

Avl for økt fiskevelferd i akvakultur

(BREEDWELL)

Hanne Marie Nielsen





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 400 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på seks ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra, Averøy og Tromsø

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1431 ÅS

Stavanger:

Måltidets hus, Richard Johnsensgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:

Kjerreidviken 16
NO-5141 Fyllingsdalen

Sunndalsøra:

Sjølseng
NO-6600 Sunndalsøra

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140
Faks: 64 97 03 33
E-post: post@nofima.no
Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA

Rapport

ISBN: 978-82-8296-251-3 (trykt) ISBN: 978-82-8296-252-0 (pdf) ISSN 1890-579X	
Tittel: Avl for økt fiskevelferd i akvakultur (BREEDWELL)	Rapportnr.: 50/2014
	Tilgjengelighet: Åpen
Forfatter(e)/Prosjektleder: Hanne Marie Nielsen	Dato: 19.12.2014
Avdeling: Avl og genetikk	Ant. sider og vedlegg: 11
Oppdragsgiver: Norges forskningsråd	Oppdragsgivers ref.: 190457/S40
Stikkord: Avl, fiskevelferd, genetiske parametere	Prosjektnr.: 20705
Sammendrag/anbefalinger: Se kapittel 1.	
English summary/recommendation: <p>The main goal of the project was to develop methods to assess and if possible improve breeding program with regard to fish welfare in aquaculture. The genetics of field survival in Atlantic salmon and the genetics of social effects in growth and fin damage in Atlantic cod were investigated. In addition, consumers' and citizens' willingness to pay for improving fish welfare were estimated using data from a survey. Values including social and ethical aspects (non -market values) for traits connected to fish welfare were estimated and applied in a case of salmon breeding to show how to optimize a breeding program taking fish welfare into consideration.</p>	

Innhold

1	Sammendrag.....	1
2	Bakgrunn og målsetninger for prosjektet.....	3
3	Oppnådde resultat i henhold til målsetning og viktigste FoU-oppgaver	4
	3.1 WP1. Genetiske parametere for overlevelse i sjø	4
	3.2 WP2. Genetisk analyse av sosiale interaksjoner og aggresjon ved bruk av mixed modeller. 4	
	3.3 WP3. Estimering av non-market verdier for velferdsegenskaper i avlsmål for laks	5
4	Prosjektgjennomføring og nytte av resultat	7
	4.1 Prosjektgjennomføring og ressursbruk	7
	4.2 Forventet verdi og nytte av resultatene.....	7
	4.3 Plan for formidling og utnytting av resultata	8
5	Publisering	9

1 Sammendrag

Hovedmålet med prosjektet var å utvikle prosedyrer og metoder for å evaluere og om mulig forbedre avlsprogram med hensyn til fiskevelferd i oppdrett. Prosjektet er delt inn i tre arbeidspakker.

WP1 tar for seg feltoverlevelse hos laks. Data samlet inn av avlsselskapet SalmoBreed har blitt brukt til å estimere arvegrad for overlevelse i ferskvannsfase og sjøfase for Atlantisk laks for to årsklasser (2003 og 2007) oppdrettet på tre forskjellige lokaliteter (Hordaland, Rogaland, Nordland). Overlevelse ble målt ved merking av fisken, ved vaksinasjon før fisken settes i sjøen og ved slakting. Arvegradene for overlevelse varierte fra 0.11 til 0.32 for de forskjellige årsklasser og lokaliteter. Det var positive genetiske korrelasjoner mellom overlevelse for tre lokaliteter og årsklasser, men de øvrige korrelasjoner var ikke signifikant forskjellige fra 0. Det betyr at overlevelse på forskjellige lokaliteter og årsklasser er forskjellige egenskaper, hvilket gjør det vanskelig å avle for generell overlevelse.

I WP2 ble det studert sosiale interaksjoner hos torsk. For sosiale egenskaper blir fenotypen for et individ bl.a. bestemt av gener hos andre individer i samme kar eller merd (sosial interaksjon). I forsøket var 2100 torskeyngel rundt 6 måneders alder fra 100 familier fordelt på 100 kar med 21 fisk per familie og kar. Fisken ble veid og målt ved starten av forsøket, etter 2 uker, og ved slutten av forsøket (6 uker). Det ble også tatt bilder av fisken for å kunne måle lengden av finnene. Finnestatus (erosjon eller endring i finnelengde) er foreslått som en indikator for fiskens velferd. Lengden av fiskenes fire finner ble derfor målt ved hjelp av digitale bildeanalyser. Det var ingen sosial genetisk effekt på fiskens tilvekst. Derimot var det sosiale genetiske effekter på erosjon av andre og tredje ryggfinne og på lengden av alle fire finner. Ved å ta hensyn til finneskader ved seleksjon av fisken er det mulig å forbedre fiskens velferd selv om dette kan bli utfordrende i praktiske avlsprogram, da mange fisk må testes i mange kar.

I WP3 ble det utviklet metoder for å estimere såkalte ikke-markedsverdier i avlsmål, som kan anvendes for å si noe om hvilken vekt samfunnet mener det bør legges på fiskevelferd i avlsarbeidet. En spørreundersøkelse ble gjennomført i november og desember 2010, og et tilfeldig representativt utvalg av 2147 norske husstander deltok. I den første del av spørreundersøkelsen ble deltakerne spurt om deres holdninger til fiskeoppdrett. Resultatene viser at når det gjelder prioritering av bruk av penger til ulike formål så kommer dyrevelferd på samme nivå som miljø saker, men etter formål som bedre helsevesen, utdanning og veier. Nesten 25 % av respondentene mente samfunnet burde bruke mer penger på dyrevelferd. Videre viste resultatene at deltakerne i gjennomsnitt var villige til å betale 51.7 kr mer for en kilo laks som er avlet for bedre fiskevelferd, gitt at den i utgangspunktet koster 100 kr/kg. Den andre delen av spørreundersøkelsen var et valgekspperiment, hvor deltakerne ble spurt om å velge mellom tre ulike avlsprogram, der minst to 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, resistens mot lakselus og sykdommer, deformiteter og skader på grunn av aggresjon. Betalingsviljen var størst for lakselus (1034 Kr) og sykdomsresistens (749 Kr). Deltakernes betalingsvillighet kan brukes til å kompensere for oppdretterens tapte fremgang i tilvekst ved å avle for økt framgang for velferdsegenskaper. Ikke-markedsverdier ble beregnet i et simpelt eksempel med et avlsmål for raskere vekst og økt resistens for lakselus. Verdien ble fastlagt ut fra hvor mye tap i fremgang for tilvekst som kunne kompenseres med deltakernes betalingsvillighet estimert ved hjelp av valgekspperimentet. Derved kan det legges mer vekt på lakselus, og fremgangen for resistens mot lakselus kan økes. Tapet i seleksjonsrespons ved å avle for forbedret fiskevelferd ble også diskutert i en workshop med aktuelle aktører. Målet var å

finne ut hvordan dyrevelferd bør verdsettes i avlsprogram for fisk i forhold til høyere profitt for produsent, og vise hvordan et avlsselskap kan optimere avlsprogrammer for laks og balansere relative økonomiske og ikke-markedsverdier i avlsmålet.

2 Bakgrunn og målsetninger for prosjektet

Fiskevelferd og etikk i dyreproduksjon har fått økt fokus de senere årene og er antatt å bli svært viktig for forbrukeres valg av produkter i fremtiden. Utvalg av dyr for å forbedre produksjonsegenskaper som for eksempel rask tilvekst gjennom avl, kan føre til uønskede effekter som også kan bidra til å gi næringa et negativt omdømme. Ved å selekttere fisk på bakgrunn av deres potensiale for både vekst, overlevelse og andre egenskaper som har betydning for fiskens velferd (som aggressivitet, kannibalisme og finneslitasje) vil velferden til fisken bli bedre over noen generasjoner. For å kunne ta mer direkte hensyn til fiskevelferd i et avlsprogram trengs det mer kunnskap om egenskapens arvegrad. I tillegg er det nødvendig å kjenne verdien av å forbedre fiskens velferd gjennom avl. Problemet er at det er vanskelig å verdsette forbedret fiskevelferd utfra dagens marked. Det skyldes primært at fiskevelferd er et fellesgode som ikke fins i dagens marked, men som har en såkalt non-market verdi.

Hovedmålet med prosjektet var å utvikle prosedyrer og metoder for å evaluere og om mulig forbedre avlsprogram med hensyn til fiskevelferd i oppdrett. Et av delmålene var å undersøke arvelighet for overleving av laks i felt og arvelighet av sosiale effekter (aggresjon og kannibalisme) på vekst og finneskader hos torsk. Et annet delmål var å utvikle metoder for å estimere sosiale og etiske (non-market) verdier for velferdsegenskaper i avlsmålet for husdyr og anvende disse i en case for avl på laks.

Prosjektet var et samarbeid mellom ulike forskningsmiljøer i front på sine fagfelt og en industripartner som er en viktig sluttbruker av resultatene fra prosjektet. Nofima er i henhold til kontrakten prosjektansvarlig og formelt ansvarlig overfor NFR for gjennomføringen av prosjektet. Viktige samarbeidspartnere var Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Veterinærinstituttet (VI), Universitetet i København (KU), Wageningen Universitet (WU) og Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). I tillegg var SalmoBreed AS (SB) med som industripartner.

3 Oppnådde resultat i henhold til målsetning og viktigste FoU-oppgaver

3.1 WP1. Genetiske parametere for overlevelse i sjø

I henhold til prosjektets målsetning har vi estimert arvegrad for overlevelse i sjøfase for Atlantisk laks basert på data fra avlsselskapet SalmoBreed. Fisken er blitt oppdrettet på tre forskjellige lokaliteter (Hordaland, Rogaland, Nordland). Det var positive genetiske korrelasjoner mellom overlevelse for tre av lokalitetene og årsklassene, mens de resterende genetiske korrelasjoner ikke var signifikant forskjellige fra 0. Resultatene indikerer at overlevelse på forskjellige steder og i forskjellige årsklasser er forskjellige egenskaper. Disse resultatene er viktige, da de viser at det er vanskelig å avle direkte for overlevelse i sjø, da generell overlevelse er en sammensatt egenskap. Dette er tidligere vist i en finsk studie på regnbueørret, men dette er de første resultater på Atlantisk laks. Nofima har vært mest sentral i gjennomføring av denne del av prosjektet, mens SalmoBreed har levert data.

3.2 WP2. Genetisk analyse av sosiale interaksjoner og aggresjon ved bruk av mixed modeller

En annen målsetning var å estimere arvelighet av sosiale effekter på vekt og finneskader hos torsk. Sosiale genetiske effekter mellom dyr i samme gruppe har vist seg å være arvelige for andre dyreslag som gris og fjørfe, men det finnes tidligere kun ett studie i akvakultur på Nile tilapia. Hvert dyr i en gruppe har en direkte genetisk effekt på dyrets egenskap som for eksempel tilvekst i tillegg til en sosial effekt på de andre dyr i samme gruppe (sosial interaksjon). Hvis man velger de største dyrene i hver gruppe risikerer man å øke konkurransen mellom dyrene og å velge de mest aggressive dyrene.

På bakgrunn av data fra 2100 torskeyngel samlet inn i ved et forsøk ved Nasjonal avlsstasjon for torsk analyserte vi genetiske parametere for sosiale egenskaper. Fisken var fordelt på 100 tanker med 21 fisk per familie. Fisken ble veid og målt ved starten av forsøket, etter 2 uker, og ved slutten av forsøket (6 uker). Det ble også tatt bilder av fisken, og finnelengde ble målt ved hjelp av digitale bildeanalyser. Finnestatus (erosjon eller endring i finnelengde) er foreslått som en indikator for fiskens velferd. Vi fant ingen sosial genetisk effekt for fiskens tilvekst, men det var sosiale genetiske effekter for erosjon av annen og tredje ryggfinne og for lengde av alle fire finner. De genetiske korrelasjonene mellom direkte effekt for vekt og sosial effekt for lengde av den første ryggfinnen var ikke signifikante. Basert på resultatene konkluderte vi at ved å ta hensyn til finneskader ved seleksjon av fisken er det mulig å forbedre fiskens velferd.

Denne jobben har vært et samarbeid mellom ulike miljøer i Nofima (Avdeling for avl og genetikk og Avdeling for produksjonsbiologi) samt Wageningen Universitet som har bidratt i planlegging av forsøket og analysering av data. I forkant av forsøket gjorde vi en simuleringsstudie for å finne en optimal forsøksdesign. Dette arbeidet er også publisert. I tillegg er det gjort en masteroppgave på gjentaksgarden for finnelengde målt ved hjelp av digital bildeanalyse.

3.3 WP3. Estimering av non-market verdier for velferdsegenskaper i avlsmål for laks

Den siste arbeidspakken bestod av to deler;

- 1) kvantifisering av forbrukeres kunnskap, holdninger og villighet til å betale for laks med bedre dyrevelferd ved hjelp av en web-basert spørreundersøkelse, og
- 2) utvikling av metoder for å kombinere resultat fra spørreundersøkelser med seleksjonsmetoder for å bestemme avlsmål.

Et annet delmål var å utvikle metoder for å estimere non-market verdier for velferdsegenskaper i avlsmålet for husdyr og anvende disse i en case for avl på laks.

I denne arbeidspakken gjennomførte vi en spørreundersøkelse av 2147 norske husstander. Denne delen ble primært utført av Veterinærinstituttet og NMBU, men Nofima (Avdeling for Avl og Genetikk og Avdeling for Forbruker og Marked) og KU bidro også. I den første delen av spørreskjemaet ble deltakerne spurt om deres holdninger til fiskeoppdrett. Resultatene viser at når det gjelder prioritering av bruk av penger til ulike formål så kommer dyrevelferd på samme nivå som miløsaker, men etter formål som bedre helsevesen, utdanning og veier. Der var nesten 25 % av respondentene som mener samfunnet burde bruke mer penger på dyrevelferd. Videre viste resultatene at deltakerne i gjennomsnitt var villige til å betale 51.7 kr mer for en kilo laks som er avlet for bedre fiskevelferd, gitt at den i utgangspunktet koster 100 kr/kg. Variasjon i betalingsvillighet forklares blant annet av kjønn (kvinner vil betale mer enn menn), alder (unge vil betale mer enn gamle), økt utdanning og husholdningsinntekt, samt et positivt syn på dyr og oppdrettslaks. Økt betalingsvilje for økologisk kontra konvensjonell laks har vært påvist i andre studier, men så vidt vi vet er dette den første studie på avlsprogrammer og Atlantisk laks.

Den andre delen av spørreundersøkelsen var et valgekspesiment, hvor deltakerne ble spurt om å velge mellom avlsprogram for oppdrettslaks med ulik vekt på egenskaper knyttet til fiskevelferd. Basert på deltakernes valg estimerte vi deres betalingsvilje for å støtte avlstiltak gjennom øremerket skatt 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 forbedret fiskevelferd. Betalingsviljen var størst for lakselus (1034 Kr) og sykdomsresistens (749 Kr), og minst for deformiteter (282 Kr), og skader som resultat av aggresjon (256 Kr). Deltakernes betalingsvillighet ble brukt til å kompensere for oppdretterens tapte fremgang i tilvekst ved å avle for bedre velferdsegenskaper som mindre lakselus og sykdommer. Non-market verdier ble beregnet i et forenklet eksempel med et avlsmål med økt resistens for lakselus og raskere vekst. Verdien ble fastlagt ut fra hvor mye tap i fremgang for tilvekst som kunne kompenseres med deltakernes betalingsvillighet fra valgekspesimentet. Ved å bruke denne metoden kan en legge mer vekt på lakselus og øke fremgangen for resistens mot lakselus. Nofima og NMBU var de mest sentrale miljøene i denne delen av arbeidspakke 3.

Balansering av forbedret fiskevelferd (f.eks. økt resistens for lakselus) og tapet i seleksjonsrespons for tilvekst ved bestemmelse av avlsmål for laks ble også diskutert med aktuelle aktører i en workshop. Målet med workshopen var å diskutere seleksjonsrespons basert på økonomiske verdier fra litteraturen og non-market verdier med oppdrettere, avlsselskap, mattilsynet og dyrevelferdsorganisasjoner, for å finne ut hvordan dyrevelferd bør verdsettes i avlsprogram for fisk i forhold til høyere profitt for produsent eller lavere priser til forbruker. Dette skulle vise hvordan avlsselskap kan optimere avlsprogrammet for laks og balansering av relative markedsøkonomiske og non-market verdier i avlsmålet. Workshopen bestod av tre deler. I den første del ble deltakerne introdusert til

avlsprogrammer på laks og resultater fra prosjektet ble presentert. Den siste delen bestod av gruppearbeid mellom deltakerne på workshopen samt plenumsdiskusjon. Spørsmålene som ble diskutert var blant annet om vi skal ta mer hensyn til fiskens velferd i avlsmål for laks enn hva som gjøres i dag, og hvem som har ansvaret for å sikre god fiskevelferd. De fleste mente at det skulle legges mer vekt på fiskevelferd i dagens avlsmål. Representanter fra næringen mente at det var deres ansvar å sikre god fiskevelferd og at det vil lønne seg på langt sikt. Tapet i seleksjonsrespons for tilvekst når det avles for økt lakselus ble også diskutert og utprøvd som metode for å balansere økonomiske og non-marked verdier i avlsmålet.

Prosjektet hadde også en stand i Forskningsrådets telt under Forskningsdagene i Oslo 19.-20. september 2013. På standen ble det utdelt smaksprøver på økologisk laks, og det ble utført en spørreundersøkelse for å kartlegge hvor mye barn og voksne vet om oppdrettslaks og fiskevelferd. Undersøkelsen ble også utført i Tromsø, Trondheim, Bergen og Stavanger. I spørreskjemaet ble personene spurt om å fylle ut et skjema med spørsmål om akvakultur og fiskevelferd samt generelle spørsmål om deres alder, kjønn, bosted og om hvor ofte de spiste fisk. Størstedelen av personene som svarte på spørreskjemaet (ca. 69 %) var barn eller ungdommer unner 20 år. Kun ca. 1 prosent svarte at de aldri spiste fisk. Størstedelen (63 %) svarte at de spiste fisk mellom 1 og 3 ganger pr uke. I spørreskjemaet ble personene spurt om å svare på 8 ulike spørsmål om lakseoppdrett generelt og om fiskevelferd. Personene fikk 3 ulike valgmuligheter for de 3 første spørsmål om lakseoppdrett. For de resterende spørsmål fikk de 2 ulike valgmuligheter samt mulighet for at svare «Vet ikke». Undersøkelsen viste at folk generelt har lite viten om akvakultur produksjon så som hvor mye laks som produseres (39 % riktige svar) og hvor fort den vokser (48 % riktige svar). Men undersøkelsen viste også at de visste en del om fiskevelferd, hvor henholdsvis 81 og 75 % svarte riktig at laks kan kjenne smerte og at laks kan få lus.

4 Prosjektgjennomføring og nytte av resultat

4.1 Prosjektgjennomføring og ressursbruk

Prosjektperioden var i utgangspunktet fra 1.4.2009 til 31.3.2012. På grunn av forsinkelser som følge av svangerskapspermisjon, langtidssykemelding for stipendiat og for tidlig avsluttet doktorgradsstudium ble prosjektperioden forlenget til 31.12.2013. Stipendiatmidlene ble deretter brukt til forskertimer. En styrke i prosjektet har vært at det var mange mennesker involvert fra ulike land, institusjoner og med ulik faglig bakgrunn. Det har dog også vært en utfordring, fordi det måtte brukes mye tid på å diskutere faglige aspekter rundt prosjektet, da de involverte har veldig ulik faglig bakgrunn. Dette har medført noen forsinkelser underveis i de enkelte arbeidspakkene, men som helhet har prosjektet vært gjennomført i henhold til planen og målet, inkludert antall publikasjoner som til fulle er oppnådd.

4.2 Forventet verdi og nytte av resultatene

Flere av resultatene fra prosjektet forventes å ha stor verdi for forskningsfeltet innenfor akvakultur og avl. De genetiske parameterne for overlevelse i sjø er ikke tidligere dokumentert på laks. De genetiske parameterne for overlevelse er viktige for avlsselskapene ved vurdering om hvordan man best kan selektere for økt overlevelse.

Resultatene fra torskeforsøket på sosiale interaksjoner har bidratt til ny viten, siden denne så vidt vi vet er den første studien av genetiske parametere for sosiale effekter på velferdsegenskaper. I tillegg er metoden for å måle finnelengde ved hjelp av digital bildeanalyse ny og har bidratt til utvikling av velferdsindikatorer. Både valgekspperimentet og metoden for å beregne non-market verdier er nye innenfor fagfeltet. Også de genetiske analyser av sosiale interaksjoner er ny og viktig viten for avl på torsk, og som kan tenkes anvendt på laks. Denne studien må i så fall følges opp med en egen studie for laks.

Innenfor Nofima har resultatene fra dette prosjektet bidratt med økt kompetanse innenfor spesielt genetiske analyser av sosiale interaksjoner og bestemmelse av non-market verdier i avlsmål. I tillegg har en gjennom dette bygd kompetanse på design og gjennomføring av spørreundersøkelser og analyse av resultater fra disse. Prosjektet har dessuten stimulert til og muliggjort mer samarbeid på tvers av forskergrupper og disipliner innenfor Nofima. Endelig har prosjektet bidratt til etablering av nytt samarbeid med NMBU, Veterinærinstituttet, KU, SLU og WU, og har styrket både nasjonalt og internasjonalt nettverk til Nofima og de andre partnerne i prosjektet.

Fiskevelferd og etikk i dyreproduksjon har fått økt fokus de senere årene og er antatt å bli svært viktig for forbrukeres valg av produkter i fremtiden. Dette prosjektet har bidratt med resultater om forbrukeres vilje til å støtte avl for forbedret fiskevelferd, hvilket er viktig ved politiske beslutninger omkring regulering av fiskevelferd. I tillegg har prosjektet utviklet metoder for å balansere fremgang i tilvekst med fremgang i velferdsegenskaper som motstand mot sykdommer og lakselus. Dette er også viktig viten for oppdrettere og avlsselskaper ved beslutning om hvor mye vekt de skal legge på å forbedre velferden til fisken i avlsarbeidet. Metoden for å beregne non-market verdier kan også brukes til å verdsette miljømessige goder og gi innsikt i hvordan miljømessig regulering i akvakultur sektorer skal utformes.

4.3 Plan for formidling og utnytting av resultata

Ved prosjektets avslutning er det 5 publiserte artikler, en artikkel i trykken, to artikler under utarbeidelse og en masteroppgave er trykt. De to artiklene under utarbeidelse vil bli innsendt til internasjonale vitenskapelige tidsskrifter med referee etter prosjektets avslutning.

I workshopen som ble avholdt i september 2013 hadde vi dialog om prosjektets resultater med ulike aktører (avlsselskaper, mattilsynet, FHF, NSL). I tillegg har vi publisert artikler i populærvitenskapelige journaler (Norsk Fiskeoppdrett, Argus), på Nofimas hjemmeside, og i Næringsnytte fra Nofima. Resultatene fra prosjektet har vært presentert på både nasjonale (f.eks. Havbrukskonferansen) og flere internasjonale konferanser.

5 Publisering

Artikler i vitenskapelige tidsskrifter med referee (publisert)

- 1) Monsen, B.B., Ødegård, J., Arnesen, K.R., Toften, H., Nielsen, H.M., Damsgård, B., Bijma, P., Olesen, I. 2010. Genetics of Social Interactions in Atlantic cod (*Gadus morhua*). Proc. WCGALP. Leipzig, Germany. CD-ROM 4 pp. ISBN 978-3-00-031608-1.
- 2) Nielsen, H.M., Olesen, I., Navrud, K., Kolstad, K., Amer, P. 2011. How to Consider the Value of Farm Animals in Breeding Goals. A Review of Current Status and Future Challenges. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 24: 309-330.
- 3) Ødegård, J., Olesen, I. 2011. Comparison of testing designs for genetic evaluation of social effects in aquaculture species. Aquaculture, 317, 74-78.
- 4) Grimsrud, K.M., Nielsen, H.M., Navrud, S. & Olesen, I. 2013. Households' willingness-to-pay for improved fish welfare in breeding programs for farmed Atlantic salmon. Aquaculture. 372–375, 19–27.
- 5) Nielsen, H.M., B. B. Monsen, J. Ødegård, P. Bijma, B. Damsgård, H. Toften, I. Olesen. 2014. Direct and social genetic parameters for growth and fin damage traits in Atlantic cod (*Gadus morhua*). Genetic Selection Evolution. 46:5 doi:10.1186/1297-9686-46-5

Artikler i vitenskapelige tidsskrifter med referee (in press)

- 1) Ellingsen, K., Grimsrud, K., Nielsen, H. M., Mejdell, C., Olesen, I., Honkanen, P., Navrud, S., Gamborg, C. and Sandøe, P. Who cares about fish welfare? British Food Journal.

Artikler under utarbeidelse

- 1) Nielsen, H.M., Ødegård, J., Thorland, I., Olesen, I. Quantitative genetics of field survival in Atlantic salmon
- 2) He, Y., Nielsen, H.M., Olesen, I., Ødegård, J., Damsgård, B. Repeatability of fin length measurements using digital image analysis, and studies of fin morphology and erosion as indicator of social interactions of Atlantic cod.

Mastergrad

He, Y. Repeatability of fin length measurements using digital image analysis, and studies of fin morphology and erosion as indicator of social interactions of cod, Master Thesis. Ås, Universitetet for Miljø og Biovitenskap, 2012.

Populærvitenskapelig fremstilling og mediekontakt

Avl for «gladere» laks – hva sier forbrukerne? Argus nr. 4, 2011.

Avl for «gladere» laks – hva sier forbrukerne? Norsksjømat nr. 1, 2012.

Avl for «gladere» laks. www.fish.no 19/12, 2011.

Avl for bedre fiskevelferd og resistens mot lakselus – viktig for forbrukere! Nyhetsbrev fra avlsselskapet Salmobreed. August 2011.

Olesen, I. 2011. Etikk og dyrevelferd – viktigare enn nokon gong. Aktuelle etiske spørsmål i norsk fiskeoppdrett. Norsk Fiskeoppdrett. 7, 12-17.

Stand i Forskningsrådets telt under Forskningsdagene i Oslo 19.-20. september 2013.

Viktigst for folk at det avles mot lakselus. www.kystenshus.no 11. feb. 2013.

Viktigst for folk at det avles mot lakselus. www.nofima.no, 7. feb. 2013.

Viktigst å unngå lakselus. Næringsnytte 2013, Nofima.

Presentasjoner på internasjonale og nasjonale konferanser

Ellingsen, K., Mejdell, C., Grimsrud, K. Nielsen, H.M. Honkanen, P., Navrud, S. Olesen, I. 2012. *Dyrevelferd som avlsmål – Vil noen betale ekstra for en glad laks?* DYR, MENNESKE OG MAT – DYREETIKK I LANDBRUKET, Minding Animals Norges forskningsseminar 2012.

Ellingsen, K., Mejdell, C., Nielsen, H.M., Olesen, I. Honkanen, P. & Navrud, S. 2012. Dyrevelferd som avlsmål – Vil noen betale for en glad laks? HAVBRUK 2012, Stavanger April 16-18th.

Grimsrud, K.M., Nielsen, H.M., Navrud, S., Monsen, B., Olesen, I. 2011. Households' willingness-to-pay for improved fish welfare in breeding programs for farmed Atlantic salmon. EAAP annual meeting in Stavanger Aug, 29 – Sept1, 2011.

Grimsrud, K.M., Nielsen, H.M., Navrud, S., Olesen, I. 2012. Norske husstander er villige til å betale for å forbedre velferd for oppdrettslaks gjennom avl. HAVBRUK 2012, Stavanger April 16-18th.

Monsen, B., Ødegård, J., Nielsen, H. M., Toften, H., Arnesen, K. R., og Olesen, I. 2010. Sosiale interaksjoner – effekt på vekst og finneskader hos torsk. HAVBRUK 2010. Trondheim

Monsen, B.B., Ødegård, J., Nielsen, H.M., Bijma, P., Olesen, I. 2012. Genetics of social effects in farmed Atlantic cod. International Symposium on Genetics in Aquaculture, Auburn, Alabama.

Nielsen, H.M., Grimsrud, K.M., Navrud, S. & Olesen, I. 2012. Non-market values for welfare traits in breeding goals for Atlantic salmon. International Symposium on Genetics in Aquaculture, Auburn, Alabama.

Nielsen, H.M., Grimsrud, K.M., Navrud, S., Monsen, B., Olesen, I. 2011. Willingness to pay estimates can be used to derive non-market values for welfare traits in breeding goals for Atlantic salmon. Presentasjon på "Fish Breeders Round Table" i Stavanger Sept 1-3, 2011.

- Nielsen, H.M., Monsen, B., Ødegård, J., Bijma, P., Damsgård, B., Toften, H., Olesen, I. 2013. Direct and social genetic parameters for growth and fin damage traits in Atlantic cod (*Gadus morhua*), EAAP, Nantes, France, August 2013.
- Nielsen, H.M., Olesen, I., Gjerde, B, Grimsrud, K.M., Navrud, S. 2013. Defining a breeding goal for sustainable farming of Atlantic salmon. EAAP, Nantes, France, August 2013.
- Nielsen, H.M., Ødegård, J., Thorland, I., Bakke, H., Olesen, I. 2013. Quantitative genetics of field survival in Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Aquaculture conference: To the Next 40 Years of Sustainable Global Aquaculture, 3rd -7th November 2013, Las Palmas, Gran Canaria.
- Olesen, I. 2013. Breeding for robust fish fit for future farming. A healthy and sustainable aquatic supply chain - networking event on the 10th September, Glasgow, Scotland.
- Ødegård, J. and Olesen, I. 2011. Non-random testing designs with three families per group is more efficient for genetic evaluation of social effects in aquaculture species. EAAP annual meeting in Stavanger Aug, 29 – Sept1, 2011.

