonstidspunkt og identifisering av eventuelle smitteveier pågår ved Veterinærinstituttet. I tillegg pågår smitteforsøk for å karakterisere den nye varianten med hensyn på virulens.

Prosjektnummer:

Prosjektleder: Hilde Sindre

Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet

Samarbeidende institusjoner:

Program/finansieringskilde: Internt finansiert fra Veterinærinstituttet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

**Foredragstittel: Bioinformatiske studier av evolusjon og epizootiologi hos Salmonid
alphavirus**

Marius Karlsen, Britt Gjerset, Tove Hansen, Marianne Bordevik,
Andrew Rambaut

Sammendrag:

Salmonid alphavirus (SAV) er et RNA virus som forårsaker Pancreas Disease i oppdrettet laksefisk i Europa. Det eksisterer en betydelig genetisk diversitet blant isolater av SAV. Alle isolater sekvensert fra norsk oppdrettsfisk inntil 2010 har vist seg å tilhøre en distinkt genetisk subtype (SAV3). Etter dette har også stammer tilhørende en annen subtype (SAV2) blitt funnet i Norge. Vi har gjort bioinformatiske analyser av 6 full-genom sekvenser og 54 sekvenser som delvis dekker leserammen i subgenomisk mRNA fra isolater av SAV. Basert på en konservativ tolkning av analysene anslår vi med 95 % sannsynlighet at SAV2 og SAV3 skilte lag tidligere enn år 1857, lenge før oppstart av moderne lakseoppdrett. Alle kjente infeksjoner med SAV3 i oppdrettsfisk har en felles stamfar som eksisterte mellom 1985 og 1996. Det er sannsynlig at en enkelt introduksjon til oppdrettsnæringen fra et naturlig reservoar er årsaken til alle disse infeksjonene og den mest sannsynlige smitekilden til nye utbrudd med SAV3 i Norge er oppdrettsfisk selv. Infeksjoner med SAV2 i norsk oppdrettsfisk samt infeksjoner med andre subtyper av SAV i Europa, representerer uavhengige epizootier og er resultat av separate introduksjoner fra det naturlige reservoaret til oppdrett.

Prosjektnummer:

Prosjektleder:

Prosjektansvarlig institusjon: PHARMAQ

Samarbeidende institusjoner:

Program/finansieringskilde: PHARMAQ

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Effekt og sikkerhet av PHARMAQ sin vaksine mot Pancreas Disease
Forfatter(e): Marius Karlsen, Terje Tingbø, Inge-Tom Solbakk, Øystein Evensen,
Anette Furevik, Anne Aas-Eng

Sammendrag:

Pancreas Disease (PD) hos salmonid fisk forårsakes av Salmonid alphavirus (SAV) og er en betydelig utfordring i europeisk akvakultur. Sekvens-studier viser at genetisk diversitet eksisterer og at flere uavhengige epizootier er aktive. Her har vi evaluert effekt og sikkerhet av en inaktivert virusvaksine basert på ALV405, en stamme av SAV som ble isolert fra norsk laks. Vaksinen ga gjennomsnittlig relativ prosent overlevelse på 98.5 i en intraperitoneal smittemodell, og nesten full beskyttelse mot PD i en kohabitant smittemodell. Vaksinen ga også signifikant beskyttelse mot dødelighet forårsaket av SAV når den ble brukt under industrielle betingelser i feltforsøk. Bivirkninger som melanisering og sammenvoksninger i bukhalen var mindre alvorlige enn de som induseres av kommersielle vaksiner. ALV405-antigenet kan også integreres med andre komponenter i polyvalente vaksiner uten at effekten tapes. Resultatene viser at effektiv og trygg beskyttelse mot PD kan oppnås både med monovalente og polyvalente vaksiner.

Prosjektnummer:

Prosjektleder:

Prosjektansvarlig institusjon: PHARMAQ

Samarbeidende institusjoner:

Program/finansieringskilde: PHARMAQ

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger 16-18. april 2012**

Foredragstittel: Nukleinsyrer formulert i en inaktivert helvirus vaksine mot SAV gir beskyttende immunresponser

Forfatter(e):

Hanna Leena Thim¹, Dimitar Iliev¹, Stephane Villoing², Guro Strandskog¹, Karen Elina Christie², Petter Frost², Jorunn B. Jørgensen¹

¹Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi, Universitetet i Tromsø, Tromsø

²Intervet Norbio AS, Thormøhlensgate 55, N-5008 Bergen

Sammendrag:

Salmon alphavirus (SAV) som forårsaker sykdommen pankreas disease (PD) har i flere år gitt store tap i norsk lakseoppdrett. Det er bare *en* kommersiell PD-vaksine på markedet som består av inaktivert SAV i en oljeemulsjon. Dagens oljeemulsjoner er effektive adjuvanter, men kan gi bivirkninger i fisken. Det er derfor ønskelig å utvikle vaksiner for fisk i oppdrett med adjuvanter som gir beskyttelse men mindre bivirkninger.

Vår forskningsgruppe har i mange år studert effekten av molekyler som stimulerer medfødte immunresponser hos laks. Blant disse er de syntetiske nukleinsyrene CpG DNA og poly I:C, som er ligander for reseptorer som "skrur på" det tidlige forsvaret mot virusinfeksjoner. I tillegg bidrar disse ligandene til å styre ervervete forsvarmekanismer som opptrer senere og som gir mer langvarig beskyttelse (antistoffproduksjon og cellulært forsvar). Dette er egenskaper som gjør CpG og poly I:C til interessante adjuvantkandidater for virusvaksiner brukt i oppdrett.

Adjuvanteffekten av CpG og poly I:C er testet i en inaktivert helvirus vaksine mot SAV og ved eksperimentell smitte er beskyttelsen i laks vaksinert med ulike SAV-vaksineformuleringer, inkludert oljeemulsjoner tilsatt disse hjelpestoffene studert. Vi har målt nivået av tidlige medfødte responser og antistoffproduksjon lenger ut i forløpet. Genuttrykksstudier viste at mens kombinasjonen av CpG/poly I:C og olje økte type IFN I responser, så hadde oljen en negativ effekt på CpG/poly I:C induert IFN γ uttrykk. Videre fant vi høye titer av nøytraliserende antistoffer før SAV3-smitte i vaksineformuleringer som kun inneholdt CpG/poly I:C i serum, mens for de andre vaksinegruppene ble signifikant økning i titer målt *kun* etter smitte. Uavhengig av type adjuvant ga formuleringer med høy antigen dose svært god beskyttelse som korrelerte med nivået av nøytraliserende antistoffer, mens ved lav antigen dose var beskyttelsen svært beskjeden, og kun i gruppen tilsatt CpG/poly I:C var beskyttelsen signifikant forskjellig fra kontrollgruppen. Resultater fra dette forsøket og et pågående forsøk vil bli presentert på konferansen.

Prosjektnummer: 183196/S40 InNoVacc
Prosjektleder: Espen Rimstad
Prosjektansvarlig institusjon: Norges Veterinærhøgskole
Samarbeidende institusjoner: Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi,
Program/finansieringskilde: Universitetet i Tromsø, Intervet Norbio AS

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Tiltak mot IPN i norsk oppdrettsnæring - Gjennomgang av
Forfatter(e): forskning og erfaringer de siste 10 år
Ann-Inger Sommer, Lill-Heidi Johansen og Ingvill Jensen,
Nofima AS, Tromsø.

Sammendrag:

Det stilles stadig spørsmål om hvorfor IPN (infeksiøs pankreasnekrose) ikke lar seg kontrollere til tross for innsatsen de siste årene, inkludert omfattende vaksinerings. Rundt 200 utbrudd registreres fremdeles årlig og sykdommen kan gi store tap både i ferskvanns- og sjøfasen.

Et nylig avsluttet arbeid tok utgangspunkt i et tidligere prosjekt finansiert av FHF og NFR som i til sammen tre rapporter i perioden 2003-2005 presenterte en gjennomgang av IPN-relevant forskning, identifiserte forskningsbehov og ga en rekke faglig funderte anbefalinger av tiltak mot IPN. Formålet i dette prosjektet var å undersøke i hvilken grad de viktigste tiltak identifisert i forrige rapport var blitt gjennomført av næringen, forvaltningsorganer og forskningsmiljøer. Ved hjelp av en spørreundersøkelse ble det foretatt en kartlegging av hvilke tiltak mot IPN som i dag benyttes av næringen og hvilke som vurderes som viktigst, samt en gjennomgang av nyere publisert faglitteratur og rapporter på relevante IPN-tema.

Gjennomgangen av ny kunnskap kombinert med resultatene fra spørreundersøkelsen har synliggjort fem områder som de viktigste i bekjempelsen av IPN: 1) optimalisering av driftsforhold og fiskehelse, 2) vaksinerings mot IPN, 3) IPN-resistent QTL-fisk, 4) smittekilder og virussanering og 5) restriksjoner og bekjempelsesplan for IPN. Presentasjonen vil gå nærmere inn på resultatene fra spørreundersøkelsen, litteraturgjennomgangen og konklusjonen fra disse samt diskutere utfordringer relatert til bekjempelsen av IPN.

Prosjektnummer: 900637
Prosjektleder: Ann-Inger Sommer
Prosjektansvarlig institusjon:
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: FHF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Forbedret smittetest for å undersøke genetisk resistens mot IPN hos regnbueørret

Forfatter(e): Nina Santi¹, Thomas Moen¹, Audny Hellebø² Sissel Kjølglum¹, Jørgen Ødegård³, Sven Arild Korsvoll¹

¹Aqua Gen AS, ²Møreforskning Marin, ³Nofima

Sammendrag:

Avl for økt resistens mot infeksjons pankreas nekrose (IPN) har vist seg å være et effektivt tiltak hos laks. IPN er en viktig sykdom også hos regnbueørret, og det er tidligere vist at det også hos denne arten kan selekteres for økt genetisk resistens. En viktig forutsetning for dette arbeidet er gode smitte modeller. I tidligere forsøk har Aqua Gen benyttet et IPN isolat som er høyvirulent for laks også i smitteforsøk med ørret, og oppnådd en dødelighet på 26 %. Under feltutbrudd av IPN hos startforingsyngel kan imidlertid tapene bli langt høyere. For videre arbeid med å utvikle IPN resistent regnbueørret ble det derfor nødvendig å teste ut et ørretspesifikt IPN-isolat.

Et IPN virus fra regnbueørret ble isolert i cellekultur og oppformert til et pilotforsøk og i et større forsøk med familiemateriale. Sekvensering viser at virusisolatet skiller seg fra de høyvirulente lakseisolatene på flere viktige VP2-aminosyrer, og for laks ville dette isolatet tilsvare et lavvirulent IPN isolat. Imidlertid var gjennomsnittlig dødelighet hos regnbueørreten i begge forsøkene på over 80 %. Disse resultatene sammen med en del andre erfaringer med IPN og ørret, viser at sykdommen forholder seg noe annerledes hos ørret enn hos laks, og at det er viktig å ta hensyn til disse forskjellene i videre arbeid med IPN hos ørret.

Prosjektnummer: 208338/E40
Prosjektleder: Thomas Moen
Prosjektansvarlig institusjon: Aqua Gen AS
Samarbeidende institusjoner: UMB (Cigene) og Nofima
Program/finansieringskilde: NFR Havbruk

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: **ILA virus (HPR0) i norsk oppdrettslaks - Fylogeografi**
Forfatter(e): TM Lyngstad, AB Kristoffersen, MJ Hjortaa, M Devold, RB Larssen og PA Jansen

Sammendrag:

Infeksiøs lakseanemi (ILA) er en alvorlig smittsom sykdom hos Atlantisk laks forårsaket av ILA virus. ILA viruset tilhører influensavirus familien, og er et RNA virus med et segmentert genom. ILA virus finnes i ulike varianter, og en lavvirulent variant (betegnet HPR0) er foreslått å være forløperen til den virulente varianten av ILA virus som gir sykdomsutbrudd.

For å undersøke nærmere den fylogeografiske utbredelsen av HPR0 i Norge har vi prøvetatt 232 fiskegrupper med atlantisk laks langs hele kysten, til sammen 9474 fisk. Vi har tatt prøver fra smolt, matfisk og stamfisk, både ferskvanns- og i sjøfasen.

Real-time rtPCR ble brukt for påvisning av ILA virus, og positive prøver fra ILA virus segment 6 (HE genet) ble genetisk karakterisert. Vi brukte en Mantel test for å undersøke om genetiske og geografiske avstander mellom HPR0 påvisninger var assosierte. Videre brukte vi en rank test for å undersøke om det var en sammenheng mellom genetisk- og geografisk avstand fra virulente ILA virus påvisninger (fra isolerte ILA utbrudd) til HPR0 påvisninger.

Resultatene viser at HPR0 er utbredt i norsk oppdrettslaks, særlig i sjøfasen, men også i ferskvannsfasen. Vi fant en signifikant positiv korrelasjon mellom genetiske- og geografiske avstander for HPR0 påvisninger, noe som tyder på at populasjonen av lavvirulent ILA virus i Norge er geografisk strukturert. Tilslutt viser vi at det er en sammenheng mellom virulente ILA virus og HPR0 påvisninger, noe som støtter hypotesen om at HPR0 er forløperen til varianter av ILA virus som gir ILA.

Prosjektnummer:	185262 og 199734/S40
Prosjektleder:	Peder A. Jansen
Prosjektansvarlig institusjon:	Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner:	Patogen Analyse AS
Program/finansieringskilde:	Norges Forskningsråd, Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond og Mattilsynet

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Effektiv vaksine mot infeksjøs lakseanemi basert på salmonid

Forfatter(e): alphavirus replicon

A. Wolf¹, K. Hodneland², P. Frost², S. Braaen¹, E. Rimstad¹

¹Seksjon for mikrobiologi, immunologi og parasittologi, Institutt for mattrygghet og infeksjonsbiologi, Norges veterinærhøgskole

²Intervet Norbio AS Bergen

Sammendrag:

Kommersielt tilgjengelige vaksiner mot infeksjøs lakseanemi (ILA) basert på inaktivert helvirusantigen er kostnadsintensive å produsere. Bare høye antigenmengder gir en effektiv beskyttelse mot ILA og derfor er det stort behov for utvikling av rekombinante vaksiner. Alphavirusbaserte replicon-vaksiner er beskrevet som suksessfulle vaksinasjonsstrategier hos pattedyr, hvor immunstimulerende potensial av selve repliconvektor øker effektiviteten av vaksinen, og DNA mengden kan reduseres betydelig sammenlignet til konvensjonelle DNA-vaksiner.

I et vaksine-belastningsforsøk ble et salmonid alphavirus replicon (modifisert fra Karlsen, M., *et al* 2009) testet i Atlantisk laks (*Salmo salar*) som vaksine mot ILA.

Pre-smolt ble immunisert intramuskulært med et replicon som uttrykker ILA viruset (ILAV) overflateprotein hemagglutinin-esterase (HE), og smittet kohabitant med ILAV seks uker etter immunisering. Kontrollgrupper var injisert med et mock-replicon eller PBS, og en positiv kontrollgruppe ble immunisert med en høydosert inaktivert helvirusvaksine. I tillegg ble replicon som koder for HE kombinert med henholdsvis replicon som koder for ILAV fusjonsprotein (F) og matrix protein (M) for å belyse hvilke ILAV proteiner er essensielle for en vaksineindusert beskyttelse.

Replicon ble suksessfull tatt opp i muskelvev etter vaksinerings og induserte en medfødt respons lokalt ved injeksjonssted. Vaksinen beskyttet Atlantisk laks effektivt mot kohabitant ILAV smitte. I et pågående forsøk testes ulike doser av replicon-vaksinen for å estimere den laveste repliconmengden som kan gi god beskyttelse.

Våre resultater viser at replicon-vaksine gir en effektiv beskyttelse mot ILA og åpner nye muligheter for videre vaksineutvikling i lakseoppdrett.

Referanse: Karlsen M, Villoing S, Rimstad E, Nylund A. Characterization of untranslated regions of the salmonid alphavirus 3 (SAV3) genome and construction of a SAV3 based replicon. *Virol J* 2009;6:173.

Prosjektnummer: 183196/S40
Prosjektleder: Espen Rimstad
Prosjektansvarlig institusjon: NVH, MatInf/MIP, tilhørende InNoVacc: Indo-Norway platform for developing candidate vaccines to invertebrate, piscine and avian species
Samarbeidende institusjoner: Intervet Norbio
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd, Intervet Norbio

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Utbytte og utnytte av resultater fra et storstilt CMS-prosjekt
Forfatter(e): Britt Bang Jensen¹, Edgar Brun¹, Sven Martin Jørgensen², Kjell Maroni³, Marit Rode⁴, Nina Santi⁵, Harald Sveier⁶, Harald Takle², Rune Waagbø⁷, Simon Wadsworth⁸, Olav Breck⁹

1. Veterinærinstituttet, Oslo 2. Nofima, Ås 3.FHF, Oslo 4. Pharmaq, Oslo 5. Aqua Gen AS, Trondheim 6. Lerøy Seafood Group, Bergen 7. Nifes, Bergen 8. Ewos, Oslo 9. Marine Harvest, Bergen

Sammendrag:

For bare et par år siden var kardiomyopatisyndrom (CMS) fortsatt en sykdom uten noen klar etiologi. I de senere årene er det generert mye ny kunnskap om risiko- og vertsfaktorer for utvikling av CMS, samt ikke minst funnet et virus, PMCV, som forårsaker utvikling av sykdommen. Mange av disse resultatene er generert i det brukerstyrte innovasjonsprosjektet "Cardiomyopathy syndrome: A multi-task approach to reduce losses and improve knowledge" (NFR: 187301). En del av disse resultatene er tidligere presentert på HAVBRUK og Frisk Fisk konferansene, men i dette foredragene vil det bli gitt en oppsummering av resultater på:

- Utvikling av patologiske forandringer i fiskehjerter gjennom smitteforsøk
- Familiære forskjeller i mottakelighet for CMS
- Sammenheng mellom PMCV og CMS
- Utbredelse av PMCV, inkludert molekylære forskjeller
- Etablerte og foreslåtte risikofaktorer for CMS

Disse resultatene vil bli satt i sammenheng med bruksverdi for næringen og forskningen, og de umiddelbare og langsiktige anvendelser av resultatene vil bli diskutert.

Prosjektnummer: 187301
Prosjektleder: Olav Breck
Prosjektansvarlig institusjon: Marine Harvest
Samarbeidende institusjoner: Veterinærinstituttet, Nofima, FHF, Pharmaq, Aqua Gen AS, Lerøy Seafood Group, Nifes, Ewos, Norges Veterinær Højskole
Program/finansieringskilde: HAVBRUK/Brukerstyrt innovasjonsprosjekt

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Piskint myokarditt virus (PMCV) spesifikk vaksine induserer beskyttelse mot kardiomyopatisyndrom (CMS) hos atlantisk laks (*Salmo salar*) i klinisk forsøk
Forfatter(e): Pål Nilsen, Marianne Bordervik, Karine Lindmo, Anette Furevik, Terje Tingbø, Tove Hansen, Marit Rode

Sammendrag:

CMS er en økonomisk- og dyrevelferdsmessig viktig lidelse i norsk oppdrettsnæring. Sykdommen kjennetegnes med en karakteristisk betennelse i hjertemuskulaturen. Etersom det i hovedsak er fisk sent i produksjonssyklusen som rammes medfører dette et stort tap av biomasse til tross for en moderat dødelighetsrate.

Piskint myokarditt virus (PMCV) er fra før identifisert som det kausale agens for CMS. Nå har fokuset vært rettet mot utvikling av vaksine med beskyttelse mot CMS. Fire ulike vaksinekandidater, herunder to rekombinante vaksiner (A & B), én DNA-vaksine (C) og én klassisk inaktivert helvirus vaksine (D), inngikk i et smitteforsøk med hensikt å evaluere ulike vaksineteknologiers evne til å indusere beskyttelse mot CMS. Effekt av vaksiner ble bestemt på bakgrunn av histologisk undersøkelse av hjertemuskulatur og relativ kvantifisering av PMCV i hjerte, nyre, milt og gjelle (RT-qPCR).

Prosjektnummer:	200511
Prosjektleder:	Marit Rode
Prosjektansvarlig institusjon:	PHARMAQ AS
Samarbeidende institusjoner:	Norges Veterinærhøgskole
Program/finansieringskilde:	HAVBRUK

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Sekvensvariasjon i isolater av piscint myocarditt virus (PMCV) langs
Forfatter(e): norskekysten
Jannicke Wiik-Nielsen¹, Marta Alarcon¹, Birgitte Fineid¹, Marit Rode²
Øyvind Haugland³

¹ Veterinærinstituttet

² PHARMAQ

³ Norges veterinærhøgskole

Sammendrag:

Kardiomyopati-syndrom (CMS), også kjent som hjertesprekk hos atlantisk laks, ble påvist første gang på 1980-tallet i Norge. CMS påfører oppdrettsnæringen flere titalls millioner i tap hvert år og tapene er knyttet til at det er stor, slaktemoden fisk som dør. Nylig ble et virus identifisert som årsak til CMS. Viruset er foreslått kalt piscint myocarditt virus (PMCV) og er et dobbelt-trådig RNA- virus med likheter til en virusfamilie som heter *Totiviridae*. Som del av et stort nasjonalt brukerstyrt industriprosjekt «Cardiomyopathy syndrome: A multitask approach to reduce losses and improve knowledge» har det blitt samlet inn et kasus-kontroll feltmateriale. Vi vil presentere sekvenseringsdata fra 36 lokaliteter fra dette materialet for å belyse grad av sekvensvariasjon og fylogenetisk slektskap mellom PMCV isolater langs norskekysten. Vi har både studert graden av sekvensvariasjon mellom lokaliteter og innen samme lokalitet. Betydningen av resultatene for diagnostikk, molekylær epidemiologi og vaksineutvikling vil bli diskutert.

Prosjektnummer: 200511, 187301/S40
Prosjektleder: Marit Rode/Olav Breck
Prosjektansvarlig institusjon: PHARMAQ/Marine Harvest
Samarbeidende institusjoner: Veterinærinstituttet, Norges Veterinærhøgskole Nofima,
Program/finansieringskilde: Marine Harvest, Lerøy, AquaGen, Nifes, FHF
Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: VHS i vill og oppdrettet fisk
Forfatter(e): Nina Sandlund², Øivind Bergh², Renate Johansen¹

Sammendrag:

Viral hemoragisk septikemi virus (VHSV) kan gi sykdom hos en rekke fiskearter i ferskvann og marine miljøer. Viruset er globalt utbredt og er hittil isolert fra mer enn 70 ulike fiskearter. Det finnes i fire ulike genotyper pluss "subgenotyper". Gjennom prosjektet "*Viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in wild and farmed fish in Norway*" har forekomsten av VHSV i villfisk langs norskekysten blitt undersøkt, i tillegg til at flere smitteforsøk er utført. Gjennom screeningarbeidet på villfisk har vi undersøkt vevsprøver fra mer enn 1900 fisk fordelt på 40 arter ved dyrkning i cellekultur (milt, nyre og hjerne) og/eller real-time RT-PCR (gjeller, hjerte, milt, nyre og hjerne). Dette arbeidet har så langt resultert i påvisning av viruset i sild fra to lokaliteter i Finnmark, en i Sogn og Fjordane og fire i Rogaland. Mer detaljerte resultater vil bli presentert.

To smitteforsøk med torsk er gjennomført. I det første ble torskeyngelinjisert (i.p.) med VHSV-isolat "Storfjorden". Dødeligheten startet ca 5-6 dager etter smitte og nådde 40-50 % ca 2 uker etter smitte. Det ble tatt vevsprøver både til histologi og real-time RT-PCR underveis i forsøket som ble avsluttet etter 6 mnd. I det andre forsøket prøvde vi et kohabitantsmitteregime. Hvert kar inneholdt 20 torskeyngel stukket med VHSV-isolat "Storfjorden" og 50 ubehandlede fisk. Dødelighet ble registrert i tillegg til prøvetaking for histologiske og real time RT-PCR analyser. Resultater fra begge forsøk vil bli presentert.

Prosjektnummer: 190245
Prosjektleder: Renate Johansen
Prosjektansvarlig institusjon: ¹Veterinærinstituttet i Oslo
Samarbeidende institusjoner: ²Havforskningsinstituttet i Bergen, Community Reference
Program/finansieringskilde: laboratory for fish diseases i Århus, Danmark
NFR

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012



Foredragstittel: Mye VHS-virus i sild

Forfatter(e): Renate Johansen¹, Nina Sandlund², Torsten S. Boutrup³, Helle Frank Skall³, Niels Jørgen Olesen³, Ingebjørg Modahl¹, Britt Gjerset¹, Geir Dahle², Øivind Bergh²

Sammendrag:

Det har lenge vært kjent at sild kan være bærer av Viral hemoragisk septikemi virus (VHSV). I tidligere feltundersøkelser i ulike havområder har man funnet små mengder VHS-virus i noen få sild. Langs norskekysten, utenfor gytesesongen, har også vi funnet en lav prevalens. Men da vi testet norsk vårgytende-sild i gytesesongen februar-april 2010 fant vi VHS-virus i de fleste fiskene (prevalens 69 % ved RT-PCR) og i en del av fiskene var det til dels mye virus.

Er dette en trussel for oppdrettsfisk? VHS-virus er globalt utbredt og er et spesielt stort problem i oppdrett av regnbueørret hvor den kan gi høy dødelighet. Viruset klassifiseres i ulike genotyper (I-IV), og hos ulike fiskearter ses ulike mottagelighet for disse genotypene. Genotype Ib som ble påvist på silda regnes som lite patogen for laksefisk. Genotype III, en annen marin variant av viruset, ble ikke regnet som en trussel for laksefisk inntil utbruddene på regnbueørret i Storfjorden 2007-2008. Per dags dato er smitteforsøk eneste mulighet for å få svar på hvor dødelig ulike VHS-virus isolater er for ulike fiskearter.

Er dette en trussel for sild? Når man beregner størrelsen på sildebestanden og fiskekvoter regner man inn en del naturlig dødelighet der både predasjon, sykdom og andre faktorer inngår. I USA og Canada er VHS-virus (genotype IV) påvist ved høy dødelighet på stillehavssild og smitteforsøk har vist høy dødelighet. Tilsvarende studier er tidligere ikke gjort med europeiske varianter av VHS-virus på atlantisk sild, og man vet ikke om VHS kan forklare en del av den naturlige dødeligheten. Vi har derfor nylig utført et badsmitteforsøk med VHS-virus genotype Ib og III på sild ved det europeiske referanse laboratoriet i Århus. For genotype Ib ble dødeligheten på ca 50 %, mens bare noen få fisker døde etter smitte med genotype III. I begge gruppene ble det påvist levende VHS-virus i ca 50% av fiskene som overlevde 4 uker etter smitte.

Prosjektnummer: NFR 190245, "Viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in wild and farmed fish in Norway", VHSV-WILD-FARMED

Prosjektleder: Renate Johansen

Prosjektansvarlig institusjon: ¹Veterinærinstituttet, Oslo

Samarbeidende institusjoner: ²Havforskningsinstituttet, Bergen, ³Veterinærinstituttet, Århus

Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet NFR og NADIR EU FP7/2007-2013 under grant agreement n° 228394

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Diversitet av *Francisella*-beslektede bakterier i kyst- og ferskvann i Norge
Forfatter(e): Samuel Duodu^{1*}, Pär Larsson², Andreas Sjödin², Mats Forsman²,
Duncan Colquhoun¹

¹ Seksjon for bakteriologi, Veterinærinstituttet, Postboks 750 Sentrum, 0106 Oslo

² Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Umeå, Sweden.

Sammendrag:

Diversitet og distribusjon av isolater av *Francisella* spp. hentet inn langs norskekysten fra Kirkenes i nord til Oslo i sør er undersøkt. Materialet omfatter prøver av vann og sediment fra både sjø og ferskvann fra henholdsvis 149 og 64 områder av hver type. Etter DNA ekstrahering ble prøvene undersøkt med PCR-primere spesifiske for 16S rRNA genet av *Francisella*-beslektede bakterier. Positive prøver ble så analysert med primere rettet mot *Francisella succinate* dehydrogenase A (*sdhA*) gener og deretter med primere rettet mot *F. philomiragia* relatert phosphoribosylformylglycinamidine cyclo-ligase (*purM*) gener.

Francisella-beslektede bakterier ble identifisert i ca. 30 % av sjøvannprøvene, hovedsakelig sør for polarsirkelen, og med høyest prevalens på Sør- og Vestlandet. Det var en enkelt positiv prøve langt nord. Ingen av prøvene fra ferskvann ga positive resultater med genus-brede *Francisella* PCR-primere. Sekvensering av PCR-produktene identifiserte *F. philomiragia*-beslektede bakterier som opphav til de fleste sekvenser, men forholdsvis mange sekvenser representerer ubeskrevete taksa. Resultatene våre representerer bevis for en betydelig "bakgrunn" av diverse *Francisella* spp. innen oppdrettsområder og innenfor områder assosiert med francisellose hos fisk. Det var oppsiktsvekkende at vi ikke påviste *F. noatunensis*, som er årsaken til francisellose hos torsk. Vi tolker dette, sammen med andre resultater fra forskning gjort i våre laboratorier, som en kraftig indikasjon på at *F. noatunensis* har en obligat intracellulær livsstil, med torsk som en av flere eller eneste vert(er).

Prosjektnummer:	185263
Prosjektleder:	Duncan J. Colquhoun
Prosjektansvarlig institusjon:	Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner:	Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Umeå, Sverige.
Program/finansieringskilde:	Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Utvikling av spesifikke real-time PCR metoder for fiskepatogene *Francisella* spp. basert på unike sekvenser identifisert gjennom multi-hel-genom analyser
Forfatter(e): Duodu, S¹, Larsson, P², Sjödin, A², Forsman, M², Colquhoun, D.J¹

¹ Seksjon for bakteriologi, Veterinærinstituttet, Postboks 750 Sentrum, 0106 Oslo

² Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Umeå, Sverige.

Sammendrag:

Genuset *Francisella* består av flere arter og underarter, to av dem, *F. noatunensis* subsp. *noatunensis* og *orientalis* er patogene for fisk. I Norge har francisellose forårsaket av *F. noatunensis* subsp. *noatunensis* utviklet seg til et alvorlig problem i torskoppdrett. Etter helgenomsekvensering og analyse av representanter fra alle hovedgruppene i genuset *Francisella*, ble gensekvenser unike for hver fiskepatogene underart identifisert. Spesifikk real-time og kvantitative PCR metoder for den torskepatogene *F. noatunensis* subsp. *noatunensis* og den varmtvanns fiskepatogene *F. noatunensis* subsp. *orientalis* ble utviklet mot unike sekvenser hos disse artene. Spesifisitet ble bekreftet gjennom testing mot en rekke miljø- og fiskepatogene bakterier, blant annet den nærbeslektede *F. philomiragia*. Begge metoder har deteksjonsgrenser på 10-20 genomekvivalenter (GE). Kvantifiseringsevne og sensitivitet ble ikke påvirket av torske- eller tilapiaev.

Prosjektnummer:	185263
Prosjektleder:	Duncan J. Colquhoun
Prosjektansvarlig institusjon:	Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner:	Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Umeå, Sverige.
Program/finansieringskilde:	Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Torskens immunforsvar mot francisellose**

Forfatter(e): Marit Seppola, Kathrine R. Bakkemo, Anita Müller, Helene Mikkelsen

Sammendrag:

Fiskesykdommen francisellose forårsakes av bakterien *Francisella noatunensis* og utgjør i dag en betydelig trussel mot et bærekraftig torskeoppdrett. Det er ikke kommersielt tilgjengelige vaksiner og det er vist at formalin-inaktiverte hel-celle vaksiner i oljeadjuvans ikke gir beskyttelse. Forklaringen til dette er sannsynligvis at slik vaksinerings bare stimulerer det humorale immunforsvaret. En effektiv vaksine mot intracellulære patogener, som virus og intracellulære bakterier, krever ofte aktivering av det cellulære immunforsvaret for utvikling av optimal beskyttelse.

I dette arbeidet viser vi at *F. noatunensis* infiserer primære torskemakrofager, og at bakterien sannsynligvis unngår lysosomal degradering ved å unnsnippe fra intracellulære vesikler til cytosol. Bakterien infiserer både primære makrofager og en epitel-lignende cellelinje hos torsk, hvor førstnevnte celletype antas å være hovedverten for infeksjon. *F. noatunensis* replikerer i begge celletypene da bakterien kan isoleres både fra cellene og dyrkningsmediet en tid etter infeksjon.

Genomsekvensering ved CEES i Oslo tyder på at torskens immunsystem skiller seg fra andre studerte immunsystem ved at flere viktige immungener er fraværende, blant annet gener som koder for MHC II og reseptorer som gjenkjenner bakterier. Fravær av MHC II indikerer at torsken ikke har et funksjonelt humoralt immunforsvar, mens det er vist at torsk likevel produserer spesifikke antistoffer. Studier av medfødte immunresponser tyder på at både *F. noatunensis* lipopolysakkarid (LPS) og infeksjon gir en svak aktivering av immungener sammenlignet med andre bakterier og LPS-typer til tross for høy antistoff produksjon. Den lave aktiveringen av immunforsvaret kan tyde på at bakterien har virulens mekanismer som forhindrer eller forsinker torskens immunrespons mot infeksjonen. Foreløping er noen av disse resultatene bekreftet ved bruk av mikroarray analyser. Videre studier ved bruk av transkripsjonsanalyser/ 454 sekvensering forventes til å gi ytterligere kunnskap om torskens immunforsvar.

Prosjektnummer: 99672/S40 + 183204
Prosjektleder: Marit Seppola
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: Universitetet i Tromsø, Universitetet i Oslo (CEES), PHARMAQ AS og Slovak Academy of Sciences
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Opptak og effekt av antibakterielle midler mot *Francisella noatunensis* subsp. *noatunensis in vitro* i hodenyreleukocytter fra Atlantisk torsk (*Gadus morhua* L.)
Forfatter(e): Marte Kaldestad, Heidrun I. Wergeland, Ole B. Samuelsen

Sammendrag:

Francisellose er i dag en begrensende faktor for utviklingen av torskeoppdrett, siden det ikke finnes en effektiv vaksine eller antibakteriell behandling mot sykdommen. *Francisella noatunensis* subsp. *noatunensis*, etiologisk agens for sykdommen er en Gram-negativ fakultativ intracellulær bakterie som formerer seg i torskens fagocytiske celler. Siden de fagocytiske cellene normalt skal drepe bakterien, betyr dette alvorlige konsekvenser for fiskens evne til å bekjempe en infeksjon. For at en behandling skal være vellykket må derfor de antibakterielle midlene trenge inn i torskens fagocytiske celler.

I dette studiet ble det ved hjelp av HPLC undersøkt *in vitro* om oksolinsyre og flumekvin tas opp i hodenyreleukocytter (HNL) fra Atlantisk torsk (*Gadus morhua* L.) som funksjon av tid, og om det oppnås høye nok konsentrasjoner i HNL til at oksolinsyre og flumekvin vil være egnet til behandling av francisellose. Studiet viste at oksolinsyre og flumekvin ble tatt opp i HNL fra torsk, ved alle målte eksponeringstider og at konsentrasjonen av legemidlene i HNL overskred MIC-verdien for den aktuelle bakterien i hele måleperioden, noe som indikerer at oksolinsyre og flumekvin kan ha god effekt mot *F. noatunensis*.

Effekten av flumekvin mot *F. noatunensis* ble også undersøkt. *F. noatunensis* ble merket intracellulært ved bruk av fluorokrommerkede antistoff, eksponert eller ikke for flumekvin og ved flowcytometrianalysene ble antallet av fagocytiske celler som var infisert av bakterier registrert. Resultatene fra flowcytometrianalysene viste noe variasjon mellom fiskene men det overordnede bildet var at det var ingen signifikant målbar effekt av eksponering av *F. noatunensis* for flumekvin verken etter 4 eller 20 timer.

Dette studiet viser at metodene benyttet i opptaksstudiene og effektivitetsstudiene er velegnet til å fremskaffe kunnskap for å finne egnede antibakterielle midler til bekjempelse av sykdom forårsaket av intracellulære bakterier.

Prosjektnummer:

Prosjektleder:

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen

Samarbeidende institusjoner: Havforskningsinstituttet

Program/finansieringskilde: Intern finansiering

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: *Carnobacterium divergens* vs *Aeromonas salmonicida* i laksetarm –

Forfatter(e): Hvem vil seire?

Mali Bjerkhaug Hartviksen^{1†}, José L. González Vecino¹, Anu Kettunen², Einar Ringø³

¹ [EWOS Innovation, 4335 Dirdal, Norway.](#)

² Alimetrics Ltd, Koskelontie 19B, FIN-02920 Espoo, Finland

³ Norges fiskerihøgskole, Fakultet for Biologi, Fiskeri og Økonomi, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø

Sammendrag:

Forskning har vist at endringer i fôr sammensetningen forårsaker endringer i tarm struktur og tarmmikrobiota, men det er usikkert i hvor stor grad dette er delaktig i økt smitte av fisk i akvakultur. *Carnobacterium divergens* er en probiotisk bakterie som er påvist i tarm til laks (*Salmo salar* L.), og forsøk har vist at bakterien kan beskytte verten mot patogene bakterier blant annet ved å utkonkurrere patogene bakterier, samt inhibere *in vitro* vekst av kjente fiske patogener. *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* forårsaker furunkulose, og forsknings har vist at bakterien kan benytte tarm som smittevei. Dette er en god indikasjon hvor viktig det er å undersøke endringer i tarmvev struktur og tarmmikrobiota som følge av endringer i fôrkomposisjon.

I våre forsøk ble laks fôret med fire ulike protein kilder og effekten av de ulike fôrene ble undersøkt med hensyn på histologi og tarmmikrobiota. Videre utførte vi *ex vivo* forsøk der tarmvev ble eksponert for en av bakteriene (*C. divergens* eller *A. salmonicida*) eller en kombinasjon av begge. I kontrollgruppen ble tarm kun eksponert for steril fysiologisk saltløsning. Histologiske forandringer av tarmvevet ble evaluert ved bruk av lys - og elektron mikroskopi, og tarm bakterier ble kvantifisert ved bruk av qPCR.

Resultatene fra *ex vivo* forsøkene viste at *C. divergens* økte antall bakterier festet til tarmveggen uavhengig av fôrtypen, og at bakterien er i stand til å utkonkurrere både den opprinnelige tarmmikrobiota og *A. salmonicida*. *A. salmonicida* viste et økt antall festet bakterier kun i fravær av *C. divergens*. Når begge bakteriene var tilstede ville de probiotiske bakteriene utkonkurrere de patogene. Våre forsøk viser at diett har liten effekt på tarm struktur og tarmmikrobiota. De viser også at endringer i dietten ikke vil føre til økt smitte gjennom tarmen som følge av økt smittepress.

Prosjektnummer:	187264
Prosjektleder:	José L. González Vecino
Prosjektansvarlig institusjon:	EWOS Innovation AS
Samarbeidende institusjoner:	Aquaculture Protein Centre, Universitet i Tromsø,
Program/finansieringskilde:	Alimetrics Havbruks

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Viktige faktorer hos *Vibrio salmonicida* i utviklingen av
Forfatter(e): kaldtvannsvibriose

Ane Mohn Bjelland, Renate Johansen, Espen Brudal, Hilde Hansen,
Hanne Winther-Larsen, Nils-Peder Willassen og Henning Sørum

Sammendrag:

Effektive vaksiner og optimaliserte vaksinasjonsprogram beskytter mot flere av de mest alvorlige bakterielle sykdommene hos oppdrettslaks. Likevel kan lidelser forårsaket av bakterier gi store problemer for oppdrettsnæringen. Det oppdages med ujevne mellomrom tidligere ukjente patogene bakterier særlig ved introduksjon av nye akvatiske arter i oppdrett. Økt kunnskap om bakterielle patogener er derfor nødvendig for effektivt å utvikle nye og mer sofistikerte behandlings- og vaksinasjonsstrategier i kampen mot nåværende og kommende bakterieinfeksjoner innen akvakulturindustrien.

Kaldtvannsvibriose er en bakteriell septikemi hovedsakelig hos oppdrettslaks forårsaket av den Gram-negative bakterien *Vibrio salmonicida*. Selv om sykdommen ble beskrevet for første gang fra 1977 er det fremdeles lite vi i dag vet om *V. salmonicida* sin evne til tilpasning og virulens. For å øke vår forståelse av hvilke faktorer som er viktige i utviklingen av kaldtvannsvibriose ble derfor Atlantisk laks (*Salmo salar* L.) i flere smitteforsøk infisert med både villtype-stammer og konstruerte mutanter av *V. salmonicida*.

Våre studier viser at *V. salmonicida* er høyst avhengig av motilitet for å kunne infisere verten. I tillegg har vi påvist at bakteriell kommunikasjon, såkalt quorum sensing, har betydning for graden av virulens hos *V. salmonicida*. Bakterien etablerer seg raskt i vertens blodbane uten å være avhengig av en forutgående koloniseringsfase av fiskens ytre overflater. Deretter oppstår en relativt lang latensfase før *V. salmonicida* identifiseres i andre organer. Trolig bruker bakterien denne latensfasen til vekst og oppformering. En latensfase kan også være nødvendig for å overstimulere vertens immunforsvar med påfølgende celledød og vevsskader. Vi fant også at laksens gastrointestinaltraktus kan være et mulig reservoar for *V. salmonicida* og dermed favorisere overlevelse og smitte.

Prosjektnummer: 174968/S10
Prosjektleder: Nils-Peder Willassen
Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Tromsø
Samarbeidende institusjoner: Norges veterinærhøgskole
Program/finansieringskilde: FUGE/Forskningsrådet

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: En sekvensiell studie av bukhinnebetennelse forårsaket av
Forfatter(e): oljeadjuvans hos torsk
Mona Gjessing, Knut Falk, Simon Weli, Erling Olaf Koppang, Agnar
Kvellestad.

Sammendrag:

Mer kunnskap om torskens forsvarsystem og reaksjon mot ulike typer adjuvans er nødvendig for å kunne utvikle diagnostiske og profylaktiske metoder. Her presenteres et sekvensielt, morfologisk studium av peritonitt og hvordan torskens forsvarsceller håndterer adjuvansen. Uttalt granulomatøs betennelse ble observert og cellene karakterisert ut fra innhold av ulike typer enzymer, uttrykk av interferon gamma og tilstedeværelse av apoptotiske celler. Betennelsen var morfologisk ulik den vi ser hos vaksinert laks.

Prosjektnummer: 173498
Prosjektleder: Knut Falk
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Norges veterinærhøgskole og Fiskerihøgskolen
Program/finansieringskilde: NRF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Torsken har et unikt immunsystem – implikasjoner for videre arbeid?
Forfatter(e): Monica Hongrø Solbakken, Kathrine R. Bakkemo, Marit Seppola, Helene Mikkelsen, Sissel Jentoft, Kjetill S. Jakobsen.

Sammendrag:

Sekvenseringen av genomet til Atlantisk torsk (*Gadus morhua*) har avdekket tegn på et unikt immunsystem med tap av major histocompatibility complex II (MHC-II), CD4 og I-kjeden (invariant chain). Videre undersøkelser avdekket flere modifikasjoner i andre deler av immunforsvaret med a) genekspansjon i MHC-I samt og b) et unikt repertoar av Toll-like reseptorene (TLR) [1].

TLRene binder generelle patogene mønstre (f. eks lipopolysakkarid og viralt RNA) og blir ansett som en kobling mellom det medfødte og adaptive immunforsvaret. De er konserverte, men sammensetningen av medlemmer varierer noe mellom klasser og arter som f.eks TLRer spesifikke for teleostene (tTLR). Ved hjelp av bioinformatiske analyser har vi påvist fire manglende (1/2, 4 og 5) samt fire genekspanderte (7, 8, 9 og 22) TLRer i torsk. Det viser seg at de manglende TLRene står for gjenkjennelsen av bakterielle overflatestrukturer mens de ekspanderte gjenkjenner nukleinsyrer (jmf. humane studier). Det kan spekuleres i om noen av de andre tTLR har overtatt funksjonen til de manglende medlemmene. En videre kartlegging av ekspanderte TLRene med hensyn på seleksjonspressanalyser og kvantitativ PCR er under bearbeidelse.

Det har blitt rapportert en varierende adaptiv respons hos torsk. Det er også kjent at vaksinerer har ført til forskjellig grad av beskyttelse [2,3]. Vi har startet to studier hvor vi benytter high-throughput sekvensering og transkriptomanalyser for videre kartlegging av immunresponsen til torsk. Her vil vi studere hvilke signalveier som torsken benytter seg av i de forskjellige fasene av immunresponsen. Vi har benyttet prøver fra torsk infisert med *Francisella noatuensis* som vi følger over tid samt prøver fra fisk vaksinert mot vibriose (*Vibrio anguillarum*) hvor vaksinerer har vist god beskyttelse.

Resultatene fra disse studiene vil gi oss innsikt i hvordan torskens immunforsvar fungerer i detalj. Dette kommer både oppdrettsnæringen og fiskeriindustrien til gode med tanke på utvikling av nye vaksiner og videre avl opp mot sykdomsresistent torsk.

Referanser:

1. Star, B., et al. (2011) The genome sequence of Atlantic cod reveals a unique immune system. *Nature*, 477, 207-10.
2. Mikkelsen, H., et al. (2011) Vibriosis vaccines based on various sero-subgroups of *Vibrio anguillarum* O2 induce specific protection in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) juveniles. *Fish & Shellfish Immunology*, 30, 330-339.
3. Samuelsen, O.B., et al. (2006) Viral and bacterial diseases of Atlantic cod *Gadus morhua*, their prophylaxis and treatment: a review. *Disease of Aquatic Organisms*, 71, 239-54.

Prosjektnummer: 199806/199672
Prosjektleder: Kjetill S. Jakobsen
Prosjektansvarlig institusjon: Senter for Økologisk og Evolusjonær syntese, Biologisk
Samarbeidende institusjoner: institutt, Universitetet i Oslo /Nofima, Cigene
Program/finansieringskilde: Havbruk

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Patogen gjenkjenning og mekanismer hos torsk (*Gadus morhua*)
Forfatter(e): hodenyreceller. Bakterie (LPS) og virus (poly I:C) signaliserer gjennom ulike signalveier og har effekt på forskjellige gener
Elisabeth Holen, Kai Kristoffer Lie, Steve Janagap, Pedro Araujo, Pål Asgeir Olsvik

National Institute of Nutrition and Seafood Research (NIFES), P. B. 2029 Nordnes, 5817 Bergen, Norway
E-mail eho@nifes.no

Sammendrag:

Å forstå patogen gjenkjenning og mekanismer hos torsk er av vesentlig betydning både for grunnleggende forskning på ville bestander og helsehåndtering i akvakultur. En mikromatrise tilnærming ble benyttet for å undersøke effekter av viral (poly I:C / polyinosinic acid: polycytidylic acid), bakteriell (LPS / lipopolysakkarid) og polyklonal aktivator (PHA-L/phytohaemoagglutinin) induisert stress i hodenyreceller hos torsk (torskens immunceller). Denne studien viser tydelige forskjeller mellom antibakterielt- og antiviralt induserte transkripsjonsresponser hos hodenyreceller i torsk. Bakterier og virus etterlater seg ulike "signaturer" ved at de oppregulerer ulike typer gener. Cellesekresjon av prostaglandiner (PGE2, PGE3) og leukotriener (LTB4, LTB5) ble undersøkt. Det var store individuelle variasjoner i mengde prostaglandin som ble sekretert, men det ble funnet forskjeller mellom behandlingene. I tillegg fant vi en kobling mellom immunreaksjoner og reaksjoner som forbindes med miljøgifter. CYP1A mRNA ble oppregulert av antibakteriell stimuli noe som indikerer en sammenheng mellom immunitet og aryl hydrokarbon reseptor (Ahr) aktivering hos torsk.

Prosjektnummer: NFR 173534/I30
Prosjektleder: E. Holen
Prosjektansvarlig institusjon: NIFES
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: NFR, NIFES

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Transkriptomrespons hos Atlantisk torsk (*Gadus morhua* L.) mot bakterielle antigener
Forfatter(e):

*Anita Müller*¹, *Marije Booman*², *Tim Kahlke*³, *Tiago Hori*², *Marit Seppola*⁴, *Helene Mikkelsen*⁴, *Matthew Rise*², *Roy Dalmo*¹

¹ Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø, Norge; ² Ocean Sciences Centre, Memorial University of Newfoundland, A1C 5S7, NL, Canada; ³ Institutt for medisinsk biologi, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø, Norge; ⁴ Nofima Marin, Muninbakken 9-13, 9291 Tromsø, Norge; anitamu@nfh.uit.no

Sammendrag:

Oppdrett av torsk (*Gadus morhua* L.) er en forholdsvis ny næring som står foran mange utfordringer. En av dem er hvordan en skal forholde seg til smittsomme sykdommer som skyldes bakterier. Selv om vaksiner enten er tilgjengelige eller under utvikling, evalueres deres effektivitet vanligvis gjennom en vaksinasjon med påfølgende eksperimentell smitte. Målingen av antistoffreaksjonen antyder styrken av immunreaksjonen, men den samsvarer ikke alltid med vaksinens beskyttende effekt. En bedre målemetode vil være å finne molekulære markører som kan gi entydige svar på vaksinens effektivitet. Dette er spesielt relevant for torsk pga. fraværet av "MHC class II gener". Bruk av molekulære markører for beskyttelse kan behjelpe utviklingen av nye og bedre vaksinestrategier. Målet for prosjektet er å identifisere potensielle genmarkører som kan benyttes i evaluering av vaksiners effektivitet. Torsk ble immunisert med inaktiverede bakterier emulgert i olje: Atypisk *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum*, *Francisella noatunensis* (Pharmaq). Vevsprøver fra milt ble tatt 8 h, 2, 7, 21 and 49 d etter immunisering (pi). Etter isolasjon av RNA ble individuelle prøver analysert ved bruk av mikroarray ("20K Atlantic cod oligonucleotide microarray"). Mens bare få ulike uttrykte gener ble funnet 8 hpi, 7 og 21 dpi, viste genekspressjonsprofilene 2 og 49 dpi variasjoner av opp - og nedregulerte gener. Genene var både felles og unike for immuniseringsgruppene. Videre analyser av data er underveis og vil bli presentert. Resultatene diskuteres i forhold til deres betydning for torskens respons mot bakterielle antigener.

Prosjektnummer: NFR prosjekt nr. 183204
Prosjektleder: Dr. Roy A. Dalmo
Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Tromsø, Norges Fiskerihøgskole (NFH)
Samarbeidende institusjoner: Universitetet i Tromsø, NOFIMA Tromsø, Memorial University of Newfoundland, Canada
Program/finansieringskilde: Norges Forskningsråd (NFR)

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Mukosale forsvarsmekanismer hos Atlantisk torsk
Forfatter(e): Kiron V., Fernandes JMO, Brinchmann MF, Caipang CMA, Rombout JHWM,
Schrøder MB

Sammendrag:

For å takle produksjonstap forårsaket av sykdommer, er det viktig å få en bedre forståelse av de primære forsvarsmekanismene hos fisk. Prosjektet "MucoCod" har samlet basal informasjon om forskjellige komponenter hos det mukosale immunsystemet hos Atlantisk torsk.

Skin, gjeller og tarm er mukosale overflater (slimhinner) hvor interaksjon med patogener finner sted. Et proteomkart av skinnmukosa har indikert tilstedeværelsen av immunkomponente molekyler her. Videre har transkripsjonell profilering av gener relatert til antibakteriell aktivitet, antiviral respons og cytokinproduksjon vist forskjeller i ekspresjonsmønster i dorsale og ventrale deler av skinnenet.

Start av akutfaseresponsen mot bakterielle patogener har blitt overvåket i gjellenes epiteliale celler. Tarm og rektum viste også lignende responser når fisk ble utsatt for *Vibrio anguillarum*. Det har blitt vist at rektum er en viktig immunologisk region for torsk, med et stort antall IgM+ celler, granulocytter og makrofaglignende celler. I tillegg ble mikrobiotaen i tarmen til fisken studert, og kommensale tarmbakterier ble vist å ha forskjellig preferanse for å adhere til tarmepitelet og til å påvirke adhesjonen av patogener.

Piscidiner and defensiner er blant nøkkelantimikrobielle peptider benyttet av Atlantisk torsk til primærforsvar. Disse molekylene ble uttrykt i de mukosale vev hos fisk, og allerede under tidlige utviklingstrinn. Pcidinaktivitet mot en rekke bakterielle patogener har også blitt vist, dette indikerer et potensial for bruk i strategier for sykdomsbegrensning.

Informasjonen som er samlet gjennom dette prosjektet vil være relevant for å forbedre helsen hos Atlantisk torsk, og kan også være av verdi for andre fiskeoppdrettsarter.

Prosjektnummer: 184703
Prosjektleder: Kiron Viswanath
Prosjektansvarlig institusjon: Universitet i Nordland
Samarbeidende institusjoner: Univ. i Tromsø, Wageningen Univ., North Carolina State Univ.
Program/finansieringskilde: Forskningsrådet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Galektin-1: et potensielt immunekompetent protein fra Atlantisk torsk

Forfatter(e): Brinchmann MF¹, Rajan B¹, Fernandes JMO¹, Caipang CMA¹, Rombout JHWM^{1,2}, Kiron V¹,

¹Universitetet i Nordland, Bodø, ²Cell Biology and Immunology Group, Department of Animal Sciences, Wageningen University, 6709 PG Wageningen, The Netherlands

Sammendrag:

Atlantisk torsk er en relativt ny akvakulturart, og det er utfordringer knyttet til kontroll av sykdom i alle stadier i livssyklusen. Det er viktig å studere patogener for å kunne bekjempe og forbygge sykdom f. eks. ved å lage vaksiner, men det er også viktig å studere vertens forsvar mot sykdom. Hos fisk er slimhinneoverflatene i gjeller, mage, tarm og skinn viktige immunologisk, og de er også potensielle overflater der patogener kan invadere verten. Ved å karakterisere molekyler i slim og vev i slimhinner, kan vi utvikle kunnskap som kan benyttes til sykdomskontroll.

I dette studiet har vi karakterisert proteiner i Atlantisk torsks skinnmucus ved hjelp av 2-dimensjonal gelelektroforese og LC-MSMS identifisering. En rekke proteiner ble identifisert bla. galektin-1. To paraloge gener for galektin-1 ble klonet og fullengde sekvensert, og antistoff produsert. Galektin-1 er i pattedyr vist å være funksjonelt polyvalent, med biologisk aktiviteter som er viktige i apoptose, kreft, immunedefekter, betennelse, allergi og vert-patogeninteraksjoner. Hos torsk ble mRNA-ekspressjon og proteinlokalisering av de to galektin-1 i ulike vev studert ved hjelp av RT-PCR og immunohistokjemi. Det ble funnet ulik distribusjon mellom ulike vev for de to paralogene, og distribusjon til ulike områder innad i vev. Foreløpige resultater indikerer at galektin-1 kan lokaliseres i nærheten av patogener, noe som indikerer at galektin-1 i atlantisk torsk kan være involvert i immunrespons ved infeksjon.

Prosjektnummer:	184703
Prosjektleder:	Kiron Viswanath
Prosjektansvarlig institusjon:	Universitetet i Nordland
Samarbeidende institusjoner:	Univ. i Tromsø, Wageningen Univ., North Carolina State Univ.
Program/finansieringskilde:	Havbruk/forskningsrådet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Effekt av vaksinerings mot vibriose og atypisk furunkulose hos familier av torsk (*Gadus morhua*) med ulik genetisk bakgrunn
Forfatter(e): Helene Mikkelsen^{1*}, Merete B. Schrøder^{2**}, Jørgen Ødegaard¹, Atle Mortensen¹ og Marit Seppola¹

¹⁾ Nofima, N-9291 Tromsø

^{2)**} Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, N-9037 Tromsø, Nåværende adresse: Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond, N-0103 Oslo

Sammendrag:

Atlantisk torsk fra Nasjonalt torskeavlprogram har genetisk bakgrunn både fra kysttorsk (KT) og Nordøst arktisk torsk (skrei: SK). Det er tidligere vist at kysttorsk er mer resistent enn skrei mot vibriose, men det er ikke undersøkt om det er forskjell i resistens mot atypisk furunkulose. Vi har i to individuelle studier undersøkt om vaksineeffekten mot disse sykdommene er forskjellig hos torsk med ulik genetisk bakgrunn.

I den første studien ble ti torskefamilier (5 med hovedsakelig KT foreldre og 5 med SK foreldre) dyppvaksinert mot vibriose og vaksineeffekten ble undersøkt både mhp uspesifikk immunrespons og beskyttelse. Disse familiene var rangert fra å ha fra veldig høy til veldig lav vibrioseresistens. Alle familiene responderte godt på vaksinerings med en relativ prosent overlevelse (RPS) fra 72-95. Det var ikke noen korrelasjon mellom respons på vaksinerings og vibrioseresistens. Vaksinerings av en SK-familie med veldig høy vibrioseresistens resulterte i lavest beskyttelse (RPS= 72), derimot fikk KT-familien med lav resistens høyeste beskyttelse (RPS= 95).

En del av det medfødte immunforsvaret ble studert med uttrykk av utvalgte immungener i hodenyre og milt 0, 2 og 4 dager etter dyppvaksinerings. Interleukin (IL)-1 β (inflammatoriske respons) ble ikke aktivert etter vaksinerings. I noen familier ble bare en svak men signifikant økning av IL-10 (anti-inflammatorisk respons) og IL-12p40 påvist to dager etter vaksinerings. Derimot ble oppregulering av interferon γ bare funnet i en familie fire dager etter vaksinerings.

I den andre studien ble 20 torskefamilier stikkvaksinert mot atypisk furunkulose og vaksineeffekt ble undersøkt 8 uker etter vaksinerings. Det var stor forskjell i overlevelse med en variasjon fra 81 til 4 % i uvaksinert gruppe, og 96 til 50 % i vaksinert gruppe. Det var ikke korrelasjon mellom overlevelse i vaksinert og uvaksinert gruppe. Videre bearbeiding av resultatene pågår og vil bli presentert på konferansen.

Prosjektnummer: 184634
Prosjektleder: Helene Mikkelsen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: Veterinærinstituttet i Oslo, Universitet i Tromsø ved
Program/finansieringskilde: Norges Fiskerihøgskole
NFR: Havbruksprogrammet

Foredragstittel: Immunrespons hos Atlantisk kveite til nodavirus og en potensiell
Forfatter(e): vaksinekandidat
Sonal Patel¹, Aina-Cathrine Øvergård¹, Audun H. Nerland¹

Sammen drag:

Nodavirus er et lite, nakent, enkeltrådig RNA virus, som har gitt en del utfordringer under oppdrett av mange forskjellige fiskearter verden over, inkludert Atlantisk kveite (*Hippoglossus hippoglossus* L.). Produksjonsvolum av kveiteyngel i Norge er derfor ventet å øke med utviklingen av en vaksine mot nodavirus. Under vaksinerings er det viktig å aktivere det spesifikke immunforsvaret, da det er denne delen av forsvaret som danner hukommelses-celler. Men siden den cellulære delen av det spesifikke immunsystemet, T-cellene, til kveite er lite kjent, hadde dette delprosjektet som mål å foreta nærmere undersøkelser av forskjellige aspekter omkring kveitens T-celler, i tillegg til noen aspekter om den uspesifikke immunitet og immunregulering. Gener viktige i T-celle funksjoner samt gener involvert i det uspesifikke immunforsvaret ble sekvensert på cDNA og/eller genomisk nivå. Metoder for å analysere genuttrykket på transkripsjons nivå (mRNA) ble utviklet og anvendt for å analysere kveitens immunsystem under utvikling, hos voksen kveite som ikke var kjønnsmoden, og hos ikke-vaksinert og vaksinert kveite smittet med nodavirus.

T-celle markørene hos kveite så ut til å følge det samme uttrykksmønsteret under utvikling som sett i pattedyr. Ved 87 dager etter klekking ble celler som uttrykte ko-reseptoren CD8 α observert i margregionen av thymus, noe som indikerer at modne T-celler er tilstede på dette utviklingsstadiet. Muligheten for å stimulere immunologisk hukommelse er dermed tilstede, og det er hensiktsmessig å initiere vaksine studier etter dette tidspunktet. Analyse av kveite etter smitte med nodavirus viste stimulering av T-celler og økt uttrykk av cytokin og cytokininduserte gener trodd å kunne være direkte involvert i å begrense den virale replikasjonen samt aktivering av cellulære immunmekanismer. Vaksinerings av kveite ble gjort ved injeksjon av et rekombinant kapsid protein (recCP) tilsatt en oljebasert adjuvans, hvor indikasjoner på en beskyttende respons ble observert hos kveite som ble smittet med nodavirus 15 uker etter vaksinerings.

Prosjektnummer: 183204/S40
Prosjektleder: Sonal Patel
Prosjektansvarlig institusjon: Universitet i Tromsø
Samarbeidende institusjoner: 1. Havforskningsinstitutt
Program/finansieringskilde: Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Bivirkninger som følge av vaksinerings av laks

Forfatter(e): Hilde Larsen (1), Minoru Satoh (2), Arnfinn Aunsmo (1,3), Harald Sveier (4), Nina Santi (5), Asgeir Østvik (6) Tom Fraser (1), Ian Mayer (1), Per Gunnar Fjelldal (7) Erling O. Koppang (1).

Institusjoner: (1) Norges veterinærhøgskole; (2) Universitetet i Florida; (3) SalMar ASA; (4) Lerøy Seafood Group ASA; (5) AquaGen AS; (6) Havbrukstjenesten AS; (7) Havforskningsinstituttet

Sammendrag:

Prosjektet ble igangsatt med henblikk på å få en oversikt over mulig forekomst av autoimmune reaksjoner hos laks i forbindelse med vaksinerings. Prosjektet har hentet data og materiale fra benchmarking av vaksiner hos oppdretter. Dette var feltforsøk med uvaksinert fisk (gruppe 0) og 5 grupper med fisk vaksinert med vaksiner fra forskjellige produsenter (1 til 5). Videre er det utført vaksineforsøk med triploid og diploid vaksinert og uvaksinert fisk ved to forskjellige temperaturer ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon på Matre. I tillegg blir det samlet inn fisk fra felten.

Det er blitt utført morfologiske undersøkelser av nyreprøver for å identifisere klassiske forandringer assosiert med systemisk autoimmunitet samt seraanalyser med henblikk på forekomst av autoantistoff.

Resultatene så langt viser at vaksinert og uvaksinert fisk lar seg skille serologisk i begge eksperimentene på forekomst av autoantistoff mot lakseerythrocytter. I feltforsøket er det ingen store forskjeller i titer i de fem gruppene med forskjellige vaksiner, men den uvaksinerte fisken er signifikant forskjellig fra disse med sitt fravær av autoantistoff. I vaksineforsøket med diploid og triploid fisk, er det en gjennomgående større respons i den diploide fisken kontra den triploide fisken i nivå av autoantistoff. De histologiske undersøkelsene av nyre viser så langt ingen forskjell mellom vaksinert og uvaksinert fisk mhp glomerulinefritt.

Prosjektnummer:	FHF 900631
Prosjektleder:	Erling Olaf Koppang
Prosjektansvarlig institusjon:	Norges veterinærhøgskole
Samarbeidende institusjoner:	Universitetet i Florida, SalMar ASA, Lerøy Seafood Group ASA, AquaGen AS, Havbrukstjenesten AS; Havforskningsinstituttet
Program/finansieringskilde:	FHF. SalMar har i stor grad deltatt med feltforsøk, data og ressurser til prøveuttak

Foredragstittel: Karakterisering av T cellepopulasjonen i det interbrankialt lymfatiske vevet hos laks.

Forfatter(e): *Ida Bergva Aas¹, Lars Austbø¹, Mohasina Syed¹, Knut Falk², Melanie König¹, Ivar Hordvik³, Erling Olaf Koppang¹*

¹Norges veterinærhøgskole

²Veterinærinstituttet

³Universitetet i Bergen

Sammendrag:

Tross stor forskningssatsing på laks er det fortsatt mye vi ikke vet angående immunforsvarets oppbygning og funksjon. Blant annet er fundamentet for utviklingen av gode vaksiner avhengig av en god basal kunnskap om immunforsvaret. Gjelleorganet også kalt interbrankialt lymfatisk vev (ILT) er et lymfatisk vev i salmonider som ble beskrevet for første gang av vår gruppe 2008. Dette vevet er lokalisert ved basis av gjellebuene mellom primærlamellene, med en plassering som tilsier at det kan ha viktig immunologisk rolle. Gjelleorganet består av T celler som ligger i et nettverk av epitelceller. Det har en definert basal lamina og en epitelkapsel som avgrenser vevet fra lumen mellom primærlamellene.

Formålet med dette genespresjonsstudiet er å karakterisere gjelleorganet i laks ved å se på hvilke populasjoner av T celler som er tilstede. I tillegg til å undersøke frisk fisk har vi også inkludert en smittegruppe, utsatt for badesmitte med ILA-virus. På grunn av manglende tilgang på markører ble Real-time PCR brukt for å måle uttrykket og tilstedeværelsen av 10 kjente T cellemarkører, TCR α , TCR δ , CD3, CD41, CD42a, CD42b, CD8a, CD8b, MHC I, og MHC II.

Resultatene viste at gjelleorganet har en svært heterogen T cellepopulasjon, der blant annet begge typer T cellereseptorer (TCR $\alpha\beta$ og TCR $\gamma\delta$) er til stede og uttrykket av disse er høyere i gjelleorganet kontra totalgjelle, midtnyre og baktarm. En hypotese er at gjelleorganet representerer et strategisk plassert T celle-pool, hvorfra T celler raskt kan rekrutteres til et førstelinje-forsvar mot patogener.

Denne studien er et skritt i videre karakterisering av gjelleorganet, med henblikk på å avsløre dets funksjon.

Prosjektnummer:	183196/S40 (InNoVacc)
Prosjektleder:	Erling Olaf Koppang
Prosjektansvarlig institusjon:	Norges veterinærhøgskole
Samarbeidende institusjoner:	Universitetet i Bergen, Veterinærinstituttet
Program/finansieringskilde:	Norges forskningsråd

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **CD40L: Et sentralt co-stimulerende molekyl for modningen av antigen-presenterende celler i atlantisk laks**
Forfatter(e): Leidy Lagos, Dimitar Iliev, Jorunn B. Jørgensen
Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø

Sammendrag:

I immunsystemet hos pattedyr er CD40L/CD40 signalveien viktig for aktivering av B-celler og dendrittske celler, men denne signalveien er lite studert i lavere vertebrater, inkludert fisk. CD40 er en type I membranbunden reseptor som tilhører TNF-reseptor superfamilien og uttrykkes hos B celler og dendrittske celler, mens CD40L er liganden for denne reseptoren og uttrykkes hovedsakelig i T celler. Vår gruppe har klonet cDNA homologer for CD40L og CD40 fra atlantisk laks (*Salmo salar* S). Begge proteinene viser høyt uttrykt i immunologiske organer, og disse blir oppregulert i leukocytter fra fornyre og milt stimulert *in vitro* med PHA og ConA (T-celle mitogener), og CpG (en TLR9 ligand). For videre funksjonelle studier av CD40L, ble proteinet overuttrykt i CHSE-214 celler og disse transgene cellene ble videre co-kultivert med hodenyreleukocytter fra laks. Et viktig funn fra dette studiet er at CD40L oppregulerer uttrykket av MHCII β i adherente fornyreleukocytter, samtidig som disse cellene viste redusert evne til å akkumulere antigen. Dette er viktige karakteristika hos modne dendrittske celler. Videre induserte overuttrykt CD40L høyere nivåer av co-stimulerende molekyler som CD40, CD83 og B7-H1 i hodenyreleukocytter. Det ble også påvist en økning i uttrykket av cytokinene IFN, IL-12p40, IL-10 og IL-1 β , som alle er involvert i T-hjelpercelle responser. Dette er første rapport som viser at en CD40L-mediert signalvei finnes i atlantisk laks og bidrar til modning av antigen presenterende celler som ligner dendrittske celler.

Prosjektnummer: 183196/S40InNoVacc
Prosjektleder: professor Espen Rimstad
Prosjektansvarlig institusjon: Norges veterinærhøgskole
Samarbeidende institusjoner: Norges fiskerihøgskole
Program/finansieringskilde: Havbruk, NFR

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: **Små fagocytiske celler hos Atlantisk laks**
Forfatter(e): Gyri Teien Haugland, Ann-Elise Olderbakk Jordal og Heidrun Inger Wergeland, Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen

Sammendrag:

Fagocytose er en viktig funksjon i det uspesifikke immunforsvaret for bekjempelse av fremmede substanser som bakterier og virus både hos pattedyr og teleoster. De fagocytiske cellene har evne å gjenkjenne, ta opp (fagocytose) og bryte ned materiale for så å presentere nedbrytingsproduktene som antigen til andre immunceller. I tillegg til makrofager og nøytrofile granulocytter, er B-celler i fisk profesjonelle fagocytiserende celler. Nylig er det også observert og isolert dendrittiske celler hos fisk, en effektiv antigenpresenterende celletype som er hovedkoordinator mellom det uspesifikke og spesifikke delen av immunforsvaret i pattedyr. Umodne dendrittceller har høy fagocytisk aktivitet. Trombocytter hos pattedyr har fagocytisk aktivitet og er foreslått å ha en immunrelatert rolle i tillegg til blodlevering. Den fagocytiske kapasiteten til trombocytter i laverestående vertebrater og deres eventuelle immunologiske rolle er omdiskutert.

Vi har isolert en heterogen populasjon av små celler (ca 5 µm) fra blod fra Atlantisk laks. De fleste cellene er ho små og runde, men spindelformede og ovale celler er også representert. Cellene mangler markører for modne leukocytter som B-celler (IgM), T-celler (TcR, CD3, CD8) og monocytter/makrofager (MCSF-R), men uttrykker gener spesifikke for trombocytter (GATA-1) og G6F. I tillegg uttrykker de gener for MHC II karakterisk for profesjonelle antigenpresenterende celler og CD83 som til nå har vært brukt som dendrittcelle markør i fisk.

De små, runde cellene har svært høy fagocytisk aktivitet som er vist ved flow cytometri- og skanning og transmisjons elektronmikroskopi analyser. Ved stimulering endres cellenes morfologi og de får dendritt- liknende utløpere. Basert på våres foreløpige resultater er det vanskelig å si om disse små, runde cellene er trombocytter eller om det er forløper/ umodne celler som f.eks har potensial til å utvikle seg til dendrittiske celler. Videre studier vil vise hvilke gener som oppreguleres ved stimulering og cellenes eventuelle evne til antigenpresentasjon.

Prosjektnummer: 184633/E40
Prosjektleder: Heidrun Inger Wergeland
Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: Havbruk/NFR

Andre oppdrettsarter

- Tidlige livsstadier
- Produksjonsteknologi, nye arter i oppdrett



Foredragstittel: Behov for og toksisitet av jod hos torskelarver i oppdrett

Forfatter(e): S. Penglase, T. Harboe, Ø. Sæle, A. Nordgreen, S. Helland and K. Hamre

Sammendrag:

Jod er et mineral som trengs i skjoldbruskkjertelen for syntese av tyroksin. Flere tidligere studier har identifisert jodmangel hos ulike marine fiskelarver, men jodbehov hos torskelarver, og om rotatorier som ikke er anrikt med jod dekker dette behovet, er ikke kjent. I dette studiet ble torskelarver fôret med rotatorier med middels (26 mg I kg⁻¹ tørrvekt; MI+rotatorier) eller copepode nivå (129 mg I kg⁻¹ tørrvekt, HI+rotatorier) av jod, og sammenlignet med kontroll rotatorier som ikke var anrikt med jod (0.6 mg I kg⁻¹ tørrvekt).

Det var få forskjeller mellom kontroll larver og larver fôret med MI+rotatorier, unntatt i konsentrasjonen av jod i hel larve som var 3 ganger høyere i MI-larvene ved 30 dager etter klekking (dph). Larvene fôret med HI+rotatorier hadde 7 ganger høyere jod innhold enn kontroll larvene. Disse larvene hadde også en øket colloid til epithelium ratio i skjoldbruskkjertelen og en nær signifikant reduksjon i lengdevekst sammenlignet med kontroll og MI-larver.

Resultatene viser at jod overføres gjennom næringskjeden fra rotatorieanrikning til torskelarver. Forandringene i skjoldbruskkjertelen hos HI-larver er typisk for såkalt 'colloid struma', en tilstand som kan oppstå ved for høyt jod-inntak. Dette viser at copepodenivå av jod levert gjennom NaI anrikede rotatorier kan være toksisk for torskelarver. Dataene antyder videre at rotatorier med 0.6 mg jod kg⁻¹ tørrvekt dekker jodbehovet hos torskelarver som oppdrettes i anlegg med gjennomstrømming av sjøvann. Tidligere er det vist jod mangel hos marine fiskelarver oppdrettet på standard anrikede rotatorier og Artemia i resirkuleringsanlegg, der biotilgjengelig I⁻ antagelig blir oksidert til utgjengelig jodat. Mulige forskjeller mellom rotatorier og copepoder som vektorer for leveranse av jod til fiskelarver, og som kan forklare forskjeller i toksisitet, vil bli diskutert.

Prosjektnummer:	185006
Prosjektleder:	Kristin Hamre
Prosjektansvarlig institusjon:	NIFES
Samarbeidende institusjoner:	NOFIMA, Havforskningsinstituttet, Skretting ARC, Cod Culture Norway AS, Havlandet Marin Yngel AS, Sagafjord Seafarm AS
Program/finansieringskilde:	Havbruk/Industripartnere

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Lipid fordøyelse ved startfôring av fiskelarver *in vivo*
Forfatter(e): Øystein Sæle og Steven Farber

Sammendrag:

Å studere fordøyelse hos en fiskelarve byr på store utfordringer på grunn av størrelsen. En torskelarve er ikke større enn ~ 4,5 mm standard lengde og en zebrafisk er ~ 4 mm. En av løsningene på størrelsesproblemet er at man har studert fordøyelsesenzymenes aktivitet, mRNA uttrykk e.c.t. i homogenat av hele larver. Disse metodene byr på store begrensninger hvis målet er å si noe om larvens evne til å fordøye et næringsstoff. Regulering av mRNA sier kun noe om organismens evne til å produsere et protein. Enzymaktivitet i et helt dyr er vanskelig å tolke da det ofte er mange enzymer i mange ulike vev som hydrolyserer det samme substratet. Forsøk der man fôrer larver med radioaktivt merket lipid har gitt oss mye kunnskap om lipidfordøyelse, men denne metoden er begrenset da man ikke kan skille mellom ufordøyd lipid i tarm og lipid som er absorbert. Vi har derfor i samarbeid med Avanti Polar Lipids, Inc (USA) utviklet fluoriserende lipider som gjør det mulig å karakterisere lipidfordøyelse i levende larver, uansett størrelse. Disse lipidene vil ha forskjellig karakter etter at de er fordøyd og resyntetisert inne i dyret, og kan derfor kvantifiseres med tynn plate kromatografi (TLC).

Vi har vist i zebrafisklarver at fordøyelse og opptak av polare og nøytrale lipider skjer raskt og effektivt allerede ved første måltid. Gitt en diett bestående av 100 % triacylglycerol (TAG) var fordøyelse og opptak høyt allerede etter 40 min. Etter 3 timer hadde absorbert TAG i larvene økt 3,5 gang. Når larvene ble fôret med en diett bestående av 60 % TAG og 40 % fosfatidylcholin (PC), økte ikke absorberte TAG nivået i larvene. Dette viser at larvene trenger phospholipider i dietten for å nyttegjøre seg av det fordøyd og absorberte TAGet. Disse metodene vil bli brukt til å karakterisere lipidfordøyelse hos bl. a. torsk i kunnskapsplattformen CODE.

Prosjektnummer:	199482
Prosjektleder:	Ivar Rønnestad
Prosjektansvarlig institusjon:	Universitetet i Bergen
Samarbeidende institusjoner:	NIFES, HI, UiTø, NTNU, Sintef, Nofima, Uni, UiN
Program/finansieringskilde:	Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Metabolsk utvikling og effekt av temperatur på metabolomet hos torskelarver, *Gadus morhua* L, i tidlige livsstadier
Forfatter(e): Trond R. Størseth¹, Matilde S. Chauton¹, Trina F. Galloway¹, Velmurugu Puvanendran², Helge Tveiten², Hilde Toften², Ivar Rønnestad³

¹SINTEF Fisheries and Aquaculture AS, 7465 Trondheim

²NOFIMA MARIN, 9291 Tromsø

³University of Bergen, Department of Biology, 5020 Bergen

Sammendrag:

Metabolsk utvikling og effekt av temperatur på utvikling i tidlige livsstadier hos torskelarver, *Gadus morhua* L, har blitt studert ved hjelp av metabolomics metodologi basert på kjerne-magnetisk resonans spektroskopi (NMR). Fire forskjellige grupper (T1-T4) ved lav (LT) og høy temperatur (HT) ble satt opp som følger: T1: Alle stadier ved LT, T2: egg ved LT, så larver ved HT, T3: egg ved HT, så larver ved LT, og T4: egg ved HT og larver ved HT. ¹H-NMR spektroskopi ble utført på polare ekstrakter av larver fra alle eksperimentelle grupper og fra fire ulike larvestadier. I tillegg ble muskel og lever hos fisk med vekt ~1 g ekstrahert og analysert fra T2 og T4 gruppene. NMR fingeravtrykk av lavmolekylære vannløselige metabolitter ble analysert med multivariat statistikk (PCA og PLS og PLS-DA) for å studere utvikling i metabolsk uttrykk og effekter i dette som følge av ulike temperaturregimer.

Scores plot fra PCA analyse av data fra hele larver viser den samme hovedutviklingen i metabolsk sammensetning i larver fra alle grupper med gruppering av de ulike stadiene. Innad i utviklingsstadiene er det undergrupperinger for de ulike temperaturgruppene. Forskjellene mellom disse har varierende grad av statistisk signifikans. PLS-DA analyse av NMR metabolske fingeravtrykk fra T2 og T4 muskelprøver ga sensitivitet og spesifisitet på 0.83 eller høyere og for lever 0.75 eller høyere.

NMR metabolomics har vist seg å gi et detaljert bilde på utvikling av metabolomet og på forskjeller som oppstår med bakgrunn i ulike temperaturregimer. Metabolittene som ble funnet å bidra til de multivariate forskjellene kommer fra flere ulike stoffgrupper: Osmolytter (betain), aminosyrer (alanin), energiforbindelser (glukose). En detaljert oversikt over metabolittene vil bli gitt i presentasjonen.

Prosjektnummer: 199481
Prosjektleder: Professor Ivar Rønnestad
Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen
Samarbeidende institusjoner: SINTEF Fiskeri og Havbruk AS, NOFIMA MARIN, HI, NIFES, NTNU
Program/finansieringskilde:

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Mikrobiell kontroll i marin yngelproduksjon
Forfatter(e): Kari Attramadal¹, Olav Vadstein², Gunvor Øie³

¹ NTNU, Institutt for Biologi

² NTNU, Institutt for Bioteknologi

³ SINTEF Fiskeri og havbruk

Sammendrag:

De fleste marine arter i oppdrett er sensitive for generelle bakterieinfeksjoner de første ukene etter klekking. Marine fiskelarver som torsk og leppefisk utvikler ikke det spesifikke immunforsvaret før uker etter klekking. Desinfeksjon og behandling av inntaksvannet vil ofte bringe det mikrobielle miljøet i ubalanse og i tillegg fører ofte levendefôret med seg en del bakterier som kan skape sykdom under suboptimale betingelser. Negative bakterieforhold kan redusere larvenes vekst og overlevelse betraktelig, og det er derfor spesielt viktig med mikrobiell kontroll under levendefôrfasen. Ulike former for vannbehandling kan bedre det mikrobielle miljøet i fisketankene. Vi har undersøkt flere metoder som kan bidra til stabilitet og økt kontroll av det mikrobielle miljøet. Våre forsøk med torsk og berggyllt har blant annet vist at mikrobiell modning og resirkulering av vann under levendefôrperioden kan bidra med å stabilisere det mikrobielle miljøet og føre til bedre overlevelse hos fiskelarvene. Resultater fra flere forsøk tyder på at desinfeksjon og organisk belastning er faktorer som i høy grad påvirker det mikrobielle miljøet i fiskekarene og har effekter på overlevelse og vekst. Vi har kommet frem til noen konkrete råd om hvordan man kan forbedre den mikrobielle kontrollen i intensive yngelanlegg for marin fisk.

Prosjektnummer: 153422/S40, FP7-KBBE-2008-2B og 900554
Prosjektleder: Yngvar Olsen, Peter Bossier, Harald Sveier
Prosjektansvarlig institusjon: NTNU, UGent, Norsk sjømatcenter
Samarbeidende institusjoner: Institutt for bioteknologi, NTNU, Institutt for teknisk kybernetikk, NTNU, SINTEF Fiskeri og havbruk AS og Thelma AS, IFREMER, WUR, SINTEF Materialer og kjemi, VIB, Nofima, HI
Program/finansieringskilde: HAVBRUK/Forskningsrådet, Seventh Framework Programme: Cooperation Work Programme, Theme 2: Food, Agriculture and Fisheries, and Biotechnology/EU

Foredragstittel: Startfôring av torsk og berggylt med intensivt produserte copepoder
Forfatter(e): Produksjon av copepodeegg til bruk i startfôring av marin fiskeyngel.

Gunvor Øie¹, Jan Ove Evjemo^{1,2}, Andreas Hagemann¹, Kari Kihle Attramadal², Marit Holmvaag Hansen², Maria Oknes Sørøy², Trina Galloway¹, Elin Kjørsvik²

¹: SINTEF Fiskeri og havbruk, Trondheim

²: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Trondheim

Sammendrag:

Ved startfôring av marine fiskelarver benyttes rotatorier som startfôringsorganisme. Det er godt kjent at copepoder høstet fra sjøen gir bedre vekst, bedre overlevelse og mindre feilutvikling på fiskelarver. Problemet med innhøstede copepoder er at mengden i sjøen varierer med årstid og værforhold, og i tillegg har man liten kontroll på artssammensetning, næringsinnhold, parasitter, bakterier og virus. Det er derfor viktig å få utviklet intensiv produksjon av copepode-egg (*Acartia tonsa*) som kan lagres, klekkes og benyttes som kontrollert levendefôr til marine fiskelarver. Disse copepodenaupliene er blitt testet til flere ulike fiskearter, blant annet torsk og berggylt.

Dersom copepode-egg skal bli kommersielt tilgjengelig må det også utvikles metoder for høy og stabil eggproduksjon, rutiner for desinfisering av egg, lagringsprosedyrer og stabil klekking. Utvikling av ny teknologi og optimalisering av produksjonsbetingelser vil øke copepodenes eggproduksjon. I tillegg vil bedre utnyttelse av produksjonsvolumet bidra til å øke eggproduksjonen.

To startfôringsforsøk er blitt gjennomført med torsk og berggylt. I begge forsøkene ble fiskelarvene fôret opp i 180 l tanker med tre replikater for hver behandling. Målet for startfôringsforsøkene var å teste effektene av levendefôr kvalitet på larvenes vekst, overlevelse og stresstoleranse, ved å bruke kultiverte copepodenauplier, copepodenauplier i en kort periode (7 dager og deretter rotatorier), anrikede rotatorier eller uanrikede rotatorier som fôr i de første 25 dagene. Deretter ble alle larvene fôret med likt anrikede *Artemia* nauplier med senere overgang til et formulert fôr. Larvene ble fulgt fram til 60 dager etter klekking.

Resultatene fra begge startfôringsforsøkene har vist at copepodene gir bedre vekst, overlevelse og stresstoleranse enn rotatorier i tidlige faser. Selv en kort periode med copepoder (7 dager) gir bedre effekt på vekst, overlevelse og stresstoleranse i forhold til fôring med rotatorier. Resultatene viser at fokus på levendefôr kvalitet i tidlige faser er viktig for fiskelarver, og da kan copepodenauplier bli et viktig tilskudd.

Prosjektnummer:	Gunvor Øie
Prosjektleder:	SINTEF Fiskeri og havbruk
Prosjektansvarlig institusjon:	NTNU
Samarbeidende institusjoner:	Ulike VRI prosjektet, LeppeProd (FHF), NTNU og
Program/finansieringskilde:	SINTEF

Foredragstittel: Startfôring av torsk og berggyllt med intensivt produserte copepoder.
Forfatter(e): Effekter av levendefôrkvalitet på fiskens funksjonelle utvikling
Elin Kjørsvik¹, Marit Holmvaag Hansen¹, Ida Anette Norheim¹, Christine Kurki Halseth¹, Per-Arvid Wold¹, Trina Galloway², Kari Attramadal¹, Martin Almi¹, Martin Berg¹, Maren Ranheim Gagnat¹, Maria Oknes Sørøy¹, og Gunvor Øie²

¹: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Trondheim

²: SINTEF Fiskeri og havbruk, Trondheim

Sammendrag:

Startfôringsperioden er fortsatt viktigste flaskehals i torskeoppdrett, og næringskrav for berggylltlarver vet vi lite om. I intensivt oppdrett fôres som regel larver fra begge artene med rotatorier og ofte med *Artemia*, men problemer med deformiteter og variabel vekst og overleving er vanlig. Copepodenauplier er naturlig fôr for larvene, og torskelarver har gjerne bedre vekst og overleving når de fôres med innsamlet zooplankton enn med rotatorier. Dette skyldes trolig at copepoder har mye høyere innhold av n-3 HUFA rike fosfolipider, og derfor har en overlegen lipidkvalitet som larvefôr. Målet for startfôringsforsøkene med torsk og berggyllt var å teste effektene av levendefôrkvalitet på larvenes funksjonelle utvikling og vekst, ved å bruke kultiverte copepodenauplier, anrikede rotatorier eller uanrikede rotatorier som fôr i de første 20 dagene. Deretter ble alle larvene fôret med likt anrikede *Artemia* nauplier med senere overgang til et formulert fôr. Larvene ble fulgt fram til 60 dager etter klekking.

Torskelarver som ble fôret med copepodenauplier hadde significant bedre larvevekst fra dag 8, og de hadde større vekst enn de andre larvene gjennom hele forsøket. Disse larvene var også mer effektive beitere, de hadde bedre forbeining av skjelettet og minst innslag av deformiteter, kroppsfasongen var forskjellig enn hos larver fôret med rotatorier, og de hadde lavest dødelighet etter håndteringsstress. Lever- og tarmceller i larver som ble fôret med rotatorier (særlig uanrikede) hadde innslag av diffuse cristae i mitokondriene, noe som indikerer stress og lavere funksjonalitet i disse cellene. Observert muskelfiber-rekruttering var korrelert med larvenes størrelse. For berggyllt ble det også funnet bedre vekst med copepodenauplier, men forskjeller mellom gruppene var ikke like tydelige i senere stadier. Berggylltlarver har trolig ikke helt samme krav til levendefôrkvalitet som torsk, og artenes responser skal sammenlignes. Resultatene understreker viktigheten av tidlig larveernæring, og at det kan være mulig å utvikle enkle tester for yngelkvalitet i klekkeriet.

Prosjektnummer:

Prosjektleder:

Prosjektansvarlig institusjon:

Samarbeidende institusjoner:

Program/finansieringskilde:

Elin Kjørsvik, Gunvor Øie

NTNU og SINTEF Fiskeri og havbruk

SINTEF Fiskeri og havbruk

Ulike VRI prosjekter, LeppeProd (FHF), NTNU, SINTEF Fiskeri og havbruk

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: **Utvikling av en helårlig produksjon av kimplanter fra sukkertare (*Saccharina latissima*) til tare dyrkning.**
Forfatter(e): Silje Forbord, Jorunn Skjermo, Johanne Arff, Aleksander Handå, Kjell Inge Reitan, Rasmus Bjerregaard & Klaus Lüning.

Sammendrag:

Brunalgen sukkertare (*Saccharina latissima*) er en spennende art for industriell dyrking til ulike formål, slik som biodrivstoff, fôrtilsetning og utvinning av kjemikalier. En kontinuerlig tilførsel av zoosporer gjennom året kan sikre en helårlig produksjon av kimplanter til taukulturer som settes ut i sjø for videre vekst. I naturen produserer sukkertaren sporer kun i en kort periode om vinteren. I denne studien har vi induisert sporefelt på sukkertarebladet gjennom et helt år på tre ulike lokaliteter; Trondheim (Norge), Grenaa (Danmark) og Sylt (Tyskland). Resultatene viser at en helårlig produksjon av sporer er mulig ved å utsette algene for kort dag (8 timer lys) og ved å fjerne vekstsonen. De kunstig induserte sporene vokste opp til levedyktige kimplanter uavhengig av årstid, men videre dyrking i sjø var bare mulig på høst, vinter og vår grunnet lysforhold, næringstilgang og sjøtemperatur. Resultatene er viktige for en industriell oppskalering og videre produksjon av tarebiomasse.

Prosjektnummer:	199391/I10
Prosjektleder:	Jorunn Skjermo
Prosjektansvarlig institusjon:	SINTEF Fiskeri og havbruk
Samarbeidende institusjoner:	Universitetet i Oslo, Sylter Algenfarm
Program/finansieringskilde:	Natur og Næring, Forskningsrådet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Betydning av skjul for bæreevne for hummer i havbeite
Forfatter(e): Ann-Lisbeth Agnalt, Eva Farestveit, Knut E. Jørstad Ellen Grefsrud

Sammendrag:

En begrensende faktor i havbeite med hummer er overlevelsen rett etter utsett. Hvor stor del av den utsatte hummeryngelen som overlever vil være avhengig av en rekke faktorer som skjul, tetthet, predasjon og tilgang på mat. Det er påfallende at man tross iherdig og intens innsats, ennå ikke har funnet yngel < 10 cm verken i Norge, Storbritannia, Irland eller Italia. Økonomien i havbeite med hummer avhenger i stor grad av kostnader ved kjøp av utsetningsklar yngel og andel overlevende som gjenfanges ved markedstørrelse. Prosjektet "Bæreevne i havbeite med hummer" inngår som en av tre arbeidspakker i Havforskningsinstituttets strategiske program "Carrying Capacity in Norwegian Aquaculture" (CANO). Formålet med prosjektet var å undersøke bæreevne i de tidlige livsstadier i havbeite med hummer. En rekke eksperimenter ble gjennomført for å estimere bæreevne under kontrollerte forhold. Fritt svømmende larver (stadium IV) ble satt ut i tettheter fra 10 til 40 stk per m² i kar hvor bunnen var dekket av skjellsand. Siden hummeryngelen sannsynligvis lever i skjul når de bunnslår, ble hummeren tilbudt tomme kamskjell som gjemmedest. Antall skjul ble holdt konstant. Etter 8 måneder viste de ulike tetthetseksperimentene en bæreevne på 8 til 20 dyr per m². Høyest dødelighet (82 %) ble funnet i de eksperimentene hvor det var høyest utsettingstetthet. Det var også indikasjoner på at bæreevnen ikke var nådd i eksperimentene med lav utsettingstetthet. Her var også dødeligheten lavest (32 %). Kan bæreevnen økes ytterligere hvis antall skjul er en ubegrenset faktor? Tomme skall av kamskjell er nødvendigvis ikke et typisk bunnssubstrat i naturen, og spørsmålet er om utforming og type skjul også kan være en avgjørende faktor? En rekke eksperimenter ble gjennomført for å belyse betydningen av utformingen av skjul for bæreevne. Disse resultatene vil bli presentert.

Prosjektnummer: 11478-02
Prosjektleder: Ann-Lisbeth Agnalt
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Kan kondisjonering øker overlevelse i havbeite med Europeisk hummer (*Homarus gammarus*).
Forfatter(e): Ann-Lisbeth Agnalt, Eva Farestveit, Ellen Grefsrud, Knut E. Jørstad & Asbjørn Drengstig

Sammendrag:

Ved utsetninger av hummeryngel (*Homarus gammarus*), enten for havbeite eller gjenoppbygging, regnes predasjon rett etter utsett som den største begrensningen. Eksperimentelle forsøk ble gjennomført for å undersøke om kondisjonering (tilgang på substrat og skjul) kunne øke overlevelse hos yngelen. I de første forsøkene ble IV-stadie larver kondisjonert i fire måneder. Så ble 20 ikke-kondisjonerte og 20 kondisjonerte yngel av samme størrelse plassert i 4 m² store tanker med skjellsand. 20 skall av kamskjell ble brukt som skjul. Gruppene ble merket med to ulike farger av elastomermerker. Etter 12 dager var det yngel under alle skjulene. Av yngelen som ikke hadde funnet skjul var 80 % fra den ikke-kondisjonerte gruppen. Etter tre måneder var 88 % av yngelen funnet under skjul fra den kondisjonerte gruppen. I det andre eksperimentet ble yngelen kjøpt fra Norwegian Lobster Farm AS på Kvitsøy, Rogaland. En gruppe ble kondisjonert i 6 ½ uker, mens den andre gruppen ble holdt enkeltvis i små enheter. Et likt antall yngel fra hver av gruppene ble satt ut i to 10 m² store innhegninger som var satt opp inne i en hummerpark på Kvitsøy. Bunnen av innhegningene var dekket av skjellsand og skjul. Etter ni måneder bestod henholdsvis 66 og 75 % av overlevende hummer i de to innhegningene av kondisjonert yngel. Disse resultatene er de første som viser at europeisk hummeryngel kan kondisjoneres. Vi anbefaler at dette bør implementeres i den fremtidige strategien for utsett av klekkeriproduisert hummeryngel til naturen, for havbeite eller bestandsoppbygging.

Prosjektnummer: 11478-02
Prosjektleder: Ann-Lisbeth Agnalt
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: Havbruk

**Programkonferanse HAVBRUK
Stavanger 16-18 april 2012**

Foredragstittel: Bæreevne for skjell dyrking

Forfatter(e): Øivind Strand, Tore Strohmeier, Henrice Jansen, Jan Aure

Sammendrag:

Kyst og fjordeområder i Norge har naturgitte forutsetninger for en stor produksjon av skjell. Skjell dyrking som næring har imidlertid ikke utviklet seg etter de forventningene som har fremkommet de siste tiår. Dette skyldes i første rekke faktorer knyttet til lokalisering, markedstilgang, logistikk, teknologitilpassing og realistiske offentlige virkemidler. Næringen består idag av et mindre antall bedrifter som dyrker blåskjell, stort kamskjell og flatøsters.

Her presenteres resultater fra studier av 1) skjellenes fødeopptak, næringsomsetning, vekst; 2) betydning av blåskjellanleggenes utforming for fødetilgang og vekst; 3) hvordan blåskjell dyrking kan regenerere næring i økosystemet og 4) hvordan oppstrømning av næringsrikt dypvann i fjorder kan bedre bæreevne for skjell dyrking. Resultatene gir grunnlag for å forstå hvordan bæreevne for skjell dyrking kan tilpasses fødekonsentrasjoner og miljø typisk for kyst og fjorder, og for utnyttelse av næringsrikt dypvann til bærekraftig skjellproduksjon.

Prosjektnummer: 173537 (Tittel: Carrying capacity in Norwegian aquaculture/WP2 Carrying capacity of suspension feeding shellfish)

Prosjektleder: Arne Ervik

Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet

Samarbeidende institusjoner: Dalhousie University, Bedford Institute of Oceanography (Canada), Institute for Maine Resources and Ecosystem Studies (Nederland), French research institute for exploitation of the sea (Frankrike).

Program/finansieringskilde: SIP-PRIM

Miljøvennlig havbruksteknologi

- Oppdrettsteknologi og vannkvalitet
- Not
- Biomasseestimering



**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Karbondioksid og vekstreduksjon hos parr**

Forfatter(e): Sveinung Fivelstad, Kristin Kvamme, Sigurd Handeland, Magne Fivelstad, Camilla Hosfeld

Sammendrag:

Parr av Atlantisk laks (33 g start vekt) ble eksponert til fem forskjellige konsentrasjoner av karbondioksid ved 15 °C i seks uker. Kondisjonsfaktoren for lav gruppen (10 mg/L) var signikant redusert ved slutten av forsøksperioden ($p < 0,05$), men både vekt og lengde var noe høyere enn for kontrollgruppen. For medium gruppen (17 mg/L) ble det funnet en signifikant reduksjon i SGR (spesifikk veksthastighet) for hele perioden. Ingen effekt konsentrasjonen for denne undersøkelsen (NOEC) ble derfor 10 mg/L, og dette kan representere en trygg konsentrasjon for parr av Atlantisk laks når temperaturen er 15 °C.

Regresjonsanalyse viste at vekst reduksjon grunnet forhøyet konsentrasjon av karbondioksid følger en andre ordens polynom modell (mellom karbondioksid konsentrasjon og SGR; $p < 0,05$). Ved bruk av regresjonsanalyse så ble det trygge området for karbondioksid utvidet til 15 mg/L. Noen fisker vokste godt ved konsentrasjoner over 30 mg/L. Det er behov for nye eksperimenter for å finne ut hvorfor den individuelle karbondioksid toleransen er så forskjellig. Vekstreduksjonen hos parr var korrelert med enkelte fysiologiske parametre.

(Dette er data ifrå et tidligere prosjekt som er blitt bearbeidd gjennom interne midler ifrå Høgskolen i Bergen og som bør være interessant for oppdrettsnæringen).

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Effekter av alkalitet på fjerning av CO₂ med kaskadelufter, samt
Forfatter(e): TAN fjerning og nitritt-akkumulering i moving bed biofiltre
Steven T. Summerfelt, Anne Zühlke, Jelena Kolarevic, Britt Kristin
Megård Reiten, Roger Selset, Xavier Gutierrez, Bendik Fyhn Terjesen

Sammendrag:

Resirkulering av vann (WRAS) blir stadig mer brukt til å produsere smolt av atlantisk laks. Disse produksjonssystemene er super-intensive, med rent oksygentilskudd, høy fisketetthet og lav vannutskiftning av systemet. Slike forhold kan raskt tømme systemet for alkalitet, skape lav pH, og utfordre systemets kapasitet til å opprettholde trygge nivåer av NH₃, NO₂ og CO₂. Nitrifikasjon forbruker ca. 0.16 kg NaHCO₃ per kg fôr som blir utnyttet av fisken. Utilstrekkelig alkalitet reduserer nitrifikasjonsraten, og 40 mg/L (som CaCO₃) er minstekravet for nitrifikasjon som blir rapportert i litteratur om avløpsrensing i kommunale anlegg.

Et studie ble utført ved Nofima (Sunnalsøra) i to replikate WRAS med atlantisk laks i ferskvann for å evaluere effekten av alkalitet på CO₂-fjerning i kaskadeluftere, i tillegg til fjerning av total ammonium nitrogen (TAN) og nitritt-nitrogen (NO₂-N) i moving bed biofiltre. Behandlinger på 20, 70 og 200 mg/L alkalitet ble opprettholdt ved hjelp av en pH-kontroller tilkoblet doseringspumper som forsynte systemene med NaHCO₃. Hver behandling ble replisert tre ganger i hver WRAS. Begge WRAS ble holdt ved hvert behandlingsnivå i to uker, og prøvetakning for vannkvalitet ble utført hver andre uke. Fôring av fisken ble holdt konstant på 24 kg/dag/WRAS, fordelt over hver 1-2 time, og kontinuerlig belysning ble brukt, noe som minimerer svingninger i vannkvaliteten. Den hydrauliske oppholdstiden i systemet og vanntemperaturen var henholdsvis 4.3 dager og 12.5±0.5 °C.

Ingen forskjeller ble funnet i TAN fjerningseffektivitet, som varierte mellom 41-50 %, eller i NO₂-N, som i gjennomsnitt viste en konsentrasjon på 0.41 til 0.58 mg/L, men var ganske variabel. Den kontinuerlige alkalitetsdoseringen syntes å være tilstrekkelig til å dekke det biologiske behovet i.f.m. nitrifikasjon, selv ved et alkalitetsnivå så lavt som 20 mg/L. Ingen forskjeller i CO₂-fjerningseffektivitet ble påvist, og effektiviteten varierte mellom 54 og 57 % i de 2m høye ventilerte kaskadelufterene. Imidlertid var system-pH betydelig lavere ved en alkalitet på 20 mg/L. Når alkalitetsbehandlingene ble endret etter to uker, var pH-fallet raskere fra 20 og 70 mg/L, sammenlignet med 200 mg/l alkalitet, som er av betydning for settefiskoppdrettere i tilfelle funksjonsfeil i dosering av alkalitet.

Prosjektnummer: 186913/I30
Prosjektleder: Bendik Fyhn Terjesen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: UMB, SINTEF, Freshwater Institute
Program/finansieringskilde: Strategisk Institutt Program

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Effekter av subletal nitritteksponering ved høy kloridkonsentrasjon
Forfatter(e): gjennom parrstadiet hos Atlantisk laks
Xavier Gutierrez, Jelena Kolarevic, Bjørn-Steinar Sæther, Grete Bæverfjord, Harald Takle, Matias Medina, Bendik Fyhn Terjesen

Sammendrag:

Resirkulering av vann (RAS) blir i økende grad brukt i smoltproduksjon av Atlantisk laks. I velfungerende biofiltre omdannes nitritt (NO_2) relativt raskt til nitrat (NO_3). Dersom miljø- eller driftsforholdene i RAS blir suboptimale kan dette føre til nitritt-akkumulering. Nitritt kan gi oksidering av Hb til MetHb, og nitritt kan forstyrre ioneregulering, og kardiovaskulære, endokrine og ekskretoriske prosesser hos fisken. NO_2^- kan erstatte klorid (Cl^-) i $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ transportere i gjeller, og tilsetning av NaCl til vannet kan redusere nitrittopptak. Imidlertid er det begrenset informasjon om effektene av langvarig nitritteksponering hos parr av Atlantisk laks, og hvilken Cl:NO₂-N ratio som bør benyttes.

Parr (16.5 ± 0.6 g ind⁻¹, \pm SD) ble fordelt til kontrollbehandling (ingen tilsatt nitritt) eller til fire nitrittkonsentrasjoner, og eksponert over 12 uker til 0.52 ± 0.01 , 1.94 ± 0.02 , 4.61 ± 0.04 eller 9.01 ± 0.46 mg l⁻¹ NO₂-N. Forsøket ble kjørt i triplikate 150l kar per behandling, forsynt med grunnvann i gjennomstrømmingsmodus. NaCl ble tilsatt for å holde Cl-nivået på 180 mg l⁻¹ i behandlingene, noe som resulterte i Cl:NO₂-N ratioer på 23:1, 43:1, 108:1, 424:1 og mot uendelig i kontrollgruppen.

Ingen behandlingsrelatert dødelighet ble observert gjennom forsøket, og individuell vekt ved slutten av forsøket var 80.9 ± 8.4 g ind⁻¹. Men, det ble funnet signifikant redusert vekstrate (SGR) gjennom de tre første ukene i gruppen utsatt for en Cl:NO₂-N ratio på 23:1. Signifikante forskjeller i SGR ble også observert mellom uke 3 og uke 7. Nitrittkonsentrasjonen i plasma var signifikant høyere, i gruppene eksponert til Cl:NO₂-N ratioer på 23:1 og 43:1, enn hos kontrollfisk. Ekspresjonen av CFTR1 i gjeller viste signifikant effekt av nitritteksponering. Videre studier på interaksjoner mellom nitritt og andre vannkvalitetsparametre er nødvendig for å anbefale Cl:NO₂-N ratioer for RAS. Imidlertid viser forsøket her at under disse forsøksbetingelsene vil en kunne sikre tilvekst og hindre nitrittakkumulering i plasma ved å benytte en Cl:NO₂-N ratio på 108:1.

Prosjektnummer:	186913/I30
Prosjektleder:	Bendik Fyhn Terjesen
Prosjektansvarlig institusjon:	Nofima
Samarbeidende institusjoner:	UMB, SINTEF, Freshwater Institute
Program/finansieringskilde:	Strategisk instituttprogram

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Effekter av resirkulering av vann gjennom settefiskfasen hos
Forfatter(e): Atlantisk laks
Jelena Kolarevic, Grete Bæverfjord, Harald Takle, Elisabeth Ytteborg,
Britt Kristin Megård Reiten, Sissel Nergaard, Bendik Fyhn Terjesen

Sammendrag:

Det har blitt fremsatt hypoteser om at bruk av resirkulering av vann under settefiskfasen for Atlantisk laks, gir en mer stabil vannkvalitet og temperatur, sammenlignet med tradisjonell gjennomstrømming. Videre har det blitt rapportert om forbedret tilvekst og overlevelse hos fisk fra resirkuleringsanlegg etter utsett i sjø, i kommersielt oppdrett. Imidlertid har det etter vår erfaring ikke blitt gjennomført kontrollerte forsøk på effekter av resirkulering eller gjennomstrømming, for settefisk av Atlantisk laks. Slik informasjon er viktig for å avdekke mulige effekter på fiskens ytelse og velferd av disse produksjonsformene, slik at systemene eventuelt kan forbedres og at industri og forvaltning får et solid kunnskapsgrunnlag.

I et forsøk hos Nofima's senter for resirkulering i akvakultur, på Sunndalsøra, ble laksepar (7.1±0.1 g ind⁻¹, snitt ± SD) satt inn i fire 3.2 m³ kar tilknyttet et resirkuleringsanlegg (RAS), og i fire tilsvarende kar som mottok gjennomstrømningsvann (FT). Temperaturen ble holdt lik i de to behandlingene, ved å benytte et fjernvarmesystem for å justere FT (13.9±0.7 °C) etter RAS-temperaturen (13.8±0.8°C). Fisken ble lysstyrt fram til smoltifisering, og 110 dager etter forsøksstart ble smolten satt i sjø. Den ble transportert til Nofima Averøy og satt inn i tre forsøksnøter per behandling, og fôrinntak og tilvekst monitorert. Forsøksperioden i sjø er underveis i skrivende stund.

Tilvekst gjennom ferskvannsfasen, utregnet over hele perioden, viste ingen signifikante effekter av vannbehandling (snitt 2.40±0.04 % dag⁻¹). Dødelighet fram til utsett i sjø var imidlertid signifikant høyere i RAS-behandlingene, men dette synes relatert til de åtte første dagene etter vaksinerings. Den første sjøvannstesten (34 ‰, 72 timer) etter gjennomført lysstyring viste at RAS-fisken hadde en signifikant lavere plasma klorid-konsentrasjon enn FT-fisken, men dette var utlignet ved den andre og tredje sjøvannstesten før utsett i sjø. Ytterligere fysiologiske og molekylære data, i tillegg til ytelse i sjøfasen, vil bli presentert.

Prosjektnummer:	186913/I30
Prosjektleder:	Bendik Fyhn Terjesen
Prosjektansvarlig institusjon:	Nofima
Samarbeidende institusjoner:	UMB, SINTEF, Freshwater Institute
Program/finansieringskilde:	Strategisk instituttprogram

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Giftighet og vannbehandling for å redusere kobbertoksisitet for laks
Forfatter(e): Åse Åtland¹, Torstein Kristensen¹ og Carlos Pessot²

Sammendrag:

Erfaringer fra settefiskanlegg både i Norge og Chile viser at episodisk forhøyede konsentrasjoner av kobber i råvannet forekommer oftere enn tidligere antatt. Kobber er giftig for laksefisk ved lave konsentrasjoner, og forårsaker bl.a. forstyrrelser på ammoniakk-utskillingen over gjellene. Denne studien undersøkte effekten av vannbehandling for kombinert kobber- og aluminiumsgiftighet med bruk av knust marmor og silikatdosering for å redusere giftigheten av kobber for laks på rogn- og yngelstadiet

Fire forsøksgrupper ble testet over 81 døgn:

- Referanse
- 3 kortvarige (henholdsvis 3, 3 og 2 døgn) pulser med forhøyet Al (80 µg/L) og Cu (20 µg/L)
- Kontinuerlig silikatdosering med 3 pulser med forhøyet Al og Cu
- Marmorfilter, 3 pulser med forhøyet Al og Cu

Resultatene viste økt dødelighet og redusert vekst hos yngel eksponert for pulser av kobber og aluminium. Både ved bruk av knust marmor og silikatdosering ble det observert redusert dødelighet og økt vekst sammenlignet med gruppen uten vannbehandling. I eksponeringsgruppen med marmorfilter ble det registrert en dobling av i Ca-konsentrasjonen (fra 4,4 til 7,4 mg/L) og en reduksjon i totalkonsentrasjonen av både kobber- og aluminium. Kobberkonsentrasjonene ble redusert fra 12,0 til 4,0 µg/L (første puls), fra 15,4 til 4,1 µg/L (andre puls) og fra 26,0 til 5,0 µg/L (tredje puls). Aluminiumskonsentrasjonene ble redusert fra 128 til 99 µg/L (første puls); 140 til 111 µg/L (andre puls) og 207 til 140 µg/L (tredje puls). På 900 døgngrader ble det registrert dødelighet på henholdsvis 4,6, 4,4, 4,2 og 6,5 % for kontroll, silikatbehandlet, marmorfilter og ubehandlet vann (med tre Al/Cu pulser). På 1013 døgngrader ble det registrert dødelighet på 4,8, 4,8, 4,3 og 6,7 for de samme gruppene.

Resultater fra denne studien viser at bruk av marmorfilter og silikatdosering er effektive metoder med lave kostnader for å motvirke Al/Cu giftighet hos yngel av Atlantisk laks.

Prosjektnummer: CORFO Chile Ref. N° O9IERI-5623
Prosjektleder: Carlos Pessot, NIVA Chile²
Prosjektansvarlig institusjon: NIVA Chile
Samarbeidende institusjoner: NIVA Akvakultur¹, Universitetet i Valparaiso, Marine Farms Chile, Billund Chile
Program/finansieringskilde: CORFO (Production Development Corporation), Ministry of Economy, Chile

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: **Hvor mye sjøvann kan brukes i settefiskproduksjonen?**

Forfatter(e): Hilde Toften, Linda A. Hansen, Helene Mikkelsen, Børge Damsgård, Torstein Kristensen, Sigurd Handeland, Hans-Christian Teien, Bjørn-Olav Rosseland, Brit Salbu, Sigurd O. Stefansson

Sammendrag:

Innblanding av sjøvann har blitt veldig vanlig i norsk settefiskproduksjon. Tidligere forskning har vist at brakkvannsnivåer på 20 ‰ kan ha negative effekter i form av dårligere appetitt og vekst, nedsatt motstandsevne mot vintersår bakterien *Moritella viscosa*, og flere finneskader hos laksen. Generelt frarådes lavere brakkvannsnivåer (1-15 ‰) fordi det kan utløse giftige metaller som finnes i ferskvannet. Men jo lengre nord en kommer, jo lavere er nivået av potensielt giftige metaller, noe som trolig muliggjør bruk av disse innblandingsnivåene. Vi har derfor testet saltholdigheter på 5, 10 og 14 ‰ hos laksegrupper under smoltifisering. Resultatene viste at alle brakkvannsgruppene spiste og vokste litt bedre enn kontrollgruppen. Vi fant ingen forskjeller i mottakelighet for *M. viscosa*. Disse resultater tyder på at ved lav intensitet og når råvannskilden er god, er det liten risiko forbundet med å bruke sjøvannsinnblanding opptil 14 ‰ i smoltifiseringsfasen.

Innblanding av sjøvann kombineres som regel med intensiv drift med lavt spesifikt vannforbruk og oksygenering. Sjøvannstilsetningen endrer vannkvaliteten, og noen av disse endringene kan muliggjøre en høyere intensitet i produksjon av smolt enn ved bruk av rent ferskvann. Vi har derfor også undersøkt kombinasjoner av saltholdighet (14 ‰), temperatur (8 °C) og intensitet (3 nivåer mellom 0,27 og 0,12 L per kg per minutt) for å se hvilke som er mest optimale for fisken i form av god helse og vekst, høy overlevelse samt lav risiko for vintersår etter sjøsetting. Vi fant som tidligere en tendens til økt vekst hos fisken i brakkvann sammenlignet med ferskvann under smoltifiseringsperioden. Imidlertid var to av brakkvannsgruppene mer mottakelighet for smitte med *M. viscosa* enn ferskvannsgruppene. Resultatene tyder på at sjøvannsinnblanding kan brukes i kombinasjon med intensiv produksjon der det er lite aluminium i råvannskilden, men den svekkede sykdomsmotstanden bør undersøkes nærmere før en konkluderer sikkert.

Prosjektnummer: 184997/S40
Prosjektleder: Hilde Toften
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: UiB, NIVA, UMB
Program/finansieringskilde: HAVBRUK/ NFR og FHF

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Aspekter vedrørende lukket transport av marin fisk.
Forfatter(e): Camilla Diesen Hosfeld, Kaja Helene Damsgård Andersen, Sigurd Handeland og Sigurd Stefansson

Sammendrag:

Oppdrett av torsk er delt i landbasert produksjon, hvor torsken klekkes ca. 0,3 gram, og åpne anlegg i sjø, hvor fisken overføres ved ca. 50-100 gram. Under lukket transport er det ingen vannutskiftning underveis og hensyn må tas til fisketetthet, akkumulering av produkter fra fiskens metabolisme, temperatur, oksygeninnhold og transporttid. Hovedmålsetningen med prosjektet er å etablere ny kunnskap om sammenhengen mellom brå endring i vannkvalitet og fysiologisk respons hos marin fisk under lukket transport, samt søke å forbedre dagens teknologi mhp. monitorering av CO₂ i transportvann basert på kontinuerlig overvåkning av pH.

I første delprosjekt ble fire simulerte og ett storskala transportforsøk ble gjennomført for å studere fysiologiske effekter hos juvenil torsk. Parameterne som varierte mellom de ulike forsøkene var fisketetthet, transporttid og hvorvidt det var installerte en CO₂ lufter eller ikke.

- ✓ Hvordan kan lufting påvirke nivåer av løst CO₂ i sjøvann.
- ✓ I hvilken grad finnes fysiologiske forskjeller mellom fisk eksponert for transportvann med og uten lufting eller hos fisk transportert ved ulik tetthet.
- ✓ Hvordan vil fiskens fysiologiske tilstand bli påvirket av forlenget transporttid.
- ✓ Ved hvilken CO₂ konsentrasjon vil man observere atferdsendringer hos fisk.

Det ble også gjennomført en overvåkning av en kommersiell lukket transport for å sammenlikne resultater med funn fra de simulerte transportforsøkene.

Analyser ble gjort av både transportvann (pH, CO₂, temperatur, oksygen, TAN og totalt gass trykk), og fiskens plasma (Na⁺, glukose, Pco₂, pH and HCO₃⁻). Funn fra forsøket viser at en CO₂ lufter vil effektivt fjerne CO₂ produsert av fisken, at høye konsentrasjoner av CO₂ i vannet er dødelig for juvenil torsk, samt at både lufting, tetthet og eksponeringstid har innvirkning fysiologiske effekter. Endret adferd hos fisken indikerer at CO₂ nivået i vann under transport ikke bør overstige 25 mg/L. Funn fra storskalatransporten samsvarte med funn gjort under de simulerte transportforsøkene.

Prosjektnummer: 210043
Prosjektleder: Jarle Tveiten
Prosjektansvarlig institusjon: Høgskolen i Bergen
Samarbeidende institusjoner: Universitetet i Bergen, Institutt for biologi
Program/finansieringskilde: SkatteFUNN

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: CREATE – Centre for Research-based Innovation in Aquaculture Technology. Flerfaglige resultat etter fem år som senter for
Forfatter(e): forskningsdrevet innovasjon.
Arne Fredheim

Sammendrag:

CREATE er et samarbeid mellom flere industri (AKVA group, Egersund Net, Erling Haug, BioMar, Lerøy Seafood Group, Marine Harvest og SalMar) og forskningspartnere (SINTEF Fiskeri og havbruk, Havforskningsinstituttet, NOFIMA, SINTEF IKT og NTNU), og er et flerfaglig senter med forskning som blant annet dekker fiskeadferd, fôrutnyttelse, marine konstruksjoner, IKT og beslutningsstøtte, marin biologi, drift og operasjon og industridesign. Forskningen har spesielt fokus på koblingen mellom biologi og teknologi og at biologisk kunnskap må være underlag for utvikling av operasjonelle prosedyrer og ny teknologi. Hovedmålet for CREATE er å bidra med ny kunnskap, nye løsninger og produkter for å forbedre påvekstfasen av oppdrett. Senteret har fullført første periode på fem år og har så langt produsert mer enn 35 vitenskapelige artikler. For tiden gjennomføres det ti prosjekt og det er ni PhD stipendiater og to post doktor kandidater i senteret.

Noen av hovedresultater så langt er:

- Forståelse av adferden til laks som blir senket ned til forskjellige dyp og i forskjellige tidsperioder. Resultatene viser at det er mulig å holde fisk neddykket i perioder på flere dager uten tilgang på luft, uten at dette vil gå ut over velferd eller vekst.
- Grunnleggende kunnskap om egenskaper til hydroider og resultat som viser lav effekt av tradisjonelle metoder for fjerning av hydroider fra nøter. Nye metoder for å fjerne hydroidene viser lovende resultat.
- Utvikling av en individbasert numerisk modell for simulering av adferden til laks i en merd, både som enkelt fisk og stim. Modellen inkluderer påvirkning og effekt fra temperatur, lys, fôr og andre individ.
- Grunnleggende kunnskap om toleransegrenser for laks utsatt for fluktuerende hypoksi og vanngjennomstrømming i merder med fisk og fiskens effekt på vannstrømmen.
- Kunnskap om korrelasjonene mellom fysiske fôr kvalitet, brekkasje og knus i utfôringsanlegget og den biologiske responsen til fisk. Resultatene viser at fôr med god fysisk kvalitet ikke nødvendigvis gir best vekst for fisken.

Prosjektnummer: 174842
Prosjektleder: Arne Fredheim
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og Havbruk
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Utvikling av fullskala metoder for sanntids måling av
Forfatter(e): notdeformasjon, krefter i not og fiskedistribusjon
Kevin Frank, Pål Lader

Sammendrag:

Rømningsproblematikk er viktig å ta hensyn til under utvikling av miljøvennlig havbruksteknologi. I tillegg til forbedring av operasjonsrutiner, utvikles det nye konstruksjoner, materialer og utstyr med fokus på å redusere sannsynlighet for rømming. Det er i denne sammenheng nødvendig å kunne gjøre uttesting og verifisering av nye konsepter i fullskala. ACE (AquaCulture Engineering AS) har kompetanse på dette området og ønsker å tilby metoder for uttesting, evaluering og dokumentasjon av anleggskonsepter til sine kunder.

BILAT Escape prosjektet, som gjennomføres i samarbeid med SINTEF Fiskeri og havbruk, Fugro Oceanor, Nortek, Salmar Farming og to amerikansk partnere; University of New Hampshire og United States Naval Academy, skal utvikle metoder som ACE kan bruke til å evaluere nye konstruksjoner og nytt utstyr. Prosjektets hovedmål er å utvikle målemetoder for testanlegg i industriell størrelse for å dokumentere egenskapene til ny teknologi spesielt med hensyn på rømningsproblematikk. Prosjektet har følgende delmål:

- 1) Utvikle metoder for å måle notdeformasjon og krefter i nota i sanntid
- 2) Utvikle metoder for å kartlegge distribusjon og oppførsel hos fisken i nota
- 3) Utforme protokoller og rutiner for fullskala målinger av notrespons, fiskedistribusjon og havmiljø

Foredraget vil gi en oversikt over prosjektets strategi, men fokusere ellers på de resultater og erfaringer som så langt er framkommet i prosjektet, for eksempel i anvendelse av nye akustiske metoder for måling av 3D posisjoner.

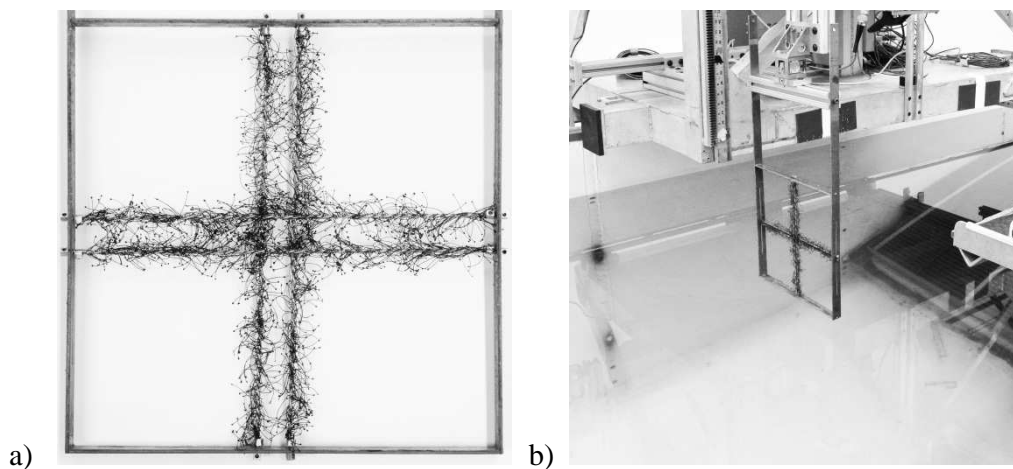
Prosjektnummer: 199600
Prosjektleder: Pål Furset Lader
Prosjektansvarlig institusjon: ACE (AquaCulture Engineering)
Samarbeidende institusjoner: ACE, Fugro Oceanor, Nortek, Salmar Farming
SINTEF Fiskeri og havbruk, University of New Hampshire, United States Naval Academy
Program/finansieringskilde: Norges Forskningsråd gjennom programmet BILAT (Bilateralt Forskningsfond)

Foredragstittel: Hydroiders påvirkning på vanngjennomstrømning av og krefter på not.
Forfatter(e): not.

Pål Lader, Dave Fredriksson, Jana Guenther, Nina Blöcher, Zsolt Volent, Pascal Klebert, David Kristiansen, Lars Gansel, Jud DeCew.

Sammendrag:

Hydroider er en type kolonidyr, nært beslektet med maneter og koraller, og en av de viktigste begroingsartene i Norge. Hydroiden *Ectopleura larynx* dominerer begroingssamfunnet på oppdrettsnøter i sør-vest til midt-Norge mellom juli og november, og dette representerer et problem for oppdrettsnæringen. Hydroidene reduserer vanngjennomstrømningen i nota og øker kreftene på anlegget, noe som har negativ effekt på fiskevelferd og i tillegg øker risikoen for skader på not og andre anleggskomponenter. For å kunne forstå og kontrollere effekten av slik begroing er det nødvendig å undersøke hvordan hydroidene endrer notas hydrodynamiske egenskaper. Biologisk materiale generelt, og hydroider spesielt, har komplekse hydroelastiske egenskaper som gjør det vanskelig å beregne deres oppførsel og påvirkning på omgivelsene, og det er derfor nødvendig å studere dette eksperimentelt. Fysiske modeller av nottråder med forskjellig grad av begroing ble laget for dette formålet og testet i slepetank (se figur). Det ble foretatt målinger av både kreftene og strømningsbilde. Resultater fra disse forsøkene vil bli presentert.



Figur. Model av not begrodd med hydroider innspent i ramme (a) og rammen med modellen innfestet på slepevogn for måling av krefter ved forskjellige slepehastigheter (b).

Prosjektnummer: 190463/S40
Prosjektleder: Jana Guenther / Pascal Klebert
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og havbruk
Samarbeidende institusjoner: NTNU, James Cook University (Australia), United States Naval Academy (USA), Egersund Net AS, Lerøy Midnor AS
Program/finansieringskilde: Norges Forskningsråd (Havbruksprogrammet)

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Nye metoder for mer effektiv notvasking og forlengelse av
Forfatter(e): vaskeintervaller på kommersielle oppdrettsanlegg i sjøen.
Jana Guenther, Isla Fitridge, Ekrem Misimi, Nina Bloecher, Lars Gansel

Sammendrag:

Begroing på fiskemerder reduserer vannstrømmen gjennom merder som fører til dårligere vannkvalitet, i tillegg øker belastningen på merder og forankringer. Å redusere begroing er spesielt viktig ved bruk av leppefisk for å sikre at leppefisken spiser lakselus og ikke beiter på begroingen. Fjerning av begroing er en stor kostnad i form av arbeidstimer og utstyr. De viktigste begroingsorganismene i Norge er hydroider, alger og blåskjell. Den høye veksthastighet til hydroider kombinert med vekst i alle dypder på merden krever hyppig notvasking i deler av året. Tidligere eksperimenter har vist at hydroider ikke nødvendigvis blir drept ved vanlig høytrykksspyling under vann. Istedenfor kan hydroidene vokse veldig raskt igjen fra restene til hydroidenes Hydrocaulus (hydroidenes stamme). I tillegg settes en mengde larver fri under notvasking. Dette fører til en kultivering av hydroider på nøter. Å drepe hydroidene som forblir på nøtene etter høytrykksspyling samt skape et dårlig miljø for larvene i kort tid etter vasking kan føre til saktere vekst. Følgende eksperiment ble gjennomført for å teste evnen av forskjellige metoder til å drepe hydroider:

1. Effekten av temperatur og eksponeringstid på voksne hydroider og hydroide larvers evne til å feste seg på og overlevelse ble testet i laboratoriet og felt.
2. Effekten av eddiksyre konsentrasjon og eksponeringstid på voksne hydroider og hydroide larvers evne til å feste seg og overleve ble testet i laboratoriet og felt.

Resultatene viser at 50°C i ett sekund virker effektivt mot kolonisering fra hydroid larver mens 60°C varmt vann i ett sekund dreper voksne hydroider. Eddiksyre er effektivt mot kolonisering og overlevelse til larver og voksne hydroider. En 0,2 % konsentrasjon eddiksyre virker effektivt ved en eksponeringstid på minst 1 minutt, mens en konsentrasjon på 2 % dreper hydroider effektivt allerede etter 1-3 sekunder.

Resultatene tyder på at alternative vaskemetoder kan være effektivt ved å forlenge vaskeintervaller.

Prosjektnummer:	174842
Prosjektleder:	Arne Fredheim
Prosjektansvarlig institusjon:	SINTEF Fiskeri og Havbruk
Samarbeidende institusjoner:	AKVA group, Egersund Net AS
Program/finansieringskilde:	Norges forskningsråd

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Eksperimentell undersøkelse av ulike nett og vekt konfigurasjoner med fokus på rømming som følge av gnag på not.
Forfatter(e): Østen Jensen, Pål Lader, David Kristiansen og David Fredriksson.

Sammendrag:

Fisk kan rømme som følge av operasjoner som utføres på anlegget eller på grunn av teknisk svikt. Introduksjonen av en forskrift (NYTEK) og en teknisk standard (NS 9415) har redusert antallet anleggshavari. Rømmingstallene har blitt redusert i perioden fra 2006 og frem til i dag hovedsakelig på grunn av en nedgang i store rømmingshendelser som stod for ca 20 % av hendelsene og 91 % av antallet rømt fisk. I perioden september 2006 til september 2009 var hull i not årsaken til 2/3 av alle rømmingshendelser og rømt fisk. Gnag fra utspilingssystem mot not har fra flere hold blitt vurdert å være en av hovedårsakene til hull i not.

Høsten 2009 ble det utført en rekke tester hos United States Naval Academy. Formålet var å vurdere hvordan bølger, strøm og valg av utspilingssystem påvirket deformasjonen av nota og dermed faren for gnag, hull i not og rømming av fisk.

Forsøkene viste at det oppstod kontakt mellom leside av not og utspillingssystem ved en lavere strømhastighet når klumpvekter ble brukt enn ved bruk av bunnring. Samtidig viste forsøkene at en fast innfesting fra bunntelne i nota til enten bunnring eller klumpvekter var å foretrekke fremfor en glidende innfesting med tanke på å unngå gnag. Et alternativt notdesign med koniske notvegger ned til bunntelne ga kontakt ved høyere strømhastighet enn det tradisjonelle sylindriske notdesignet med vertikale vegger ned til bunntelne. Kontaktflaten var også mindre og høyere opp, noe som gjør det enklere å oppdage på et tidlig tidspunkt før hull oppstår.

Under forsøkene ble det også observert at kjettingene på loside gikk i slakk ved sterk strøm og store bølger og at det oppstod rykkklaster i kjetting. Dette kan være kritisk med tanke på integriteten til utspilingssystemet.

Prosjektnummer: 184974
Prosjektleder: Østen Jensen
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Samarbeidende institusjoner: United States Naval Academy
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet/Norges Forskningsråd

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Beholdningsestimering ved slakting av store laksemerder -
Forfatter(e): nøyaktighet og feilkilder
Aunsmo A^{1,2}, Skjerve E¹, Midtlyng PJ¹

¹Norges veterinærhøgskole, ² SalMar ASA

Sammendrag:

Ved slakting av laks blir fisken forhåndsolgt og logistikk rundt slakting og forsendelse ut i marked skal planlegges. Å estimere beholdningen på en pålitelig måte er viktig for at disse prosessene skal bli effektive og for at kunden skal få rett mengde og kvalitet til rett tid. Data fra 240 merder tilhørende tre store oppdrettere i Midt-Norge ble samlet inn i studien. Estimert antall, gjennomsnittsvekt og total biomasse innmeldt til slakt ble sammenlignet med reelle tall fra slakteriet. Datasettet ble supplert med opplysninger fra produksjonsfasen og den enkelte merds oppdrettshistorikk. Datasettet ble deretter analysert i en statistisk modell med gammafordeling, lokalitet som «random effect» og selskap som «fixed effect» for å avdekke eventuelle faktorer som kan forklare systematiske avvik.

Resultatene viser at i gjennomsnitt og over tid er beholdningsestimeringen korrekt, mens det er betydelig feilestimering i enkeltmerder og på enkeltlokalteter. De registrerte faktorene forklarer en mindre deler av variasjonen hvor bl.a. dødelighet i sjøfasen gir noe økt feilestimering ved slakt. Videre ble det funnet at feilestimering av antall fører til feilestimering av snittvekt. Ved å korrigere for slike systematiske feil kan estimering av beholdningen til en viss grad forbedres. Feil i beholdningsestimering synes i hovedsak å følge et tilfeldig mønster og vi mener derfor største bidrag til forbedring ligger i opplæring og løpende øving og korreksjon, slik at den som melder inn kan treffe nærmere blinken ved hver enkelt innmelding.

Prosjektnummer:	19978
Prosjektleder:	Erik Høy
Prosjektansvarlig institusjon:	SINTEF Fiskeri og havbruk
Samarbeidende institusjoner:	SINTEF Fiskeri, Christian Michelsen Research, Norges Veterinærhøgskole, Havforskningsinstituttet, Universitetet i Oslo
Program/finansieringskilde:	Havbruk

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Vertikal størrelsesstratifisering hos oppdrettslaks
Forfatter(e): Ole Folkedal, Jonatan Nilsson, Lars H. Stien, Jan Erik Fosseidengen, Thomas Torgersen, Frode Oppedal. Havforskningsinstituttet.

Sammendrag:

Produksjonslaksen i oppdrettsmerder oppnår normalt en størrelsesspredning på flere kilo mellom individene, og erfarne oppdrettere hevder at den største fisken svømmer dypest. En slik størrelsemessig lagdeling vil ha betydning for uttak og måling av fisk til biomasseestimering, lusetelling, sortering og veterinærinspeksjon.

Vi undersøkte størrelsesstratifisering i to ulike forsøk utført i 12 m × 12 m og 14 m dype merder med kommersielle tettheter og slakteklar laks ved Havforskningsinstituttets merdmiljølaboratorium på Solheim i Masfjorden. Forsøkene ble henholdsvis utført ved bruk av Vaki-målerammer på tre ulike dyp (3, 6 og 9 m) i samme merd, og ved PIT-merket enkeltindivider (10% av gruppen) og PIT-registreringsantennar på to ulike dyp (5 og 9 m). Målerammen er et instrument som plasseres i merden og beregner individvekt ut fra lengdemål når fisk frivillig svømmer gjennom den.

Målerammene på ulike dyp ble benyttet i tre merder over respektive 5 dager i hver merd, og viste at fisken målt på 3 m dyp var i gjennomsnitt 15-25 % mindre enn snittvekten målt på 6 og 9 m dyp; den minste fisken var fortrinnsvis målt på 3 m, og den største på 6 og 9 m. Forsøket med PIT-merket fisk bekreftet størrelsesstratifiseringen, hvor antall registreringer per individ var positivt korrelert med individvekt på 9 m dyp, mens alle vektclasser var jevnt representert i målingene på 5 m dyp. Vi tolker dette som at laksen har et dynamisk svømmedyp, men at større fisk oppholder seg mer på dypere vann enn mindre fisk.

Vanntemperatur og –saltholdighet var lik for måledypene i begge forsøk, og kan derfor ikke forklare forskjellene i vekt og svømmedyp. Vektforskjellene var mest utpreget i nattens mørke, hvor fisken svømmer saktere enn om dagen og svømming i mindre grad kompenseres for negativ oppdrift. Dette kan tolkes som å være regulert ut fra fiskens fettinnhold som øker med vekt, og derav svømmedyp for nøytral flyteevne, og er en hypotese for videre forskning.

Resultatene ser ut til å speile naturlige atferdstrekk hos stimende laks, og bør tas høyde for i fremtidige protokoller for uttak av laks i oppdrettsmerder.

Prosjektnummer: 199788, Exactus.
Prosjektleder: Erik Høy.
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og Havbruk.
Samarbeidende institusjoner: Havforskningsinstituttet, Norges veterinærhøyskole, Christian Michelsen Research, SINTEF IKT, NTNU, UiO.
Program/finansieringskilde: NFR Havbruksprogrammet og industripartnere.

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Arbeidstittel: “Instrumentering for biomassemåling i
produksjonsanlegg”**
Forfatter(e): Geir Pedersen, Audun O. Pedersen, Stian H. Stavland, Mathias Sæther

Sammendrag:

Kompetanseprosjektet *EXACTUS* tar blant annet for seg måleteknologi og operasjonelle prosedyrer for nøyaktig biomassekontroll i store oppdrettsmerder. En systematisk gjennomgang av tilgjengelig måleteknologi for telling og måling av størrelsesfordeling, samt forskning og utvikling på feltet, gjennomføres i prosjektet. I tillegg er det utført en grundig vurdering av basale måleprinsipper basert på optikk, akustikk og elektromagnetisme, med tilhørende småskala felt- og laboratorietester.

Selv om gode operasjonelle prosedyrer syntes å være den viktigste faktoren for å oppnå forbedret biomassekontroll i næringen, er det identifisert forbedringspotensialer i dagens tilgjengelige måleteknologier. Generelt savnes det stringente angivelser av driftsbetingelser og måleusikkerhet i tilgjengelige løsninger for både telling og størrelsesmåling. Det er vanlig at slike spesifikasjoner angis i henhold til etablerte standarder og retningslinjer, med sporbarhet til referansestørrelser. Fisk telles ved vaksinerings, utsett, sortering og slakting, men per i dag finnes det ikke løsninger som egner seg for overvåking av antall fisk i merden.

Til tross for at akustikk er den foretrukne metoden for biomassemåling av marine arter, har man så langt ikke oppnådd tilstrekkelig nøyaktig størrelsesmåling innen oppdrett med akustikk. Akustisk teknologi tilbyr på den annen side muligheter for overvåking av hvordan fisken fordeler seg i merden, noe som kan gi økt forståelse av fiskens atferd og tilstand i tillegg til å kunne tjene som støtteteknologi for bedre biomasse- og miljømålinger. Akustisk signalanalyse og algoritmeutvikling blir gjennomført i *EXACTUS*-prosjektet for å vurdere og demonstrere dette potensialet.

Optiske teknologier er i det vesentligste enerådende for både fisketelling og størrelsesmåling av laks og ørret. Hovedsakelig dreier det seg om deteksjon og måling av skygger som dannes når fisken bryter lysstråler. Avbildning med kamera og stereokamera blir også benyttet til sortering og størrelsesmåling. Lys har begrenset rekkevidde i vann, slik at optiske måleinstrumenter må posisjoneres meget nær fisken. Videre er deteksjon av skygger følsomt for overlapping mellom fisk.

Prosjektnummer: 199788/S40
Prosjektleder: Erik Høy
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og havbruk
Samarbeidende institusjoner: Christian Michelsen Research AS, SINTEF IKT, UiO, m.fl.
Program/finansieringskilde: HAVBRUK

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Bruk av biomasserammer i store merder på bølgeutsatte lokaliteter**
Forfatter(e): Erik Høy, Kevin Frank, Hans V. Bjelland

Sammendrag:

SINTEF Fiskeri og havbruk leder et omfattende prosjekt, EXACTUS, for å gi bedre kontroll med biomasse i oppdrett. Exactus er en KMB der 16 partnere fra forskning og næring er med og bidrar sammen. Budsjettet er på vel 10 millioner kroner finansiert av Forskningsrådet og FHF (68 %) og bedriftene (32 %), og prosjektet løper over tre år (2010-2012). Det er gjennomført et større arbeid med mål å avdekke og kartlegge utfordringer knyttet til menneskelige operasjoner i forbindelse med biomassekontroll, og det påpekes at det finnes mange, kortsiktige forbedringer og tiltak som kan gi økt kontroll. 10 % avvik i anslag for beholdning er dessverre ikke uvanlig (tallmateriale fra Lerøy, Salmar og Marine Harvest). Samtidig er det gjort innledende forsøk for å avdekke populasjonsdynamikk i merd og mulig unnavvikelsesdynamikk i forhold til målerammer.

Med bakgrunn i denne undersøkelsen har vi grunn til å tro at bølgebevegelser i store ringmerder på eksponerte lokaliteter gir kraftige bevegelser i biomassemålingsrammene. Hypotesen er at dette skremmer fisken og kan forklare en stor del av de utfordringene som oppdretterne har med å benytte rammene til effektiv biomassekontroll.

Sammen med ACE Engineering og Salmar har SINTEF derfor gjennomført forsøk sommeren 2011 i perioden like inntil utslakting av anlegget. Etersom fisken ble slaktet ut like etter forsøket var ferdig har vi gode sammenligningsdata i form av slakterirapporten. Forsøkene har dokumentert bølgedata fra den oceanografiske bøyen like i nærheten, bevegelse i rammene via kamera montert på hver av de fire rammene som var i bruk og selvfølgelig også fisk som svømmer gjennom til en hver tid via Vaki sine data for biomasserammene.

Presentasjonen vil gå inn på resultatene fra de ovennevnte datasettene og også vise resultater fra et studentarbeid som blir gjennomført i januar med mål å analysere videodataene ytterligere for fisketetthet i nærheten av rammene og rammenes bevegelse.

Prosjektnummer:	199788
Prosjektleder:	Erik Høy
Prosjektansvarlig institusjon:	SINTEF Fiskeri og havbruks AS
Samarbeidende institusjoner:	SINTEF Fiskeri og havbruks AS, Christian Michelsen Research, SINTEF IKT, Havforskningsinstituttet, NTNU, Veterinærinstituttet, UiO.
Program/finansieringskilde:	Norges Forskningsråd og FHF samt kontantbidrag fra deltagende næringsaktører (Marine Harvest, Salmar, Vaki, Ocea, Lerøy Subsea) og Fiskeridirektoratet.

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Røntgen avbildning for telling av fisk i rørtellerne
Forfatter(e): Grégory Bouquet, Odd Løvhaugen, Trine Kirkhus, Karl Henrik Haugholt, Alain Ferber

Sammendrag:

Feilestimering av biomasse ved sjøbasert oppdrett av laks kan ha større konsekvenser gjennom hele produksjonskjeden. Slike feilestimer er en av de viktigste problemstillingene som matfisk-produsenter, slakterier/foredlere og salgsapparat står overfor til daglig. Rørtellere er i utgangspunktet brukt for å telle settefisk samt for telling på brønnbåt for sortering eller før slakting. De fleste rørtellere er bildebaserte, slik at overbelastning av tellerne fører til mye overlapp mellom fisk i bildet, noe som skaper feiltellinger. I EXACTUS prosjekt har vi foreslått røntgen som et mulig alternativ teknologi til optisk basert metoder. Røntgen avbilder beinet i hodet og ryggraden i fisken, og siden disse er smale og små objekter er sannsynligheten for at disse overlapper hverandre over hele fiskens lengde minimal. Man vil derfor kunne telle korrekt selv med mange overlappende fisk i et tilsvarende optisk bilde. Bruk av røntgen for rørtellere har potensial i seg til å løse de to viktigste begrensningene i dagens optiske løsninger, nemlig robust telling av fisk som kommer i tette klynger og telling når det er mye luft i vannet. Røntgen ser likevel ikke ut til å ha vært vurdert tidligere av aktuelle aktører i markedet. Dette kan skyldes manglende kjennskap til og kompetanse på denne teknologien, men også at relevante komponenter tidligere har vært lite tilgjengelige eller for dyre. SINTEF IKT har de senere årene gjennom flere prosjekter opparbeidet en vesentlig kompetanse på industriell bruk av røntgen, for eksempel til kategorisering og sortering av metaller og andre materialer i avfall. I EXACTUS prosjektet prøver vi å overføre denne kompetanse til telling av fisk i rørtellerne. I foredragen skal vi presentere arbeidet som ble gjort for å estimere gjørbarhet og pris av en røntgenbasert fisketeller, samt noen måleresultater på død fisk.

Prosjektnummer: 199788
Prosjektleder: Erik Høy
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og havbruk
Samarbeidende institusjoner: SINTEF Fiskeri og Havbruk, SINTEF IKT, Chritian Michelsen Research Center, Oslo universitetet, Institute of Marine Research, Norwegian school of veterinary science
Program/finansieringskilde: Kompetanseprosjekter Med Brukermedvirkning

Fremtidens fôr

- Nye råvarer
- Fôr til berggylt
- Trygg mat
- Ernæring



**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Dagens og morgendagens fôrråvarer – en SWOT-analyse
Forfatter(e): Gerd Marit Berge, Mette Sørensen, Magny Thomassen, Bente Ruyter, Bjarne Hatlen, Trine Ytrestøyl, Turid Synnøve Aas, Torbjørn Åsgård

Sammendrag:

Verdens produksjon av laks har økt fra omkring 900.000 tonn i år 2000 til over 1.500.000 tonn i dag, en økning på mer enn 70%. Norge er den største produsenten av Atlantisk laks. Veksten i lakseindustrien har ført til bekymring for miljøeffekter av oppdrett, og forbrukerne vil ha dokumentasjon på at lakseproduksjonen er trygg og bærekraftig. Fôr er den største innsatsfaktoren i produksjon av laks, og spørsmål om bærekraft i produksjonen blir ofte en diskusjon omkring bruk av fôrråvarer. Tradisjonelt har fiskemel og fiskeolje vært de viktigste ingrediensene i fiskefôr. Vekst i lakseproduksjonen har bare vært mulig fordi man har tatt i bruk alternative råvarer, særlig planteråvarer. Vi har gitt en oversikt over vanlig brukte råvarer i dag, og råvarer med potensial for framtidig bruk, og evaluert styrker, svakheter, muligheter og trusler forbundet med de ulike gruppene av råvarer (en såkalt SWOT-analyse). Marine råvarer, planteråvarer, mikrobielle råvarer, biprodukter fra landdyr er diskutert. Det er ventet at planteråvarer vil bli viktigere framover, og at bruk av mikrobielle råvarer og insektmel vil komme inn etter hvert som storskala produksjonsteknologi utvikles. Forskning på slik teknologi, og teknologi for oppgradering av planteråvarer, vil være viktig for å øke råvaregrunnlaget, og dermed gi rom for økt produksjon av fisk i oppdrett. Det er et presserende behov for å øke utnyttelsesgraden på eksisterende fiskeoljeressursene samt finne alternative kilder for de marine fettsyrene EPA og DHA, både for å dekke fiskens behov og for å bidra til at fisk fortsatt skal være en matvare rik på disse fettsyrene. I tillegg må tilgang på fosfor sikres. Det er også nødvendig å gjøre en grundig vurdering av mulighetene som ligger i bruk av GMO.

Prosjektnummer: # 900568
Prosjektleder: Torbjørn Åsgård
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: FHF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Effekt av vegetabiliske erstatningsfôr på lipid metabolismen hos

Forfatter(e): Atlantisk laks

Nina S. Liland¹, Grethe Rosenlund², Jan I. Hjelle¹, Marit Espe¹, Øyvind Lie¹ and Bente E. Torstensen¹

1: NIFES

2: Skretting ARC

Sammendrag:

På grunn av varierende tilgjengelighet og høye priser på marine ressurser, blir det nå i økende grad brukt vegetabiliske ingredienser i fôr til oppdrettslaks. Å bytte ut store deler av de marine ingrediensene i oppdrettsfôret med planteproteiner og planteoljer har vist seg å gi god vekst og fôrutnyttelse, men der har også blitt vist endringer i noen helseparametre som økt fett i blod, økt mengde buk fett og mer fett i lever. Grunnen til disse endringene i metabolsk helse har ikke blitt bestemt, men det har blitt spekulert i om det kan være forårsaket av endringer i fettsyre (FS) sammensetningen (mer omega-6 FSer og mindre omega-3 og mettede FSer) eller en ubalanse i aminosyre sammensetningen i fôret. Helkjede-prosjektet er en videreføring av AMAX prosjektet, der laks ble gitt ulik innblanding av vegetabiliske råstoff i fôret, for blant annet å se nøyere på mekanismene som fører til disse forhøyede fettnivåene. Plantesterol (også kalt fytosterol) som finnes i planteoljer, kan føre til nedregulering av proteiner viktige for opptak av kolesterol gjennom tarmen samt hindre en økt egenproduksjon av kolesterol. Kolesterolmengden i cellene brukes som substrat for produksjon av hormoner og galle, bidrar til rigiditet i cellemembraner og er også viktig i reguleringen av kolesterol- og fettproduksjon gjennom Sterol Regulatory Element-Binding Proteiner (SREBPer). Det er derfor mulig at det nettopp er en kombinasjon av lavt innhold av kolesterol i dietten og mye fytosteroler som gjør at Atlanterhavs laks gitt fôr med høyt planteinnhold har høyere nivåer av fett i lever og blod. Det kan derfor være av interesse å fastsette en nedre grense for kolesterol i dietten til oppdrettslaks og eventuelt hvordan varierende mengder med fytosteroler påvirker dette behovet for kolesterol.

Prosjektnummer: 199626/I10
Prosjektleder: Bente E. Torstensen
Prosjektansvarlig institusjon: Nasjonalt Institutt for Ernærings og Sjømatstudier
NIFES
Samarbeidende institusjoner: Skretting ARC, Veterinærinstituttet, Norges
Veterinærhøgskole, København universitet, Danmark
Florida universitet, USA
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd

Foredragstittel: Soya og erter - en farlig kombinasjon i laksefôr?
Forfatter(e): Mikromatriseverkøy gir ny innsikt i fôrindusert tarmbetennelse hos laks
Trond M. Kortner, Stanko Skugor, Michael H. Penn, Liv Torunn Mydland, Brankica Djordjevic, Marie Hillestad, Aleksei Krasnov og Åshild Krogdahl

Sammendrag:

Økt bruk av plantemateriale i fôr til oppdrettsfisk øker eksponeringen for en rekke antinæringsstoffer, for eksempel saponiner. I denne studien ble effekter på aktivering av gener, dvs. på transkripsjon, indusert av soyasaponiner i kombinasjon med fem ulike planteproteiner studert ved bruk av oligonukleotid mikromatrise og kvantitativ PCR teknikker på prøver fra baktarm hos Atlantisk laks. Prøvene ble tatt etter 80 dagers fôring med dietter som inneholdt maisgluten, erteproteinkonsentrat, solsikkemel, rapsmel og hestebønner uten og med 0.2 % soyasaponiner. For de fleste fôrene ble kun få fysiologiske og transkripsjonelle effekter observert. Erteproteinkonsentrat og soyasaponiner i kombinasjon ga derimot redusert kroppsvekt og fôropptak, enteritt, diare og kraftige endringer i genuttrykket i laksens baktarm. Resultatene viste akutt tarmbetennelse med oppregulering av cytokiner, nukleær faktor kappa B og tumor nekrose faktor alfa-relaterte gener samt regulatorer av ulike T-celle funksjoner, mens interferon-relaterte gener var nedregulert. Aktivering av lektiner, komplementkomponenter og metalloproteinaser ble påvist parallelt med nedregulering av gener for komponenter som inaktiverer frie radikale og proteiner som binder jern. Profileringen viste tydelig aktivering av flere forsvarsmekanismer i tarmen, inkludert celledeling og slimproduksjon. Forstyrret vevsintegritet, membranfunksjon og metabolisme samt stressresponser oppstod sannsynligvis som en direkte konsekvens av betennelsesreaksjonen. En nedregulering av omsetning av fremmedstoffer, xenobiotica, indikerte økt sårbarhet i baktarmen for slike stoffer, mens en kraftigere nedregulering av en rekke lipid-, steroid- og aminosyre-relaterte gener indikerte forstyrrelser i næringsstoffmetabolismen. Fordøyelseshemmende effekter ble tydelig demonstrert ved endrede ekspresjonsprofiler for en rekke transportører som er involvert i næringsopptak og i opprettholdelse av væskebalanse. Studien gav ny innsikt i molekylære mekanismer som ligger til grunn for fôr-indusert tarmbetennelse hos laks, og identifiserte nye molekylære markører for enteritt, mange med hittil ukjente funksjoner.

Prosjektnummer: 187294
Prosjektleder: Marie Hillestad
Prosjektansvarlig institusjon: BioMar AS
Samarbeidende institusjoner: APC, NVH, UMB, NTNU, Nofima
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Soyasaponin i ørretfôr sammen med erter, bønner eller solsikke.
Forfatter(e): Marie Hillestad, Michael Penn, Jens Rohloff, Åshild Krogdahl.

Sammendrag:

Tidligere studier har vist at saponiner kan spille en viktig rolle i utviklingen av typiske soya-tarmskader, men effektene er avhengig av hvilke råvarer som ellers blir brukt i dietten. Forsøket som presenteres ble gjennomført for å studere samspillseffekter mellom saponiner og ulike proteinkilder. Fire referansedieter ble produsert basert på fiskemel (FM) erteprotein (PPC), hestebønnerprotein (HBC) eller solsikkepresskake (SFC). Hver av referansediettene ble produsert med eller uten soyasaponin (0,02 %), og i tillegg ble de samme referansediettene omformulert med 20 % soyamel (SBM). Alle diettene hadde samme balanse mellom fordøyelig protein og fordøyelig energi. Regnbueørret, fordelt i 24 kar (sjøvann, 10 °C, 24t dagslys) ble føret fra en startvekt rundt 430 g til sluttvekt rundt 700 g, og iso-energetisk fôrtildeling.

Resultatene viste ingen negative effekter av saponiner på vekst og fôrutnytting, mens SBM ga negativ effekt på vekst, fôrfaktor og fordøyelighet av flere næringsstoffer i kombinasjon med PPC, HBC og SFC. Den negative effekten av soya-kombinasjonene kunne også ses i form av endringer i fysiologiske responser i tarm, såsom redusert gallesaltkonsentrasjon, økt trypsinaktivitet i lumen fra baktarm og redusert proteaseaktivitet i baktarmsvev. De samme effektene som for SBM fant vi også for kombinasjonen av saponin og PPC, noe som tyder på at fiskens fysiologi ble negativt påvirket, selv om dette ikke gikk ut over fiskens ytelse i vårt relativt korte vekstforsøk (64 dager).

Prosjektnummer: 187294
Prosjektleder: Marie Hillestad
Prosjektansvarlig institusjon: BioMar AS
Samarbeidende institusjoner: NVH, NTNU
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Levermetabolisme hos ørret er påvirket av saponiner i
Forfatter(e): plantebaserte dietter

Jens Rohloff, Åshild Krogdahl, Ståle Refstie, Arne Guttvik,
og Marie Hillestad

Sammendrag:

Grunnet begrenset tilgang på marine ressurser til en akvakulturnæring i vekst, er det ønskelig å supplere eller erstatte slike fôrråvarer med plantebaserte ingredienser. Soyabønner inneholder saponiner (antinæringsstoffer), som kan føre til tarmskader, forandret næringsopptak og dermed tilvekst hos oppdrettsfisk. Dietter basert på protein (fast ratio DP/DE) fra fiskemel (FM; kontroll), erteprotein (PPC), hestebønneprotein (HBC), og solsikkekake (SFC) ble testet i en studie med ørret. Grunnnettene ble i tillegg formulert med enten 2 g kg⁻¹ soyasaponin (Sap) eller 20 % soyamel (SBM) som erstattet FM. Forsøket ble kjørt med iso-energetisk fôrtildeling over 64 dager med ad lib. fôring de første 2 uker, og stoppet ved en sluttvekt rundt 700 g.

Metabolsk profilering vba. gasskromatografi/ massespektrometri (GC/MS) av vevsprøver ble gjennomført for å detektere nivået av fettsyrer, aminosyrer, sukkerarter og andre metabolitter i ørretlever ved sluttuttaket. Målet var å karakterisere effekten av ulike typer planteråvarer og FM-varianter (kontrollgruppe), og potensielle effekter på metabolisme som følge av tilsatt Sap eller SBM. Korrelasjon av data fra kjemiske profiler fra lever med resultater fra vekst, fordøyelighet, og tarmhistologi viste at det er –

- (a) Tydelig effekt av diett (ingen tilsetning, Sap, og SBM) på lipidmetabolismen og lipidnivået (C₁₄-, C₁₆-, C₁₈-, og C₂₀-fettsyrer).
- (b) Aminocyremetabolismen er sterk påvirket av fôrsammensetningen, og at det er en
- (c) Sammenheng mellom parameter for tarmhelse og levermetabolisme.
Multivariat-statistiske analyser av kjemiske data viste at spesielt SBM-fôrvariantene hadde en klar innvirkning på metabolismen generelt, og omsetningen av utvalgte aminosyrer (f.eks. aspartat, glutamat, og metionin), fettsyrer og karbohydrater.

Prosjektnummer: 187294
Prosjektleder: Marie Hillestad
Prosjektansvarlig institusjon: BioMar AS
Samarbeidende institusjoner: NVH, NTNU
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Aminosyrer påvirker muskelutvikling og tekstur i laks
Forfatter(e): Tone-Kari Østbye¹, Bente Ruyter¹, Lars H. Stien², Muhammed Latif¹,
Inger Standal³, Ulf Eriksen³, Turid Mørkøre¹

Sammendrag:

Optimalisert fôring er vist å kunne redusere kvalitetsproblemene bløt filet og filetspalting hos laks. Tilsetning av gitte aminosyrer, som arginin og glutamat, ser ut til å gi fisken en bedre ernæringsmessig balanse, slik at utviklingen av bløt tekstur hemmes. Glutamat og arginin er naturlige aminosyrer som kan gi økt muskelvekst og helsefremmende effekter hos dyr og mennesker. Det er tidligere vist at det er en signifikant korrelasjon mellom fiberstørrelse/muskelvekst og tekstur. Våre *in vivo* resultater viste at laks fikk signifikant fastere tekstur når den fikk et kommersielt fôr med ekstra tilsetning av glutamat. Arginin tilsetning i fôret ga antydning til fastere filettekstur, men var ikke forskjellig fra de andre gruppene. Histologiske undersøkelser viste mindre grad av myofiber-myofiber splitting i muskelprøver ved glutamat-tilsetning i fôret, mens det var ingen forskjell i antall myofiber mellom gruppene. Både arginin- og glutamat-tilsetning i fôret ga tendenser til redusert filetkontraksjon, men var ikke signifikant forskjellig fra kontrollgruppen. *In vitro* studiene viste at både arginin og glutamin stimulering av muskelceller i kultur ga økt genekspressjon av muskelgenene *myosin* og *myogenin* ved 8 og 16 grader, sammenliknet med kontroll gruppen. Ved 16 grader viste muskelcellene som var stimulert med glutamin størst andel muskelceller i vekst. Oppsummert viser resultater fra prosjektet at det er mulig å bedre fasthet i laksefileten gjennom å øke innholdet av utvalgte aminosyrer i fôret, og stimulering av muskelceller med glutamin og arginin ser ut til å gi økt vekst.

Prosjektnummer: 190479
Prosjektleder: Turid Mørkøre
Prosjektansvarlig institusjon: ¹Nofima
Samarbeidende institusjoner: ²HI, ³SINTEF
Program/finansieringskilde: FHF, NFR

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

**Foredragstittel: EFFEKT AV KRILL HYDROLYSAT I DIETT PÅ YTELSE I
Forfatter(e): ATLANTISK LAKS (*SALMO SALAR* L.) FÔRET MED VELDIG
LAVE FISKEMELS NIVÅ**

Hanne Jorun Olsen², Katerina Kousoulaki¹, Eyolf Langmyhr¹, Ivar Rønnestad³, Sigve Nordrum⁴, Paddy Campbell², Rolf Berge⁵, Sissel Albrektsen¹

¹ Nofima AS, Kjerreidviken 16, N-5141 Fyllingsdalen, Norge

² BioMar AS, Nordregt. 11, N-7484 Trondheim, Norge, hanne.olsen@biomar.no

³ Biologisk institutt, Universitetet i Bergen, Pb 7803, N- 5020 Bergen, Norge

⁴ Aker BioMarine ASA, Fjordalleen 16, Pb 1423 Vika, 0115 Oslo, Norge

⁵ Haukeland Universitetssykehus, Bergen, Norge

Sammendrag:

Hydrolysat ble produsert fra frossen Antarktisk krill (AK) ved enzym behandling etterfulgt av mikrofiltrering for å fjerne fett og spredt organisk materiale. Hydrolysat fra krill ble tilsatt diettene som våt materiale.

En lavfiskemelsdiett (LFM) bestående av 30gkg⁻¹ kommersielt fiskemel ble produsert. Resten av proteinet i dietten var 230gkg⁻¹ soya protein konsentrat, 229gkg⁻¹ maisgluten, 160gkg⁻¹ bønner og 106gkg⁻¹ hvetegluten. I tillegg ble det laget to krill hydrolysat dietter ved å erstatte noe av det vegetabiliske proteinet i LFM med lavt (LAK) eller høyt (HAK) innhold av krill hydrolysat. LAK og HAK diettene inneholdt hhv 19gkg⁻¹ og 38gkg⁻¹ krill hydrolysat. Som kontroll diet ble det produsert en medium fiskemels diett (MFM) som inneholdt 100gkg⁻¹ kommersielt fiskemel, 222gkg⁻¹ soya protein konsentrat, 223gkg⁻¹ maisgluten, 160gkg⁻¹ bønner og 62gkg⁻¹ hvetegluten. Diettene var iso-nitrogene og iso-energetiske. Diettene ble fôret til 4 triplikate lakse grupper (75 fisk per gruppe med 130g startvekt) i 42d. Snitt temperatur i løpet av forsøket var 10.7 °C.

Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene mht fôrinntak (FI) og vekst (TGC) ved en-veis ANOVA, men resultatene viste en tendens til økt palatabilitet og vekst ved bruk av krill hydrolysat på 3 % fiskemel dietten. Fôreffektivitet (FE) var lavere i fisk fôret med LFM dietten sammenlignet med de andre tre behandlingene. MFM, LAK og HAK forbedret alle fôrfaktor (FCR), LFM tenderte til å gi høyere verdi, mens LAK behandlingen gav lavere FCR. Protein effektivitets rate (PER), lengde, kondisjonsfaktor (CI), dressout % (D %) og hepasomatisk indeks (HSI) viste ingen signifikante forskjeller. To-veis ANOVA med krill vs fiskemel og to nivå av råvarene viste forskjell på FCR, FE, PER samt lengde; Krill hydrolysat (2-4 %) forbedret disse signifikant i forhold til fiskemel (3-10 %). Disse resultatene indikerer at krill hydrolysat gir lignende eller forbedret effekt på ytelse i fisk sammenlignet med medium innblandingsnivå av fiskemel.

Prosjektnummer: 900431/S40
Prosjektleder: Senior forsker Sissel Albrektsen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima, avdeling Nofima Ingredients, Bergen
Samarbeidende institusjoner: Biologisk institutt Universitetet i Bergen, Medisinsk institutt Universitetet i Bergen, Aker Biomarine ASA,
Program/finansieringskilde: Biomar A/S
NFR (KMB), Biomar A/S, Aker Biomarine ASA

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Bruk av marine mikroalger som alternative proteinkilde i fôr til torsk.**
Forfatter(e): Ørjan Hagen, Biswas Bajgai, Hilde Ribe, Mark Huntley og Kiron Viswanath

Sammendrag:

Fremtidens fiskefôr må i større grad baseres på alternative råvarer for å imøtekomme den globalt voksende akvakulturnæringen, samt økende konkurranse om de samme marine råvarer fra kosmetikk- og helsekostindustrien. Et marint alternativ som så langt ikke har vært utnyttet i kommersiell fôrproduksjon er algemel og algeoljer fra mikroalger.

For å teste egenskapene til mikroalgen *Nanofrustulum* sp. (MAP3) som proteinkilde i fiskefôr ble det gjennomført et vekstforsøk på juvenil torsk ved Mørkvedbukta forskningsstasjon (UiN) hvor 5 % av fiskemel proteinet ble erstattet med protein fra algemel. Fisken ble håndfôret og holdt i triplikate 500L kar gjennom de 24 ukene forsøket varte med uttak ved oppstart (9.6 ± 1.8 g) og etter 8, 16 og 24 uker. Forsøksfôrene bestod av to animalske og to plantebaserte fôr med og uten inklusjon av algemel, hvor fiskens prestasjon ble evaluert på bakgrunn av parametere som vektøkning/vekstrate, overlevelse, fôrfaktor, protein efficiency ratio, kroppssammensetning og muskelvekst.

Ved terminering av forsøket etter 24 uker fôring var det ingen signifikante forskjeller i vekst eller i noen av de undersøkte fôrutnyttelsesindikatorerne mellom kontroll- og mikroalgegruppene i det animalske og plantebaserte fôret. Det samme gjaldt den kjemiske kroppssammensetningen hvor det ikke var noen forskjell mellom gruppene, men en mulig reduksjon i lipidinnhold som følge av algeinkludering i det plantebaserte fôret kan ikke utelukkes. Histologiske undersøkelser av muskelen ved de forskjellige uttakene viste heller ingen forskjeller i muskelfiber rekruttering, distribusjon eller antall muskelfiber innen det animalske eller plantebaserte fôret.

Det konkluderes derfor med at det testede nivået av MAP3 som proteinkilde i fôr til torsk ikke påvirket vekst eller overlevelse. Avhengig av proteinkvaliteten til undersøkte mikroalger vil det være mulig å inkludere høyere nivåer av denne potensielle proteinkilden i fremtidens fiskefôr.

Prosjektnummer:

Prosjektleder:

Prosjektansvarlig institusjon:

Samarbeidende institusjoner:

Program/finansieringskilde:

Kiron Viswanath

Universitet i Nordland (UiN)

Cornell University, USA

Cellana B.V. 2596 HR, The Hague, The Netherlands

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Bærekraftig og trygg bruk av animalske biprodukt (ABP) i fiskefôr
Forfatter(e): Rune Waagbø (NIFES), Marc Berntsen (NIFES), Bente Torstensen (NIFES), Jan-Vidar Jakobsen (EWOS), Viv Crampton (EWOS), Martin Alm (EFPPA), Øistein Høstmark (Nofima), Eyolf Langmyhr (Nofima) & Bjarne Hatlen (Nofima)

Sammendrag:

Prosjektets hovedmål er å studere egnethet av utvalgte animalske biprodukt (ABP) som erstatter av fiskemel og fiskeolje i fôr til Atlantisk laks med tanke på sammensetning av næringsstoff, fordøyelighet, biologisk utnyttelse, fiskehelse, samt produktrygghet. Et viktig delmål er å forstå sammenhenger mellom prosessbetingelser for produksjon av ABP og den ernæringsmessige kvaliteten på produktene. Prosjektet inkluderte besøk ved ulike prosessanlegg for ABP i Tyskland og Nederland i samarbeid med European Fat Processors and Renderers Association (EFPPA). En rekke produkter ble undersøkt for kjemisk sammensetning, ulike kjemiske kvalitetsmål og minkfordøyelighet. Blodmel, fjærmel, kyllingmel og ulike produkter fra svin inngikk i videre studier av fordøyelighet av protein og aminosyrer i laks, hvor proteinfordøyeligheten varierte fra 58 til 82 %. Fôr med ABP inngikk i et 16 ukers fôringsforsøk med laks (372 g) hvor betydningen for vekst og helse ble undersøkt. Fire fôr ble produsert hvor råvaresammensetning inkluderte fjørfemel, blodmel og fjørfeolje. Forsøksdesignen inkluderte et kontrollfôr basert på marine- og planteingredienser, og tre fôr med utbytting av enten proteinandel, fettandel eller både protein- og fettandel med ABP. Kjemisk sammensetning av de ulike fôrene var lik. Fisken ble fôret i overskudd og fôrinntak målt. Vevsprøver ble tatt til kjemiske, biokjemiske og histologiske målinger. Ved avslutning av forsøket ble det målt fordøyelighet. Vekt, lengde, kondisjonsfaktor og vekst i de to 8 ukers periodene var lik mellom fôrgruppene. Fôrfaktor i de to gruppene med laks gitt maksimal ABP protein var noe høyere, trolig på grunn av askeinnhold i fôrene. Det var liten forekomst av synlige velferdsproblemer (sår, deformiteter og katarakt). Analyser for å avdekke eventuelle forskjeller i ernæringsmetabolisme, hormonell styring, immunologi og tarmhelse er under arbeid. Bruk av animalske biprodukter som fôrvarer omfatter ikke produkter fra ruminante arter (drøvtyggere) på grunn av risiko for smitte (BSE). Det er derfor viktig å kunne avdekke ulovlig innblanding eller innhold av ruminant materiale i fôr og fôringredienser. To metoder er utprøvd (ELISA og PCR) som har ulik deteksjonsgrense avhengig av hvilket råstoff man analyserer. Metodearbeidet her fortsetter, inkludert verifisering av ruminant materiale i ukjente prøver. En metode for å bestemme medisinerrester i ingredienser og fôr (antibiotika ciprofloxacin og enrofloxacin) er innarbeidet og skal benyttes i analyse av biprodukter og fôr. Et forsøk med laks er gjennomført for å studere akkumulering og utskillelse av enrofloxacin fra fôr. Resultatene fra forsøket vil ferdigstilles 2012.

Prosjektnummer: 199783
Prosjektleder: Rune Waagbø
Prosjektansvarlig institusjon: NIFES
Samarbeidende institusjoner: Nofima, EWOS Innovation, EFPPA
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Økt utnyttelse av fosfor fra fiskebein

Forfatter(e): Sissel Albrektsen, Kaspar Thorsen, Grethe Bæverfjord og Halvor Nygård

Sammendrag:

Fosfor (P) er et mineral som er essensielt for normal vekst, mineralisering og skjelettutvikling. Fiskemel er en viktig kilde til P i fôr til fisk – særlig på tidlige livsstadier. Mineraler i fiskebein foreligger som stabile, tungt løselige krystallsalter som er lite biologisk tilgjengelig. Dette innebærer at 60 til 80 % av naturlige P kilder fra marint råstoff slippes ufordøyd ut i miljøet. Fosfor er en ikke-fornybar ressurs, og hovedmålet i dette prosjektet har derfor vært å utvikle teknologiske løsninger som kan gjøre tungt løselige P forbindelser i fiskebein mer løselig og lett tilgjengelig for oppdrettet fisk. Atlantisk laks (170 g) ble fôret med en lav P basis diett (Diett 1: 6.6 g P kg⁻¹); Basis diett tilsatt P som et uorganisk Na/K-salt (Diett 2: 10.8 g P kg⁻¹); Basis diett tilsatt P ekstrahert fra fiskebeinmel ved hydrolyse i HCl (Diett 3: 11.5 g P kg⁻¹) eller H₂SO₄ (Diett 4: 11.5 g P kg⁻¹). Laks ble fordelt til 4 dietter og fôret i triplikat (n = 60 fisk) i 89 dager (10 °C). Fiskebeinmel hydrolysert med H₂SO₄ gav signifikant økt fordøyelighet av protein, fett og energi, og positiv effekt på fordøyelighet av ulike mineraler (gjennomsnittlig 60 %), noe som kan forklare tendens til bedre vekst (5 %) til tross for at det ikke ble påvist signifikante forskjeller i mineralinnhold i bein og skjell i fisk fôret med ekstra tilførsel av P i fôret. Fiskebeinmel hydrolysert med HCl gav redusert vekst og fôrutnyttelse sammenlignet med laks fôret med kommersielle P salter. Overskudd av løselige Ca salter etter HCl hydrolyse medførte utfelling av tungt løselig Ca-fosfat forbindelser med antatt redusert P tilgjengelighet. Studiet viser at fosfor lett kan frigjøres fra fiskebein ved hydrolyse i sterke syrer (H₂SO₄ > HCl), og at tilgjengelighet av P ekstrahert fra fiskebein er minst like høy som andre lett løselige Na/K-salter av P.

Prosjektnummer: NFR prosjekt 173499/130 (SIP)
Prosjektleder: Sissel Albrektsen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet (NFR) og FKD

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Pelletkvalitet er viktig for god utnyttning av fôrressurser
Forfatter(e): Mette Sørensen^{1,2*}, Torbjørn Åsgård³, Margareth Øverland¹

¹Aquaculture Protein Centre, CoE, Institutt for husdyr og akvakulturvitenskap, Universitetet for Miljø og Biovitenskap, P.B. 5003, 1432 Ås, Norway

²Nofima, P.B. 210, 1431 Ås, Norway

³Nofima, 6600 Sunndalsøra

*mette.sorensen@nofima.no

Sammendrag:

Norsk lakseproduksjon har siden oppstarten på 70-tallet ligget i front på teknologiutvikling. Bare de siste 10 årene har det vært en betydelig volumvekst til tross for at tilgangen på viktige ressurser som fiskemel og fiskeolje har vært stabil til svakt nedadgående. En viktig forutsetning har vært kunnskap om ernæringsbehov hos fisken og alternative råvarekilder, som har muliggjort endringer i fôrresepten uten å redusere utnyttelsen av fôret. Dagens fôr består av ca 60 % plantebaserte råvarer (2010) og det er forventet at disse vil bli enda viktigere i morgendagens laksefôr. En viktig forutsetning for å redusere utslipp fra et oppdrettsanlegg samt sikre god utnyttelse av fôrressursene, er å gi et næringsmessig velbalansert fôr med en god fysisk kvalitet. Kravet til kommersielt laksefôr er at det skal ha en kvalitet som tillater transport, lagring og utfôring uten at pelleten knuses eller oljen lekker ut, samtidig som at fôrinntak, fordøyelighet og utnyttelse skal være god.

Fysisk kvalitet på fôret blir påvirket både av råvarevalg i produksjonen, produksjonsparametre og ikke minst behandling under lagring og transport. Det er under trykking en oversiktsartikkel som viser hvordan fysisk kvalitet er påvirket av råvarer og betingelser i fôrproduksjonen. Bruk av mer plantebaserte proteinråvarer har generelt gjort det enklere å produsere god fysisk kvalitet på fôret. Samtidig viste studien at det er vanskelig å trekke generelle konklusjoner om optimale prosessbetingelser, fordi ulike råvarer krever ulik optimalisering for å gi best mulig fysisk kvalitet. Samspill mellom fysisk og ernæringsmessig kvalitet på fôret er også diskutert. Studien avdekket at det er et samspill mellom fysisk kvalitet på fôr og fôrinntak som igjen påvirker vekst og fôrutnyttelse. Dette er imidlertid viet lite oppmerksomhet i ernæringsforskningen. Faktisk er fysisk kvalitet på fôret utelatt i de fleste publikasjoner som omhandler evaluering av råvarer.

Prosjektnummer: 14949
Prosjektleder: Mette Sørensen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima, Aquaculture Protein Centre, CoE
Samarbeidende institusjoner: Nofima, Institutt for husdyr og akvakulturvitenskap ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap
Program/finansieringskilde: Norges Forskningsråd

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Utfordringer ved utvikling av fôr til Berggylte**
Forfatter(e): Andreas Nordgreen, Espen Grøtan, Øystein Sæle, Anne Berit Skiftesvik, Olav Breck, Katerina Kousolaki og Kristin Hamre.

Sammendrag:

I løpet av de siste par årene har 4 anlegg startet oppdrett av Berggylte. På kort tid har problemer under levendefôr og weaning fasen blitt løst, og en av de store utfordringene i dag er påvekst (juvenil) perioden. Med ”tradisjonelle” påvekst (juvenil) fôr, har man hatt problemer med dårlig appetitt, lav vekst, høy dødelighet, deformiteter og finneslitasje. Benchmarking forsøk med fisk på 1 gram, har vist forskjeller i vekst på over 100 % i løpet av 22 dager, samt stor forskjell i dødelighet. Tilsetning av større mengder reke til fôret har gitt en svært god effekt på fôropptaket og en daglig tilvekst på over 5 % over lengre perioder. Andre velkjente attraktanter som for eksempel akkar har gitt et svært lavt fôropptak med påfølgende høy dødelighet og lav vekst.

I tillegg til å være en art hvor riktig attraktant er viktig, så mangler Berggylte funksjonell mage og blindsekker og har en tarm som kun er 2/3 av kroppslengden. Berggylte kan derfor ha problemer med å fordøye og absorbere en hel rekke næringsstoffer fra et konvensjonelt fiskefôr. Berggylte har som juvenil/voksen fisk et fordøyelsessystem som har store likheter med marine fiskelarver. Å designe fôr til en art med et høyt proteinbehov og et slikt fordøyelsessystem gir antageligvis ekstra krav til fôrets proteinkvalitet. Som i fôr til marin yngel, har det gitt økt vekst å tilsette en større mengde hydrolysert protein i fôret. Effekt av fôrets tekniske kvalitet, fôringsregime og fôrets oppholdstid i tarm er derimot fremdeles helt uavklart. Dette foredraget vil gi en oppsummering av arbeidet som er gjort de 2 siste årene for å utvikle et påvekstfôr til Berggylte.

Prosjektnummer: 200523
Prosjektleder: Espen Grøtan
Prosjektansvarlig institusjon: Marine Harvest Labrus AS
Samarbeidende institusjoner: HI, Marine Harvest Labrus AS, Nifes, Nofima, og Villa
Program/finansieringskilde: miljølaks AS.
Brukerstyrte innovasjonsprosjekt (BIP)

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Effekter av pesticidet toksafen i fôr på stoffskifte hos fisk
Forfatter(e): Erik-Jan Lock, Marc H.G. Berntssen, Pål A. Olsvik, Ann-Katrine Lundebye

Sammendrag:

Fra 1970-årene var toksafen et av de mest brukt pesticidene på verdensbasis som erstatning for DDT, men bruken er nå utfaset i de fleste land. Toksafen består av mange forskjellige kjemiske former, så kaldt kongenere. Miljøforurensing med toksafen består hovedsakelig av tre former, kongenere 26, 50 & 62 (CHB3), og det er vanlig at disse måles i prøver fra miljøet samt i matvarer. Det finnes andre kongenere i miljøet som 40, 41, 42 og 44 (CHB4), men det mangler kunnskap om nivåer og giftigheten av disse forbindelsene.

Opptak, omsetning og utskillelse av forskjellige toksafen kongenere fra fôr i sebrafisk og laks har vært undersøkt. Resultatene viser at toksafen omdannes til forbindelse med færre klor atomer, blant annet blir CHB3 omdannet til CHB4 som akkumuleres i filetet. Resultatene viser at toksafen i fôret til laks påvirker laksens evne til å produsere hormonet T3 som er viktige for stoffskiftet. Deiodinase I (D1) er det viktigste enzymet for omdannelse av hormonet T4 til T3 som har en sentral rolle i en rekke fysiologiske prosesser inklusivt vekst. Toksafen eksponering førte til reduserte nivåer av D1 og T3 i plasma samt redusert vekst. Den direkte effekten av toksafen på enzymet D1 ble verifisert ved å undersøke genuttrykk i eksponerte lever celler. I prosjektet er det generert kunnskap som vil være viktig for fremtidig risikovurdering av toksafen, og eventuelt revidering av EUs øvre grenseverdi for toksafen i fiskefôr.

Prosjektnummer:	190272
Prosjektleder:	Anne-Katrine Lundebye
Prosjektansvarlig institusjon:	NIFES
Samarbeidende institusjoner:	UoP, UK; RUN, NL; IMR, NO
Program/finansieringskilde:	NFR, Havbruk program

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Reduksjon av persistente organiske miljøgifter i fiskemel og fiskeolje
Forfatter(e): Åge Oterhals

Sammendrag:

Persistente organiske miljøgifter (POPs) er fettløselige kjemiske forbindelser som brytes sakte ned i miljøet og bio-akkumulerer i næringskjeden. POPs omfatter pesticider, industrielle kjemikalier og uønskede kjemiske produkter. Fisk og dermed fiskemel og fiskeolje har blitt identifisert som en av de viktigste kildene til dioksiner og PCB i næringsmiddel- og fôr-produkter. Fisk fanget i deler av Nordeuropeiske havområder inneholder høye nivå og resulterer i fiskemel og fiskeolje med WHO-PCDD/F-PCB-TEQ nivå over det som er maksimalt tillatt i henhold til europeisk lovgivning. For å møte disse nye industrielle og sosioøkonomiske utfordringene er det nødvendig å utvikle kostnadseffektiv renseteknologi.

Reduksjon av WHO-PCDD/F-PCB-TEQ nivået i fiskemel er studert basert på ekstraksjon av mellomproduktet presscake og bruk av en vegetabilsk olje som ekstraksjonsmiddel. Under ekstraksjonsprosessen blir POPs fra lipidfasen i den våte protein matriksen overført til den kontinuerlige oljefasen. Effekt av vanninnhold i presskaken, temperatur og ekstraksjonstid er studert ved bruk av faktoriell forsøksdesign. Effekten er sammenlignet med bruk av de organiske løsemidlene heksan og isopropanol. Etter kontakt-trinnet kunne overskudd olje i presskaken fjernes ved bruk av mekaniske separasjonstrinn ned til et nivå tilsvarende før ekstraksjonen. Prosess-betingelser som gir 80-85 % reduksjon av WHO-PCDD/F-PCB-TEQ nivået er identifisert. Bruk av en triglyserid olje som ekstraksjonsmiddel har flere fordeler sammenlignet med organiske løsemidler inklusiv bruk av et ikke-antennelig og ikke-toksisk løsemiddel og enkel implementering i en eksisterende fiskemelfabrikk.

Dioksiner og PCB overført til oljen brukt under prosessen kan fjernes ved bruk av alternative adsorpsjon og/eller destillasjons teknologi. Slik teknologi er studert basert på aktivt kull adsorpsjon, damp stripping (deodorisering) og molekylærdestillasjon. Optimalisering av prosessene er studert ved bruk av faktoriell forsøksdesign og modeller utviklet som muliggjør valg av prosessbetingelser avhengig av ønsket reduksjon av TEQ-nivået. Sammenligning av teknologiene viser begrensninger for aktivt kull adsorpsjon og deodorisering med hensyn på reduksjon av henholdsvis PCB og dioksiner. Molekylærdestillasjon er den mest universelle av de studerte teknologier.

Prosjektnummer: 178969/S40
Prosjektleder: Åge Oterhals
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: Institutt for fysikk og teknologi og Biologisk Institutt, Universitetet i Bergen; Institute for Environmental Studies, VU University, Amsterdam; Science Institute, University of Iceland. Pronova Biopharma, Marine Harvest, Egersund Sildoljefabrikk.
Program/finansieringskilde: KMB-prosjekt Havbruksprogrammet, Industri og Nofima.

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Planteoljers effekt på laksens helse

Forfatter(e): Alf Frøyse (1), Randi Tangen (1), Grethe Rosenlund (2), Bente E. Torstensen (3), Erling Olaf Koppang (1)

(1) Norges veterinærhøgskole; (2) Skretting ARC; (3) NIFES

Prosjektnavn: SAFE FEED – SAFE AND HEALTHY SEAFOOD. Contaminants, nutrients and health challenges in the novel production of farmed Atlantic salmon

Sammendrag:

Koronarkarforandringer i form av arteriosklerose er vanlige funn hos atlantisk laks og andre laksearter. Dette gjelder for villfisk så vel som oppdrettsfisk. Vi tester om koronarkarforandringer er en god indikator for ulike fôroljer sin totale effekt på fisken, dette med referanse til hva som er kjent fra humanmedisin og fra forsøksdyrsiden. Ved å studere forekomst av karforandringer, celletyper, type ekstracellulær matriks samt forekomst av betennesceller har vi undersøkt om det er noen forskjell i type lesjoner mellom fisk fôret med ulike planteoljer i forhold til tradisjonell fiskeolje. Videre har vi sammenlignet forekomsten av lesjoner mellom oppdrettsfisk og villfisk. Koronarkar, ventrikkel og atrie fra villfisk og fisk fra fôringsforsøk ble studert ved hjelp av ulike morfologiske metoder. Fisk fra fôringsforsøk var delt opp i 4 grupper. I alle gruppene ble fisken fôret med en diett hvor 70 % av fiskemelet var erstattet med planteprotein. I 3 av gruppene ble 80 % av fiskeoljen byttet ut med henholdsvis olivenolje, rapsolje og soyaolje. En kontrollgruppe ble fôret med 100 % fiskeolje.

Vi fant at forhold mellom n-3/n-6 fettsyrer, mengde av kolesterol og fytosteroler ikke ser ut til å ha noen direkte effekt på utviklingen av arteriosklerose. Det ble heller ikke påvist forskjeller i lesjonene mellom villfisk og fisk fra fôringsforsøk. Dette er en svært viktig indikator på at atlantisk laks er i stand til å nyttiggjøre seg av forskjellige planteoljer uten at dette har noen skadelig effekt på fiskens kardiovaskulære system. Dette er av stor betydning for fiskefôrindustrien hvor marine råvarer blir en stadig knappere resurs.

Prosjektnummer: 199626/I10
Prosjektleder: Bente E. Torstensen
Prosjektansvarlig institusjon: NIFES
Samarbeidende institusjoner: Norges veterinærhøgskole, Skretting ASA
Program/finansieringskilde: Forskningsrådets Matprogram og Havbruksprogram

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Lav EPA/ARA ratio i foret til torskelarver påvirker vitamin A-metabolismen, beinmetabolismen og regulering av celledød

Forfatter(e):

Mari Moren, Karen Kvalheim, Torstein Harboe, Andreas Nordgreen og Kai K. Lie

Sammendrag:

Torskelarver får et hjuldyr i intensiv oppdrett og disse har en lavere EPA/ARA ratio enn naturlig zooplankton. I tillegg har hjuldyr lavere innhold av pro-vitamin A og det tilsettes ofte vitamin A for å kompensere. Vi foret torskelarver fra startforing til og med 29 dager etter klekking med hjuldyr som enten hadde en høy eller en lav EPA/ARA ratio og i tillegg varierte vi innholdet av tilsatt vitamin A (ekstra vitamin A ble tilsatt til hjuldyr med både høy og lav EPA/ARA ratio). Hjuldyr og larver ble analysert for innhold av EPA og ARA og vitamin A. Videre gjorde vi en visuell semi-kvantitativ analyse av mineraliseringsprosessen som skjer mens skjelettet utvikler seg. Transkripsjonsnivå av relevante gener (vitamin A-metabolisme og beinmetabolisme) ble målt med qPCR. En ny mikromatrise, basert på torskens genom og våre markør-gener (beinrelatert), ble benyttet for evaluering av torskelarvens respons på de fire ulike forene (fire kar pr fortype, 16 kar totalt).

Overlevelsen var lik for alle gruppene, men torskelarvene som fikk lav EPA/ARA ratio og ekstra vitamin A hadde redusert vekst i forhold til de øvrige tre gruppene. Samtidig var det en klar negativ effekt på mineraliseringen av "skulderbeinet"(cleithrum) i de samme larvene (dette var ikke vekstrelatert). Innhold av EPA, ARA og vitamin A i hjuldyrene var gjenspeilt i torskelarvene. Ved analyse av beinrelaterte gener var det en klar negativ effekt av lav EPA/ARA ratio og denne negative effekten ble delvis forverret av ekstra vitamin A. Vitamin A har ulike former og den viktigste aktive formen er retinsyre. Larver som hadde fått ekstra vitamin A hadde også en noe høyere all-*trans*-retinsyrenivå, uavhengig av EPA/ARA ratioen. Derimot viste det seg at 13-*cis*-retinsyrenivået lot seg påvirke av EPA/ARA ratioen; nivået av denne isomeren var flere ganger høyere i torskelarver foret med lav EPA/ARA ratio, uavhengig av om det var tilsatt vitamin A i foret. Analyser av mikromatrisedata viste at lav EPA/ARA ratio ga endret uttrykk for gener som regulerer kalsiumomsetningen (mineralisering), vitamin A-metabolismen og celledød.

Ekstra vitamin A alene forårsaket færre endringer, samtidig var det klart at torskelarver som hadde fått en høy EPA/ARA ratio "tålte" ekstra vitamin A bedre enn torskelarver som hadde fått en lav EPA/ARA ratio. En lav EPA/ARA ratio endret vitamin A-metabolismen og ved ekstra tilsatt vitamin A ga dette en klar negativ effekt som faktorene alene ikke påførte torskelarvene.

Samspillseffekter som dette viser at næringsstoffers effekt, funksjon og fiskens toleranse for variasjon ikke alltid kan studeres uavhengig av forets totale sammensetning.

Prosjektnummer: 185177/40s
Prosjektleder: Mari Moren
Prosjektansvarlig institusjon: NIFES
Samarbeidende institusjoner: Havforskningsinstituttet, Radboud University (Nederland), CCMAR, Uni of Algarve (Portugal), St Lawrence Uni, NY, USA
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Fettnivå og glutamat i fôr til torsk påvirker vekst, fettmetabolisme og muskelkvalitet
Forfatter(e):

Bente Ruyter¹, Marte Avranden Kjær¹, Ingrid Augusta Aursnes², Tor Gjøen², Mette Sørensen¹, Turid Mørkøre¹ og Gerd Marit Berge¹

Sammendrag:

Det er ønskelig at torsken utnytter mer av fett i fôret til forbrenning og mindre til deponering i lever. Forsøk har vist at tilsetning av den bioaktive aminosyren glutamat i fôr til laks kan føre til økt tilvekst, muskelvekst og redusert levervekt. I dette prosjektet ønsket vi derfor å teste ut hvorvidt glutamat, i kombinasjon med høyt og lavt fettinnhold, i fôr kan ha noen av de samme gunstige effektene i torsk.

Atlantisk torsk (*Gadus morhua*) med en startvekt på 200 gram ble våren 2011 fôret med enten en høyfett eller en lavfett diett med og uten tilsetning av glutamat. Fettkilden var en blanding av lakseolje og rapsolje (1:1). Torsken ble fôret til en sluttvekt på ca 500g.

Både økt fettinnhold og glutamat i fôret førte til forbedret tilvekst. Glutamat i fôret hadde også positiv effekt på muskelkvalitet, med forbedret tekstur og lysere farge som resultat.

Høyt fettinnhold i fôret førte til en forventet økning i størrelse og fettinnhold i lever. Glutamat hadde ikke signifikant effekt på fettnivå i lever, men førte til signifikant økt genuttrykk av PPAR α og nedsatt aktivitet av lipogene enzymer i høyfettgruppen. I dyrkede leverceller isolert fra de ulike fôringsgruppene, viste celler fra høyfettgruppene en tendens til lavere fettforbrenningskapasitet og redusert Δ -⁹ desaturase aktivitet.

Prosjektnummer: 18522
Prosjektleder: Bente Ruyter
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima AS¹
Samarbeidende institusjoner: Universitetet i Oslo (UiO)²
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet/NFR

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: Uttrykket av små leucinrike proteoglykaner (SLRPs) i muskel hos torsk, samt inflammasjon, ble påvirket av forets karbohydratsammensetning.
Forfatter(e): Tingbø, MG; Pedersen, ME; Kolset, SO; Grøndahl, F; Enersen, G; Hannesson, KO.

Sammendrag:

Torsk og andre marine arter har lav kapasitet til å håndtere stor glukosebelastning. Hyperglykemi hos mennesker gir forandringer i ekstracellulær matris som har betydning for utvikling av sykdom og inflammasjon. I denne studien undersøkte vi endringer i muskelens bindevev ved foring med høyere innhold av stivelse. Fokus var på de små leucinrike proteoglykanene (SLRPs) som har betydning for kollagenfiberdannelse, nettverksstabilisering og inflammasjon. Interleukinene IL-1 β , IL-8 og IL-10 ble også undersøkt.

Torsk ble foret med to ulike dietter som inneholdt høyere og lavere nivå av stivelse, men med samme totalnivå av karbohydrater. Muskelvev ble undersøkt for proteoglykanene biglykan, dekorin og lumikan på proteinnivå vha ELISA. mRNA-uttrykket ble undersøkt vha real-time PCR. Blod glukose- og fruktosaminmålinger viste forhøyede konsentrasjoner i gruppen som fikk høyeste stivelsesnivå. Denne gruppen viste også økning på mRNA nivå av biglykan, dekorin og lumikan. ELISA bekreftet real-time PCR analysene for biglykan og lumikan, og viste 10-20 % økning i uttrykket på proteinnivå. Dekorin derimot viste en nedgang på proteinnivå på ca 40 %. Hyperglykemi hos pattedyr er forbundet med inflammasjon. Uttrykket av de pro-inflammatoriske interleukinene IL-1 β og IL-8, samt anti-inflammatorisk IL-10 ble i vår studie undersøkt vha real-time PCR, og viste oppregulering av IL-1 β og IL-10 for høy-stivelsesgruppen, mens IL-8 viste kun mindre endringer. Proteoglykaner har karbohydratsidekjeder; glykosaminoglykaner/ GAGs. GAGs består av repeterende sulfaterte disakkarider, og er avgjørende for proteoglykanets funksjon. Disakkaridanalyser av GAGs vha HPLC viste endringer i form av type GAGs, samt sulfateringsgrad, i fisken som hadde fått dietten med høyere stivelsesinnhold. Endringer i GAG type/struktur kan ha stor betydning for interaksjoner med andre molekyler.

Studien viste at bindevevet lar seg påvirke av relativt små endringer i dietten, med mulige konsekvenser for både helse og kvalitet. Det var store individuelle forskjeller i fiskens evne til å regulere blod glukose og i tilbøyeligheten til økning av interleukiner.

Prosjektnummer: 185271/E40
Prosjektleder: Mona Elisabeth Pedersen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima AS
Samarbeidende institusjoner: UiO, BioMar AS
Program/finansieringskilde: HAVBRUK/ NFR

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: **Metabolisme, fôrinntak, fordøyelse og vekst hos laksepost-smolt**
Forfatter(e): **(*Salmo salar*) i syklisk hypoksi**
Mette Remen, Turid Synnøve Aas, Tone Vågseth, Thomas Torgersen,
Rolf Erik Olsen, Albert Imsland, Frode Oppedal.

Sammendrag:

Hovedformålet med dette studiet var å undersøke hvordan laksens metabolisme og vekstkapasitet påvirkes av sykliske perioder med oksygenunderskudd (hypoksi) som kan oppstå i oppdrett når tidevannsstrømmen snur. Fôr ble kun gitt i perioder med normoksi (80 % O₂), for å se om dette kunne redusere den negative effekten på fôrinntak som tidligere er blitt observert. Triplikate grupper med post-smolt (N=955) ble holdt i 5600 liters kar ved konstant 80 % O₂ (kontroll; referert til som 80:80), eller utsatt for sykliske reduksjoner i oksygenmetning (50, 60 eller 70 % O₂; referert til som 80:50, 80:60 og 80:70) hver 6. time (1 t og 45 min) i 68 dager ved 16 °C . Videre ble 1/3 av fisken (blanding fra alle grupper) holdt ved 90 % O₂ i 30 dager for å undersøke om redusert vekst i perioden med syklisk hypoksi kunne kompenseres for i form av akselerert vekst (kompensasjonsvekst) når hypoksien opphørte. Resultatene viser at fôrinntak ble redusert med 13 og 6 % hos fisk i 80:50 og 80:60-gruppene, med tilsvarende reduksjon i vekst. Reduksjon til 70 % O₂ ga ingen negative effekter. Oksygenopptaksrate, fôrfaktor og fordøyelighet var ikke påvirket av behandlingene. Retensjonen av fett og energi var redusert i gruppen med lavest fôrinntak (80:50). Noe av den reduserte veksten hos fisk i denne gruppen ble kompensert for i løpet av 30 dager med normoksi, men sluttvekten var fremdeles lavere enn hos kontrollfisk. Hovedkonklusjonene fra dette studiet var at det er gunstig å fôre laks i normoksi når syklisk hypoksi opptrer, og at laksens vekst og funksjon er preget av oksygenunderskudd når metningen reduseres til 60 % eller lavere i sykliske hypoksiperioder.

Prosjektnummer: 174842/CREATE
Prosjektleder: Arne Fredheim
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og Havbruk
Samarbeidende institusjoner: Havforskningsinstituttet, NOFIMA, Universitetet i Bergen
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet/SFI og industripartnere

Økonomi og samfunn



Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: PRISBOBLER I MARKEDET FOR OPPDRETTSLAKS:
Forfatter(e): HVILKEN ROLLE SPILLER UVENTEDE VARIASJONER I
VEKSTFORHOLD?

Atle Øglend, University of Stavanger, Dept of Industrial Economics
Frank Asche, University of Stavanger, Dept of Industrial Economics

Sammendrag:

Med ujevne mellomrom, men til faste tider i løpet av året, vil prisen på oppdrettslaks stige og nå unormalt høye nivåer. Denne oppgaven skjer til regulære tider iløpet av året, noe som tyder på en tilknytning til det generelle biomassenivået. Prisen når sitt maksimum når biomassen er på sitt laveste, og når oppdretterne flytter fra en generasjon til den neste i høstingsmønsteret. Den uregelmessige forekomst av ekstremsesongene kan tyde på at årsaken ligger i biomasse-nivåets avvik fra hva forventet tilstand. Oppdrettslaks er en ferskvare med begrenset lagringsmulighet. Justering av biomasse som respons til endringer i produksjonsmiljøet tar tid, begrenset av vekst.

Unormal prisstinging på grunn av knapphet i lager er et kjent fenomen i råvaremarkeder. I vår artikkel fokuserer vi på en vare der samlet lager består av en vare på flere stadier av produksjonen, og hvor et separat marked finnes for varen ved flere produksjonsstadium. Vi illustrerer at i slike tilfeller vil ekstreme prisbevegelser ikke bare avhenge av samlet beholdning, men også fordelingen av beholdningen på tvers av produksjonsstadiene. Ved å bruke uventede temperatursvingninger som mål for uventede bevegelser i vekst undersøker vi dynamikken til lakseprisen. Sjøtemperatur er en viktig determinant for vekst, og forklarer ca. 80% av variasjonen i vekst for perioden 2005-2010. Data på sjøtemperatur er tilgjengelig for en betydelig lengre periode enn biomasse, noe som tillater testing på lengre tidsserier. Den empiriske analysen tydet på at både forutsigbare og uforutsigbare temperaturfall har en signifikant positiv effekt på lakseprisen. Analysen viser også at uforutsigbare temperatursvingninger "justerer" sesongmønsteret i prisen, og kan forklare for store deler av de ekstreme prisoppgangene. Spesielt den store oppgangen i 2006 kan forklares av uventede temperatursvingninger.

Prosjektnummer: 207554/E40
Prosjektleder: Ragnar Tveterås
Prosjektansvarlig institusjon: IRIS
Samarbeidende institusjoner: UMB, SNF
Program/finansieringskilde: HAVBRUK

Foredragstittel: Hva skyldes ineffektiviteten i norsk laksenæring?
Forfatter(e): Kristin H. Roll and Frank Asche

Sammendrag:

Historien om norsk oppdrettsnæring er relativt kort. Storskala lakseoppdrett startet ikke før midten av 1970-tallet, og industrien kan på mange måter karakteriseres som fortsatt ung. De første produsentene av laks var i hovedsak småskala bønder som produserte en relativt ubetydelig mengde laks. Men i løpet av de siste 30 årene har norsk laksenæring vokst betydelig, og med en produksjon på nesten 1 million tonn er lakseoppdrett i dag en av Norges største eksportindustrier. Flere forskningsartikler har dokumentert denne store produktivitetsveksten (Asche and Tveteras 1999; Tveteras 1999; Guttormsen 2002; Kumbhakar 2002; Tveteras and Heshmati 2002; Tveteras and Battese 2006; Asche 2008; Andersen, Roll and Tveterås 2008; Asche, Roll and Tveterås 2010; Nilesen 2011). Denne artikkelen bygger på tidligere litteratur ved å fokusere på produktivitet og effektivitet i norsk lakseoppdrett, men i motsetning til tidligere artikler ønsker vi i denne artikkelen å undersøke årsakene til ineffektiviteten som er dokumentert i næringen. For å undersøke dette bruker vi en stokastisk front funksjon. Flere faktorer antas å ha påvirket effektiviteten i norsk lakseoppdrett. Et antatt stort problem i bransjen er laks tapt på grunn av sykdommer, rømming og anleggshavari. Vi tester hvordan dette har påvirket effektiviteten over tid. I følge økonomisk teori vil spesialisering i produksjonen kunne føre til høyere effektivitet. Vi tester om dette er tilfellet i laksenæringen ved å undersøke om produsentene av laks er mer effektive enn produsent av både ørret og laks, og om firma registrert med aktiviteter ved siden av lakseproduksjon er mindre effektive. Vi tester også om alder på anlegget påvirker effektiviteten. På den ene siden vil den hyppige innovasjonen man har sett i næringen være en fordel for nye anlegg, siden de ofte bruker den nyeste teknologien, men det kan også tenkes at disse anleggene mangler den viktige erfaringen som eldre anlegg ofte har. Til slutt tester vi om markedstilstanden, gitt ved lakseprisen, har innvirkning på effektiviteten. Er firmaer mindre effektiv i år med høy laksepris, da "god økonomi" gjør dette mulig? Ved å undersøke årsakene til ineffektiviteten som finnes i oppdrettsnæringen, vil man kunne se hvilke faktorer som er spesielt kritiske og som må fokuseres på for å opprettholde konkurransekraften i næringen.

Prosjektnummer: 186897
Prosjektleder: Egil Sundheim
Prosjektansvarlig institusjon: EFF
Samarbeidende institusjoner: IRIS, UMB, SNF
Program/finansieringskilde: MAT

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Foredragstittel: Laksepriser og optimalt slaktetidspunkt

Forfatter(e): Jay Abolofia, Frank Asche og Atle G. Guttormsen

Sammendrag:

Modeller for optimal slaktetid gir god innsikt i lakseoppdretterens slaktestrategier. De er derfor viktige i forhold til å forstå tilbudssiden i markedet. Slike optimeringsmodeller kan predikere når en oppdretter velger å slakte en kohort gitt ulike, biologiske og miljømessige omstendigheter. Mer viktig, slike modeller kan predikere hvordan optimal slaktetid endrer seg ved endringer i markedspriser eller ved endringer i andre eksogene faktorer. Med andre ord, kan slike modeller si noe om hvorvidt oppdretterne vil slakte fisk av en lavere vekt på et tidligere tidspunkt, eller større fisk på et senere tidspunkt gitt en endring i lakseprisen eller som en konsekvens av en endring i klimatiske forhold. Hvis prisen er uavhengig av størrelse (dvs. $p_0(w) = 0$), vil ett tidligere høstetidspunkt føre til en reduksjon i slaktet biomasse og en medfølgende reduksjon i tilbud. Dette igjen vil kunne føre til en oppgang i markedspris. Hvis prisen er avhengig av pris, slik at $p_0(w) > 0$ for alle relevante tidsperioder, vil et tidligere slaktetidspunkt kunne føre enten en reduksjon eller en økning i biomassen, avhengig av tilvekstfunksjonen, priser og avkastningskrav. Optimale slaktemodeller er således viktige for å forstå prisbildet i laksemarkedet, og kan brukes til bedre å forklare både spesielt høye og spesielt lave priser. Figur 1 viser den ukentlige gjennomsnittsprisen per kilo for norsk laks. Figuren illustrerer godt både sesongmessige prissykler og de tilbakevenende pristoppene i perioden 1995-2011.



Prosjektnummer:	207554/E40
Prosjektleder:	Ragnar Tveterås
Prosjektansvarlig institusjon:	Universitetet i Stavanger
Samarbeidende institusjoner:	Universitetet i Stavanger, UMB, SNF
Program/finansieringskilde:	Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Foredragstittel: **Kostnadsestimering av rømt oppdrettslaks for norske oppdrettere**
Forfatter(e): Yajie Liu, Østen Jensen, Ingvild Johanne Aarhus and Tim Dempster

Sammendrag:

Dette arbeidet forsøker å beregne kostnadene ved rømming for norske lakseoppdrettere. Oppdrettslaks kan på grunn av oppdrettsanlegg på grunn av teknisk svikt av utstyr eller operasjonelle feil. Havbruksnæringen lider direkte betydelige økonomiske tap på grunn av rømmingshendelsene. Vi deler i tre typer kostnader: tapt inntekt, produksjonstap og oppryddings kostnader (inkludert anskaffelse av nytt utstyr). Kostnadene varierer imidlertid fra anlegg til anlegg og hendelse til hendelse. Beregningene er basert rømmingshendelser ved norske oppdrettsanlegg og er ikke nødvendigvis direkte overførbare til andre regioner eller andre arter. Resultatene viser at tapte salgsinntekter står for nesten halvparten av den totale kostnaden ved rømmingshendelsene, fulgt av produksjonstap og oppryddings kostnader (inkludert anskaffelse av nytt utstyr). Den totale kostnaden for rømmingshendelsene er mindre enn 1 % av totalomsetningen. Det er ubetydelig for bransjen som helhet, men det er svært ødeleggende for den enkelte oppdretter og for enkelte regioner. Dette indikerer at forskning og utvikling av nye løsninger for akvakultur må operativt system forbedre akvakultur operasjoner mens å redusere rømmingshendelsene.

Prosjektnummer: 184974
Prosjektleder: Østen Jensen
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Samarbeidende institusjoner: United States Naval Academy
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet/Norges Forskningsråd

Postere



**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Effekt av stigende arginin til lysin ratio i fôret på laksens vekst og deponeringsmønster
Forfatter(e): Synne Marte Andersen¹, Ivar Rønnestad², Elisabeth Holen¹, Anders Aksnes³, Eva Veiseth-Kent⁴, Marit Espe¹

¹National Institute of Nutrition and Seafood Research (NIFES), Po Box 2029, N-5817, Bergen Norway

²Institute of Biology, University of Bergen, PO Box 7800, N-5020, Bergen Norway

³Ewos innovation As, N-4335, Dirdal, Norway

⁴Nofima, Oslovn 1 N-1430 Ås, Norway

Sammendrag:

Man har lenge arbeidet med å finne alternative proteinkilder til fiskemel i fôret til laks, noe som blant annet kan føre til en endret aminosyresammensetning i fôret. Tidligere studier har vist at bruk av vegetabiliske proteinkilder kan føre til redusert vekst, endre deponeringen av fett og proteiner samt føre til forandringer i laksens metabolisme. Arginin og lysin er to essensielle aminosyrer som laksen må få tilført gjennom fôret. Disse har en felles transportør i tarmen, og inhiberer opptak av hverandre. Det er derfor viktig å tilpasse forholdet mellom de to aminosyrene, for å oppnå optimal vekst og helse hos laksen. Arginin brukes bl.a. til å syntetisere polyaminer som er viktig for cellenes oksidasjonsstatus, metabolisme og vekst. Lysin er også viktig for fiskens metabolisme, og økt lysintilførsel har vist å resultere i redusert visceralt fettdeponering.

Gjennom en serie av forsøk ønsker vi å finne det optimale forholdet mellom arginin og lysin i fôret, som gir høyest tilvekst og minimal visceral fettdeponering samt se på sammenhenger med polyaminomsetningen. Over en tidsperiode på åtte uker vil små laks (startvekt 20g) bli gitt dietter med høy innblanding av planteprotein og tilsvarende lite marine proteinkilder. Diettene vil ha en konstant lysinkonsentrasjon like under behovsgrensen, og en gradvis stigende tilsetning av arginin for å oppnå en stigende arginin til lysin ratio. I tillegg er det med en kontrollgruppe som får en diett hvor alt proteinet kommer fra fiskemel. Hvert fôr blir gitt til fire tanker. Både vekst og type tilvekst vil bli vurdert etter protein og fettanalyser av helfisk og etter relativ organvekt av lever og tarm. Resultater fra forsøket vil bli vist.

Prosjektnummer: 208352/E40
Prosjektleder: Anders Aksnes
Prosjektansvarlig institusjon: EWOS Innovation AS
Samarbeidende institusjoner: NIFES, NOFIMA, UiB
Program/finansieringskilde: Havbruk/NFR, EWOS Innovation AS

Postertittel: Lavt metionininntak påvirker vekst og metabolisme i juvenil
Forfatter(e): Atlantisk laks
Marit Espe¹, Synne M. Andersen¹, Ivar Rønnestad², Elisabeth
Holen¹, Eva Veiseth-Kent³, Anders Aksnes⁴

¹ NIFES, Bergen; ²Institutt for Biologi, UiB; ³Nofima, Ås; ⁴Ewos Innovation AS

Sammendrag:

Ingrediensene i fôr til fisk har de senere år endret seg fra marine mot mer plantebaserte råstoffkilder. Soyaprotein er den vanligste planteproteiningrediensen i fiskefôr, men denne inneholder relativt lite av den essensielle aminosyren metionin. Derfor er det viktig å forstå de biokjemiske forandringene som kan skje i ulike vekststadier når inntaket av metionin er lavt. Tidligere har vi gjennomført studier med stor laks, men for å lære mer om effekter av lavt metionininntak hos juvenil laks gjennomførte vi derfor et vekstforsøk der laks (startvekt 11 g) fikk plantebaserte fôr som inneholdt lite metionin (1,5g/16gN) eller tilsvarende fôr tilsatt DL-metionin til antatt metioninbehov (2,2g/16gN). Som en kontroll for tilvekst, fikk en gruppe et fôr hvor fiskemel var proteinkilden. Hvert fôr ble gitt til fire tanker(100 fisk pr tank) og varigheten av forsøket var 8 uker. For å unngå cholin-metionin mangel (MCD) og kun se på effekter av metioninmangel, ble begge de plantebaserte fôrene tilsatt cholin..

Fisk som fikk fôret med lavt metionin hadde redusert tilvekst og proteindeponering, men når metionin ble tilsatt til det plantebaserte fôret var både vekst og deponeringsmønsteret likt som i de fiskene som fikk det fiskemelbaserte kontrollfôret. Videre fikk juvenil laks, som vi tidligere har vist i stor laks, en relativ større lever når metionininntaket var lavt. Som tidligere også vist i stor laks så var cystationinet lavere i leveren hos laks som fikk fôr med lite metionin sammenlignet med de som fikk fôr hvor metionin var høyere. Også interaksjoner med endogen fosfatidylcholin syntese var påvirket i fisk som fikk lavt innhold av metionin i fôret. I motsetning til i stor laks så var ikke S-adenosylmetionin redusert ved lave metionin inntak.

Mulige samvirkninger med fettmetabolismen ble undersøkt ved hjelp av genuttryksanalyser (qPCR) av nøkkelprotein, men disse var i liten grad påvirket av metionininntaket.

Prosjektnummer: 208353/E-40
Prosjektleder: Anders Aksnes
Prosjektansvarlig institusjon: Ewos Innovation AS
Samarbeidende institusjoner: NIFES, UiB, Nofima
Program/finansieringskilde: Havbruk/Ewos Innovation AS

Postertittel: **Effects of different raw materials on gut microbiota in Atlantic salmon**
Forfatter(e): José L. González Vecino, Mali B. Hartviksen, Kari Ruohonen, Simon Wadsworth

Sammendrag:

Rollen tarmmikrobiotaen spiller i fisk var nesten neglisjert inntil de siste årene. Utviklingen av DNA-baserte metoder i de siste tiårene har muliggjort generering av ny kunnskap og betydningen av tarmmikrobiotaen har blitt stadig mer anerkjent. Imidlertid er kunnskapen tilgjengelig fortsatt begrenset og mer forskningsinnsats er nødvendig på dette området. Spesielt mangelfull på kunnskap er hvordan formulering av fôr og bruk av alternative råvarer kan påvirke tarmmikrobiotaen og dens påfølgende effekter på fiskens fysiologi og ytelse.

Effekten av fem forskjellige råvarer på tarmmikrobiota hos Atlantisk laks (*Salmo salar* L.) var evaluert i et sjøvann studie utført ved EWOS Innovation i Dirdal. Enkelt erstatninger av fiskemel (FM) med soya protein konsentrat (SPC), erte protein konsentrat (PPC), ekstrahert solsikke (ESF), fjær mel (FEM) og fjærfe-bi-produkt (PBY) resulterte i seks forskjellige dietter. Kontroll dietten besto av blant annet 40% FM, mens i test diettene ble halvparten av FM brøkdelen erstattet med ett av de alternative protein kildene. Diettene ble fôret til laks med snittvekt på 300g i 12 uker. Fisken ble fôret etter appetitt og fôropptak ble beregnet hver dag. All fisk ble individuelt merket og startvekt, samt vekt hver 4rde uke ble registrert. Prøveuttak ble gjennomført i tilknytning til veiingene og besto av tarminnhold og faeces som ble brukt til vurdering av tarmmikrobiota og deres metabolitter (hovedsakelig kortkjedet fettsyrer(SCFA) ved bruk av qPCR og GC-MC teknikker) samt tarm og lever seksjoner for histologiske evalueringer ved bruk av lys mikroskopi.

Effekten av de ulike alternative råvarene på tarmmikrobiotaen og SCFA produksjonen vil bli presentert i tilknytning til tarmens histologi og fiskens ytelse.

Prosjektnummer: 187264
Prosjektleder: José L. González Vecino
Prosjektansvarlig institusjon: EWOS Innovation AS
Samarbeidende institusjoner: Aquaculture Protein Centre, Universitet i Tromsø,
Program/finansieringskilde: Alimetrics
Havbruks

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Laks som netto produsent av omega-3?
Forfatter(e): Tone-Kari Østbye¹, Marte A. Kjær¹, Bente Ruyter¹, Anna Sonesson¹,
Håvard Bakke², Magny Thomassen^{1,3}, Trygve Sigholt⁴, Galia
Zamaratskaia⁵, Gerd Marit Berge¹

Sammendrag:

Marine oljer har tradisjonelt vært den dominerende lipidkilden i fiskefôr. Det er for øvrig ikke nok tilgjengelige marine omega-3 rike oljer på verdensmarkedet til å kunne dekke behovet til akvakulturnæringen de nærmeste 10 årene. Bruk av planteoljer som erstatning for marine oljer i fiskefôr resulterer i reduksjon av de sunne omega-3 fettsyrene i fiskemuskel. Det er et viktig mål i prosjektet «Laks som netto produsent av omega-3» å forbedre laksens egen evne til å produsere EPA og DHA fra α -linolen syre ved hjelp av både genetisk seleksjon og optimalisering av fettsyresammensetningen av dietten.

Det er tidligere vist at sammensetningen av HUFA i laksemuskel har høy arvegrad (Leaver et al., 2011). Vi har vist, ved hjelp av *in vitro* studier, at uttrykk av sentrale gener involvert i biosyntesen av HUFA, i ulik grad påvirkes av konsentrasjon og type fettsyre tilgjengelig.

Prøver av laks fra Salmo Breed's familiemateriale (årgang 2009), 1000 individer fra 100 familier, ble analysert for $\Delta 6$ desaturase genuttrykk ($\Delta 6fad_b$). Uttrykk av $\Delta 6fad_b$, ga store nivåvariasjoner mellom de ulike familiene. På grunnlag av disse observasjonene ble det plukket ut noen familier som viste høyt uttrykk og noen som viste lavt uttrykk av $\Delta 6fad_b$. Første generasjons avkom etter familier med høyt og lavt genuttrykk av $\Delta 6fad_b$ er nå produsert, og vil inngå i fôringsforsøk med ulike fettsyresammensetninger for å optimalisere EPA og DHA produksjonen.

Prosjektnummer: 207621/S40
Prosjektleder: Gerd Marit Berge
Prosjektansvarlig institusjon: ¹Nofima
Samarbeidende institusjoner: ²SalmoBreed, ³UMB, ⁴BioMar, ⁵SLU
Program/finansieringskilde: Havbruk/NFR

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Netto produksjon av Atlantisk laks (FIFO, Fish in Fish out < 1)
Forfatter(e): ved hjelp av fôr med plante proteiner og planteoljer
Nina S. Liland¹, Grethe Rosenlund², Marc H.G. Berntssen¹, Trond
Brattelid¹, Lise Madsen^{1,3} and Bente E. Torstensen¹

1: NIFES

2: Skretting ARC

3: København universitet

Sammendrag:

Bruken av fiskemel og fiskeolje i fôr til oppdrettslaks er de siste tiårene blitt kraftig redusert grunnet høye priser og lavere tilgjengelighet av disse råvarene. Dette økende presset på å redusere bruken av marine råvarer i fiskefôr gjør det svært viktig å vite hvilke effekter slike alternative fôrråvarer har på fisken. I Helkjede-prosjektet ble voksen Atlantisk laks (~800g start vekt) fôret 28 uker med dietter der 70 % av fiskemelet ble erstattet med plante proteiner og med enten 100% fiskeolje eller 80 % av fiskeoljen erstattet med olivenolje, rapsolje eller soyaolje. Et litt lavere fôrinntak og sluttvekt ble sett hos fisken som ble gitt soyaolje, og en dårligere fôrutnyttelse og fettfordøyelse ble sett i fisken gitt fiskeolje. Begrensete mengder med 18:3n-3 i dietten gjorde at der ikke var netto produksjon av EPA eller DHA, på tross av oppregulert delta-5-desaturase og delta-6-desaturase i all fisken som ble gitt planteoljer. Der var en nettoproduksjon av 300 g lakseprotein for hvert kg fiskemelprotein brukt i fôret. På grunn av det lave innholdet av fiskeolje og fiskemel i erstatningsdiettene, var produksjon av 1 kg Atlantisk laks med dette fôret kun avhengig av 800 g villfisk (FIFO < 1). Det er derfor fullt mulig å benytte fôr til oppdrettslaks som er så lave i marine råvarer at en har en nettoproduksjon av marint protein, uten at dette gir tap i vekst og fôrutnyttelse.

Prosjektnummer: 199626/I10
Prosjektleder: Bente E. Torstensen
Prosjektansvarlig institusjon: Nasjonalt Institutt for Ernærings og Sjømatstudier
NIFES
Samarbeidende institusjoner: Skretting ARC, Veterinærinstituttet, Norges
Veterinærhøyskole, København universitet, Danmark
Florida universitet, USA
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Kan vi redusere fôrkostnader med 30-40 % innen torskoppdrett?

Forfatter(e): H. Hanssen, A. Foss, E. Vikingstad, M. Bjørnevik, B. Roth, M. Powell, C. Solberg, B. Norberg and A.K. Imsland

Sammendrag:

Vi undersøkte bruken av alternative fôringsregimer (fôring annen hver dag) og bruk av ulike faste- og re-fôringsperioder på vekst, modning og kjøttkvalitet hos torsk. Når korrekt brukt kan slike alternative fôringsregimer indukere kompensasjonsvekst. I tillegg til redusert bruk av arbeidskraft i selve fôringsprosessen, kan fôrkostnader kuttes kraftig om man lykkes med å redusere bruk av fôr uten at dette går ut over veksten.

Atlantisk torsk ble opprettet ved enten simulert naturlig fotoperiode (LDN) eller med kontinuerlig lys (LD24:0) og fôret etter følgende skjema: fôring hver dag (kontrollgruppe), fôring annen hver dag, 5 uker fôrstopp etterfulgt av 10 ukers re-fôring.

Torsk fôret annen hver dag var større og lengre enn fisk som ble fôret hver dag. Fôrstopp/re-fôringsgruppen var like stor som kontrollgruppen selv om det ble brukt rundt 30 % mindre fôr i denne gruppen. Våre funn indikerer at fôringskostnader i påvekstfasen hos torsk kan reduseres kraftig uten at veksten reduseres.

Prosjektnummer: 187291
Prosjektleder: Albert K. Imsland
Prosjektansvarlig institusjon: Fjord Marin Cod AS
Samarbeidende institusjoner: Akvaplan-niva AS, Nofima AS, Universitetet i Nordland, Havforskningsinstituttet
Program/finansieringskilde: NFR Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Korttidseksponering for kontinuerlig lys utsetter modning og øker vekst hos torsk i merder
Forfatter(e): A.K. Imsland, H. Hanssen, A. Foss, E. Vikingstad, B. Roth, M. Bjørnevik, M. Powell, C. Solberg & B. Norberg

Sammendrag:

Vi undersøkte vekst, modning og kjøttkvalitet hos torsk opprettet ved kontinuerlig (C) lys i ulike produksjonsstadium. Følgende fem fotoperioder ble testet: a) kontroll gruppe (simulert naturlig (N) lys); b) Gruppe 2A (NCNN); c) Gruppe 2B (NNCN); d) Gruppe 2c (NNNC) og e) kontinuerlig lys (C).

Sluttvekt hos gruppe 2B og 2A var 19 og 11 % høyere enn hos kontrollgruppen. Vekst hos kontrollgruppen og hos gruppe 2C stoppet opp fra januar til mai i år to av forsøkene. Steroiddata (alfa keto-testosteron hos hanner og estradiol hos hunner) indikerte at første modning ble utsatt med 6 måneder i gruppe 2A og utsatt i ett år i gruppe 2B og i kontinuerlig lys gruppen.

Lysregimer hadde kun en liten effekt på kjøttkvaliteten hos torsk.

Prosjektnummer: 187291
Prosjektleder: Albert K. Imsland
Prosjektansvarlig institusjon: Fjord Marin Cod AS
Samarbeidende institusjoner: Akvaplan-niva AS, Nofima AS, Universitetet i Nordland,
Program/finansieringskilde: Havforskningsinstituttet
NFR Havbruk

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Postertittel: **EFFEKTER AV FETTNIVÅ PÅ MODNING, FEKUNDITET**
Forfatter(e): **OG STRESSTOLERANSE GJENNOM GYTING HOS**
HUNNTORSK (*GADUS MORHUA*)

Bogevik, A.S., Karlsen, Ø., Andersson, E., Natario, S., Thorsen, A.,
Hamre, K., Rosenlund, G. & Norberg, B.

Sammendrag:

Modning, tid for gyting og fekunditet er påvirket av næringstilgang og størrelse på hunntorsken. Modningen kan bremses, og gytingen kan utsettes ved lav tilgang på mat. Tilgang på, og kroppslager av protein og fett er dermed viktig for eggutvikling og gyting hos torsk. Det ble derfor utført et forsøk for å undersøke effekter av to ulike fettnivå i dietten på kondisjon, endokrin regulering og fekunditet gjennom modning og gyting hos førstegangs-gytende torsk. Grupper av fisk ble så tatt opp på land og eksponert for høyt eller lavt stress i gyteperioden.

Et år gammel, intensivprodusert torsk (n=1800) ble fordelt i 6 merder og føret med enten høyt (20 %, HF) eller lavt (13 %, LF) fettnivå byttet mot karbohydrat. Fisken ble målt, veiet og prøver ble tatt ut hver måned for analyse av steroider og vitellogenin (VTG) i plasma, histologi av ovarieutvikling og genuttrykk av relevante gen i hypofyse og gonader. Fekunditet (mengde gyttede egg) og eggkvalitet ble registrert i fisk fra begge grupper utsatt for høyt respektive lavt stress i gyteperioden.

Ved forsøkets start hadde fisken i gjennomsnitt en kondisjonsfaktor på 1,1 og leverindeks på 9,6. Modningen var nær 100 % i begge gruppene. HF-gruppen opprettholdt leverindeks gjennom gytessesongen, mens leverindeks sank fra 11 til 9 % fra begynnelsen til slutten av gytingen i LF-gruppen. Estradiol-17 β (E2) og VTG var høyere i HF-gruppen enn i LF-gruppen i desember (E2 og VTG) og februar (E2). Gonadosomatisk indeks var høyere i HF-gruppen rett før gyting i desember. Uttrykk av StAR (Steroidogenic Acute Regulatory protein), som er en viktig faktor i syntesen av steroider, var høyere i fisk i HF-gruppen. Fisk fra HF-gruppen klarte stress i gyteperioden bedre enn fisk fra LF-gruppen, som hadde lavere fekunditet, mer irregulær gyting og dårligere eggkvalitet.

Prosjektnummer: 190187
Prosjektleder: Birgitta Norberg
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: NIFES, Skretting ARC
Program/finansieringskilde: Havbruk – en næring i vekst

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Toksin absorberende disk (TAD), en enkel og kostnadseffektiv metode for å overvåke fiskedrepende alger.
Forfatter(e): Thomas Rundberget, Morten Sandvik, Renate Johansen, Eliann Egaas, Chris Miles

Sammendrag:

Veterinærinstituttet har utviklet en type prøvetakere (TAD) for å måle innhold av algegifter i sjøvann. TAD er en type passive prøvetakere som henges ut i området rundt mærene og samles inn etter 1-10 dager avhengig av algesituasjonen.

Resultatene fra en pilotstudie finansiert av Marine Harvest, NFR og Veterinærinstituttet indikerte en korrelasjon mellom diagnostiserte gjelleskader i oppdrettsfisk og tilstedeværelse av algegifter i TAD. En vet imidlertid lite om hvilke typer alger og algegifter som var til stede i den tiden studien varte.

Våre TADer er billige og enkle i bruk. I kombinasjon med kjemiske og biologiske analysemetoder gir de et detaljert gjennomsnittsmål på forekomsten av fettløselige algetoksiner i sjøvann. Passive prøvetakere vil derfor være et viktig verktøy for å overvåke eksponering av oppdrettsfisk for algegifter.

Prosjektnummer:
Prosjektleder: Chris Miles
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner: Universitetet i Oslo
Program/finansieringskilde:

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Sukkerlaks – glykogenopphopning i laks med bløt muskeltekstur
Forfatter(e): Jacob Seilø Torgersen, Erling Olaf Koppang, Lars Helge Stien og Turid Mørkøre

Sammendrag:

Omlag 4 % av Norsk oppdrettslaks nedklassifiseres som følge av bløt muskeltekstur. Årsakssammenhengen er kompleks og involverer genetisk bakgrunn, helsetilstand, førsammensetning, driftsregime og slakteprosessen. Forståelsen av mekanismene som ligger bak bløt muskeltekstur er av stor økonomisk interesse og i denne studien har vi undersøkt muskelvev som rangerer fra ekstremt myk til svært fast konsistens ved hjelp av ulike histologiske tilnærminger. Fisken ble rangert etter teksturanalyser før billedanalyse av muskel tverrsnitt. Resultatene viste at muskelcellene i bløte muskler hadde endret morfologi og en betydelig økning i ekstracellulært areal. Elektronmikroskopi viste glykogenopphopninger inne i cellene, mitokondriedegradering, og manglende adhesjon mellom naboceller i bløt muskel. Unormal glykogendeponering ble bekreftet av PAS farging og immunofluorescens mikroskopi av viktige bindevev og ekstracellulære proteiner bekreftet redusert celleadhesjon og endomysiedegradering. Resultatene fra prosjektet peker dermed i retning av at bløt muskel hos laks skyldes unormal glykogenmetabolisme og vi har kommet et langt skritt i riktig retning for bedre teksturkvalitet i oppdrettslaks gjennom endret førsammensetning og driftsregimer.

Prosjektnummer: 190479/E40
Prosjektleder: Turid Mørkøre
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: NVH, IMR, UMB, Sintef, ICTAN, SLU
Program/finansieringskilde: NFR/FHF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Gjeller og det interbrankialt lymfatiske vevet hos laks – dets
Forfatter(e): rolle i virusinfeksjon.
L Austbø¹, IB Aas¹, K Falk², M Kønig¹, S Welii², E Westad¹, M
Syed¹, EO Koppang¹.

¹Norges veterinærhøgskole, pb 8146 Dep, 0033 Oslo.

²Veterinærinstituttet, pb 750 sentrum, 0106 Oslo

E-mail: lars.austbo@nvh.no

Sammendrag:

Det nylig karakteriserte gjellevevet (interbrankialt lymfatiske vev, ILT) hos laks er lokalisert ved basen av gjellefilamentene og strekker seg langs hele lengden av gjellebuene. Det består hovedsakelig av T-celler spredt i ett nettverk av epithelceller, samt en del MHC klasse II positive celler. Det har en underliggende basalmembran og er dekket av et beskyttende kapsellignende lag som inneholder slimceller. Hvilken funksjon dette vevet har vet vi så langt lite om, men det kan virke åpenlyst at en slik stor ansamling av T-celler lokalisert strategisk i gjellene også må ha en viktig immunologisk funksjon. I dette studiet er ILA-badesmitte benyttet for studie av naturlig opptak og respons i ILT og gjeller hos laks. Badesmitte er valgt ettersom denne metoden ikke bare simulerer den naturlige smitteruten, men også gir oss full kontroll over smittetidspunktet. Real-time PCR er brukt for å måle virus og transkript-regulering av en rekke kjente immungener i laser-dissekert ILT, gjeller og midt nyre. I tillegg er det også designet et TaqMan assay, basert på den alternative koblingen av segment 7, for å detektere kun replikerende virus. Virusmålinger antyder en 100 % effekt av badesmitte og viser jevnt stigende nivåer til den terminale fasen. På lik linje med gjellene viser ILT god respons med flere innate immune gener, men viser i motsetning til de andre vevene negativ verdier for virus RNA. Målet har vært å fokusere på gjellene og deres rolle i opptaket og deres immunrespons, samt danne en basis for funksjonelle studier av "gjellevevet" (ILT) hos laks.

Prosjektnummer: 183196/S40 (InNoVacc)
Prosjektleder: Espen Rimstad
Prosjektansvarlig institusjon: Norges veterinærhøgskole
Samarbeidende institusjoner: Veterinærinstituttet
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd

Postertittel: Nedsatt tarmhelse og forekomst av flytefaeces hos laks
Forfatter(e): – er ulike miljøfaktorer, lakselus og sykdommer involvert?
Laila Brunvold, Ragnhild Hanche-Olsen, Michael Penn, Marie Hillestad, Asbjørn Dyrkorn Løland, Hege Lysne

Sammendrag:

Flytefaeces har blitt observert ved ulike anlegg i Nordland både i 2010 og 2011, og er et problem som assosieres til sommer og høst. Hos affisert fisk observeres avvikende tarmmorfolgi, og dette ser man også i etterkant av flytefaeces-episoder. Obduksjon av oppfôret fisk viser svulne blindsekker med kremhvitt slim, gulaktig tarminnhold og unormalt lys slimhinne i fremre tarm, inkludert blindsekkene, samt i midttarm. Histologisk vurdering av tarmvevet indikerer at tilstanden ikke skyldes betennelse i blindsekker eller midttarm, men det observeres en uvanlig opphopning av fettdråper (vakuolisering) i epitelceller i blindsekkene. Analyser av avføring viser at denne består hovedsakelig av fett. Avvikende tarmmorfolgi og nedsatt tarmhelse er også observert uten å være relatert til flytefaeces problematikk. Prosjektets målsetning er å kartlegge tarmhelse, og forekomsten av flytefaeces hos laks gjennom en sesong i sjø, samtidig som vi overvåker ulike miljøparametere, lusepåslag og sykdom. Forsøket er satt opp i 4 merder med mest mulig like miljøforhold. To av merdene inneholder fisk av 2010 generasjon og to med 2011 generasjon. Miljøparametere som temperatur, salinitet, strøm, oksygen og siktedyp, samt værforhold, observasjoner av flytefaeces, lusepåslag og stress, vil bli overvåket og loggført. Fôr for 1 år er produsert og frosset inn ved forsøksstasjonen for å unngå en fôrvariabel gjennom forsøksperioden. Standardiserte uttak à 10 fisk tas ut hver 6 uke i vinterhalvåret (oktober til april) og hver 3 uke for sommerhalvåret (april til oktober). Det utføres tarmscore etter fastsatt vurderingsskjema. Det blir tatt prøver for videre analyse for sykdomsagens og til histologi. Screening for sykdomsagens gjelder i hovedsak virussykdommer som Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB), Infeksiøs pankreas nekrose virus (IPNV) og Kardiomyopatisyndrom (CMS). Det vil også bli utført screening for mikrosporidien *Paranucleospora theridion*. Resultatene fra forsøket vil foreligge i slutten av 2012, og vil forhåpentligvis belyse noen av årsakssammenhengene relatert til nedsatt tarmhelse og flytefaeces.

Prosjektnummer:
Prosjektleder: Laila Brunvold
Prosjektansvarlig institusjon: Helgeland Havbruksstasjon As
Samarbeidende institusjoner: Norges Veterinærhøgskole, Biomar, Skretting og Ewos
Program/finansieringskilde: FHF og NCE Aquaculture

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Fôrinntak og vekst i et individbasert system for laks og appetitt
Forfatter(e): effekter av injeksjon av hormonene ghrelin og leptin
Ernst M. Hevrøy*¹, Tom Hansen², Marcus Søyland³, Tom Ole Nilsen^{3,4}, Ana Gomes³, Hiroyuki Kaiya⁵, Ivar Rønnestad³

¹NIFES, PO Boks 2029, Nordnes, 5817 Bergen

²Havforskningsinstituttet, Matre forskningsstasjon,

³Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen.

⁴Uni miljø, Uni Research AS, N-5006, Bergen

⁵Department of Biochemistry, National Cardiovascular Center Research Institute, Osaka, Japan

Sammendrag:

Vi har etablert og validert et eksperimentelt oppsett for individbaserte studier av fôrinntak og vekst hos laks. I forsøkene har vi brukt en pre-sedativ behandling med AQUIS (12 mg L⁻¹) tilsatt i karet før laksen blir forsiktig håvet ut av karet og deretter bedøvd med MS 222 (50 mg l⁻¹). En skånsom behandling gjør at laks gjenopptar spising få timer etter intervensjon, som intraperitoneal (I.P) injeksjon, veiing og måling. I arbeidet har vi utført flere forsøk med postsmolt laks (90-130 g; NLA stamme) i sirkulære innendørs tanker (0.5 x 0.5 x 0.4 m) med 85 L i 11 °C sjøvann. I forsøkene ble fisken handfôret i overskudd fire ganger om dagen kl 09:00, 11:00, 13:00 og kl 1430 med oppsamling av ikke-spist fôr 15 min etter avsluttet fôring.

For å stimulere spiseatferd ble 2-3 laks satt ut i kar innledningsvis. Etter en periode (1 – 2 uker) med oppfølging ble de individene som så ut til å ha spist mest valgt ut for forsøket. Disse ble veid og satt tilbake enkeltvis i kar (N=15). Når det individuelle fôropptaket var stabilisert (ca 1 uke) ble fisken injisert (I.P) med en oljeblanding (Crisco olje og soyaolje 50/50, 37 °C) tilsvarende 5 % av kroppsvekt med eller uten hormon. Deretter ble det daglige fôropptak for hver fisk registrert i 4-7 dager etter behandling for å se på hormonelle effekter på fôrinntak samt prøvetakning ved avslutning av forsøket.

I første forsøk viste vi at det var ingen signifikante forskjeller i fôropptak på fisk som ble injisert med en oljeblanding versus kontrollfisk (n=4-5, N=9). Ved neste forsøk ble det injisert rekombinant lakseleptin (sLepA1) med økende mengder leptin (0.0 µg, 1.0 µg og 5.0 µg g⁻¹) (n=5, N=15). Fôrinntak ble registrert i 4 dager og viste en signifikant reduksjon i fôrinntak med økende mengde injisert leptin. Dette støtter hypotesen om at leptin virker anorektisk hos laks. Videre er det gjennomført ytterligere to fiskeforsøk med injeksjon med leptin og ghrelin og resultatene virker lovende. Resultater av biologiske og kjemiske analyser på mRNA og proteinnivå for å belyse funksjon av leptin og ghrelin vil bli presentert. Målet med prosjektet er å gi bedre forståelse av vekst og appetitt hos laks.

Prosjektnummer: 199683/S40
Prosjektleder: Ernst M. Hevrøy
Prosjektansvarlig institusjon: NIFES
Samarbeidende institusjoner: HI Matre, UIB, National Cardiovascular Center Research Institute
Program/finansieringskilde: Norges forskningsråd

Postertittel: Muskelstrukturtilstanden i Atlantisk laks - assosiasjon med
Forfatter(e): tekstur og skjelettdeformiteter
Tone-Kari Østbye¹, Eva Veiseth-Kent¹, Thor Landsverk², Mia B.
Rørå¹, Grete Bæverfjord¹.

¹Nofima, ²Norges Veterinærhøgskole

Sammendrag:

En stor andel oppdrettsfisk i slakteferdig størrelse har vist seg å være rammet av både skjelett- og vevsdeformiteter. Deformiteter kan påvirke fiskevelferden, økonomi og kvalitet, grunnet svekket vekst i rammet fisk, økt dødelighet, og redusert filet kvalitet. I prosjektet undersøkte vi muskelprøver fra 609 laks hentet fra kommersielle oppdrettsanlegg og fra ulike forskningsprosjekter (effekt av tidlig temperatureksponeering, førkomponenter, lyslengde i forhold til smoltifisering, tidspunkt for vaksinerings, laks med familieinformasjon (fettinnhold, vekt/lengde, tekstur)). Histologiske undersøkelser viste endringer i muskelstruktur i forhold til det som er normalt hos pattedyr. Vi identifiserte muskelendringer som sentralt plasserte kjerner, degenererte muskelfibre langs myocommata og innen muskelfiberbunter, muskelfibre invadert av mononukleære celler, muskelfibre med sarkoplasmiske masser, oppsvulmede muskelfibre, såkalte "møllspiste" muskelfibre og ringfibre. Vi observerte også ulike andel muskelfibernydannelse. Nesten alle lakseprøvene hadde muskelfibre med sentralt plasserte kjerner. Ca 40% av muskelprøvene inneholdt muskelfibre med omfattende degradering (nekrose og/eller apoptose). En liten andel viste også oppsvulmede muskelfibre og var invadert av mononukleære celler, noe som indikerer betennelsesreaksjoner. Ca 30 % av laksen i forskningsprosjektene innen skjelettdeformiteter hadde både muskelendringer og skjelettdeformiteter, og det ser ut til å være en assosiasjon mellom platyspondyli og degenererte muskelfibre nær bindevevet. Økt temperatur viste også en effekt på andel muskelendringer, da spesielt degenerering av muskelfiber. Microarray- analyser viste oppregulerte genene assosiert med stress i disse muskelprøvene. Muskelprøver med stort antall av muskelfibre med sarkoplasmiske masser indikerte en pågående stress/apoptotisk respons i fibre, med nedregulering av energi og muskelrelaterte gener. Immungener så ut til å være upåvirket. Det ser ut til at det er en sammenheng mellom tekstur og muskelfiberdegenerering, både sentralt i muskelfibervevet og langs myocommata. Økt antall muskelfiberendringer ble funnet i laksefileter med bløt tekstur. Vi fant også at laks med høyere vekt hadde større andel oppløste muskelfibre langs myocommata og lavere antall fibernydannelse.

Prosjektnummer: 185010/S40
Prosjektleder: Grete Bæverfjord
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: NVH
Program/finansieringskilde: Havbruk/NFR

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Postertittel: Pyrosekvensering og analyse av ILAV HPR0-positivt
Forfatter(e): gjellemateriale fra Atlantisk laks
Turhan Markussen, Hilde Sindre, Torstein Tengs, Monika J. Hjortaas, Ole Bendik Dale, Debes H. Christiansen og Knut Falk.

Sammendrag:

Infeksiøs lakseanemi virus (ILAV) er et orthomyxovirus som fortsetter å skape problemer i norsk fiskeoppdrett så vel som i andre land som driver oppdrett av Atlantisk laks. Sekvensvariasjonen mellom ILAV-genomer er relativt lav, noe som indikerer et lavt seleksjonspress. Størst variasjon finner man i virusets to overflateproteiner, haemagglutinin-esterasen (HE) og fusjonsproteinet (F). Sammenlignet med såkalte lavpatogene HPR0-varianter har høypatogen ILAV, dvs. ILAV-isolater som forårsaker klassiske ILA-sykdomsutbrudd, alle en delesjon i HE av variabel størrelse, og i F en enkeltaminosyre substitusjon eller insersjon nær dets kløyvingssete (R₂₆₇).

De siste årene har man, bla. gjennom screeningsundersøkelser, oppdaget at HPR0-genotyper er mer utbredt enn tidligere antatt, med hyppigere funn både i tilsynelatende frisk villaks så vel som oppdrettslaks. Man antar i dag at disse genotypene er forløpere til mange av de ILAV-stammene som forårsaker ILA. Imidlertid er det knyttet usikkerhet til hvilken risiko et positivt HPR0-funn medfører i og med at en positiv HPR0-påvisning ikke nødvendigvis betyr at man får sykdomsutbrudd. HPR0-genotyper har også funksjonelle forskjeller sammenlignet med virulente stammer; kultivering i fiskeceller har vist seg vanskelig, og påvisning er hittil hovedsakelig blitt gjort vha. RT-PCR. Og siden de største virusmengdene blir funnet i gjellevev er det sannsynlig at vevstropisme står sentralt i overgangen til virulens og systemisk infeksjon.

Selv om det er rimelig å anta at andre ILAV-gener kan være viktige i virulens, er betydningen av overflateproteinene i denne sammenheng udiskutabel. Som en del av et pågående NFR-prosjekt har man her pyrosekvensert PCR-produkter som omfatter HE-HPR og regionen rundt F-R₂₆₇ med det for øye å få en dypere innsikt i ILAV molekylære mekanismer knyttet til infeksjonen og virulens. Både HPR0-positiv- og ILA-syk fisk ble inkludert i sekvenseringen, og tolkningen av resultatene fra dette sekvenseringsarbeidet vil bli presentert.

Prosjektnummer: 207024 (Characterisation of ISA HPR0 virus- and infection in Atlantic salmon)
Prosjektleder: Knut Falk (midlertidig prosjektleder er Hilde Sindre)
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner: 1) Food, Veterinary and Environmental Agency, Department of Fish and Animal Diseases, Torshavn, Faroe Islands, 2) Marine Scotland, Marine Laboratory, Aberdeen, Scotland, 3) Norges veterinærhøgskole, Oslo, 4) Novartis Animal Vaccines Limited, Oslo.
Program/finansieringskilde: HAVBRUK, Forskningsrådet

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: PRV kvantifisering i norske oppdrettsanlegg
Forfatter(e): Marie Løvoll, Marta Alarcon, Britt Bang Jensen, Torunn Taksdal,
Anja B. Kristoffersen, Torstein Tengs

Sammendrag:

Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB) hos oppdrettslaks (*Salmo salar* L.) ser ut til å være assosiert med et nylig beskrevet reovirus, Piscine reovirus (PRV). PRV ser ut til å ha en meget stor utbredelse i Norge, men høye virusmengder og vevsdistribusjon stemmer bra med at viruset er kausalt involvert i utviklingen av HSMB. Vi har kvantifisert PRV i hjertevev ved hjelp av real-time PCR i kohorter av oppdrettslaks fra ferskvannsfase (pre smolt) til slakteklar fisk. Våre funn er i samsvar med tidligere hypoteser, men enkelte nye observasjoner ble gjort. Det ser ut til at fisken er i stand til å redusere virusmengden når den nærmer seg slakteklar størrelse (~18 måneder) og sekvensering indikerer at utbrudd ikke ser ut til å være forårsaket av spredning av en spesifikk, høyvirulent stamme av PRV.

Prosjektnummer:
Prosjektleder: Torstein Tengs
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet, Oslo
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: Internmidler (prosjekt 2011022)

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Postertittel: Estimering av vekst hos oppdrettslaks (*Salmo salar L.*) med
Forfatter(e): utgangspunkt i dynamisk energibudsjett-modell (DEB) og
Kalman-filtrering.
Giancarlo Marafioti, Jo Arve Alfredsen, Morten Omholt Alver.

Sammendrag:

En estimator av typen extended Kalman-filter (EKF) har blitt utviklet for kontinuerlig estimering av vekst hos oppdrettslaks under gitte miljø og fôringsbetingelser. Estimatoren bygger på en beskrivelse av laksens forventede vekst i form av en modell av fiskens dynamiske energibudsjett (DEB-teori). Hensikten med estimatoren var å beregne kontinuerlige og mer nøyaktige estimat av fiskens vekst i et regime hvor observasjoner av fiskens størrelse kun var sporadisk tilgjengelige, og hvor målinger og modell var beheftet med usikkerhet. I denne studien ble en variant av et kontinuerlig-diskret_EKF implementert og vurdert i forhold til dets evne til å forutsi fiskens faktiske vekst mer nøyaktig enn det modellen alene kunne prestere. Dette ble gjort med bakgrunn i data fra et tidligere publisert vekstforsøk hvor grupper på 23 fisk ble fôret og observert over en periode på 12 uker i fire tanker med forskjellige temperaturer. Vekstestimatet basert på EKF viste seg å være mer presist enn vekst beregnet fra modellen alene. Maksimalt avvik ved simulering av modellen var -17.3%, mens det ved anvendelse av estimatoren ble redusert til -4.7%. Vi konkluderer derfor med at denne typen estimeringsteknikker, som er utbredt innen optimalisering og regulering av andre former for industriell prosesser, også bør kunne vurderes innen akvakulturrelaterte problemstillinger. Dette betinger imidlertid at det finnes matematiske modeller med gode prediksjonsegenskaper. Mulige anvendelsesområder kan være innen biomasseestimering i oppdrettsmerder, produksjonsplanlegging og overvåkning.

Prosjektnummer: 199788
Prosjektleder: Erik Høy
Prosjektansvarlig institusjon: SINTEF Fiskeri og havbruk
Samarbeidende institusjoner: SINTEF Fiskeri og havbruk, NTNU, SINTEF IKT, Christian Michelsen Research, Institute of Marine Research, UiO, Veterinærskolen.
Program/finansieringskilde: Havbruk

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Fôropptak, appetitt og fordøyelse hos kveite- fra startfôring til yngel
Forfatter(e): I. Rønnestad¹, A. Gomes¹, Y. Kamisaka¹, K. Olsen¹, R. Tillner², I. Lukram¹, A-E. Jordal¹, L.E.C. Conceição³, T. Harboe⁴

¹Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen

²GEOMAR | Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Germany

³CCMAR, University of Algarve, Faro, Portugal

⁴Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Austevoll, Storebø

Sammendrag:

Fiskelarver, inkludert kveite, bruker synet når de spiser og under konstant lys kan de ende opp med å spise kontinuerlig. Kontinuerlig fôropptak kan føre til rask tarmpassasje (kort oppholdstid i tarmen) med påfølgende redusert absorpsjonseffektivitet, spesielt i tidlige stadier når fôropptaket er dårlig regulert. Dette kan føre til dårlig tilgjengelighet av viktige/essensielle næringsemner, og kan være spesielt kritisk for fôrkilder og næringsemner som krever lengre tid for å bli fordøyd og absorbert i tarmen.

I dette prosjektet har vi belyst ulike aspekter rundt fôropptak og fordøyelse hos kveite der målsetningen har vært å få en bedre basis for å tilrettelegge et fôringsregime basert på larvens gradvis endrede fysiologi spesielt med tanke på fordøyelsessystemet. Videre har vi hatt som mål å øke forståelsen av de hormonelle reguleringsmekanismer for appetitt og fordøyelse og hvordan disse endres fra startfôring til ferdig yngel.

I prosjektet har vi karakterisert fordøyelsessystemet hos kveite på ulike utviklingsstadier vha. 3-D modeller, differensielt uttrykk av nøkkelgener, samt studier av pH-forhold i fordøyelseskanaalen og studier av dens prosesseringskapasitet. Vi har fokusert på å forstå utviklingen og betydningen av funksjonell mage. Vi vil presentere data fra funksjonelle studier samt presentere en dynamisk mekanistisk modell som simulerer bio-tilgjengelighet for ulike næringsemner under ulike fôringsregimer i larve og yngelfasen.

Prosjektnummer: 190019
Prosjektleder: Ivar Rønnestad
Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen
Samarbeidende institusjoner: Havforskningsinstituttet
Program/finansieringskilde: Havbruk/NFR, EU

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Undersøkelse av genetisk variasjon hos *Tenacibaculum* spp
Forfatter(e): isolert fra sår hos fisk i marint oppdrettsmiljø i Norge
Olsen AB¹, Tandstad NM², Bottolfsen K¹, Duchaud E³, Colquhoun
DJ², Nilsen HK¹ Veterinærinstituttet Bergen, ²Veterinærinstituttet
Oslo, ³INRA, Jouy en Josas, Frankrike

Sammendrag:

I Norge har sår hos laks og regnbueørret i vintersesongen, vintersår, vært påvist siden 1980-tallet og *Moritella viscosa* er velkjent som en viktig faktor. Det er også dokumentert at 60-70 % av sårene hos laks er infisert med *Tenacibaculum* sp. (tidligere *Flexibacter*) og at en representant for disse, under eksperimentelle forhold, kan være primærpatogen. Det kan se ut som om det har vært en økt forekomst av alvorlige utbrudd av sår hos laks og regnbueørret på ettervinteren der *Tenacibaculum* sp har vært et framtrødende funn. I tillegg til sår på kroppssidene, har en alvorlig manifestasjon vært ulcerasjoner i hoderegionen. Det er særlig i disse tilfellene at *Tenacibaculum*-bakterien har vært til dels det eneste bakterielle funnet. *Tenacibaculum* sp(p) er også isolert i forbindelse med finneråte og sårproblemer hos leppefisk, torsk og kveite. En bakterie som tilhører samme slekt, *Tenacibaculum maritimum*, er godt kjent som årsak til sår og dødelighet fra andre deler av verden, men denne arten er til nå, og så langt vi kjenner til, ikke påvist ved sårproblematikk i Norge. Under norske forhold finner vi andre typer *Tenacibaculum* og det er en viss diversitet mellom isolatene. I EU/EMIDA (Emerging and Major Infectious Diseases of Livestock) -prosjektet "Control of *Flavobacteriaceae* infections in European fish farms" bidrar Veterinærinstituttet med karakterisering av *Tenacibaculum*-stammer med sikte på å avdekke epidemiologiske markører og viktige virulensfaktorer. Utvalget som undersøkes, omfatter stammer isolert i forbindelse med det diagnostiske arbeidet over mange år og fra et bredest mulig spekter av arter og problemstillinger. Posterens viser foreløpige resultater av multi lokus sekvens typing (MLST). Metoden måler DNA-sekvensvariasjonen for et sett av husholdningsgener og karakteriserer bakteriestammene ved hjelp av deres unike profil.

Prosjektnummer: 202834/E40
Prosjektleder: Hanne Nilsen
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet (VI-Bergen)
Samarbeidende institusjoner: Frankrike - INRA, Italia - IZS, Finland - Åbo Akademi,
Danmark - DTU/Veterinærinstituttet, Sveits - FIWI/ICM,
Phylogene (Frankrike) og Pharmaq (Norge)
Program/finansieringskilde: EU/EMIDA ERA-net - NFR

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Lys påvirker farge hos røkt laks
Forfatter(e): Åsli, M., Böcker, U., van Nes, S., Mørkøre, T.

Sammendrag:

For å undersøke hvordan fargen til røkt laks påvirkes av lysforhold under lagring, ble 40 røkte laksebiter (NKS) vakuumpakket og lagret ved 4 °C i konstant lys eller konstant mørke i to måneder.

Etter 10, 30 og 60 dager ble filetfargen analysert fotometrisk og endringer i spektra målt ved hjelp av spektroskopi (VIS-NIR). Kjemisk målt pigment ble analysert ved sluttuttak.

Resultater

Etter 10 dager var det en tendens til høyere rødfargeintensitet (a^* -verdi) for filet som var lagret i konstant mørke, og ved 30 og 60 dager var forskjellene statistisk signifikante ($P < 0.05$).

De fotometriske resultatene var i samsvar med kjemisk bestemt astaxanthin, som viste 10 % høyere nivå i de mørklagrede prøvene sammenlignet med de som var lagret i konstant lys ($P < 0.05$).

VIS-NIR viste en endring i spektra under lagring. De største endringene kunne tilskrives lagringstid, men det var også en markant effekt av forskjellige lagringsbetingelser.

Konklusjon

Fargen avtar hos røkt laks under lagring, og lys påskynder nedbrytningsprosessen av pigmenter. Det vil være mulig å redusere fargetap hos røkt laks ved å justere lysregime eller modifisere emballasjen.

Prosjekt: Kvalitetsavvik og årsakssammenhenger

Prosjektnummer: FHF #900339
Prosjektleder: Turid Mørkøre
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner:
Program/finansieringskilde: FHF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: ”Aerob kapasitet hos laks i en varmere fremtid: En sammenligning mellom norske og franske laksepopulasjoner”
Forfatter(e): Christine S. Couturier, Øyvind Øverli, Göran E. Nilsson

Sammendrag:

Det er i dag liten tvil om vi på grunn av klimaendringer i fremtiden kan vente oss generelt økte vanntemperaturer i Norge. Dette gjelder både temperatur i sjøvann og ferskvannskilder for settefiskproduksjon av laks. Det råder generelt stor usikkerhet om hvordan temperaturendringene vil påvirke forutsetningene for å drive oppdrett av fisk. Det man imidlertid vet er at fiskens ytelse med hensyn til en rekke biologiske prosesser påvirkes lenge før en når en kritisk temperatur som er umiddelbart dødelig. Dette skjer fordi økende temperatur fører til redusert aerobisk kapasitet. Med aerob kapasitet menes differansen mellom fiskens maksimale oksygenopptak og det som trengs til basalmetabolisme, det vil altså si den delen av oksygenopptaket som teoretisk kan gå til energikrevende prosesser som matinntak, vekst, bevegelse og reproduksjon. Ved høye temperaturer minsker denne kapasiteten som følge av at hvilemetabolismen øker raskere enn evnen til oksygenopptak. Grensen der denne nedgangen inntreffer kalles pejus temperaturen (T_p), som er spesifikk for ulike arter og populasjoner av fisk. For mange fiskepopulasjoner er redusert aerobisk kapasitet i flere studier fremhevet som en av de viktigste negative effekter av økende temperatur på global skala. Den kritiske faktoren T_p er imidlertid ikke kartlagt hos verken ulike oppdrettslinjer eller ville populasjoner av Atlantisk laks. Hovedmål med dette prosjektet, som avsluttes i 2013, er å ta frem denne kunnskapen. Vi har til nå bestemt maksimalt oksygenopptak og hvilemetabolisme hos yngel fra to ulike viltlevende populasjoner av Atlantisk laks (Alta, Finnmark og Frankrike) oppdrettet ved 12, 14, 16, 18, og 20 °C. Vi så da at både hvilemetabolisme og maksimalt oksygenopptak øket med økende temperatur, men noen forskjell mellom populasjonene kunne ikke påvises. Videre var det slik at yngel oppdrettet ved 12 °C viste høyest aerobisk kapasitet ved lavere temperaturer. De samme parameterne vil blir målt når fisken har nådd en størrelse av 20 – 50 gram.

Prosjektnummer: 199796
Prosjektleder: Göran Erik Nilsson
Prosjektansvarlig institusjon: UoH-sektor/Universitetet i Oslo/Institutt for molekylær biovitenskap
Samarbeidende institusjoner: Aquagen (Norway), Marine Harvest (Norway), Universitetet for miljø- og biovitenskap (Ås, Norway), University of British Columbia (Vancouver, Canada)
Program/finansieringskilde: Havbruk - en næring i vekst

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Frie aminosyrer i krillhydrolysat stimulerer fôropptak hos
Forfatter(e): Atlantisk laks fôret med svært lavt innhold av fiskemel
Katerina Kousoulaki, Hanne Jorun Olsen, Ivar Rønnestad, Tharmini
Kalanathan, Sigve Nordrum, Paddy Campbell, Rolf Berge, Sissel
Albrektsen

Sammendrag:

Bruk av bærekraftige fôr med lave innblandingsnivå av fiskemel har ført til økt behov for tilsetning av appetittstimulerende komponenter. Det er gjennomført et forsøk med laksesmolt i perioden etter sjøtsett, der kontrollfisk ble fôret med en lavfiskemelsdiett (LFM) (3 % fiskemel). I 6 andre eksperimentelle dietter ble noe av det vegetabiliske proteinet erstattet med kjente attraktanter, herunder: 1) 1,9 % (LAK) eller 2) 3,8 % (HAK) Antartiskkrillhydrolysat; 3) mononukleotiden AMP (AMP); 4) cholinklorid (CC); 5) aminosyre-blanding tilsvarende den frie aminosyreprofilen i krillhydrolysatet (AA); og 6) blanding av AMP, CC og AA. Som positiv kontroll ble det produsert en medium fiskemelsdiett (MFM) med 10 % fiskemel. Diettene ble fôret til triplikate laksegrupper (130g startvekt) i 42 dager. Vekstfaktor (TGC), fôreffektivitet (FE) og fôropptak (FI) ble målt gjennom forsøket, og ved sluttuttak ble det tatt prøver av muskel, lever, blod, hjerne og tarm. Fôropptak og vekst var høyest hos HAK, AMP+CC+AA og AA. Hos fisk med lavere fôropptak og vekst (LFM, AMP) var levervekt og fettinnhold høyere enn hos fisk som spiste og vokste best. Det ble funnet forskjeller i serumnivå av polare lipider, og i total, fritt og forestret kolesterol. Selv om tilsats av cholinklorid (CC) ikke førte til høyere fôropptak, førte det til vesentlige endringer i lever- og blodsammensetning hos laksen. Hjernemateriale fra fisk fôret de tre diettene som gav størst forskjeller i fôropptak og vekst (LFM, HAK og AA) ble valgt ut til analyse av genuttrykk (qPCR) av neuropeptider som regulerer appetitt. Resultatene viser oppregulering av både oreksigeniske og anoreksigeniske faktorer i hjernen. Vesentlige forskjeller ble målt i neuropeptidene CART, NPY, CCK-L, CCK-N, POMCA2 og AgRP1 og PYY. Alle, unntatt de to siste, var oppregulert av AA dietten og i mindre grad av høye nivå av krillhydrolysat i forhold til lavfiskemelsdiett (LFM). Resultatene indikerer at både krillhydrolysat og frie aminosyrer i en blanding som tilsvarer krill hydrolysat gir tilsvarende eller bedre effekt på fôropptak og vekst sammenlignet med medium innblandingsnivå av fiskemel i fôr til laks.

Prosjektnummer: NFR prosjekt 190043 (KMB)
Prosjektleder: Sissel Albrektsen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima AS
Samarbeidende institusjoner: Biomar AS, Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen,
Aker BioMarine ASA, Haukeland Universitetssykehus.
Program/finansieringskilde: KMB/Norges forskningsråd, BioMar og Aker BioMarine

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Fôrprosessering: Bløtlegging av stivelse før ekstrudering
Forfatter(e): Olav Fjeld Kraugerud, Birger Svihus, Vegard Denstadli²

Sammendrag:

Den høye andelen planteråvarer i dagens fôr endrer ikke bare ernæringsmessig kvalitet, men også fôrets fysiske egenskaper. Stivelse er en viktig bidragsyter for fôrets fysiske egenskaper. For at stivelsen skal kunne oppnå maksimale bindingsegenskaper trengs fuktighet, og i dagens kommersielle fôrproduksjon er stivelsen i kontakt med fuktighet i kort tid, og samtidig med de andre ingrediensene. For å se om bløtlegging av stivelsen kan føre til endrede fysiske egenskaper, gjennomførte vi et forsøk der vi sammenlignet både behandling og proteinråvarer. Tanken er at en økt behandlingstid som benyttet i forsøket kan implementeres i en fôrprosesseringslinje.

Da fysiske egenskaper var fokus i forsøket, ble to modellfôr med tilnærmet lik kjemisk sammensetning formulert uten henblikk på ernæringsmessig sammensetning. Modellfôrene ble prosessert (i duplikat), begge med en hvetestivelsesinkludering på 10 %. Plantefôret inneholdt i tillegg 87 % soyamel og 3 % soyaolje. Det marine fôret inneholdt 90 % fiskemel i tillegg til stivelsen. Den konvensjonelle behandlingen (kontrollen) bestod av kondisjonering (~95 °C) og ekstrudering (~125 °C). For bløtleggingsbehandlingen ble stivelsen bløtlagt (60 % vann) i 30 min. ved 35 °C for så å bli sprayet over resten av melblandingen. Deretter ble det hele blandet og prosessert (kondisjonert og ekstrudert som for konvensjonell behandling). Vanntilsatsen under kondisjonering ble justert slik at total vannmengde var lik for den konvensjonelle og bløtleggingsbehandlingen.

Det viste seg at det marine fôret og plantefôret reagerte ulikt på bløtleggingsbehandlingen. Fiskemelsfôret viste en tendens til økt durabilitet ved bløtlegging, noe som støtter hypotesen om at bløtlegging gjør det lettere å aktivere stivelsesdelen i fôret. For plantefôret ble det kun registrert små endringer i durabilitet. Ekspansjonsmålingene viste at plantefôrets ekspansjon ble redusert med bløtlegging. Resultatene fra plantefôret antyder en motsatt effekt enn på fiskemelsfôret. Planteproteinene har relativt sett en mer hydrofob overflate sammenlignet med fiskemelsprotein, og dermed kan det se ut som konkurransen om vannet er mindre.

Prosjektnummer:

Prosjektleder:

Prosjektansvarlig institusjon: Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Universitetet

Samarbeidende institusjoner: for miljø- og biovitenskap

Program/finansieringskilde: SFF/Aquaculture Protein Centre

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Kveis i norsk fisk og fiskemat
Forfatter(e): Eliann Egaas, Arne Levsen

Sammendrag:

Kveis er samlebetegnelsen for larvene av en gruppe parasittiske rundmark (nematoder) som er svært vanlig å finne i vill saltvannsfisk. Dersom noen spiser fisk som ikke har vært skikkelig tilberedt (varme/frysing), kan levende kveis fra fisken utløse akutt sykdom med magesmerter, diaré og oppkast. Mindre kjent er at levende kveis også kan føre til allergiske reaksjoner hos særlig disponerte personer. I noen tilfeller vil spor av død kveis i prosessert fiskemat kunne være nok til å utløse en alvorlig allergisk reaksjon. Allergi mot kveis er relativt vanlig i Japan og bestemte regioner i Spania, og har ført til at mange her ikke lenger spiser fisk. I resten av Europa, inkludert Norge, er utbredelsen av allergi mot kveis lite kjent.

Norsk oppdrettsfisk (laks, torsk) som går i innhegninger og gis tørrfôr, antas å være fri for kveis. Foreløpige resultater fra en pågående undersøkelse av dette i torsk sammen med en undersøkelse av sushi fra norske spisesteder vil bli presentert.

Prosjektet utvikler metoder til bruk i produktkontroll av industrielt bearbejdede produkter fra fisk som torsk, makrell, brisling og sild. Gjennom to år har prosjektet analysert stikkprøver av kveisprotein i hermetiske fiskeprodukter på det norske markedet. Fôr til oppdrettsfisk og fjærfe er også undersøkt. Resultatene vil bli presentert.

Prosjektnummer: 196085
Prosjektleder: Eliann Egaas
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner: NIFES, Haukeland Universitetssykehus og Universitetet i Oslo, samt deres internasjonale nettverk.
Styringsgruppe: Nasjonalt Folkehelseinstitutt/Mattilsynet
Program/finansieringskilde: Orklafondet/NFR

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Postertittel: Proteomikk- et verktøy for identifikasjon av diagnostiske markører.
Forfatter(e): Fiona Provan¹, Eivind Larsen¹, Kai Erik Uleberg¹, Kjell Birger Øysæd¹, Magne O. Sydnes¹, Daniela Pampanin¹ og Linda Jensen²

¹ IRIS Biomiljø, Mekjarvik 12, 4068 Stavanger, 2 Skretting ARC, Sjøhagen 3, 4016 Stavanger

Sammendrag:

Proteomikkanalyser hvor man ser på endringer i proteinuttrykk i et vev benyttes innen human diagnostikk for å identifisere markører relatert til spesifikke sykdommer/tilstander. Bruk av denne teknologien innen havbruk representerer en innovativ overføring av kompetanse til fiskehelse.

IRIS Biomiljø har to komplementære massespektrometri instrumenter, Selid-TOF MS ProteinChip og nano LC-MS/MS (LTQ Orbitrap), som brukes for proteomikkanalyser. Tidlige forsøk ved har vist at proteomikk potensielt kan benyttes for å identifisere diagnostiske markører i slim fra oppdrettslaks utsatt for akutt stress, høy tetthetsstress og ulike dietter. I en videreutvikling av dette arbeidet benytter vi nå nano LC MS/MS teknologi som et verktøy i å identifisere for å analysere mekanismen bak virkningen av funksjonelt fôr.

LC-MS/MS teknologien vil beskrives og resultat fra prosjektet vil presenteres for å belyse potensialet for dette bioteknologiske verktøyet innenfor havbruk.

Prosjektnummer: 203933
Prosjektleder: Linda B. Jensen
Prosjektansvarlig institusjon: Skretting ARC
Samarbeidende institusjoner: IRIS
Program/finansieringskilde: RFFVEST

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: “Phage Display” – metode for identifisering av
Forfatter(e): immuninhiberende faktorer hos lakselus
Christer R. Wiik-Nielsen, Celia Agusti, Søren Grove
Veterinærinstituttet

Sammendrag:

Ektoparasitt infeksjoner er et stort problem i akvakultur, og er årsak til dødelighet og alvorlig økonomiske tap. Behandling for å kontrollere parasitter i akvakultur foregår stort sett med kjemisk behandling. På grunn av resistensutvikling mot kjemisk behandling er utvikling av alternative løsninger, eksempelvis vaksiner, veldig viktig. For å kunne utvikle en vaksine mot lakselus er det nødvendig å identifisere de riktige angrepspunktene, og forstå og utnytte kontakten mellom parasitt og vert. I dette arbeidet har vi tatt i bruk ulike metoder for å identifisere slike angrepspunkter hos lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) som infiserer laksefisk i sjø. Vår strategi har vært å identifisere “svake” punkter i tarmkanalen til lakselus. Denne typen parasitter livnærer seg på blod og slim og trenger trolig mekanismer for å beskytte seg selv mot skadelige substanser i blodet, eks. proteaser og komplement faktorer. Med en av de valgte metodene (Phage Display) har vi detektert en mulig komplementinhibitor som kan være av interesse for vaksineutvikling. Den nevnte metoden benytter seg av såkalte bakteriofager, som er en type virus som infiserer bakterier. Lakselusas gener settes enkeltvis inn i bakteriofagene, som vil anse lakselusgenene som sine egne. Bakteriofagen vil dermed uttrykke lakselusproteinene som det enkelte lakselusgenet koder for på overflaten av bakteriofagen. Deretter kan man teste om lakselusproteinene binder til eller blokkerer viktige immunforsvarsfaktorer hos fisken. Eventuelle identifiserte komponenter kan benyttes i en vaksine som injiseres i fisk. Fisken vil da produsere antistoffer mot disse antigenene. Lakselusa vil få i seg disse antistoffene via fiskeblod. Antistoffene vil hemme lusa sine komponenter mot laksens immunsystem og dermed være tilgjengelig for angrep fra fisken immunsystem.

Prosjektnummer: 199778/S40
Prosjektleder: Ole Torrisen
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet, IMR
Samarbeidende institusjoner: IMR, UiB, NVI og NVH
Program/finansieringskilde: NFR

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Stresshormonet kortisol induserer hjertevekst hos laksefisk
Forfatter(e): Ida B. Johansen, Ida G. Lunde, Marco Vindas, Jonathan Stecyk, Helge Røsjo, Geir Christensen, Morten Bakken, Göran E. Nilsson, Øyvind Øverli

Sammendrag:

Vi har tidligere vist at høy kortisol-responsivitet er assosiert med hjertevekst - og remodellering hos seleksjonslinjer av regnbueørret og i vill-type brunørret. Hjerteveksten hos fisk med høy kortisol-respons skyldtes hovedsakelig hypertrofisk vekst av kompakt myokardium og var ledsaget av fokale kollagenavsetninger og et høyt uttrykk av gener involvert i hypertrofi, utvikling av fibrose og kortisol-responsen. Flere av disse endringene i hjertet antyder hjertesykdom, og er velkjente indikatorer på patologi i menneske – og pattedyr-kardiologien. Funnene indikerte også at kortisol direkte medierer remodellering av fiskehjertet. Denne hypotesen ble derfor testet i et separat eksperiment. Her ble regnbueørret foret med kortisol-behandlet for i en periode på 45 dager. Langtidsbehandlig med kortisol (500mg/kg for) gir plasma-kortisol verdier som ligger i det øvre sjiktet av fysiologiske verdier, tilsvarende de verdiene man vil observere ved langvarig kronisk stress. Vi fant at kortisol induserte en hjertevekst på 34 %. Denne økningen i hjertestørrelse var assosiert med en oppregulering av de samme hypertrofi-markørene som i det tidligere studiet. Ytterligere funksjonelle, morfologiske og molekylærbiologiske analyser er påkrevet for bedre å karakterisere hjerteveksten og identifisere den som enten patologisk eller adaptiv.

Prosjektnummer: 265957
Prosjektleder: Ida Beitnes Johansen
Prosjektansvarlig institusjon: Institutt for Molekylær Biovitenskap (IMBV), Universitetet i Oslo
Samarbeidende institusjoner: Institutt for Eksperimentell medisinsk forskning, Ullevål Universitetssykehus og Institutt for husdyr – og akvakulturvitenskap, Universitetet for Miljø – og Biovitenskap, Ås.
Program/finansieringskilde: COPEWELL, IMBV, MLS, BIFINE

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Utvikling av markører og kartlegging av QTL for
Forfatter(e): sykdomsresistens hos Indisk rohu karpe og svart tigerreke
M. Baranski^a, N. Robinson^{ad}, P.K. Sahoo^c, K.D. Mahapatra^c, J.N. Saha^c, S. Das^c, Y. Mishra^c, P. Das^c, H.K. Barman^c, A.E. Eknath^c, G. Gopikrishna^b, K. Vinaya Kumar^b, M.S. Shekhar^b, J. Shanmugakarthik^b, S. Jothivel^b, C. Gopal^b, P. Ravichandran^b, A.G. Ponniah^b.

^aNofima, PO Box 5010, 1432 Ås, Norway.

^bCentral Institute of Brackishwater Aquaculture, Raja Annamalai Puram, Chennai-600028 Tamil Nadu, India.

^cCentral Institute of Freshwater Aquaculture, Kausalyaganga, Bhubaneswar 751 002, India

^dFlinders University, Sturt Road, Bedford Park, SA 5042, Australia.

Sammendrag:

White spot syndrome virus (WSSV) i svart tigerreke (*Penaeus monodon*) og det bakterielle patogenet *Aeromonas hydrophila* i rohu karpe (*Labeo rohita*) er store trusler for oppdrett av disse artene i India. I dette prosjektet blir en genomisk tilnærming brukt for å identifisere markører knyttet til gener som kontrollerer motstanden mot disse to sykdommene, med intensjon om å implementere markør-assistert seleksjon. På grunn av manglende genomiske markørressurser for disse artene, har vi gjennomført Illumina transkriptom sekvensering for å identifisere tusenvis av nye SNP markører. Sekvensering var gjennomført på RNA pools som besto av rohu individer fra linjer selektert for høy og lav motstand mot *A. hydrophila*, og reker fra geografisk isolerte populasjoner samt individer som overlevde et WSSV utbrudd. Etter 'de novo assembly' av transkriptom sekvens, ble over 26.000 antatte SNPer identifisert i *L. rohita*, og over 400 000 i *P. monodon*, i tillegg til tusenvis av nye mikrosatelittmarkører. BLAST analysen av 17 % av de 100 contig sekvensene som hadde størst forskjell i dekning (genuttrykk) mell om rohu linjene viste at disse sekvensene hadde homologi til gener som er kjent for å påvirke immunforsvaret ('major histocompatibility', heat shock proteiner 30, 70 og 90, glycoproteiner og serum lektin). Forskjellen i genuttrykk for en contig med homologi til et 'major histocompatibility' gen ble bekreftet med kvantitativ real time PCR på et uavhengig sett av prøver. To Illumina Infinium iSelect 6K SNP matriser ble utviklet fra SNPer med den høyeste kvaliteten og ble genotypet i smittetestede familier av *L. rohita* og *P. monodon*. Tidlige analyser av genotype data har bekreftet at rundt 85 % av *L. rohita* SNPer fungerer. Resultatene av koblingsanalyse av disse markørene og QTL analyse vil bli presentert.

Prosjektnummer: 183833/S40
Prosjektleder: Nick Robinson
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: CIFA (India), CIBA (India), Fridtjof Nansen Institute
Program/finansieringskilde: The Research Council of Norway, DBT (India)

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Prosessering og opptak av “white spot syndrome virus” og WSSV-vaksiner i tarmen hos tigerreke
Forfatter(e): Kulkarni A, Rombout JHWM, Bright Singh IS, Caipang CMA, Brinchmann MF, Kiron V

Sammendrag:

White spot syndrome virus (WSSV) fører til signifikant økonomisk tap hos rekeoppdrettsindustrien. Selv om reker ikke har et ekte ervervet immunsystem, har flere forsøk på å oppnå resistens mot WSSV i reker gjennom 'vaksinasjon' blitt utført. Overflateproteinet VP28 og formalinaktivert virus (IVP) er vaksine-komponentkandidater. Likevel er ikke deres opptaksmekanismer etter oraladministrasjon forstått. Disse komponentene ble derfor oralt intubert, og deres skjebne ble så studert ved immunohistokjemi, ved bruk av antistoffer mot VP28 og haemocytter. I tillegg ble de samme teknikkene også benyttet etter oral infeksjon med WSSV. Fra våre observasjoner er det tydelig at mellomtarm er hovedsete for WSSV-immunreaksjon. Det ble observert at WSSV-antigener fra lumen først bandt seg til mikrovillioverflatene til epitelceller. Senere transporteres WSSV-antigenene til mellom epitelrommet, dette gir akkumulering i underliggende bindevev. Tilslutt finner de veien til de ytre overflater i mellomtarm. Videre var det også noe WSSV-immunoreaktivitet i supranukleære vakuoler i epitelceller, disse er antatt å være endolysosomale vakuoler. En interessant observasjon var at antall haemocytter ble funnet å øke i bindevev, og at de så ut til å bli aktivert (degranulert) av de transporterte antigenene.

Prosjektnummer:	183204
Prosjektleder:	Roy Dalmo
Prosjektansvarlig institusjon:	Universitetet i Tromsø
Samarbeidende institusjoner:	Univ. i Nordland, Wageningen Univ., Cochin Univ. of Science &
Program/finansieringskilde:	Technology Forskningsrådet

Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012

Postertittel: Utvikling av molekylær vaksinestrategi for atlantisk laks (*Salmo salar*) mot ekstra- og intracellulære patogener.
Forfatter(e): Tiril H. Slettjord, Hege J. Sekkenes, Jarl Bøgwald, Roy A. Dalmo

Sammendrag:

Transforming growth factor- β (TGF- β) er et cytokin produsert av blant annet aktiverte T-celler og mononukleære fagocytter. Det virker hemmende på immunologiske prosesser som f.eks aktivering av makrofager og kan dermed gi en suboptimal immunrespons. T-bet og GATA-3 er transkripsjonsfaktorer som fremmer differensiering av h.h.v. Th1 og Th2 celler fra naive T-celler. Hypotesen er at en økt differensiering av Th1 og Th2 celler kan gi en bedre beskyttelse mot h.h.v. intra- og ekstracellulære bakterier.

Målet med studiet er å finne ut om over-ekspressjon av TGF- β , T-bet og GATA-3 vil øke overlevelse i atlantisk laks etter smitte med ekstra- og intracellulære bakterier.

Gener som koder for TGF- β , T-bet og GATA-3 ble klonet inn i plasmider som også kodet for "red fluorescent protein" (RFP). Plasmidene ble både transfektert inn i Chinook Salmon Embryo celler for å undersøke hvorvidt proteinene ble uttrykt, og injisert intramuskulært i 50 grams laks for å se på in-vivo ekspressjon av genene.

Resultatene fra den transfekterte cellekulturen ble visualisert ved hjelp av fluorescensmikroskop, og det ble påvist at plasmidene ble tatt opp og uttrykt i cellene. Det ble tatt muskelprøver av fisk ved dag 0, 3, 7, 14, 21 og 28 etter plasmidinjeksjon. Materialet ble undersøkt ved histologiske snitt og qPCR. QPCR analysene viste at både TGF- β , T-bet og GATA-3 ble uttrykt i hele tidsperioden. Fluorescensmikroskopi-analyse bekreftet tilstedeværelse av RFP.

Resultatene fra studiet vil bli presentert på poster under konferansen.

Prosjektnummer: 183204 (NFR)
Prosjektleder: Roy A. Dalmo
Prosjektansvarlig institusjon: Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø
Samarbeidende institusjoner: Pharmaq og Nofima
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet (NFR) og Universitetet i Tromsø

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Nitrogenomsetting i bunnområder rundt fiskeoppdrettsanlegg
Forfatter(e): Pia Engström, Karl Norling, Andrew Sweetman, Trine Dale et al.

Sammendrag:

Oppdrettsnæringen i Norge har økt de siste 30 årene og i dag produseres ~1 million tonn laks og ørret. I de siste 10-20 årene har mengden fisk per lokalitet økt kraftig. Utslipp fra oppdrettsanleggene renses ikke og utslipp fra fiskeoppdrett representerer et vesentlig bidrag til de totale utslippene av organisk materiale, nitrogen og fosfor fra antropogene kilder i Norge. Mange studier har undersøkt effekter av organisk materiale (forspill og faeces) fra oppdrett har på bentiske økosystemers struktur (arts mangfold, abundanse og biomasse), men det er fremdeles liten kunnskap om hvordan fiskoppdrett påvirker økosystemers funksjoner og tjenester. F.eks. bidrar bunnlevende organismer til omsetting av organisk materiale og regenerering av næringsstoffer som opprettholder biogeokjemiske kretsløp.

Disse prosessene er svært viktige for det marine miljø i sin helhet fordi de sørger for å resirkulere næringsstoffer tilbake til vannsøylen hvor de inngår i primærproduksjonen. I de senere år har eksperimenter med isotoper vist seg å være særlig godt egnet til å kvantifisere bentiske økosystemers funksjon i det marine miljø. Kort fortalt innebærer denne metoden å tilsette isotopmerket stoff til sedimenter og vann fra sjøbunn. De isotopmerkede stoffene kan siden spores i ulike biogeokjemiske prosesser, og det er mulig å beregne hvor, hvilke og hvordan stoffer tas opp og omsettes. Dette gjør det mulig å få et detaljert bilde av biologiske og biogeokjemiske prosesser som påvirker nitrogenomsetting under oppdrettsanlegg, og hvordan disse eventuelt skiller seg fra upåvirkede kontrollområder. Bunnområder som er påvirket av oppdrett øker oksygenkonsumpsjonen og reduserer nitrogenmineralisering, f.eks. øker konsentrasjoner av ammonium og fosfat i pelagiske økosystemer og kan bidra til økt vekst av makroalger og fører til mer frekvent oppblomstring av planteplankton utover sommerhalvåret.

Prosjektnummer: 190474
Prosjektleder: Arne Ervik
Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet
Samarbeidende institusjoner: NIVA, UiB, UniResearch
Program/finansieringskilde: Havbruksprogrammet

Title of English manuscript in preparation: Nitrogen mineralization along organic enrichment gradients induced by fish farms, Hardangerfjord, Norway.

Postertittel: Melanisering av filet fra uvaksinert og vaksinert atlantisk
Forfatter(e): oppdrettslaks
Hilde Larsen¹, Lars Austbø¹, Tom Fraser¹, Ian Mayer¹, Per Gunnar
Fjelldal², Erling O. Koppang¹.

Institusjoner: ¹Norges veterinærhøgskole
²Havforskningsinstituttets forskningsstasjon på Matre

Sammendrag:

Ved tidligere studier av vaksinert oppdrettslaks har abnormal pigmentering i filet blitt satt i sammenheng med vaksinebivirkninger. Slik pigmentering forekommer imidlertid også i filet av uvaksinert oppdrettslaks. Formålet ved dette studiet var å få en oversikt over tilstedeværelse av abnormal pigmentering i uvaksinert atlantisk laks sammenliknet med vaksinert fisk. Videre ønsket vi å belyse eventuell betydning av omgivelsestemperatur ved vaksineringsstidspunkt med hensyn på melaninutvikling, samt se på eventuelle forskjeller mellom diploid og triploid fisk. Materiale ble derfor hentet fra vaksineforsøk med triploid og diploid vaksinert og uvaksinert fisk utført ved to forskjellige temperaturer. Forsøket ble gjennomført i regi av Havforskningsinstituttets forskningsstasjon på Matre.

Vevsprøver fra filet med pigmenterte lesjoner ble undersøkt makroskopisk, histologisk, immunhistokjemisk og via gen-ekspresjonsstudier. RT-qPCR ble brukt til å studere transkripsjon av melanin gener, samt ulike immungener. Vevsprøver av normal muskulatur fra uvaksinert diploid fisk smoltifisert ved normal temperatur og tidspunkt ble brukt som referansegrunnlag.

Resultatene så langt viser forekomst av melaninflekker i nær lik grad i vaksinert og uvaksinert fisk ved normalt smoltifiseringsregime. Ved forhøyet smoltifiseringstemperatur økte imidlertid forekomsten av melaninflekker i filet fra vaksinert fisk. Transkripsjon av melanin gener (tyrosinase-gen-familien) bekreftet en lokal dannelse av pigmentet melanin i samtlige melaniserte vevsprøver. Resultatene fra de histologiske og immunhistokjemiske undersøkelsene av vevsprøvene blir også presentert.

Prosjektnummer: 179022/S40
Prosjektleder: Erling Olaf Koppang
Prosjektansvarlig institusjon: Norges veterinærhøgskole
Samarbeidende institusjoner: Havforskningsinstituttets forskningsstasjon på Matre
Program/finansieringskilde: NVH. Havforskningsinstituttets forskningsstasjon på Matre har i stor grad deltatt med feltforsøk, data og ressurser til prøveuttak

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Påvirker vannhastighet fiskevelferd og prestasjon i
Forfatter(e): resirkuleringsanlegg?
Grete Bæverfjord¹, Jelena Kolarevic¹, Bendik Fyhn Terjesen¹ og
Harald Takle²

Nofima, ¹6600 Sunndalsøra, ²1430 Ås.

Sammendrag:

Resirkuleringsanlegg (RAS) er på vei til å bli tatt i bruk i stor skala i smoltproduksjonen. Oppdrettsmiljøet i resirkulering er forskjellig fra tradisjonelle gjennomstrømningsanlegg, og fiskevelferd i RAS har stor oppmerksomhet. Innenfor prosjektet «Fish welfare and performance in recirculating aquaculture systems» er det gjort ulike forsøk for å identifisere effekter av det særegne miljøet i RAS på fiskens velferd og produksjonsegenskaper. Ett av forsøkene omhandler vannhastighet i oppdrettskar, og er begrunnet i de store vannmengdene som må passere gjennom oppdrettskarene i RAS for å oppnå tilstrekkelig god vannkvalitet. Treningsforsøk i mindre kar har vist at smolt kan ha en helsegevinst av strømforhold som stimulerer kontinuerlig svømming, mens for store endringer i hastighet kan ha negativ effekt. I dette studiet ønsket vi å avklare behovet for å styre vannhastigheten i RAS-karene og effekter av høy vs. lav vannhastighet.

Parr ble eksponert for tre ulike vannhastigheter - Lav(L), Middels(M) og Høy(H) fra start fotoperiode til smoltifisering og utsett i sjø. I tillegg ble gruppene M og H delt ved overgang til kontinuerlig lys, og halvparten av fisken ble satt i nye kar med vannhastighet L, for å undersøke eventuelle effekter av lav vannhastighet i de siste ukene før utsett. En andel av fisken i hver gruppe ble individmerket, slått sammen og satt i felles not i sjø. Forsøket skal avsluttes 90 dager etter sjøutsett, i mars 2012.

Forsøket omfatter registrering av tilvekst og overlevelse, i tillegg til en rekke velferdsparametre, både de som er knyttet til vannmiljø i RAS og til treningseffekter av ulike vannhastigheter. Disse analysene inkluderer bruk av Nofima sin unike analysepakke av molekulære markører som er utarbeidet for RAS i dette prosjektet, og i FitnessFish (NFR/FHF) og RobustFisk (FHF), for å evaluere smoltens robusthet. Resultatene fra ferskvannfasen av forsøket viste små, men signifikante forskjeller i tilvekst (H>M>L) ved utsett i sjø. Analyser av øvrige parametre er underveis, og resultatene fra disse, samt fra sjøperioden vil bli lagt fram.

Prosjektnummer: 186913/I30
Prosjektleder: Bendik Fyhn Terjesen
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: UMB, SINTEF, Freshwater Institute
Program/finansieringskilde: Strategisk Instituttprogram

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Vurdere effektiviteten av badebehandling mot lakselus
Forfatter(e): D Jimenez, PA Heuch, G Gettinby, CW Revie, AB Kristoffersen,
PA Jansen

Sammendrag:

Lakselus *Lepeophtheirus salmonis* er ansvarlig for store tap i lakseoppdrettsnæringen i Norge, Skottland, Irland og Canada. Kontroll og behandling er bygget på bruk av legemiddel, men mye tyder på at effekten av de mest brukte medisinene mot *L. salmonis* er redusert. Til tross for økende bekymringer, har lite forskning vært gjort for å standardisere vurderingen av behandlingseffekten i anleggene.

I denne presentasjonen foreslår vi en metode for å beregne effekten av avlusingsbehandling. Metoden beregner et punkttestimat for behandlingseffekt for en enkelt merd eller lokalitet, med 90 % konfidensintervall. Hvis det beregnede konfidensintervallet dekker en pre-spesifiserte minimumsverdi for behandlingssuksess, er behandlingseffekten ikke tilfredsstillende. Metoden gjør det mulig å måle behandlingseffekten ved å ta hensyn til variasjon innen merden eller lokaliteten, og dermed skille mellom akseptabelt og uakseptabelt behandlingsresultat. Denne metoden kan hjelpe myndighetene i kontrollen av resistens og lette innføringen av harmoniserte rutiner for avlusing av atlantisk laks.

Prosjektnummer: 199392
Prosjektleder: Peter Andreas Heuch
Prosjektansvarlig institusjon: Veterinærinstituttet
Samarbeidende institusjoner: SINTEF, Havforskningsinstituttet, Atlantic Veterinary College, Strathclyde University
Program/finansieringskilde: Havbruk (NFR), FHF, Næringspartnere: Marine Harvest, SalMar Farming, Pharmaq, Novartis Animal Health, Rantex, Storevik Aqua, Brønnbåteiernes forening.

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Laksehjertet blir vilt av trening
Forfatter(e): Vicente Castro¹, Ståle J. Helland¹, Jacob Torgersen¹, Torstein Kristensen³, Guy Claireaux⁴, Jan Helgerud⁵, Tony Farrell⁶, Aleksei Krasnov¹, Barbara Grisdale-Helland¹ og Harald Takle^{1,2*},

¹Nofima, Norge . ²AVS Chile, Puerto Varas, Chile. ³NIVA, Norge. ⁴ORPHY, Det Europeiske Universitet i Brest, Frankrike. ⁵NTNU-medisin, Norge. ⁶Zoologisk institutt, Universitetet i British Columbia, Vancouver, Canada.
*Kontakt: harald.takle@nofima.no

Sammendrag:

Trening gir en rekke positive kardiovaskulære effekter hos pattedyr og fisk. I sitt naturlige habitat er laks en aktiv svømmer som er utrustet med et effektivt hjerte. Oppdrettsfisk kan trenes ved at vannhastigheten blir økt slik at fisken svømmer ved en høyere hastighet enn når karkonfigurasjon bare er innstilt på hastigheter som gir selvrensing av karene.

Vi har trent lakse-parr ved ulike intensiteter for å studere hvordan trening påvirker underliggende transkripsjonsnivå av gener og protein som styrer hjertets vekst, slagfrekvens, metabolisme, vaskularisering, hormonaktivitet og betennelsesstatus. Våre funn viser at trening stimulerer hjertevekst, og dermed minuttvolum, både ved å rekruttere nye muskelceller og ved å øke størrelsen på eksisterende kardiomyocytter. Trening stimulerer også til økt minuttvolum ved å øke produksjonen av protein som styrer kontraksjonskapasiteten til hjertemuskulaturen og dermed hjertets slagfrekvens. Økt energibehov i hjerte hos laks som trener ble dokumentert gjennom forhøyet protein-nivå av AMPK, som er cellenes viktigste energisensor. AMPK oppregulerer katabolske prosesser på bekostning av anabolske og gjennom aktivering av PGC1 α fant vi en signifikant oppregulering av gener som inngår i oksidasjon av fettsyrer. Kapasitetsøkning i hjertemuskelcellene fordrer bedre oksygentilførsel til hjertets kompaktag og studiene våre viste at trening stimulerer ekspresjon av både vekstfaktoren og dennes reseptor i området hvor kransarteriene blir dannet. Det ble også funnet at trening øker ekspresjonen av erythropoietin i hjertet. Treningsindusert strekk-belastning av hjertemuskelcellene førte til økt transkripsjon av kardiomyokiner som TNF α og dette samsvar med funn fra menneske. I et tidligere forsøk ble det funnet en sammenheng mellom treningsindusert påvirkning på betennelsesstatus og bedre overlevelse hos laks smittet med IPN virus (Castro et al. 2011). Dette indikerer at trening påvirker både hjertets pumpe- og immunkapasitet.

Konklusjonen vår er at svømmetrening over en viss intensitet fører til positive kardiovaskulære tilpasninger som gir oppdrettslaks en bedre fysiologisk kapasitet til å takle ulike typer miljø- og sykdomsrelaterte utfordringer etter sjøutsett.

Prosjektnummer: 190067
Prosjektleder: Harald Takle
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: NIVA, NTNU Medisin, Universitetet i Brest,
Program/finansieringskilde: Universitetet i British Columbia.
Havbruk/NFR og FHF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Måling av hjerterate hos frittstående fisk:
Forfatter(e): teknologiutvikling og anvendelse for evaluering av
treningseffekter på laks.

Torstein Kristensen¹, Henning A. Urke¹, Thron O. Haugen¹, Jo A. Alfredsén², Jan Helgerud², Jan E. Bjørnsen³ og Harald Takle^{4,5}.

¹NIVA. ²NTNU. ³Thelma Biotel AS. ⁴Nofima. ⁵AVS Chile S.A.

Sammendrag:

Hos mennesker og andre pattedyr anvendes ofte hjerteratemålinger for dokumentasjon av treningsintensitet og effekt av trening. Teknikker for hjerteratemålinger hos fisk er også utviklet i laboratorieskala. Hovedmålet i det eksperimentelle arbeidet som presenteres her var å utvikle teknologi for hjerteratemålinger på fisk egnet for storskala forsøks -og kommersielle oppdrettsenheter, samt å anvende denne til å dokumentere effekter av ulike treningsprogrammer på laks.

Kontinuerlig registrering av hjerterate på laks i ferskvann under 2 ulike treningsregimer, samt en kontrollgruppe ble gjennomført over en periode på 60 dager. Måleteknologien fungerte som ønsket, og resultatene viste en økning i hjerterate på h.h.v. 5 og 10 slag i minuttet for fiskegrupper som svømte med hastighet på 0,82 kroppslengder pr. sek (kl/s) kontinuerlig og 1,03 kl/s (8t)/0,82 kl/s (16 t) sammenlignet med kontrollgruppe (0,03 kl/s) kontinuerlig. Sammenlignet med maksimal hjerterate (ca 90 slag/minutt (s/m), var den oppnådde økningen under trening lav (15-30 % av maksimal kapasitet) sammenlignet med nivåer som mennesker bør ligge på for å oppnå maksimal effekt av trening. Dette stemmer overens med tidligere dokumentasjon som viser at trening først og fremst bedrer minuttvolumet hos laks ved å øke hjertets størrelse (slagvolumet) og i mindre grad ved å øke slagfrekvensen. Fiskens sirkulasjonssystem er tilpasset lavere trykk, og har en mindre kapasitetsøkning (i form av s/m) enn pattedyr. Økning i transportert volum pr slag er imidlertid uttalt, slik at treningsintensitetene i dette tilfellet også må vurderes ut i fra dette aspektet. Det var en signifikant nedgang i hjerterate hos treningsgruppene over tid, så en treningseffekt kan ses over perioden. Oppsummert viser resultatene at den utviklede teknologien er anvendbar i relevant skala, og at både treningsintensitet og effekt av trening kan dokumenteres via målinger av hjerterate hos laks.

Prosjektnummer: 190067
Prosjektleder: Harald Takle
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: NIVA, NTNU, Thelma Biotel AS
Program/finansieringskilde: Havbruk/NFR og FHF

**Programkonferansen HAVBRUK 2012
Stavanger, 16.-18. april 2012**

Postertittel: Svømmetrening reduserer risikoen for å utvikle bendeformiteter hos Atlantisk laks
Forfatter(e): Elisabeth Ytteborg¹, Jacob Torgersen¹, Mona Pedersen¹, Barb Grisdale-Helland², Ståle J. Helland² og Harald Takle^{1*}.

¹Nofima, Ås. ²Nofima, Sunndalsøra. *Kontakt: harald.takle@nofima.no

Sammendrag:

Mekanisk belastning spiller en viktig rolle i opprettholdelse og dannelse av ben. Imidlertid er prosessen der osteoblaste (ben-dannende celler) og osteocytter (osteoblaste fanget i benmatriks) konverterer mekaniske signaler til biokjemiske reaksjoner som til slutt fører til bendannelse ikke kartlagt i detalj, verken i pattedyr eller i fisk.

I dette studiet analyserte vi effekten av trening på bendannelse i ryggvirvlene til laks (*Salmo salar*). I samsvar med tidligere komparative studier fant vi at trening har en positiv effekt på benutvikling. Trening ved ~1,5 kroppslengder i sekundet (KL/ s⁻¹) økte vekstraten til fisken og gjorde ryggvirvlene mindre skjøre. Ved hjelp av Fourier transform infrarød (FTIR) fant vi at benmatriks som dannes under svømmetrening har forskjellige arkitektur sammenlignet med ben som dannes hos utrent fisk (~0,5 KL/s⁻¹). Resultatene viste tydelige forskjeller i mineral/matriks ratio, krystallinitet, kryssbindinger og karbonisering. Økt belastningen aktiverte også transkripsjon av gener involvert i benmatriks og mineralisering i både osteoblaste og osteocytter og forbedret dermed den totale produksjonen av osteoid. Våre resultat tyder på at osteocytter i laks kan respondere direkte på mekanisk belastning, tilsvarende de mekanismene vi finner hos pattedyr. Immunohistokjemiske analyser kombinert med genekspressjonsdata viste at osteocytter hos laks har reseptorer for nevro-transmittere og at trening øker aktiviteten av disse. Under treningsperioden observerte vi i tillegg et høyere antall aktive osteocytter, noe som tyder på at disse cellene er aktivt involvert i dannelse av benmatriks og at produsert matriks i større grad vedlikeholdes under økt treningsindusert mekanisk belastning.

Trening påvirker prosesser som fører til dannelse av ben, med nettoresultat i at trening øker den totale bendannelsen. Den adaptive responsen til økt belastning er sannsynligvis et resultat av koordinert aktivitet fra osteoblaste og osteocytter. Å trene laks i ferskvannsfasen styrker laksens skjelettsystem og er dermed et viktig preventivt tiltak mot bendeformiteter.

Prosjektnummer: 190067
Prosjektleder: Harald Takle
Prosjektansvarlig institusjon: Nofima
Samarbeidende institusjoner: NIVA, NVH, NTNU Medisin, Universitetet i Brest,
Program/finansieringskilde: Universitetet i Britisk Columbia.
Havbruk/NFR og FHF