

# Sluttrapport prosjekt 1

---

---

# Innholdsfortegnelse

<b>Prosjektnummer 179035. Prosjekttittel: The impact of pancreas disease (PD) on flesh quality of Atlantic salmon</b> .....	<b>1</b>
Rapport .....	1
1. Resultatrapport .....	13
1. Publiseringsdata .....	17

## SLUTTRAPPORT

**Prosjektnummer:** 179035

**Prosjekttittel:** The impact of pancreas disease (PD) on flesh quality of Atlantic salmon

**Prosjektleder:** Mørkøre, Turid

**Aktivitet / Program:** HAVBRUKS

**Prosjektansvarlig:** Nofima Marin AS

1. **Framdriftsrapport:** Ajourfør framdriftsrapport fram til prosjektslutt. Utført
2. **Sluttregnskap:** Gi et sammendrag av økonomien i prosjektet. Utført
3. **Resultatrapport:** Legg ved resultatrapport Utført
4. **Andre resultater:** Gi opplysninger om andre resultater. Utført
5. **Særskilt rapportering:** Dersom det foreligger krav om særskilt rapportering, skal dette utføres. Ikke aktuelt

### Sluttregnskap

#### Faktiske utgifter (i NOK 1000)

Konto	2007	2008	2009	Totalsum
6050	752	278	254	1284
6051				0
6052				0
6053	750	651	682	2083
Sum	1502	929	936	3367

#### Kontobeskrivelser:

6050 = Personal- og indirekte kostnader

6051 = Innkjøp av FoU-tjenester

6052 = Utstyr

6053 = Andre driftskostnader

#### Faktisk kostnadssted (i NOK 1000)

Konto	2007	2008	2009	Totalsum
6061				0
6062	1422	849	856	3127
6063				0
6064				0

6065	80	80	80	240
Sum	1502	929	936	3367

**Kontobeskrivelser:**

6061 = Næringsliv  
6062 = Instituttsektor  
6063 = UoH-sektor  
6064 = Andre sektorer  
6065 = Utlandet

**Faktisk finansiering (i NOK 1000)**

Konto	2007	2008	2009	Totalsum
8911			67	67
8930				0
8913				0
8914				0
NFR	1100	1100	1100	3300
Avvik	-402	171	231	0
Sum	1502	929	936	3367

**Kontobeskrivelser:**

8911 = Egne midler  
8930 = Internasjonale midler  
8913 = Andre offentlige midler  
8914 = Andre private midler  
NFR = Norges forskningsråd

**Kommentar**

Vesentlige bidrag er gitt av "Næringsliv" i form av fiskemateriale og egetid til prøveuttak, prøveforsendelse, sykdomsdiagnostisering og prosessering. Hovedbidragsyter har vært Marin Marvest, men også Havdyrkerne, Villa, Raumagruppen, Maritim Food, Romsdal prosessing m.fl. har vært aktive bidragsytere i prosjektet.

1. Gi et sammendrag av økonomien i prosjektet.

Utført

**Resultatrapport**

**Gi et populærvitenskapelig sammendrag av resultatene**

**Originalfil:** 2010\_02 RESULTATSRAPPORT.pdf

**Filreferanse:** Resultat\_rapport109004.pdf

2. Legg ved resultatrapport

Utført

### Andre resultater

Gi opplysninger om andre resultater (Arrangement, Medieoppslag, Foretak).

3. Gi opplysninger om andre resultater.

Utført

### Særskilt rapportering

Alternativ 1:

Alternativ 2:

Originalfil:

Filreferanse:

4. Dersom det foreligger krav om særskilt rapportering, skal dette utføres.

Ikke  
aktuelt

## SLUTTRAPPORT

**Prosjektnummer:** 179035

**Prosjekttittel:** The impact of pancreas disease (PD) on flesh quality of Atlantic salmon

**Prosjektleder:** Mørkøre, Turid

**Aktivitet / Program:** HAVBRUKS

**Prosjektansvarlig:** Nofima Marin AS

**Rapporteringsperiode:** 20091001 - 20091231

1. **Mål:** Er det rapporteringspliktige avvik i de avtalte mål? Nei
2. **Framdrift:** Er det rapporteringspliktige avvik i faglig framdrift i forhold til avtalte milepæler, prosjektbeskrivelsen eller i forhold til stipendenes tilsetting/framdrift? Nei
3. **Økonomi:** Er det rapporteringspliktige avvik mellom budsjett og forbruk (jfr. kostnadsplanen)? Nei
4. **Økonomi:** Er det rapporteringspliktige avvik i finansieringsplanen? Nei
5. **Partnere:** Er det rapporteringspliktige endringer for samarbeidspartnere? Nei
6. **Andre avvik:** Er det andre vesentlige avvik i forhold til det som er avtalt i kontrakten (særlig art. 8)? Nei

- Stipend:** Opplysninger om alle stipend må være fullstendige og korrekte. Har du oppdatert månedsverk og andre opplysninger for hver stipendiat? Nei
7. **Resultat - Sammendrag:** Det skal gis et populærvitenskapelig sammendrag av resultater som er framkommet i prosjektet i rapporteringsperioden. Er dette gjort? Ja
8. **Resultatindikatorer:** Alle resultatdata som er framkommet i prosjektet skal rapporteres. Er rapportering foretatt? Ja
9. **Publiseringsinformasjon:** Er opplysninger om publisering gitt? Ja
10. **Internasjonalt:** Omfanget av internasjonalt samarbeid skal angis. Har det vært slikt samarbeid i rapporteringsperioden? Ja
11. **Særskilt rapportering:** Dersom det foreligger krav om særskilt rapportering i egen melding skal dette utføres. Er særskilt rapportering utført? Nei
- 12.

## Mål

### Prosjektets hovedmål og delmål

Principal objective Elucidate to which extent pancreas disease (PD) causes structural changes and quality deterioration in farmed Atlantic salmon, develop guidelines on how to handle salmon with a previous PD diagnosis for the industry and identify strategies that can accelerate muscle regeneration post-infection. The detailed aims are: 1.Determine to which extent PD causes colour deficiencies, texture problems and increased microbial growth in raw and smoked salmon fillets 2.Determine underlying causes for quality deterioration related to PD and elucidate whether PD induced deteriorations (e.g. histopathological changes) are reversible 3.Develop guidelines for the industry that provide recommendations on how to treat salmon with previous PD diagnosis 4.Identify strategies accelerating muscle regeneration post-infection. 5.Contribute to education of PhD students

1. Er det rapporteringspliktige avvik i de avtalte mål? Nei

### Kommentar

## Framdrift

### Prosjektperiode

Fra dato (ååååmmdd): 20070101 Til dato (ååååmmdd): 20091231

### Hovedaktiviteter og milepæler i prosjektperioden (år og kvartal)

	Fra		Til	
Experimental planning	2007	1	2007	2
Tissue analyses	2007	2	2009	3
Final report	2009	3	2009	4
Compose guideline for the industry	2009	1	2009	4
Publication	2007	3	2009	4
Analyses, Quality deterioration related to PD	2007	2	2009	1

2. Er det rapporteringspliktige avvik i faglig framdrift i forhold til avtalte milepæler, prosjektbeskrivelsen eller i forhold til stipendenes tilsetting/framdrift? Nei

**Kommentar**

**Økonomi**

**Kostnadsplan (i 1000 kr)**

Konto	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Totalsum
6050	965	940	940						2845
6051		25	25						50
6052	25	35	35						95
6053	110	100	100						310
Sum	1100	1100	1100	0	0	0	0	0	3300

**Faktisk kostnadssted (i 1000 kr)**

Konto	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Totalsum
6061									0
6062	990	990	990						2970
6063	35	35	35						105
6064									0
6065	75	75	75						225
Sum	1100	1100	1100	0	0	0	0	0	3300

**Finansieringsplan (i 1000 kr)**

Konto	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Totalsum
8911									0
8930									0
8913									0
8914									0
NFR	1100	1100	1100						3300
Sum	1100	1100	1100	0	0	0	0	0	3300

**Kontobeskrivelser:**

6050 = Personal- og indirekte kostnader  
6051 = Innkjøp av FoU-tjenester

8911 = Egne midler  
8930 = Internasjonale midler

6052 = Utstyr

8913 = Andre offentlige midler

6053 = Andre driftskostnader

8914 = Andre private midler

NFR = Norges forskningsråd

3. Er det rapporteringspliktige avvik mellom budsjett og forbruk (jfr. kostnadsplanen) Nei  
4. Er det rapporteringspliktige avvik i finansieringsplanen? Nei

#### Kommentar

### Partnere

#### Samarbeidspartnere som skal delta i prosjektet med faglige og/eller økonomiske ressurser

5. Er det rapporteringspliktige endringer for samarbeidspartnere? Nei

#### Kommentar

### Andre avvik

6. Er det andre vesentlige avvik i forhold til det som er avtalt i kontrakten (særlig art. 8)? Nei

#### Kommentar

### Stipend

#### Stipender finansiert av prosjektet

7. Opplysninger om alle stipend må være fullstendige og korrekte. Har du oppdatert månedsverk og andre opplysninger for hver stipendiat? Nei

### Resultat - sammendrag

8. Det skal gis et populærvitenskapelig sammendrag av resultater som er framkommet i prosjektet i rapporteringsperioden. Er dette gjort? Ja

#### Populærvitenskapelig framstilling

For perioden oktober 2009 - februar 2010 har det vært gjennomført en studie for å avdekke betydningen av prosessmetode ved røyking for sluttkvaliteten av laksefilet etter PD smitte. Videre har vi hatt omfattende aktivitet knyttet til statistisk bearbeiding, tolkning og publisering av data fra prosjektet, samt aktiviteter knyttet til populærvitenskapelig formidling av forskningsresultater til industri - mest muntlig, men også noe skriftlig.

Prosessparameterne som ble variert var: Røyketid, tørketid og temperatur. Videre ble det benyttet ferskt og frosset råstoff. Som referansemateriale ble det benyttet usmittet laks fra et kommersielt oppdrettsanlegg. Vi ønsket ut fra denne omfattende prosessmatrisen å avdekke om det er mulig å styre røykeprosessen i ønsket retning slik at en i mest mulig grad unngår kvalitetsfeil i røkt laks. Dette er en aktuell problemstilling ettersom flere røykerier rapporterer om redusert kvalitet i røkt PD laks. I tillegg ble det samme fiskematerialet prosessert ved et kommersielt røykeri etter standardmetode ved røykeriet (kaldrøyking). Denne kommersielt prosesserte laksen ble analysert for mikrobiologisk utvikling gjennom lagring. All laksen ble vurdert klinisk og histopatologisk, og vi har undersøkt om det er en sammenheng mellom graden av slike forandringene og kvalitetsavvik og mikrobiologisk holdbarhet. I korte trekk viste resultatene at sykdomsbildet varierer betydelig mellom individer fra samme merd, der noen individer syntes helt normale mens andre hadde betydelig sykdomstegn. Vi fant en statistisk sikker sammenheng mellom graden av forandringer i muskel og avvikende farge og tekstur. Ut fra prosesstudien ble det konkludert at det er viktig å benytte lang tørketid for å redusere risikoen for å få blek og skjoldet filet. PD smittet laks hadde tilsvarende bakterievekst som usmittet laks. Ytterligere resultater fra studien er beskrevet i Resultatsrapporten.



## Resultatindikatorer

Resultater	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Akkumulert hittil
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------------------

### Vitenskapelige/faglige publikasjoner

Publiserte artikler i andre vitenskapelige og faglige tidsskrifter

	0										0
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Utgitte bøker (lærebøker, antologier(red.) o.l.)

		1	3								4
--	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	---

Publiserte foredrag fra internasjonale møter/konferanser

			5								5
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	---

Øvrige rapporter, foredrag og presentasjoner fra faglige møter

	1	4	7								12
--	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	----

### Resultatformidling

Formidlingstiltak rettet mot relevante målgrupper

	1	5	3								9
--	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	---

Allmennrettede formidlingstiltak (populærvitenskapelige artikler, høringer, utstillinger etc.)

	1	3	20								24
--	---	---	----	--	--	--	--	--	--	--	----

Oppslag i massemedia

			12								12
--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	----

### FoU-resultater

Ferdigstilte nye/forbedrede metoder/modeller/prototyper

	2		2								4
--	---	--	---	--	--	--	--	--	--	--	---

### Kommersielle resultater med bidrag fra prosjektet

Ferdigstilte nye/forbedrede prosesser

			1								1
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	---

Ferdigstilte nye/forbedrede tjenester

		1	2								3
--	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	---

### Ny virksomhet

#### Innføring av teknologi

Samarbeidende bedrifter som har innført ny teknologi

	1										1
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

### Doktorgrader

9. Alle resultatdata som er framkommet i prosjektet skal rapporteres. Er rapportering foretatt? Ja

### Publiseringsinformasjon

Gi opplysninger om vitenskapelige utgivelser, annen publisering og foredrag enten ved å velge "Type" eller ved å laste opp en liste under "Liste over publiseringsinformasjon".

Type		
Bok/artikkel i bok/rapport		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
AKVAFORSK	Resurseffektiv oppdrettsfisk	
Forlag/Utgiver	Redaktør	Flerbindsverk/serie
Sidenr	Nr./Bind/År	ISSN/ISBN
8-9		
Sted		

Type		
Bok/artikkel i bok/rapport		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Milosevic, I	The impact of pancreas disease (PD) on fillet quality in farmed Atlantic salmon (Salmo salar L.)	
Forlag/Utgiver	Redaktør	Flerbindsverk/serie
UMB, IHA		
Sidenr	Nr./Bind/År	ISSN/ISBN
	2008	
Sted		
Ås		

Type		
Bok/artikkel i bok/rapport		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, t	Tekstur i oppdrettslaks	
Forlag/Utgiver	Redaktør	Flerbindsverk/serie
Sidenr	Nr./Bind/År	ISSN/ISBN
15-17		
Sted		

Type		
Artikkel		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, T	PD og kvalitet hos oppdrettslaks	
Sidenr	Nr./Bind/År	ISSN/ISBN
26-27		

Type		
Artikkel		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, T	Melanin i laksefilet	
Sidenr	Nr./Bind/År	ISSN/ISBN
62-64	2008	

Type		
Foredrag		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Hannesson, K	Bindevev og tekstur	
Sted		
Trondheim		

Type		
Foredrag		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, T	Bløt fisk	
Sted		
WorkShop Harstad		

Type		
Foredrag		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, T	Quality problems in Atlantic salmon	
Sted		
Ås		

Type		
Foredrag		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, T	Norwegian Aquaculture Research - Chilean Embassy	
Sted		
Ås		

Type		
Foredrag		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, T	Norwegian Aquaculture Research - Gambian Ministry Delegation	
Sted		
Ås		

Type

Foredrag		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, T	Gòðska à aldum laksi - tyðningur av hungring	
Sted		
Færøyene		

Foredrag		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, T	Quality in farmed salmon, current status and future challenges	
Sted		
Tromsø		

Foredrag		
Forfatter(e)	Arbeidets tittel	Bok/ artikkelsamling /tidsskrift
Mørkøre, T., Larsson, T., Hannesson, K., Taksdal,	Betydningen av PD for kvalitet hos oppdrettslaks	
Sted		
Tromsø		

### Liste over publiseringsinformasjon

**Originalfil:** 2010\_02 publisering.pdf

**Filreferanse:** PUBLISERINGER\_Framdriftsrapport109004.pdf

12. Er opplysninger om publisering gitt?

Ja

### Internasjonalt samarbeid

**Internasjonalt samarbeid finansiert av prosjektet (i NOK 1000)**

**Beløp i NOK 1000**

---

Land	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Danmark	80	80	80							

10. Omfanget av internasjonalt samarbeid skal angis. Har det vært slikt samarbeid i rapporteringsperioden? Ja

### **Særskilt rapportering**

**Alternativ 1:**

**Alternativ 2:**

**Originalfil:**

**Filreferanse:**

11. Dersom det foreligger krav om særskilt rapportering i egen melding skal dette utføres. Er særskilt rapportering utført? Ikke aktuelt

Resultatsrapport for prosjektet:

## **Betydningen av pankreas sykdom (PD) for filetkvalitet av oppdrettslaks**

PD (*Pancreas disease*) er en infeksiøs sykdom som fører til betydelige økonomiske tap for norsk oppdrettsnæring. PD er nå etablert i Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane samt Møre og Romsdal sør for Hustadvika. Sykdommen har stort potensial for videre spredning til nye geografiske områder.

Foredlingsindustrien har uttalt at det finnes en klar sammenheng mellom fiskens helsetilstand og filetkvalitet, og flere røykerier er skeptiske til å kjøpe lakseråstoff med dokumentert PD historikk. Dette er basert på ervervet kunnskap om at råstoffet ikke er egnet for produksjon av kaldrøykte produkter på grunn av fargeavvik, teksturendringer og redusert holdbarhet. Målsetningen i dette prosjektet var å avdekke betydningen av PD for kvaliteten i oppdrettslaks, definere underliggende årsaker til avvik samt utvikle retningslinjer for industrien mht behandling av laks etter PD utbrudd. Videre var målet å bidra til utdanning av studenter. Prosjektet har vært ledet av Nofima Marin med prosjektleder Dr. T. Mørkøre. Samarbeidspartnere i prosjektet har vært Veterinærinstituttet (Dr. T. Taksdal), Danmarks Tekniske Universitet (Dr. P. Dalgaard) og Nofima Mat (Dr. K. Hannesson/M. Pedersen). Prosjektperioden var 2007-2008-2009, med et totalbudsjett på 3,3 millioner NOK.

### **Hovedresultater fra prosjektet**

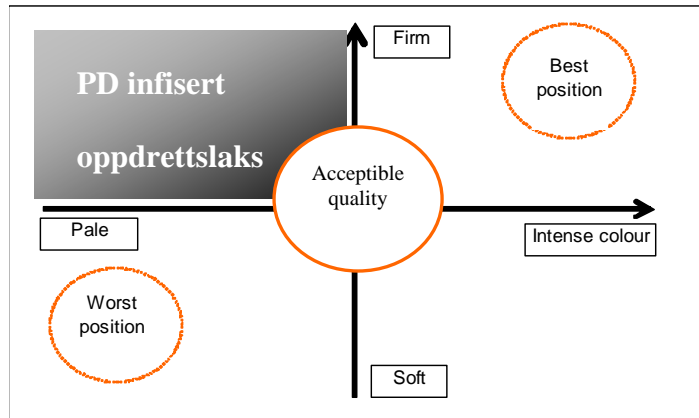
#### **Betydningen av PD for kvaliteten av oppdrettslaks**

Laks fra 22 anlegg med positiv PD diagnose inngikk i en omfattende kvalitetskartlegging. Det ble benyttet laks av slaktestørrelse (3-4kg i gjennomsnitt), og avstanden fra PD utbrudd til slakt varierte fra 0 – 14 måneder. Usmittet laks fra 10 anlegg ble brukt som referanse. I gjennomsnitt undersøkte vi 30 laks fra hvert anlegg, til sammen nærmere 1000 laks. PD smittet laks kom i hovedsak fra en epidemiologisk kohort studie (172179/S40, 2006-2008) ledet av T.Taksdal ved Veterinærinstituttet (NVI). Industrien har også vært sterkt på banen med Marin Harvest som hovedbidragsyter, men også andre industriaktører har bidratt med fiskemateriale og egeninnsats, bl.a. Havdyrkerne, Raumagruppen, Villa, Romsdal Prosessing og Maritim Food. Hovedfokus ble lagt på å dokumentere kvaliteten av fersk og røkt laks, ettersom røykeindustrien fremsetter de strengeste kravene til råstoffkvalitet. Vi utførte også analyser av kokte produkter fra utvalgte partier.

Resultatene viste at kvaliteten i hovedsak blir forringet i en periode etter sykdomsutbrudd. Spesielt dreier dette seg blek og skjoldet filet, mørke pigmentflekker i muskulaturen (melaninflekker), hard tekstur, avvikende kjemisk sammensetning, lavere innhold av Vitamin E samt økt væsketap ved lagring. I tillegg også redusert utbytte ved prosessering. Vi fant ingen indikasjoner på at PD øker graden av filetspalting i fileten og heller ikke økt bakterievekst ved lagring av fersk eller røkt filet. Det vil vi at mikrobiologiske holdbarheten var tilsvarende for PD smittet og usmittet laks. Avvikene var mest uttalt for ferske og røykte produkter, mens avvikene var ubetydelige for kokt laks.

Kvalitetsavvikene var størst 1-3 måneder etter sykdomsutbrudd, og mest tydelige for den minste fisken med tynn kroppsform (lav kondisjonsfaktor). Etter et drøyt halvt år syntes kvaliteten og kjøttfyllden oftest å være normalisert hos fisk av forventet størrelse og med normal fasong, men laksen ser ut til å ha problemer med å bygge opp Vitamin E lagrene etter sykdommen.

Selv om kvaliteten synes å normalisere seg etter at det har gått et halvt års tid fra sykdomsutbrudd, er det viktig å være på vakt ettersom fisk med normalt utseende i enkelte tilfeller viser kvalitetsmessige avvik. Risikoen for at det finnes slik fisk synes å være større for laks fra anlegg med gjentatte utbrudd/ kroniske tilstander. Videre fant vi indikasjoner på at hardhendt handling i slakteprosessen forsterker problemet med kvalitetsavvik ettersom laks etter PD utbrudd er meget sensitiv for stress.



Figur 1. Skjematisk fremstilling som viser generelle kvalitetsmessige egenskaper i laks etter PD utbrudd

### Sensorisk vurdering

Det ble gjennomført en sensorisk vurdering av laks fra et PD smittet anlegg sammenlignet med usmittet laks av superior kvalitet fra samme område og oppdrettsselskap. Blindtesten ble utført av 8 kokker ved Gastronomisk Institutt (GI) samt av 9 forskere i prosjektet. Resultatene viste at PD laksen var egnet som røykt produkt, men at den friske fisken ble foretrukket. Årsaken var at PD laksen hadde svakere farge, noe avvikende og "fetere" konsistens og mindre egensmak. Forskjellen mellom PD smittet og frisk laks var tydelig for kaldrøykt laks, mens forskjellen var betydelig mindre etter varmrøyking. Det var bra overensstemmelse mellom kokkenes og forskernes vurderinger. Avvikende produkt egenskaper for PD smittet laks hadde antakelig vært mindre detekterbare dersom PD fisken ble servert alene.

### Avdekke underliggende årsaker for kvalitetsavvik knyttet til PD

Det er utført biokjemiske, histopatologiske og genekspressjonsanalyser for å avdekke underliggende årsaker til kvalitetsavvik i laksefilet etter PD infeksjon. Analysene viste betydelig variasjonen mellom individer fra samme merd. For eksempel fant vi individer uten noen forandringer i muskel mens andre individer fra samme merd hadde betydelige forandringer. I hovedsak viste resultatene fra mikroskopiundersøkelsene at fisk med unormal hard tekstur og blek filetfarge hadde mer uttalte tegn på betennelse, nekroser og bindevevsdannelse i muskelen. Forandringene var mer uttalte i rød enn i hvit muskel og det var en omvendt proporsjonal sammenheng mellom muskel forandringer og kjøttfylde (negativ korrelasjon mellom kondisjonsfaktor og grad av patologiske forandringer,  $r = 0.7$ ). Biokjemiske analyser viste at fileter med avvikende kvalitet hadde høyere innhold av bindevev, målt som nivå av hydroksyprolin og glykosaminoglykaner. Videre var protein-, glykogen-, astaxanthin and Vitamin E innholdet lavere i den PD syke fisken.

Analysene mht genuttrykk (microarray) viste en tydelig gruppering av individene i forhold til sykdomsbilde, der spesielt fisk som hadde tap av bukspyttkjertel, sammenfallende med muskel forandringer, viste tydeligst utslag. Ikke overraskende var det store forandringer i



reguleringen av stoffskiftet i syk fisk. Essensielle aminosyrer som var nedregulert i PD syk fisk var: arginin, fenylalanin og treonin, men også metabolismen av karbohydrater var nedregulert. Videre fant vi sterke indikasjoner på at den PD syke laksen hadde problemer med oksygentransporten i blod, og at denne fisken led av hypoksi. Nedregulering av en rekke andre viktige komponenter som beskytter fisken mot oksidativt stress kan også være med på å forklare muskelforandringer i PD syk laks. Forandringer i forhold til antioksidant status i muskelen ble også målt samt et betydelig lavere innhold av Vitamin E (total nivå tokoferoler) etter PD utbrudd. Vitamin E nivået forble lavere enn hos usmittet laks, selv etter 12 måneder.

Resultatene fra genekspressjonsanalysene tydet på at den PD syke laksen forbrukte protein og glykogen til energiproduksjon, og i mindre grad fett.

Våre resultater viser at laksen i fleste tilfeller gjenvinner en normal kvalitet etter PD sykdom. Ovenstående resultater er nyttig basisviten i arbeidet med å videreutvikle strategier for å akselerere gjenoppbygging av muskelen hos laks etter PD sykdom.

### **Kvalitetskontroll og anbefalt prosessering av laks etter PD sykdom**

Etter PD-sykdom er det stor kvalitetsforskjell mellom fisk fra samme merd. Det kan også være stor forskjell mellom ulike deler av samme filet. Standard kjemisk analyse av pigmentinnhold og farge i norsk kvalitetssnitt av 5–10 laks, gir derfor ikke tilstrekkelig grunnlag til å friskmelde kvaliteten i en merd etter PD-utbrudd. Vi anbefaler derfor å ta ut 30 laks fra merden, filetere dem og evaluere hele fileten – ikke bare norsk kvalitetssnitt (området mellom ryggfinne og gatt) – med hensyn på fargestyrke, fargejevnhet/skjolding og mørke pigmentflekker (melanin). Et trent øye vil kunne avsløre om filetene har fargeavvik eller melaninflekker utover normalen. Eventuelt kan filetene sendes til laboratorium for analyse.

Hvordan minske risikoen for å få kvalitetsproblemer ved kald-røyking av laks med tidligere PD diagnose

- Sorter ut fisk med lav kondisjonsfaktor. Sjansen for å få med laks med muskelskader reduseres
- Benytt fersk, ikke frosset/tint materiale
- Tørresalting er å foretrekke fremfor lagesprøyting
- Både ved høy og lav røyketemperatur (21–28°C) er anbefalingen å benytte lang tørketid.
- Lav røyketemperatur på 20–22°C synes å være bedre enn høy temperatur på 27–29°C.

Det er viktig at laks etter PD utbrudd utsettes for så lite og så skånsom handtering som mulig. Enhver form for handtering kan føre til at kvalitetsproblemene forsterkes. Likeledes kan hardhendt handtering i slakteprosessen føre til at kvalitetsavvik forsterkes.

### **Studenter**

To doktorgradsstudenter (T. Larsson, UMB/ Nofima Marin og J. Lerfall, UMB/Høgskolen i sør-Trøndelag) vil benytte fiskemateriale fra prosjektet inn i sine doktorgradsarbeider. Lerfall vil ha fokus på å beskrive generelle effekter av PD på kvalitet av rå og røkt laks, der også en multivariat sammenstilling inngår. Larsson vil ha fokus på å definere underliggende årsaker til kvalitetsforandringene som forekommer i laks etter PD sykdom (histopatologi, biokjemi, genekspressjon). Lerfall og Larsson vil være medforfattere på hverandres artikler. En mastergradsstudent har også tatt sin oppgave knyttet til prosjektet (I. Milosevic – leverte oppgaven høsten 2008).

### **Arbeidsformen i prosjektet og nytteverdi**

Aktiviteten i prosjektet har vært en kombinasjon av grunnforskning og anvendt forskning. Vi har hatt en tett, løpende dialog med næringsaktører i hele verdikjeden, fra oppdrettere til foredlingsindustri samt kokker som også har testet ut fiskematerialet. Vi har holdt oss til de overordnede målene i prosjektet, men samtidig gjort visse tilpasninger underveis i forhold til fremkommet kunnskap og respons fra industriaktørene. I prosjektet har vi kommet frem til en arbeidsform som involverer industriaktører i verdikjeden, studenter og forskere som bidrar til kunnskapsoverføring begge veier - og som ansees som svært nyttig:

- *Industrien gir problemformuleringen og prosjektet gjennomføres med videre bidrag fra industrien i form av fiskemateriale, egentid, prosessering, erfaringskunnskap/kunnskapsutveksling*
- *Forskerne formulerer prosjektbeskrivelsen og gjennomfører studier ved å ta i bruk og avansert analysemetodikk, lab-basert prosesseteknologi m.m. Ut fra resultatene formuleres kunnskapsbaserte råd og retningslinjer for industrien for å optimalisere filetkvaliteten og for å sikre at fisken havner i et marked der den tilfredsstiller krav og spesifikasjoner.*
- *Kommunikasjonsstrategi og foretrukne kommunikasjonskanaler defineres i samråd med industriaktørene og FHF.*
- *Involvering av forskere på tvers av fagdisipliner og studenter på master og doktorgradsnivå bidrar til å sikre kunnskapsutvikling, faglig tyngde og publisering av resultatene i internasjonalt anerkjente tidsskrifter.*

Å jobbe med næringsrelevant grunnforskning har vært stimulerende for forskningspartene i prosjektet. Dette har bidratt til videreutvikling av innovative forskningsverktøy som vil være nyttige, også i fremtidige prosjekter. Blant annet har vi tatt i bruk statistiske verktøy for å bearbeide komplekse biologiske data- og prosessmatriser. Vi har også videreutviklet verktøy for tolkning av visuelt inntrykk av laksefilet, der vi nå er i stand til å kvantifisere variasjon i farge innen samme filet og også størrelsen på melaninflekker i fileten. I dette prosjektet har vi også for første gang implementert histopatologiske tilnærminger samt genuttrykk for å forstå kvalitetsvariasjoner i laksefilet. Disse metodikkene er allerede tatt i bruk i andre FoU prosjekter.

### **Videre arbeid**

Det arbeides videre med å ferdigstille resultatene fra prosjektet i fire publikasjoner (se liste nedenfor). Videre vil vi vektlegge å benytte resultatene som er oppnådd inn i fremtidige prosjekter og å videreutvikle det fruktbare samarbeidet og nettverket vi har etablert gjennom dette prosjektet, både mellom forskningspartnerne og med industriaktørene. Blant annet vil vi dra stor nytte av det etablerte nettverket i det nettopp initierte FHF finansierte prosjektet: "Kvalitetsavvik og årsakssammenhenger" (2009-2010-2011).

Arbeidstitler på artikler som er under utarbeiding:

1. The impact of Pancreas disease (PD) on fillet quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)
2. Influence of processing conditions on fillet quality of cold-smoked Atlantic salmon with Pancreas disease (PD).
3. Relationship between pancreas disease (PD) and muscle lesions, fillet quality traits and shelf life of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L).
4. Pathological and molecular profiling of Atlantic salmon infected with *Salmonid Alfavirus* (SAV): Relevance for fillet quality.

Artikkel #1 og #4 vil inngå i doktorgradene til Thomas Larsson og Jørgen Lerfall. Disputasen for begge studenter er planlagt høsten 2011 ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap.

## Publiseringsinformasjon

### Artikkel

- 2007. Mørkøre, T. PD og kvalitet hos oppdrettslaks. Fisk, Industri og Marked
- 2007. Mørkøre, T. Årsmelding, Akvaforsk.
- 2008. Mørkøre, T., Melanin i laksefilet. Norsk Fiskeoppdrett 9.
- 2008. Mørkøre, T. God laks etter sykdom. Matnyttig 3.
- 2009. Mørkøre, T. Anbefalt kvalitetskontroll av tidligere PD-smittet laks  
[http://www.fiskerifond.no/index.php?current\\_page=index&lang=no&id=566](http://www.fiskerifond.no/index.php?current_page=index&lang=no&id=566)

### Bok/artikkel i bok/rapport

- 2006. Kiessling, A., Bjørnevik, M., Thomassen, M., Rørå, AMB, Mørkøre, T., Roth, B., Erikson, U., Jordheim, O. Fra merd til kjøkkenbord. ED M. Thomassen, R. Gudding, B. Norberg, L. Jørgensen. Havbruksforskning: Fra merd til kjøkkenbord. P 43-62.
- 2007. Kiessling, A., Bjørnevik, M., Thomassen, M., Rørå, AMB, Mørkøre, T., Roth, B., Erikson, U., Jordheim, O.. Fra merd til kjøkkenbord. ED M. Thomassen, R. Gudding, B. Norberg, L. Jørgensen. In: Thomassen, M.S. & al. (Ed.) Aquaculture Research: From cage to consumption, The Research Council of Norway, ISBN 978-82-12-02408-3. 45-63
- 2008. Milosevic, I. The impact of pancreas disease (PD) on fillet quality in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Master thesis, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway. Pp. 66.
- 2008. Mørkøre, T. Tekstur i oppdrettslaks. Nofima rapport/ FHF 21 sider
- 2009. Olsen B.E., Birkeland, S. Rangering av kald- og varmrøykt lakse-loin fra ulike råstoffgrupper basert på individuelle preferanser og erfaringsbasert kunnskap. 8 sider
- 2010. Birkeland, S. Effekt av ulike prosessbetingelser under produksjon av kaldrøykt laks på kvalitetsegenskaper ved bruk av råstoff fra PD-smittet og usmittet laks. Nofima Rapport 02.2009.

### Foredrag

- 2008. Mørkøre, T., Larsson, T., Hannesson, K., Taksdal, T., Bjerke, M., Birkeland, S. Betydningen av PD for kvalitet hos oppdrettslaks. Programkonferanse Havbruk 2008. Radisson SAS Hotel Tromsø, 7-9. april 2008.
- 2008. Mørkøre, T. Quality in farmed salmon, current status and future challenges (key note speaker). Programkonferanse Havbruk 2008. Radisson SAS Hotel Tromsø, 7-9. april 2008
- 2009. Larsson, T., Krasnov, A., Taksdal, T., Lerfall, J., Birkeland, S., Mørkøre, T.. Using gene expression profiling to search for the molecular determinants of quality in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) with a previous diagnosis of pancreatic disease (PD). 3<sup>rd</sup> TAFT Conference, 15-18 September 2009, Copenhagen, Denmark.
- 2007. Mørkøre, T. Overview of Norwegian Aquaculture Research. Gambian ministry delegation. University of Life Sciences. Ås, Norway.
- 2007. Mørkøre, T. AKVAFORSK research activities, an overview. Chilean embassy. University of Life Sciences. Ås, Norway.

- 2010. Lerfall, J., Larsson, T., Birkeland, S., Taksdal, T., Dalgård, P., Mørkøre, T. Betydningen av pancreas disease (PD) for kvalitet av fersk og røkt oppdrettslaks. Programkonferansen HAVBRUK 2010, Trondheim, 19.-21. april
- 2010. Birkeland, S., Taksdal, T., Dalgård, P., Mørkøre, T. Effekt av ulike prosessbetingelser under produksjon av kaldrøkt laks på filetfarge og holdbarhet ved bruk av råstoff fra PD-smittet og usmittet laks. Programkonferansen HAVBRUK 2010, Trondheim, 19.-21. april
- 2007. Mørkøre, T. Filetspalting og bløt tekstur i oppdrettslaks. WorkShop arrangert av Skretting AS. Thon Hotel Harstad mai 2007
- 2007. Mørkøre, T. PD og slaktekvalitet. Kompetansegruppemøte ScanVacc 6.-7. desember 2007, Thon Hotell Slottsparken, Oslo
- 2008. Mørkøre, T. Hungring av laks. Aliráðstevna – Havbúnaðarfélagið. Hotell Føroyar, Torshavn, Færøylene 28/2-2008.
- 2008. Mørkøre, T. Tekstur i oppdrettslaks. Arbeidsmøte FHF, Rica Hell 12.-13. februar.
- 2008. Mørkøre, T. The impact of pancreas disease (PD) on flesh quality of Atlantic salmon. Industrimøte Kristiansund nov 2008.
- 2009. Mørkøre, T. Filetkvalitet etter PD smitte. Informasjonsmøte Lerøy. Kristiansund
- 2009. Mørkøre, T. Oversikt over forskningsaktiviteter. Filetforum Laks. Rica Hell Hotel, Trondheim.
- 2007. Mørkøre, T. Quality problems in Atlantic salmon. Norwegian University of Life Sciences.
- 2008. Mørkøre, T. Quality problems in Atlantic salmon. Norwegian University of Life Sciences.
- 2009. Mørkøre, T. Quality problems in Atlantic salmon. Norwegian University of Life Sciences.
- 2009. Mørkøre, T. Processing and packaging. Norwegian University of Life Sciences
- 2009. Mørkøre, T. WorkShop, Tekstur i laks. Rica Hell Hotel Januar
- 2009. Mørkøre, T. WorkShop, Nofima Mat
- 2009. Mørkøre, T. Kvalitet fra avl til gaffel. Kartlegging av kvalitetetsavvik i laksefilet og tiltak for å hindre avvik som melaninflekker, fargeavvik og bløt tekstur. Filetforum Laks. Gardermoen 20. oktober 2009
- 2009. Mørkøre, T., Tobiassen, T. Kvalitetsavvik og årsakssammenhenger. Filetforum Laks, Hell 17.-18. juni.
- 2010. Mørkøre, T. Kvalitet fra avl til gaffel. Møte med Lerøy, Averøya 01.2010.

–  
–

## Diverse

- <http://www.forskning.no/artikler/2008/oktober/198081>
- <http://www.nofima.no/marin/nyhet/2008/10/kvalitetsstempel-ett-aar-etter-sykdom>
- [http://www.fiskerifond.no/files/projects/attach/2008\\_pd\\_kmaroni.pdf](http://www.fiskerifond.no/files/projects/attach/2008_pd_kmaroni.pdf)
- [http://aqua.intervet.com/binaries/Intervet%20agenda%209%20Melanin%20i%20laksefilet%20\(NFnr%209-08\)%20A4%20som%20i%20NF%20screen\\_tcm127-168407.pdf](http://aqua.intervet.com/binaries/Intervet%20agenda%209%20Melanin%20i%20laksefilet%20(NFnr%209-08)%20A4%20som%20i%20NF%20screen_tcm127-168407.pdf)
- <http://www.nsl.no/filer/Foredrag/Filet%20Forum%2020.10.2009/Moerkoere.pdf>
- <http://www.nofima.no/filearchive/kvalitetsstempel.pdf>
- [http://www.fiskerifond.no/news\\_print.php?id=566](http://www.fiskerifond.no/news_print.php?id=566)
- [http://www.fhl.no/getfile.php/DOKUMENTER/Torbjorn\\_Tobiassen\\_Kvalitetsavvik.pdf](http://www.fhl.no/getfile.php/DOKUMENTER/Torbjorn_Tobiassen_Kvalitetsavvik.pdf)
- <http://www.rcn.no/servlet/Satellite?c=Prosjekt&cid=1193731623092&pagename=havbruk/Hovedsidemal&p=1226994216935>
- <http://www.google.no/search?hl=no&q=pd+m%C3%B8rk%C3%B8re+laks&start=10&sa=N>
- <http://www.nsl.no/filer/fou/loe/loe5.pdf>
- [http://www.monaqua.no/documents/dokumenter/konferanse/Foredrag%202008/Dag%201%2004-Kjell%20Maroni\\_P%C3%A5g%C3%A5ende%20forskning.pdf](http://www.monaqua.no/documents/dokumenter/konferanse/Foredrag%202008/Dag%201%2004-Kjell%20Maroni_P%C3%A5g%C3%A5ende%20forskning.pdf)

- [http://www.fishfarmingxpert.com/index.php?page\\_id=76&q=dersom&search=1&y=2009&m=10&d=1&article\\_id=82587](http://www.fishfarmingxpert.com/index.php?page_id=76&q=dersom&search=1&y=2009&m=10&d=1&article_id=82587)
- <http://www.dfu.min.dk/micro/research.htm>
- <http://www.hist.no/attachment.ap?id=5587>
- Vil forske på om PD går utover kvaliteten. [www.intrafish](http://www.intrafish) 9/11-2006
- Årsmelding FHF,2008
- Norsk Fiskerinæring nr 5 2009
- Norsk Fiskerinæring nr 8 2009
- Diverse nettsteder Matnyttig 2009, Kyst 2009

#### Poster og faktaark

- Mørkøre, T., Wasmuth, M., Larsson, T., Bjerke, M.T., Koppang, E.O., Taksdal, T., Birkeland, S., 2008. Betydningen av PD for kvaliteten hos oppdrettslaks. Programkonferanse Havbruk 2008. Radisson SAS Hotel Tromsø, 7-9. april 2008.
- Filetkvalitet hos laks etter PD utbrudd. Nofima Marin, Aqua Nor Trondheim 2009.
- Filetkvalitet hos laks etter PD utbrudd Faktaark 2009. FHF. AquaNor Trondheim

#### Vitenskaplige artikler

Fire artikler er under utarbeiding:

1. The impact of Pancreas disease (PD) on fillet quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)
2. Influence of processing conditions on fillet quality of cold-smoked Atlantic salmon with Pancreas disease (PD).
3. Relationship between pancreas disease (PD) and muscle lesions, fillet quality traits and shelf life of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L).
4. Pathological and molecular profiling of Atlantic salmon infected with *Salmonid Alfavirus* (SAV): Relevance for fillet quality.

