

Sedasjon av smolt - SMOLTSED

Faglig sluttrapport

Åsa Maria Espmark, Jelena Kolarevic og Martin Iversen





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

Nofima har om lag 350 ansatte.

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

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1431 ÅS

Stavanger:

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

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunndalsøra:

Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Alta:

Kunnskapsparken, Markedsgata 3
NO-9510 Alta

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140
E-post: post@nofima.no
Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA

Rapport

<i>Tittel:</i> Sedasjon av smolt - SMOLTSED	ISBN: 978-82-8296-532-3 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Sedation of smolt - SMOLTSED	<i>Rapportnr.:</i> 33/2017
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Åsa Maria Espmark, Jelena Kolarevic og Martin Iversen (Nord Universitet)	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Avdeling:</i> Produksjonsbiologi	<i>Dato:</i> 21.12.2017
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 29+7
<i>Stikkord:</i> Sedasjon, Aqui-S, Finquel, velferd, stress, laksesmolt	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF # 901123
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Hovedmål med prosjektet SMOLTSED var å undersøke osmoregulering og prestasjon hos fisk som var utsatt for sedasjon over en lengre periode like før og under utsett til sjø. I SMOLTSED ble det gjennomført to kontrollerte forsøk og et feltforsøk. Det første kontrollerte forsøket var et enkelt forsøk der vi forsøkte å få fram effekten av sedasjon alene. Bortsett fra skånsom håving fra ferskvann til sjøvann og ved prøvetaking, ble ikke fisken håndtert. I det andre kontrollerte forsøket ønsket vi å undersøke eventuelle forskjellige effekter av sedasjon med to ulike sadativer; Aqui-S og Finquel. I tillegg var det her meningen å simulere et utsett med transport. I det siste feltforsøket ble fire utsett fulgt, der fisken ble enten sedert eller ikke i forbindelse med lasting til båt. Resultatene viser at sedasjon påvirker stressresponsen til fisk og til en viss grad osmoregulering. Men vi har ikke noen data som tyder på at effekten vedvarer lenge etter at sedasjonen er opphørt eller at sedasjon har langvarig negativ effekt på prestasjon. Vi har heller ikke data som viser det motsatte. Men, i situasjoner der det forventes at fisken yter stor motstand, kan sedasjon forhindre at fisken får slagskader som følge av kollisjoner og hard svømmeaktivitet. Det rådes derfor til å sedere med varsomhet og kun etter behov, dvs i situasjoner der fisken håndteres mye og der det forventes at fisken må jobbe mye, og å unngå gjentakende og langvarig sedasjon.	<i>Prosjektnr.:</i> 11418
<i>English summary/recommendation:</i> The main objective of SMOLTSED was to investigate osmoregulation and performance of fish sedated over an extended period just before and during transfer to sea. In SMOLTSED, two controlled trials and a field trial were conducted. The first controlled trial was a simple experiment where we isolated the effect of sedation from other factors. In the second controlled trial, two sedatives, Aqui-S and Finquel were used. In addition, it was here intended to simulate a complete transportation to sea. In the last field trial, four well boat loadings were followed, where the fish was either sedated or not in connection with loading to the boat. The results show that sedation affects the fish stress response and to some extent osmoregulation. However, we do not have data suggesting that the effect persists long after the sedation has ceased or that sedation has a long-term negative effect on performance. We also have no data showing the opposite. However, in situations where it is expected that the fish provide great resistance, sedation can prevent the fish from getting injuries due to collisions and hard swimming activity. It is therefore advisable to cautiously sedate, and only when needed, i.e. in situations where the fish is handled a lot and where it is expected that the fish must work a lot, and to avoid repetitive and long-lasting sedation.	

Forord

Et stort takk rettes til prosjektgruppa, ressursgruppa og styringsgruppa, samt FHF som finansieringskilde. En ekstra stor takk rettes til Tor H. Evensen (Nofima), Bente Sunde og Ingvild Johanna Berg (Nord Universitetet) og personell ved Smolten for innsats ved Smolten AS, og involverte teknikere på Sunndalsøra for gjennomføring av krevende forsøk.

Prosjektgruppe:

Åsa Maria Espmark (Prosjektleder Nofima)

Jelena Kolarevic (Nofima)

Martin Iversen (Nord Universitetet)

Ressursgruppe:

Lars Speilberg (ScanVacc) – ansvar for sedasjon

Styringsgruppe:

Eirik Welde (Smolten)

Morten Lund (Åsen settefisk)

Gustav Folkestad (Sævareid fiskeanlegg)



Innhold

1	Sammendrag (både på norsk og engelsk)	1
2	Innledning	3
3	Forsøksgjennomføring	6
3.1	Effekter av gjentatt sedasjon (Aqui-S) på smolt.....	6
3.2	Effekter av to ulike sedativer (Aqui-S og Finquel) på smolt ved simulert levering og transport.....	8
3.3	Feltstudie: effekt av sedasjon (Aqui-S) ved levering til brønnbåt og prestasjon i sjø.....	10
4	Oppnådde resultater og diskusjon	11
4.1	Effekter av gjentatt sedasjon (Aqui-S) på smolt.....	11
4.1.1	Plasmakortisol.....	11
4.1.2	Plasmaklorid.....	12
4.1.3	Plasmamagnesium.....	12
4.1.4	ATPase-aktivitet.....	12
4.1.5	Ytre velferdsindikatorer.....	13
4.2	Effekter av to ulike sedativer (Aqui-S og Finquel) på smolt ved simulert levering og transport.....	14
4.2.1	Plasmakortisol.....	15
4.2.2	Glukose.....	15
4.2.3	Laktat.....	16
4.2.4	Plasmaklorid.....	16
4.2.5	Plasmamagnesium.....	17
4.2.6	ATPase - aktivitet.....	17
4.2.7	Ytre velferdsindikatorer.....	18
4.3	Feltstudie: effekt av sedasjon (Aqui-S) ved levering til brønnbåt og prestasjon i sjø.....	19
4.3.1	Plasmakortisol.....	19
4.3.2	Glukose.....	20
4.3.3	Laktat.....	21
4.3.4	Plasmamagnesium.....	22
4.3.5	Plasmaklorid.....	23
4.3.6	Plasmaosmolalitet.....	24
4.3.7	Svinn etter 30 og 90 dager etter sjøutsett.....	25
5	Sammenfatning og konklusjon	26
6	Referanser	28
7	Leveranser	29
Appendiks 1	i
	Rapport prøveuttak Smoltsed AP2 fra Nord Universitetet.....	i
Appendiks 2	iii
	NOTAT fra ScanVacc - SMOLTSED 2.....	iii

1 Sammendrag (både på norsk og engelsk)

Sedasjon av smolt (SMOLTSED) kom til etter at vi i forgående prosjekt «Pumping og håndtering av smolt» (FHF # 900660) fant økt dødelighet i Aqui-S behandlede fisk som var satt ut i merd. En hypotese bak dødeligheten var redusert evne til osmoregulering ettersom de stressede fiskene hadde avvikende nivåer av klorid i tillegg til fysiologiske stressmarkører (Espmark et al., 2015). Effekter av sedasjon var ikke et mål i det forutgående prosjekt. Hovedmål med prosjektet SMOLTSED var derfor å undersøke osmoregulering og prestasjon hos fisk som var utsatt for sedasjon over en lengre periode like før og under utsett.

Tilbakemeldinger fra medlemmer i styringsgruppen var at de ønsket informasjon om effekter av sedasjon av smolt i forbindelse med håndtering i forkant og under transport i brønnbåt. Næringen vil ha direkte nytte av informasjon om utstrakt bruk av sedasjon like før og under levering ettersom gjentatt bruk av sedasjon under håndteringsprosesser i løpet av tiden før og under utsett kan bli mer vanlig. Sedasjon brukes i oppdrett i dag, men det finnes liten kunnskap om langvarig effekt på osmoregulering og ytelse.

I SMOLTSED ble det gjennomført to kontrollerte forsøk og et feltforsøk. Det første kontrollerte forsøket var et enkelt forsøk der vi forsøkte å få fram effekten av sedasjon alene. Bortsett fra skånsom håving fra ferskvann til sjøvann og ved prøvetaking, ble ikke fisken håndtert. I det andre kontrollerte forsøket ønsket vi å undersøke eventuelle forskjellige effekter av sedasjon med to ulike sadativer; Aqui-S og Finquel. I tillegg var det her meningen å simulere et utsett med transport. I det siste feltforsøket ble fire sjøutsett fulgt, der fisken ble enten sedert eller ikke i forbindelse med lasting til båt.

Resultatene viser at sedasjon påvirker stressresponsen til fisk og til en viss grad osmoregulering. Men vi har ikke noen data som tyder på at effekten vedvarer lenge etter at sedasjonen er opphørt eller at sedasjon har langvarig negativ effekt på prestasjon. Vi har heller ikke data som viser det motsatte. Men, i situasjoner der det forventes at fisken yter stor motstand, kan sedasjon forhindre at fisken får slagskader som følge av kollisjoner og hard svømmeaktivitet. Det rådes derfor til å sedere med varsomhet og kun etter behov, dvs i situasjoner der fisken håndteres mye og der det forventes at fisken må jobbe mye.

English

Sedation of smolt (SMOLTSED) came up after we found increased mortality in Aqui-S treated fish after sea transfer in the previous project "Pumping and Handling of Smolt" (FHF # 900660). A hypothesis behind the mortality was reduced osmoregulation as stressed fish had divergent levels of chloride in addition to physiological stress markers (Espmark et al., 2015). Effects of sedation were not an aim in the previous project. The main objective of this project, SMOLTSED, was therefore to investigate osmoregulation and performance of fish sedated over an extended period of time just before and during transfer to sea.

Feedback from members of the steering group was that they wanted information about the effects of sedation of smolt in connection with handling in advance and during transport in a wellboat. The industry will benefit directly from information about extensive use of sedation just before and during delivery, as repeated use of sedation during handling processes over time before and during sea transfer may become more common. Sedation is used in farming today, but there is little knowledge of long-term effects on osmoregulation and performance.

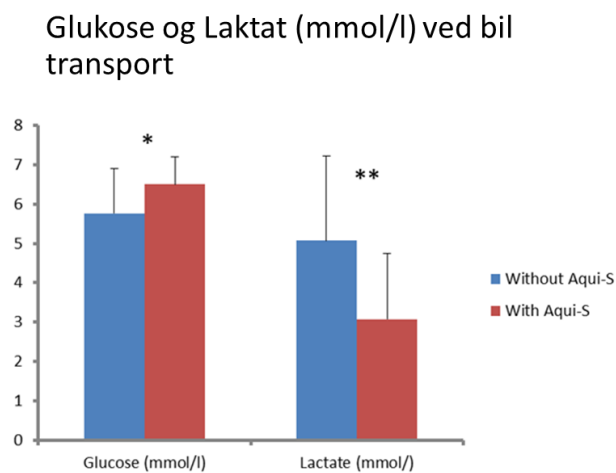
In SMOLTSED two controlled trials and a field trial were conducted. The first controlled trial was a simple experiment where we studied the effect of sedation alone. Aside from gentle netting from freshwater to seawater and during sampling, the fish were not handled. In the second controlled trial, effects of two sedatives, Aqui-S and Finquel were studied. In addition, it was here intended to simulate a complete transportation to sea. In the last field trial four well boat loadings were followed, where the fish was either sedated or not in connection with loading to the boat.

The results show that sedation affects the stress response to fish and to some extent osmoregulation. However, we do not have data suggesting that the effect persists long after the sedation has ceased or that sedation has a long-term negative effect on performance. We also have no data showing the opposite. However, in situations where it is expected that the fish provide great resistance, sedation can prevent the fish from getting injuries due to collisions and hard swimming activity. It is therefore advisable to cautiously sedate, and only when needed, i.e. in situations where the fish is handled a lot and where it is expected that the fish must work a lot.

2 Innledning

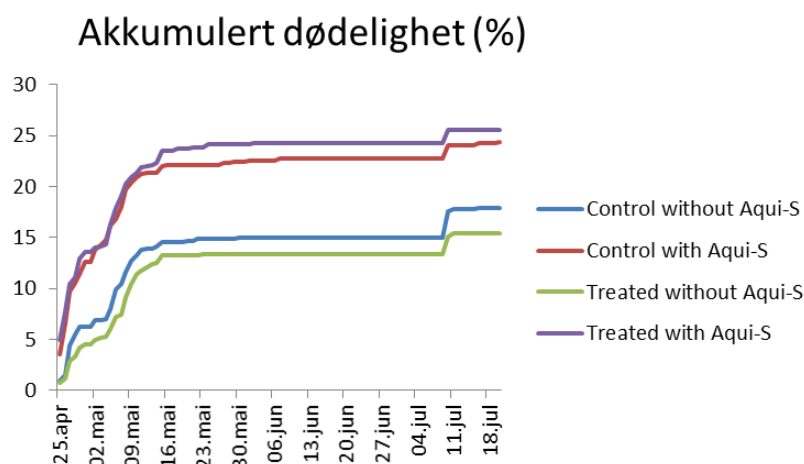
Bruk av sedasjon i forbindelse med håndtering av smolt er utbredt både i forskning og i kommersiell produksjon. Hensikten med sedering er å roe fisken under håndtering slik at den ikke føler ubehag, og at operasjonene kan gjennomføres med fin og jevn flyt. Fisken bør være så lett sedert at de svømmer i likevekt, men at de kan håndteres uten panikkatferd.

Resultater fra FHF prosjektet «Pumping og håndtering av smolt» (FHF prosjekt #900660) (Espmark et al., 2015) ga inntrykk av at gjentatt sedasjon med Aqui-S i siste del av settefiskfasen og/eller langvarig sedasjon ved smolttransport med bil kan være negativt for fiskens ytelse etter utsett (Fig. 1-3). Fisk som var sedert med Aqui-S ved fem tilfeller av trenging og pumping over fem uker, i tillegg til under transport, viste lavere nivåer av laktat enn de ikke sederte kontrollene. Men nivåene av glukose økte signifikant hos de sederte fiskene (Fig. 1).



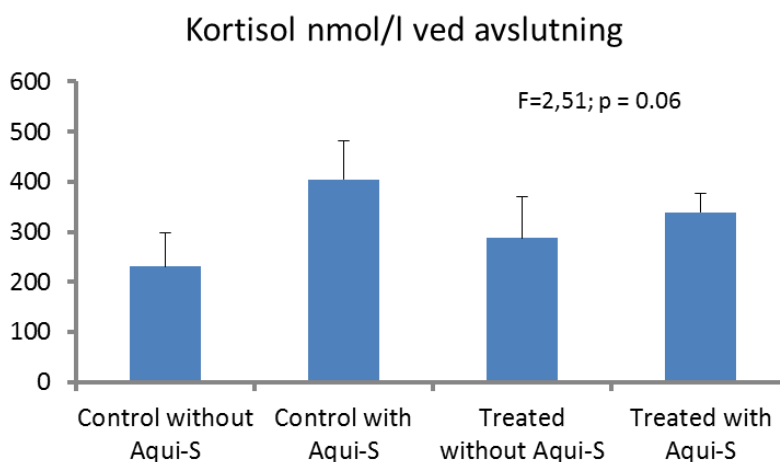
Figur 1 Blodnivåer av glukose og laktat ved transport med bil fra Sunndalsøra til Helgeland (ca 9 timer) Fra Espmark et al., 2015.

Rett etter ankomst til merd og ca. en måned etter sjøutsett, økte dødeligheten for alle fiskegrupper. Men dødeligheten var mye høyere for begge grupper med sedert fisk; både trengt/pumpede og de som ikke var håndtert, men kun sedert (Fig. 2).



Figur 2 Akkumulert dødelighet (%) fra utsett i sjø til avslutning av forsøket. Dødeligheten er størst fra rett etter utsett og en måned fram i tid i sjø. Fra Espmark et al., 2015.

Ved avslutning av forsøket ble det tatt prøver for å måle plasma kortisol. Disse prøvene ga ingen signifikante forskjeller mellom noen av gruppene, men med en signifikansverdi på $p=0,06$ hadde fisk som var sedert i settefiskfasen og under transport høyere nivåer av kortisol enn de ikke sederte fiskene, etter 3 måneder i sjø (Fig. 3).



Figur 3 Plasma nivåer av kortisol (nmol/l) ved avslutning. Fra Espmark et al., 2015.

Formålet med forsøket var ikke å gjennomføre et systematisk effektstudium av sedasjon. De oppnådde resultatene var svært uventede, da vi hadde forutsett en positiv virkning av sedasjon. AQUI-S ble tatt med i prosjektet for å undersøke alternative metoder for å behandle fisken ved håndtering, og tidligere forsøk og publikasjoner har vist positiv effekt av sedasjon, men da ved enkelttilfeller av sedasjon, og ved transport i bil (eks. Iversen og Eliassen 2009). Noen studier viser også en økt utskillelse av kortisol etter sedasjon (eks. Davidson et al., 2000). En detaljert oppfølging av AQUI-S fisken med tanke på hvorfor fisken presterte dårlig ble dermed ikke inkludert i forsøksplanen. To hypotese har blitt diskutert innad i prosjektgruppa: 1) Gjentatt eller langvarig sedasjon kan påvirke fisken sin evne til osmoregulering; 2) Gjentatt sedasjon fratrar fisken sin egen evne til å trenes opp til å bli håndtert, og således bli mer robust og tilpasset den belastning som venter etter sjøutsett.

Med dette som bakgrunn ønsket vi å følge opp problemstillingen med sedasjon ved å besvare spørsmålene:

1. Hvilken effekt har sedasjon ved utsett på fiskens evne til osmoregulering?
2. Hvilken effekt har gjentatt sedasjon i perioden før og under utsett på prestasjonen i sjø?

For å besvare spørsmålene på en best mulig måte ble det vurdert som viktig å kombinere kontrollerte forsøk for å gi spesifikke svar, og kommersielle forsøk som tester problemstillingen under reelle forhold.

Målsetting:

Hovedmål

Hovedmål med prosjektet var å undersøke osmoregulering og prestasjon hos fisk som er utsatt for sedasjon over en lengre periode like før og under utsett.

Delmål

- Kvantifisere effekter av sedasjon utført i hele utsettelsesprosessen.
- Kvantifisere effekter av sedasjon utført i deler av utsettelsesprosessen, men ikke under transport.
- Kombinere forsøk utført under kontrollerte forsøksbetingelser med forsøk utført i kommersiell skala.

3 Forsøksgjennomføring

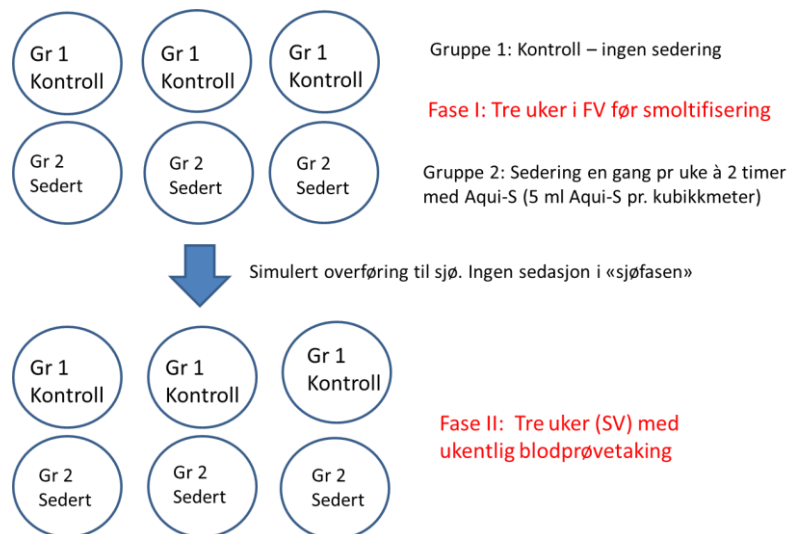
Problemstillingen omhandler sedasjon, og ikke et spesifikt sedativ. Det ble allikevel bestemt å benytte Aqui-S som hoved-sedasjonsmiddel ettersom dette er mest aktuelt å bruke i kommersiell produksjon. For å belyse tematikken sedasjon ønsket vi allikevel å sammenligne Aqui-S med et alternativt sedasjonsmiddel. I ett av forsøkene ble det derfor brukt Finquel som sedativ, i tillegg til Aqui-S. Finquel er også i kommersiell bruk. Både Aqui-S og Finquel distribueres i Norge av ScanVacc.

I prosjektet ble det gjennomført to kontrollerte forsøk ved Nofima, Sunndalsøra, og ett felt forsøk ved Smolten AS:

1. Effekter av gjentatt sedasjon (Aqui-S) på smolt.
2. Effekter av to ulike sedativer (Aqui-S og Finquel) på smolt ved simulert levering og transport.
3. Feltstudie: effekt av sedasjon (Aqui-S) ved levering til brønnbåt og prestasjon i sjø.

3.1 Effekter av gjentatt sedasjon (Aqui-S) på smolt

Formål med forsøket var å undersøke osmoregulering og prestasjon hos fisk som var utsatt for sedasjon med Aqui-S over en lengre periode like før og under utsett til sjøvann.



Figur 4 Forsøksoppsett for kontrollert forsøk «Effekter av gjentatt sedasjon (Aqui-S) på smolt».

Etter fire uker med akklimatisering i 3 m³ - karene der forsøket ble utført, ble forsøket delt inn i en tre uker lang ferskvannsfase etterfulgt av en tre uker lang sjøvannsfase (Fig 4). Tusen stykk smolt (vekt oppstart = 74,1 ± 2,2 g) ble fordelt på seks kar; 167 individer per kar, triplikate behandlinger (3 x Kontroll og 3 x Aqui-S behandlet). Før forsøket var fisken lysstyrt og ble satt på 24:0 lys en uke før forsøksstart. Fisken ble daglig røktet etter vanlige driftsrutiner og fôret i overskudd med Skretting 3 mm pellets.

Fase 1: Ferskvann tre uker

I forsøket ble fisken sedert i karene en gang pr uke i tre uker. Sedasjon ble foretatt med Aqui-S (5 ml/m³) (Fig 5). Kontrollene ble ikke sedert men ellers behandlet helt likt som de sederte. Utover sedering ble ikke fisken håndtert. Sedering skjedde samme dag som prøveuttak (Sedering i 2 timer kl 09:00 – 11:00; prøveuttak kl 13:00).

Fase 2: Sjøvann tre uker

Etter avsluttet fase 1 ble fisken skånsomt håvet over til seks nye kar med sjøvann (33,5 ± 0,5ppt). I denne tre-uker lange fasen ble ikke fisken utsatt for annet enn daglig røkt.

Prøveuttak:

1. Uke 17 (FV) – Torsdag 27. april
2. Uke 18 (FV) – Torsdag 04. mai
3. Uke 19 (FV) – Fredag 12. mai
4. Uke 20 (SV) – Torsdag 18. mai
5. Uke 21 (SV) – Onsdag 24. mai
6. Uke 22 (SV) – Torsdag 01. juni

Variabler som ble analysert:

- Individ vekt/lengde
- Smoltstatus 1-4 (<https://www.pharmaq-analytiq.com/produkter/>)
- Gjelle Na+K+ -ATPase-aktivitet (<https://www.pharmaq-analytiq.com/produkter/>)
- Ekstern velferdsskår (gjelle, skinn, finner).
- Plasma
 - Kortisol analysert med RIA (Iversen et al., 1998)
 - Klorid: Sherwood Chloride analyse 926s (Sherwood Scientific CTD, UK)
 - Magnesium: analysekit, Fluitest Mg-XB (Biocon Diagnosemittel GmbH & Co, Tyskland).
- Helblod
 - Laktat analysert med Arkray LactatePro testmeter (Shiga, Japan) sammen med LactatePro strips
 - Glukose analysert med FreeStyle-måler utstyrt med FreeStyle-lite strips

Før prøvetaking ble fisken bedøvd med Metomidat for å blokkere utskillelse av kortisol (e.g. Olsen et al., 1995).

SEDERINGSPROTOKOLL

Prosedyren bygger på følgende forutsetninger:

- Karvolum ved fullt kar: 3 300 liter
- Flow fullt kar: 60 liter i minuttet

Tillaging av stamløsning:

1. Bland 100 ml Aqvi-S med 900 ml lunkent vann
2. Rist kraftig i ett minutt

Sedasjon i kar

1. Tilsett 200 ml stamløsning til karet. Bruk ca. ett minutt på doseringen
2. Tilsett 45 ml stamløsning hvert 15. minutt
3. Siste dosering 135 minutter etter første

		Minutter fra første dosering									
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135
Kun sedasjon	Aqvi-S stamløsning	200 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml
	Karvolum (l)	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
	Vanntilførsel (l/min)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Figur 5 Sederingsprotokoll for forsøket (utarbeidet av ScanVacc).

3.2 Effekter av to ulike sedativer (Aqvi-S og Finquel) på smolt ved simulert levering og transport

Hovedmål med forsøket var å undersøke osmoregulering og prestasjon hos fisk som ble utsatt for to ulike typer sedativer, Aqvi-S eller Finquel, over en lengre periode like før og under et simulert utsett til sjø.

Delmål

- Vurdere effekter av sedasjon utført i hele utsettelsesprosessen.
- Vurdere effekter av sedasjon utført i deler av utsettelsesprosessen, men ikke under transport.

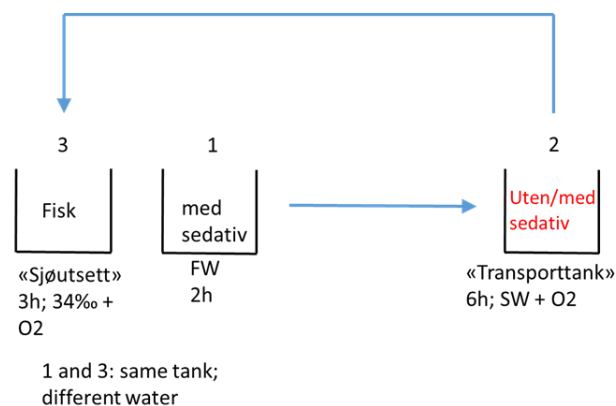
Vi definerte to testgrupper:

Testgruppe 1: Simulert utsett med transport; dvs. en situasjon med ingen sedasjon i settefiskfasen, men fisken leveres (dvs. trenges og pumpes) (1) (Fig 6), og deretter transporteres med sedasjon hele veien (2) før utsett (3) (Fig 6). Dette for å kunne isolere effekten av én lang, sammenhengende sedasjon umiddelbart før overføring til sjø.

- Undergruppe 1: Aqvi-S (5 ml/m³) (duplikate gjentak)
- Undergruppe 2: Finquel (20 mg/m³) (duplikate gjentak)
- Undergruppe 3: Kontroll (duplikate gjentak). Kontrollene gjennomgikk samme håndtering som de sederte, kun uten sedasjon.

Testgruppe 2: Simulert praksis der man benytter sedasjon ved levering (1), men ikke ved transport (2) (Fig 6). Man sederer fisken i tanken på settefiskanlegget, trenger og pumper sedert fisk om bord, transporterer usedert før utsett (3) (Fig 6).

- Undergruppe 1: Aqui-S (5 ml/m³) (duplikate gjentak).
- Undergruppe 2: Finquel (20 mg/m³) (duplikate gjentak).
- Undergruppe 3: Kontroll (duplikate gjentak). Kontrollene gjennomgikk samme håndtering som de sederte, kun uten sedasjon.



Figur 6 Forsøksdesign for testgruppe 1 og 2. I resultatdelen er (1) = 0-prøver (kontroll, Aqui-S og Finquel. Prøven ble tatt før start av sedering); (2) = Transport (kontroll, Aqui-S og Finquel) og (3) = Sjøutsett (kontroll, Aqui-S og Finquel).

De to ulike testgruppene ble testet ved ulike tidspunkt (18. januar og 11. februar). Fisk ble akklimatisert i forsøkskarene i tre uker før forsøksstart. Totalt (testgruppe 1 og 2) ble 5160 smolt fordelt på 12 kar (3 m³) (6 kar i hver testgruppe); 430 smolt per kar (Testgruppe 1: 39,1 ± 5,6 gram; Testgruppe 2: 44,9 ± 5,9 gram). Vanntemperatur ble holdt på 8°C og oksygenivået på 85-100 % metning, målt i utløp. Vannflow ble satt til 60 l/min dagen før forsøksstart for beregning av sederingsprotokoll. I tiden før forsøk var vannflow 80-85 l/min.

Fisken ble sedert i to timer i kar 1. Seksti minutter før de to timene i kar 1 var avsluttet startet senkning av vann. Etter to timer i kar 1 ble fisken pumpet over til kar 2. Vannavskiller ble brukt da fisken ble pumpet fra ferskvann (kar 1) til sjøvann (kar 2). Etter at siste fisken var pumpet fra kar 1 til 2 ble de stående i kar 2 i 6 timer. Etter 6 timer i kar 2 ble vannet senket og fisken pumpet til kar 3. Etter 3 timer i kar 3 ble forsøket avsluttet med prøvetaking (Fig 6).

Prøvetaking (Fig 6):

1. T₀ (0-prøve): Prøver fra fisk fra kar 1 (før senkning av vann og sedering): Vekt, lengde, blod, gjelle, velferdskår
2. T₁: Prøver fra fisk fra kar 2 (1 timer etter overføring fra kar 1): Vekt, lengde, blod, gjelle, velferdsskår
3. T₂: Prøver fra fisk fra kar 3 (3 timer etter avsluttet opphold i kar 3): Vekt, lengde, blod, gjelle, velferdskår.

Variabler som ble analysert (for analysemetoder; se kap. 3.1):

- Vekt, lengde, bulkvekt ved oppstart
- Plasma
 - Kortisol
 - Klorid
 - Magnesium
- Helblod
 - Laktat
 - Glukose
- Gjelle
 - Na⁺K⁺-ATPase-aktivitet
- Sjøvannstoleranse (ATPase, klorid)
- Velferdsskår (sår, skjelltap, finneskader)
- Smoltindeks (etter Pharmaq Analytiq; 1-4)

ScanVacc hadde ansvar for sedering (beregning og gjennomføring).

3.3 Feltstudie: effekt av sedasjon (Aqui-S) ved levering til brønnbåt og prestasjon i sjø

Feltstudien ble gjennomført hos Smolten AS. Fire utsett med brønnbåt ble fulgt, der sedering ble utført en gang i forbindelse med lasting.

De fire utsettene var (Fig 7):

1. lasting: 23.september – Anlegg Mørsvikbotn
2. lasting: 11. oktober - Anlegg Mørsvikbotn
3. lasting: 12. oktober - Anlegg Innhavet
4. lasting: 13.oktober – Anlegg Innhavet

Lasting#	Antall fisk x1000	Est vekt (g)	Tetthet i frakar (kg/m ³)	Størrelse kar (m ³)	Lastetid	Kommentar	Sedering
1	366	60	20	1100	2h 30min		Ja
1	376	70	24	1100	2h 30 min		Nei
2	200	75	33	450	1h 56min		Ja
2	200	75	33	450	1h 56min		Nei
3	196	60	47	250	3h 30min		Ja
3	194	80	62	250	3h 30min		Nei
4	199	60	48	250	2h 20min	Supersmolt	Ja
4	198	70	55	250	2h 20min	Supersmolt	Nei

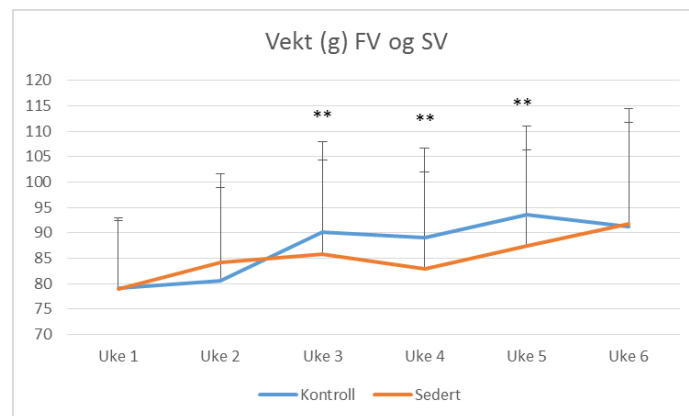
Figur 7 Oppsett over brønnbåtturer brukt for feltstudie.

Appendiks 1 (Nord Universitetet) og 2 (ScanVacc) oppsummerer metodene for prøveuttak og sedering.

4 Oppnådde resultater og diskusjon

4.1 Effekter av gjentatt sedasjon (Aqui-S) på smolt

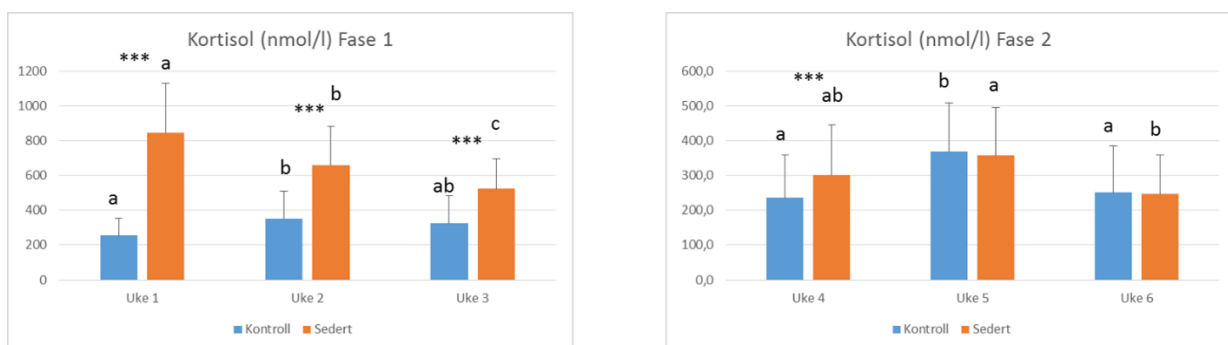
Ingen fisk døde som resultat av behandlingen. Under hele forsøket var temperatur = $7,0 \pm 0,7$ °C; salinitet fase 2 i sjøvann = $33,5 \pm 0,5$; pH fase 1 i ferskvann (FV)= $6,2 \pm 0,0$ og pH fase 2 i sjøvann (SV)= $7,1 \pm 0,2$. Vektutviklingen (Fig 8) viser at de sederte fiskene hadde lavere vekt etter tre uker med sedering, men at de tok igjen kontrollene fra uke 4-6 uten sedering.



Figur 8 Vektutvikling for sedert og ikke sedert fisk (kontroll) i uke 1 – 3 (Fase 1: Ferskvann med behandling); uke 4 – 6 (Fase 2: Sjøvann uten behandling).

4.1.1 Plasmakortisol

I hele ferskvannsfasen (Fase 1; uke 1, 2 og 3) var kortisolnivåene signifikant høyere for de sederte fiskene sammenlignet med de ikke-sederte. Denne forskjellen holdt seg også inn i sjøvannsfase (fase 2), uke 4 (Fig 9). I fase 1 var kortisolnivåene helt oppe i over 1000 nmol/l, noe som indikerer en sterkt stresset fisk (e.g. Espmark et al., 2015). Det minnes også om at fisken ikke er utsatt for noen annen behandling/håndtering enn sedering, og er bedøvet med Metomidat før prøvetaking. Dette betyr at de høye kortisolnivåene ikke kommer fra prøvetakingen, men fra selve sederingen. Økt kortisolutskillelse under sedering er også funnet av andre, men med høyere konsentrasjon av Aqui-S (17 mg/l) (Davidson et al., 2000).

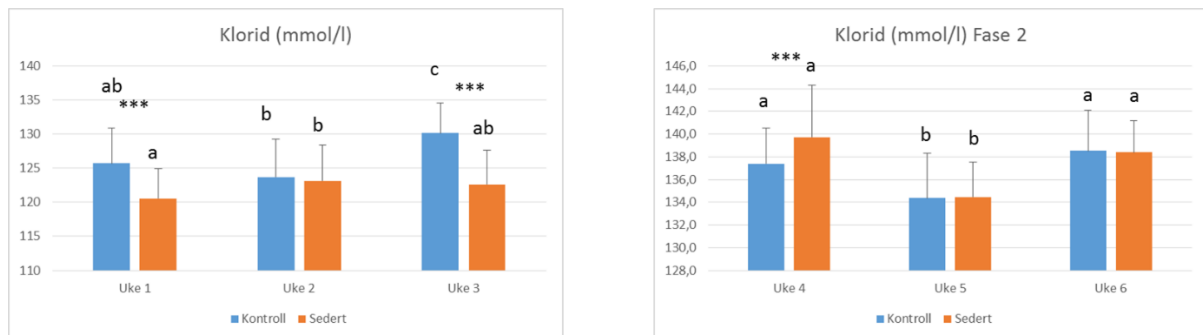


Figur 9 Plasma kortisol (nmol/l) i fase 1 (Ferskvann) og fase 2 (Sjøvann). Stjerne indikerer signifikante forskjeller mellom sedert og ikke-sedert i samme uke og ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom uker for henholdsvis sedert og ikke-sedert fisk.

4.1.2 Plasmaklorid

Klorid vil i normale tilfeller variere mellom 130-140 mmol/l (Iversen og Eliassen, 2009). Avvikende nivåer fra dette indikerer ofte osmotisk stress eller annet stress. Lavere verdier i ferskvann indikerer at fisken har blitt utsatt for stress.

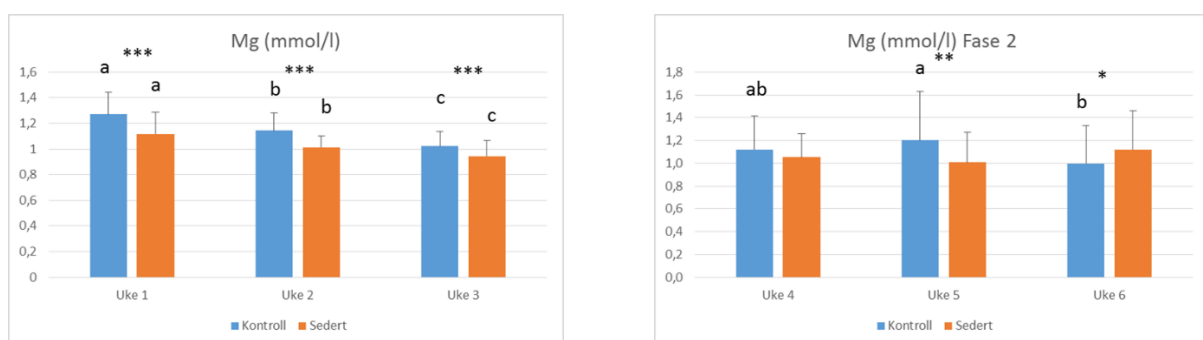
I dette forsøket viste kloridnivåene at sedert fisk var signifikant avvikende fra kontrollene (Fig 10). I ferskvannsfasen var nivåene lavere. Dette er sannsynligvis en stressrespons. I første del av sjøvannsfasen var nivåene høyere enn kontrollene, noe som kan indikere kompensasjon og sjøvannstoleranse, men kan også være resultat av osmotisk stress (Handeland et al., 1996).



Figur 10 Plasma klorid (mmol/l) i fase 1 (Ferskvann) og fase 2 (Sjøvann). Stjerne indikerer signifikante forskjeller mellom sedert og ikke-sedert i samme uke og ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom uker for henholdsvis sedert og ikke-sedert fisk.

4.1.3 Plasmamagnesium

Plasmamagnesium ligger i normale tilfeller mellom 1-2 mmol/l. Avvikende nivåer fra dette indikerer ofte stress og dårlig evne til osmoregulering (Iversen og Eliassen, 2009). I dette forsøket er det signifikante forskjeller mellom kontroller og sederte fisker i de fleste måletidspunkt. Kun i uke 3, dvs siste uke i ferskvannsfasen, er Mg nivåene for de sederte fiskene under 1 mmol/l, noe som kan indikere osmotisk stress etter tre uker med gjentatt sedering (Fig 11).

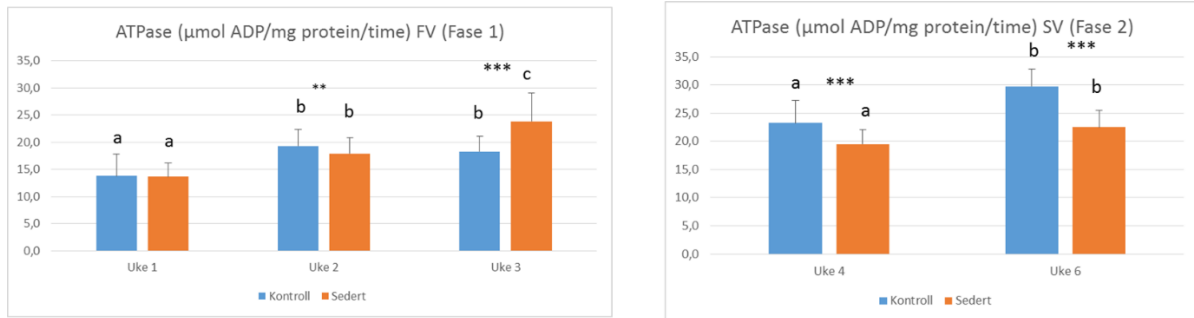


Figur 11 Plasma magnesium (mmol/l) i fase 1 (Ferskvann) og fase 2 (Sjøvann). Stjerne indikerer signifikante forskjeller mellom sedert og ikke-sedert i samme uke og ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom uker for henholdsvis sedert og ikke-sedert fisk.

4.1.4 ATPase-aktivitet

ATPase aktiviteten i gjellene øker etter utsettelse til sjø. Figur 12 viser at ATPase aktiviteten økte utover FV fasen for de sederte fiskene, mens kontrollene ikke økte i like stor grad. Etter at fisken ble satt på sjøvann var ATPase aktiviteten signifikant lavere for de sederte fiskene. Disse resultatene foreslår at

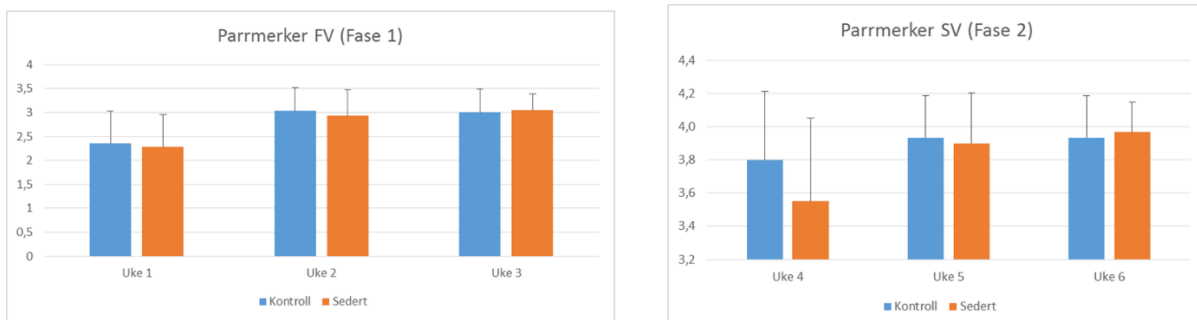
de sederte fiskene var i god utvikling av saltvannstoleransen i fase 1 men at overføring til sjøvann forårsaket en stressrespons.



Figur 12 ATPase aktivitet ($\mu\text{mol ADP/mg protein/time}$) i fase 1 (Ferskvann) og fase 2 (Sjøvann). Stjerne indikerer signifikante forskjeller mellom sedert og ikke-sedert i samme uke og ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom uker for henholdsvis sedert og ikke-sedert fisk.

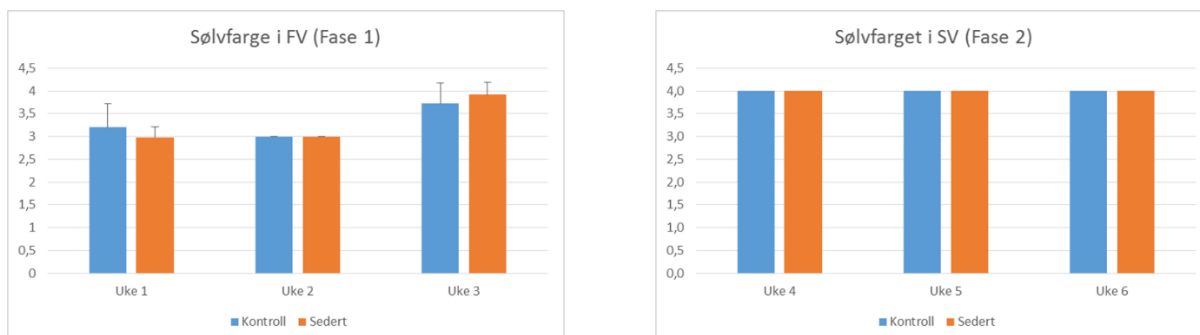
4.1.5 Ytre velferdsindikatorer

Det var ingen signifikante forskjeller mellom sederte og kontroll fisk med hensyn på parrmerker (Fig 13). Alle fiskene var over nivå 1 (tydelige parrmerker) fra starten av forsøket, og i siste uke i ferskvannsfasen var alle fiskene på nivå 3 (svake parrmerker). Mot slutten av forsøket (uke 6) var alle individer på nivå rundt 4 som er helt fravær av parrmerker. Dette betyr at all fisk viste fullstendig smoltifisering målt etter ytre morfologiske indikatorer og sedasjon påvirker ikke dette.



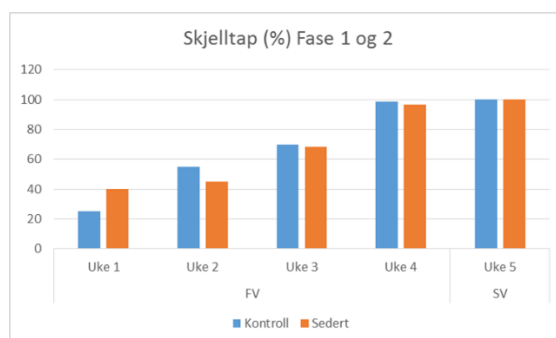
Figur 13 Tilstedeværelsen av parrmerker i fase 1 (ferskvann) og fase 2 (sjøvann) (1=sterk; 2=synlig; 3=svake; 4=ingen (Pharmaq Analytiq).

Også utvikling av sølvfarge viste at all fisk var i god gang med å smoltifisere ved start av forsøket, da alle var på nivå 3 (synlig sølvfarge) (Fig 14). I hele sjøvannsfasen har alle individer nådd nivå 4, som indikerer fullt utviklet sølvfarge. I likhet med parrmerker betyr dette at all fisk viste fullstendig smoltifisering målt etter ytre morfologiske indikatorer og sedasjon påvirker ikke dette.



Figur 14 Grad av sølvfarge i fase 1 (Ferskvann) og fase 2 (Sjøvann) (1=ingen; 2=svak; 3=synlig; 4=sølvfarget (Pharmaq Analytiq).

Figur 15 viser skjelltap hos sedert og ikke sedert fisk i fase 1 og 2. Begge gruppene viser økt grad av risttap utover forsøket, uten forskjeller mellom gruppene. Smolt har løs rist, men håndtering øker skjelltap og kan forårsake redusert barrierefunksjon og sår dannelse senere (Espmark et al., 2015). I dette forsøket er fisken håndtert minimalt, da den ble skånsomt håvet ved flytting fra ferskvann til sjøvann og ved prøvetaking. Allikevel opplever oppimot 100 % av fisken skjelltap mot slutten av fase 1 og i starten av fase 2. Denne visualiseringen av skjelltap er viktig å være klar over i forbindelse med håndterer smolt. I denne fasen når fisken er sårbar og løs på rist, er det ekstra viktig å håndtere fisken skånsomt for å forhindre sår dannelser etter sjøutsett.



Figur 15 Andel (%) fisk som har skjelltap i fase 1 og 2.

4.2 Effekter av to ulike sedativer (Aqui-S og Finquel) på smolt ved simulert levering og transport

Før forsøket startet ble det tatt prøver av fisken for å vurdere grad av smoltifisering. Sjøvannstesten viste at fisken var smoltifisert (plasmaklorid = 130-153 mmol/l). Smoltindeks før forsøksoppstart var: Sølvfarge: (3,2 ± 0,4); parrmerker (3,1 ± 0,3) og finnekanter (3,2 ± 0,4) (Pharmaq Analytiq). Resultatene bekrefter inntrykket av at fisken var smoltifisert ved overføring til sjø.

Dødeligheten rett etter forsøksstart var lav for alle grupper (tabell 1).

Tabell 1 Dødelighet rett etter avsluttet forsøk i kar 3. For definering av testgrupper, se Fig 6.

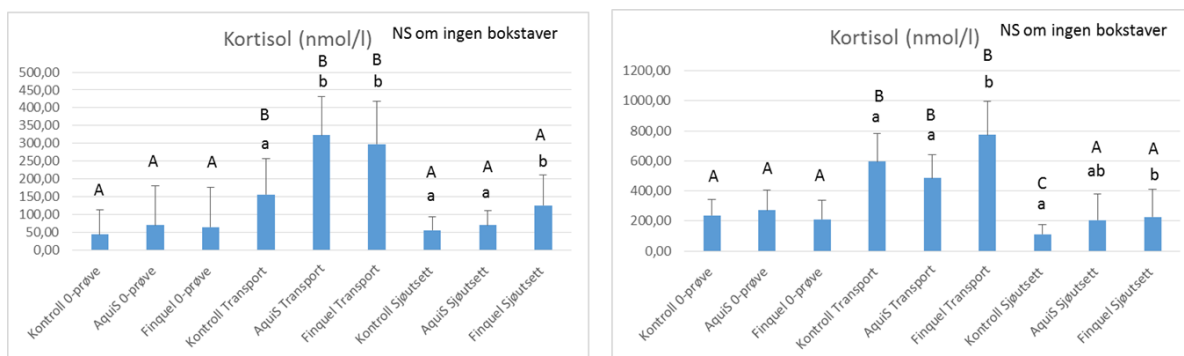
Behandling	Testgruppe	Dødelighet (%)
Aqui-S	1	1,13
Aqui-S	1	0,23
Aqui-S	2	0,04
Finquel	2	0,35
Kontroll	2	0,04

En liten forhøyet dødelighet i testgruppe 1 (Aqui-S) kan sannsynligvis forklares ut ifra at sederingen innledningsvis ble noe for sterk. Det ble observert flere svimere i dette karet, men de aller fleste av disse tok seg etter hvert.

4.2.1 Plasmakortisol

Fisk ved transport hadde høyere kortisolnivåer enn ved T₀ og like før sjøsetting (gruppe 3, Fig 6) (Fig 16, testgruppe 1) men dersom en sammenligner de to behandlingsgruppene Aqui-S og Finquel ved transport, så hadde begge gruppene høyere kortisolnivåer enn kontrollene. Hos alle individene avtar kortisolnivåene tre timer etter sjøutsett.

Kortisolnivåene for testgruppe 2 er generelt høyere enn hos testgruppe 1 (Fig 16), noe som kan forklares ved at den transporterte fisken her ikke er sedert. Kortisolnivåene hos transportfisken som ble sedert med Finquel er signifikant høyere enn de andre to gruppene. Disse nivåene er opp mot 1000 nmol/l, som indikerer er svært stresset fisk. Hos alle individene avtar kortisolnivåene tre timer etter sjøutsett.



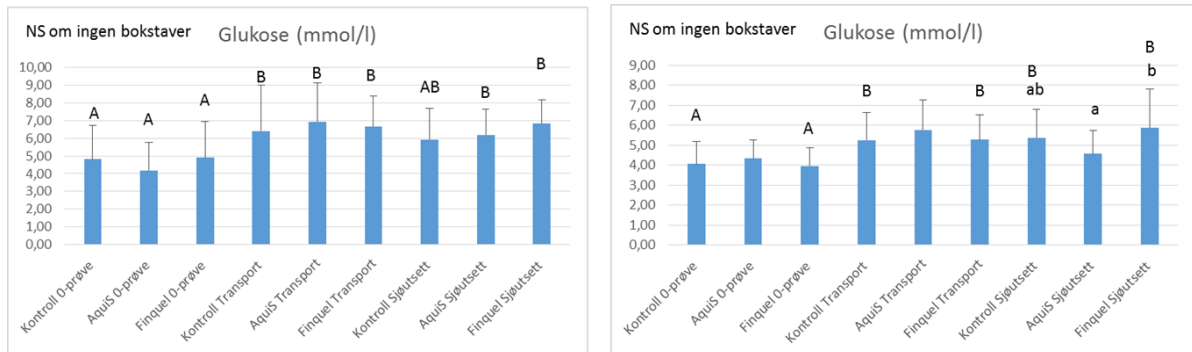
Figur 16 Plasmakortisol (nmol/l) i testgruppe 1 (venstre) og testgruppe 2 (høyre). Store bokstaver indikerer forskjell mellom henholdsvis kontroll, mellom Aqui-S og mellom Finquel behandlet fisk. Små bokstaver indikerer forskjell mellom kontroll, Aqui-S og Finquel behandlet fisk for henholdsvis 0-, transport- og sjøutsett fisk.

4.2.2 Glukose

I testgruppe 1 har den transporterte fisken for alle grupper signifikant høyere glukosenivåer enn 0-prøvene, og de restituerer seg ikke helt etter sjøutsett (Fig 17). Det er ikke noen forskjell på fisk som er sedert og usedert fisk. Allikevel kommer ikke glukosenivåene noen gang opp i nivåer som er rapportert å forårsake skade på fisken (Espmark et al., 2012, 2015).

Transport og sjøsett forårsaker høyere glukosenivåer hos usedert fisk og fisk sedert med Finquel, men ikke hos fisk sedert med Aqui-S (Fig 17, testgruppe 2). Det noen høyere nivået for Aqui-S 0-prøve kan

være årsaken til manglende forskjell. Det er tidligere vist at glukose kan øke som følge av Aqwi-S behandling (Espmark et al., 2015), men dette ser vi ikke her.

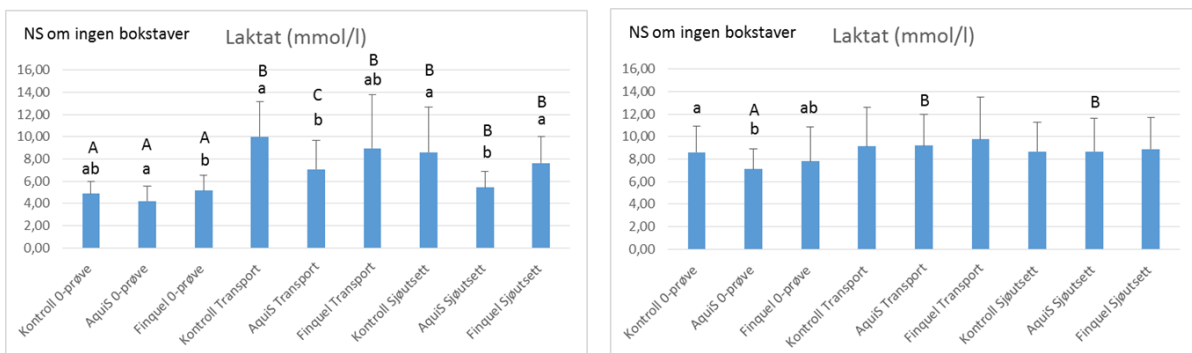


Figur 17 Glukose (mmol/l) målt i helblod i testgruppe 1 (venstre) og testgruppe 2 (høyre). Store bokstaver indikerer forskjell mellom henholdsvis kontroller, mellom Aqwi-S og mellom Finquel behandlet fisk. Små bokstaver indikerer forskjell mellom kontroll, Aqwi-S og Finquel behandlet fisk for henholdsvis 0-, transport- og sjøutsett fisk.

4.2.3 Laktat

I fravær av sedasjon med Aqwi-S så øker laktat med transport og sjøutsett (testgruppe 1, Fig 18). Figur 18 viser videre at Aqwi-S demper effekten av pumping. Men selv om nivåene for Aqwi-S er lavere både under transport og sjøutsett, så er de høyere enn Aqwi-S 0-prøve. De forhøyede laktatnivåene ved transport indikerer at fisken jobber anaerobt ved pumping (Espmark et al., 2015).

Både for testgruppe 1 og 2 er laktatnivåene høye og indikerer stresset fisk. I testgruppe 2 er nivåene høye under hele prosessen for alle grupper (Fig 18). Den signifikante økningen for Aqwi-S fisken fra 0-prøve til transport og sjøutsett skyldes at Aqwi-S demper nivåene ved levering (Fig 18). Vi har ingen forklaring på høye laktatnivåene for 0-prøvene, men sannsynligvis er disse forklaringen på at vi ikke ser høyere nivåer ved transport.

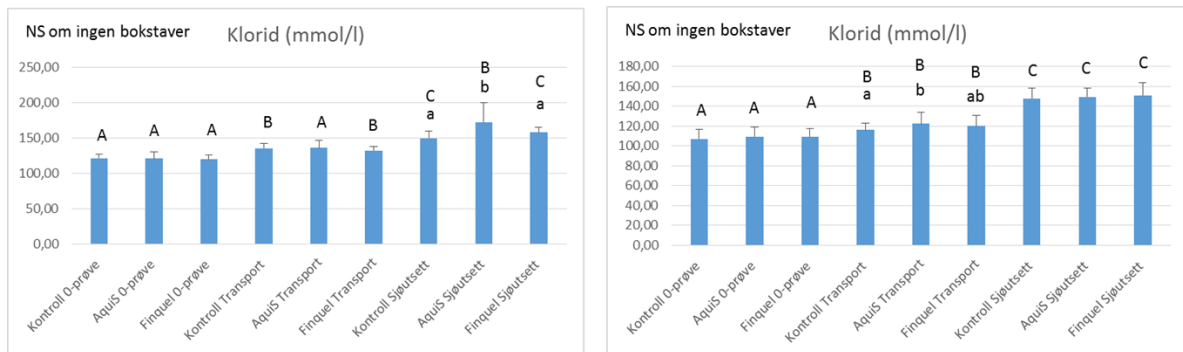


Figur 18 Laktat (mmol/l) målt i helblod i testgruppe 1 (venstre) og testgruppe 2 (høyre). Store bokstaver indikerer forskjell mellom henholdsvis kontroller, mellom Aqwi-S og mellom Finquel behandlet fisk. Små bokstaver indikerer forskjell mellom kontroll, Aqwi-S og Finquel behandlet fisk for henholdsvis 0-, transport- og sjøutsett fisk.

4.2.4 Plasmaklorid

Plasmaklorid øker som regel med overføring fra ferskvann til sjøvann. Økningen i plasmaklorid fra ferskvann (0-prøvene) til sjøvann (transport + sjøutsett) (Fig 19) kan skyldes denne overflyttingen, da

forløpet i testgruppe 1 og 2 er ganske like. Det eneste avviket er Aqul-S fisken etter sjøutsett (173 mmol/l). Dette høye nivået kan skyldes osmotisk stress (Handeland et al., 1996).

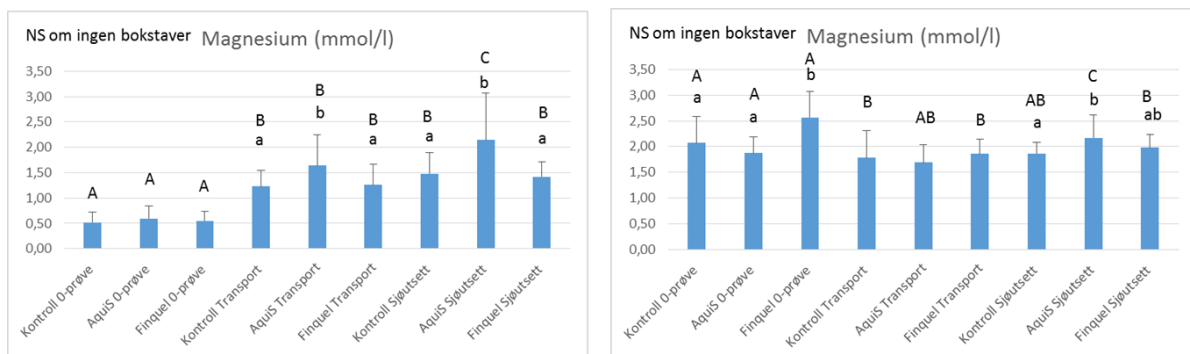


Figur 19 Plasmaklorid (mmol/l) i testgruppe 1 (venstre) og testgruppe 2 (høyre). Store bokstaver indikerer forskjell mellom henholdsvis kontroller, mellom Aquil-S og mellom Finquel behandlet fisk. Små bokstaver indikerer forskjell mellom kontroll, Aquil-S og Finquel behandlet fisk for henholdsvis 0-, transport- og sjøutsett fisk.

4.2.5 Plasmamagnesium

Sedasjon har ikke noen dempende effekt på utskillelse av magnesium i forbindelse med transport og sjøutsett (Fig 20; testgruppe 1). Aquil-S øker tvert imot Mg-utskillelsen med transport og sjøutsett. Det er imidlertid kun etter sjøutsett at nivåene overstiger 2 mmol/l, som er ansett for å være grenseverdien (Iversen og Eliassen, 2009). Dette indikerer at Aquil-S sammen med transportstress kan forårsake osmotisk stress.

Utskillelsen av Mg ved sedasjon ved levering, men ikke ved transport (Fig 20; testgruppe 2), er høy for alle grupper ved alle uttaksstasjoner. Årsaken til dette er ukjent. Det er også uvisst hvorfor Mg-nivåene for Finquel-fisken ved forsøkstart (T_0) er på hele 2,57 mmol/l og signifikant høyere enn de andre T_0 -gruppene.



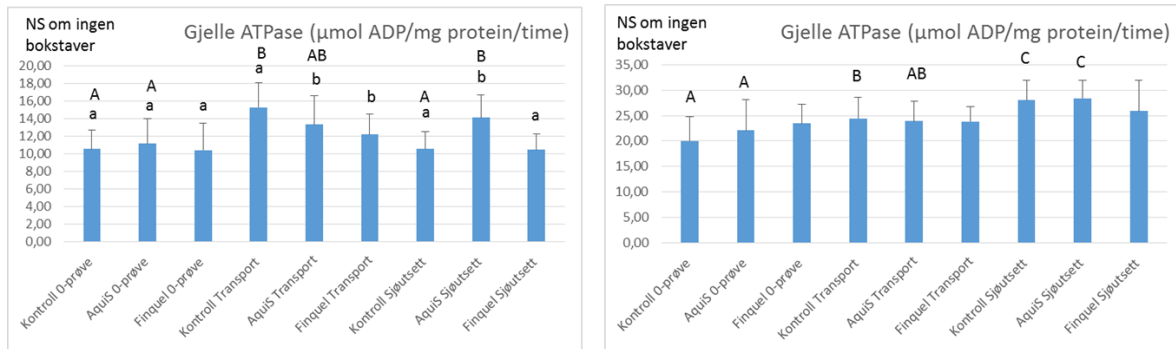
Figur 20 Plasmamagnesium (mmol/l) i testgruppe 1 (venstre) og testgruppe 2 (høyre). Store bokstaver indikerer forskjell mellom henholdsvis kontroller, mellom Aquil-S og mellom Finquel behandlet fisk. Små bokstaver indikerer forskjell mellom kontroll, Aquil-S og Finquel behandlet fisk for henholdsvis 0-, transport- og sjøutsett fisk.

4.2.6 ATPase - aktivitet

ATPase-aktiviteten øker normalt etter utsettelse til sjø (e.g. McCormick et al., 1987). Dette skjer også i testgruppe 1 for kontrollene og Aquil-S-fisken (Fig 21). For Finquel-fisken er det derimot ingen forskjell mellom uttaksstasjonene, noe som kan bety at osmoreguleringen for disse er påvirket av Finquel. Det

ser ikke ut til at sedasjon demper stressbelastningen under transport lest fra ATPase-aktiviteten, da begge sedasjonsgruppene er lavere enn kontrollene etter sjøutsett.

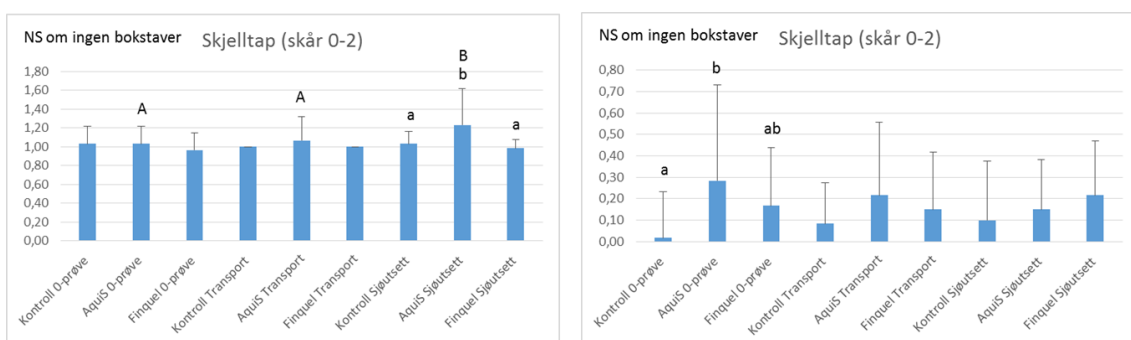
Nivåene av ATPase er generelt høyere i testgruppe 2 enn i testgruppe 1 (Fig 21). Dette kan også komme av at fiskegruppene i testgruppe 1 og 2 skiller 1 måned i alder. Som i testgruppe 1 er det heller ikke her noen normal økning i ATPase med sjøvannseksposering for Finquel gruppen (Fig 21).



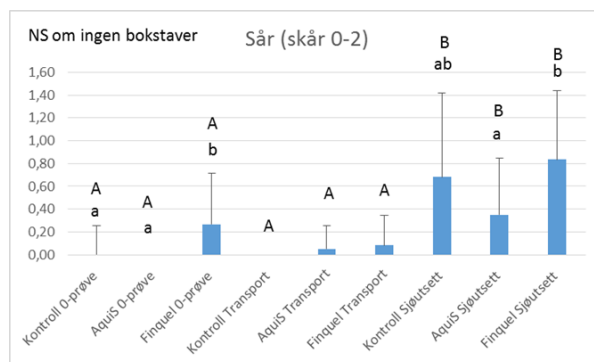
Figur 21 Gjelle ATP-ase ($\mu\text{mol ADP/mg protein/time}$) i testgruppe 1 (venstre) og testgruppe 2 (høyre). Store bokstaver indikerer forskjell mellom henholdsvis kontroller, mellom Aquis-S og mellom Finquel behandlet fisk. Små bokstaver indikerer forskjell mellom kontroll, Aquis-S og Finquel behandlet fisk for henholdsvis 0-, transport- og sjøutsett fisk.

4.2.7 Ytre velferdsindikatorer

I testgruppe 1 forårsaker Aquis-S behandling både ved levering og transport en økt grad av skjelltap etter sjøutsett (Fig 22). Det er uvisst hva som utgjør denne forskjellen mellom Aquis-S fiskene og de andre gruppene, men konsekvensen kan være at disse fiskene er mer utsatt for sår og infeksjoner etter sjøutsett. I testgruppe 2 er det så store individuelle variasjoner i grad av skjelltap at dette trolig forårsaker mangel på forskjeller av betydning. Sår dannelse ble kun bestemt i testgruppe 2. Også her var det også store individuelle ulikheter (Fig 23). Det er allikevel tydelig at sjøutsett øker graden av sår dannelse for alle grupper, noe som kan gi økt mulighet for infeksjoner etter sjøutsett.



Figur 22 Skjelltap (skår 0-2; der 0 = ikke noe; 1 = < 25 %; 2 > 25 %) i testgruppe 1 (venstre) og testgruppe 2 (høyre). Store bokstaver indikerer forskjell mellom henholdsvis kontroller, mellom Aquis-S og mellom Finquel behandlet fisk. Små bokstaver indikerer forskjell mellom kontroll, Aquis-S og Finquel behandlet fisk for henholdsvis 0-, transport- og sjøutsett fisk.



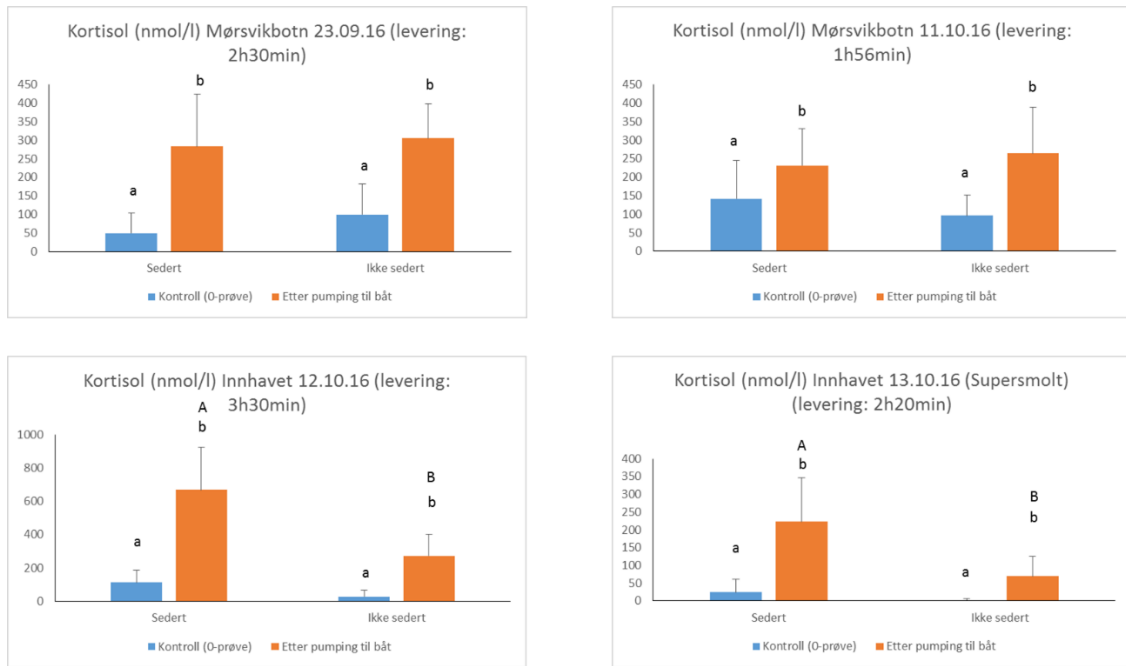
Figur 23 Sår (skår 0-2; der 0 = ikke noe; 1= tilstede; 2 = mye) i testgruppe 1 (venstre) og testgruppe 2 (høyre). Store bokstaver indikerer forskjell mellom henholdsvis kontroller, mellom Aquis-S og mellom Finquel behandlet fisk. Små bokstaver indikerer forskjell mellom kontroll, Aquis-S og Finquel behandlet fisk for henholdsvis 0-, transport- og sjøutsett fisk.

4.3 Feltstudie: effekt av sedasjon (Aquis-S) ved levering til brønnbåt og prestasjon i sjø

Fordi forholdene bak lasting nummer 1-4 (Fig 7) er ulike i forhold til fisk og miljø, kan gruppene ikke sammenlignes direkte. Vi mener allikevel at en sammenligning må foretas og velger å sette opp figurene slik at de ulike variablene står samlet for lastingene 1-4. Tolkningen av data må allikevel ta hensyn til at forholdene er ulike.

4.3.1 Plasmakortisol

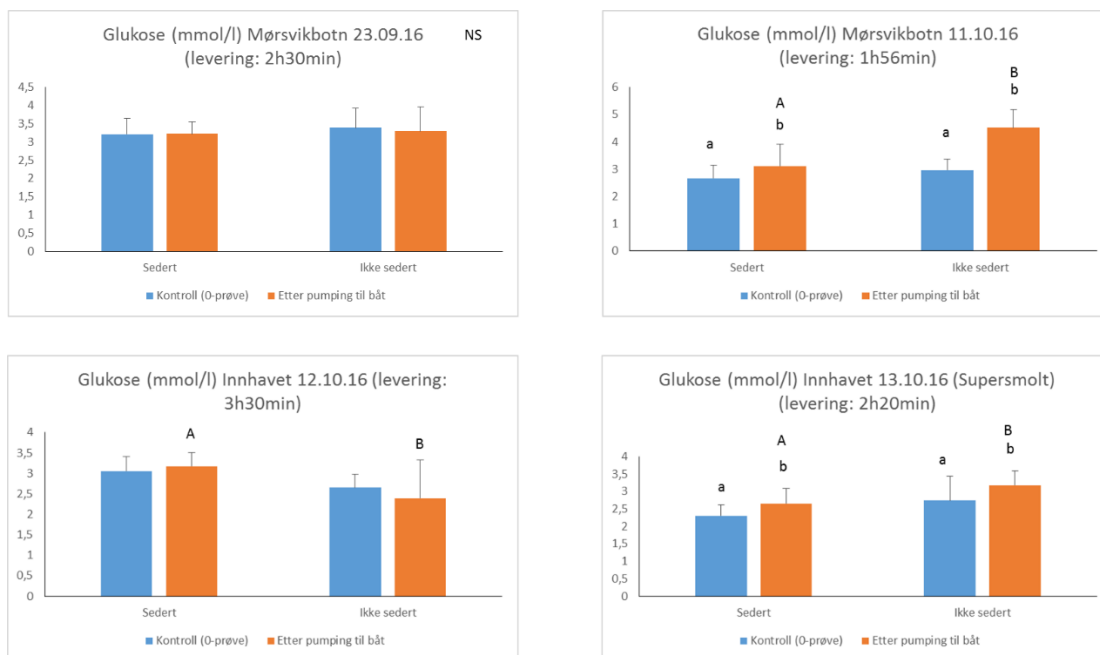
For alle leveringene var det signifikante forskjeller i kortisol mellom «kontroller 0-prøve» og «etter pumping til båt», både for sederte og ikke sederte fisk (Fig 24). De høyeste kortisolnivåene (oppimot 1000 nmol/l) ble registret fra de Aquis-S-sederte fiskene fra Innhavet 12/10, der leveringingen tok 3,5 timer. Disse kortisolnivåene er sammenlignbare med tidligere undersøkelser (Espmark et al., 2015), noe som indikerer at fisken var stresset. For begge leveringene fra Innhavet var det høyere kortisolutskillelse etter pumping til båt for de sederte i forhold til de ikke sederte individene. Innhavet 12/10 har den lengste leveringstiden, men utover dette er det ikke registrert vesentlige forskjeller mellom lastingene som skulle forklare forskjellene (Appensiks 1 og 2). Det er allikevel tydelig at den sederte fisken fra Innhavet er mer stresset en den usederte.



Figur 24 Plasmakortisol (nmol/l). Med referanse til Figur 7 og tabell over: Lasting 1=Mørsvikbotn 23. september; Lasting 2=Mørsvikbotn 11. oktober; Lasting 3 = Innhavet 12. oktober; Lasting 4 = Innhavet 13. oktober. Små bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroll 0-prøve» og «etter pumping til båt», store bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroller 0-prøve» og mellom «etter pumping båt».

4.3.2 Glukose

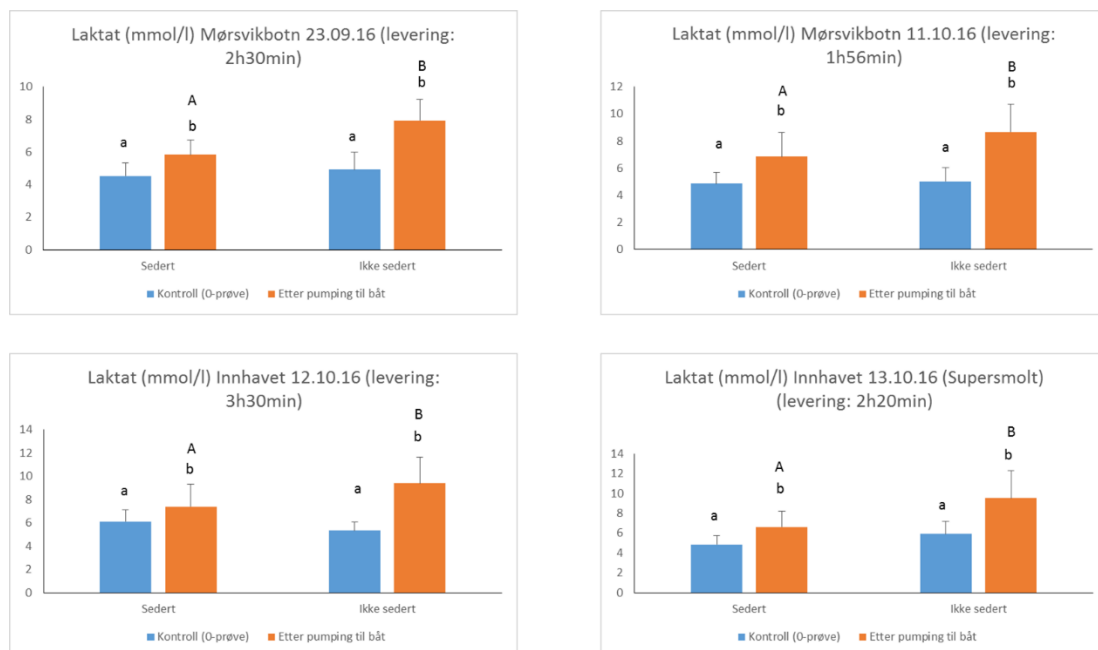
Glukosenivåene var jevnt over ikke spesielt høye, da de stort sett holder seg under 6 mmol/l (Fig 25), som er foreslått som grenseverdi for stresset fisk (Espmark et al., 2012). De høyeste glukosenivåene finner vi hos fisk fra Mørsvikbotn 11/10 hos de ikke sederte fiskene etter pumping til båt (Fig 25). De er også høyere enn de sederte fiskene etter pumping til båt, men igjen så er de ikke så høye at det har noen betydning for ytelsen til fisken.



Figur 25 Glukose målt i helblod (mmol/l). Med referanse til Figur 7 og tabell over: Lasting 1=Mørsvikbotn 23. september; Lasting 2=Mørsvikbotn 11. oktober; Lasting 3 = Innhavet 12. oktober; Lasting 4 = Innhavet 13. oktober. Små bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroll 0-prøve» og «etter pumping til båt», store bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroller 0-prøve» og mellom «etter pumping båt».

4.3.3 Laktat

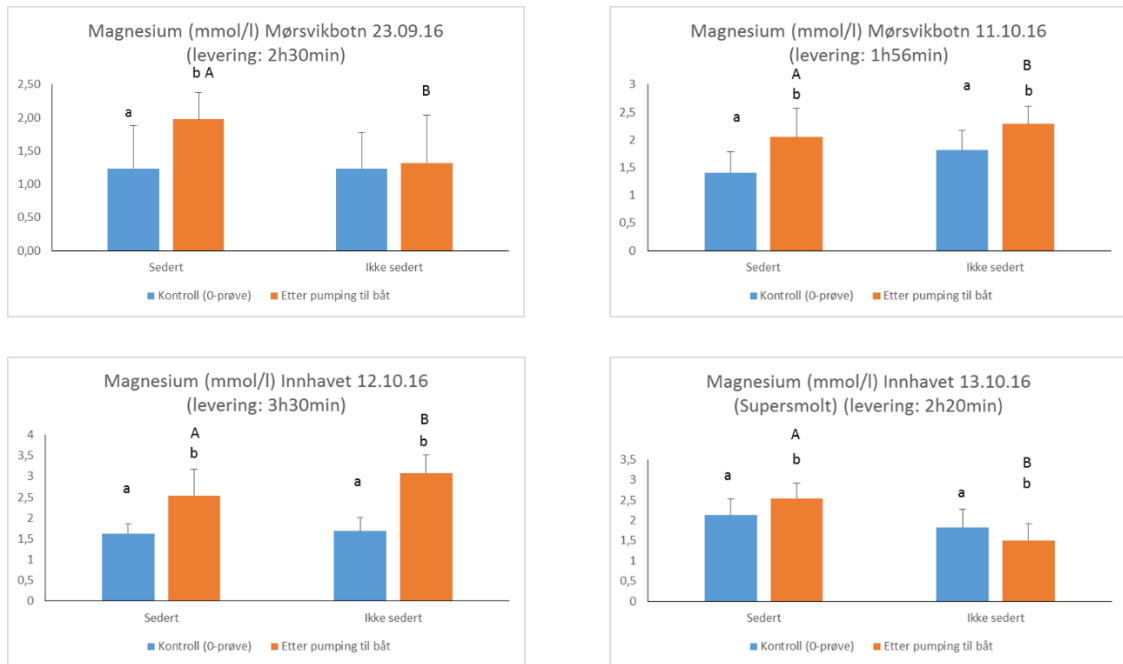
For alle leveringen var det signifikante forskjeller i laktat mellom «kontroller 0-prøve» og «etter pumping til båt», både for sederte og ikke sederte (Fig 26). Mange av laktatnivåene ligger over 6 mmol/l, som anses som en stresset fisk som bruker mye anaerob muskelaktivitet (Espmark et al., 2012). Aqui-S har en dempende effekt på fisk etter at den er pumpet til båt, men også disse har nivåer over 6 mmol/l for alle lastinger, bortsett fra Mørsvikbotn 23/9 (5,8 mmol/l \pm 0,8).



Figur 26 Laktat målt i helblod (mmol/l). Med referanse til Figur 7 og tabell over: Lasting 1=Mørsvikbotn 23. september; Lasting 2=Mørsvikbotn 11. oktober; Lasting 3 = Innhavet 12. oktober; Lasting 4 = Innhavet 13. oktober. Små bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroll 0-prøve» og «etter pumping til båt», store bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroller 0-prøve» og mellom «etter pumping båt».

4.3.4 Plasmamagnesium

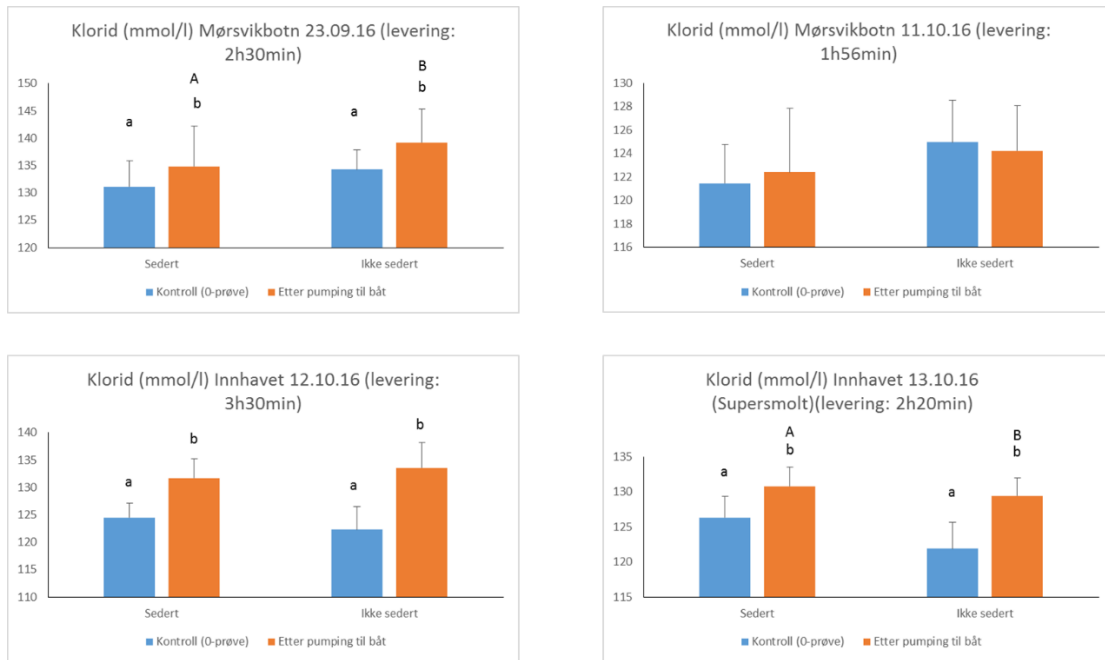
For de fleste lastingene ligger Mg nivåene innenfor det prefererte 1-2 mmol/l (Iversen og Eliassen 2009) (Fig 27). Unntaket er Innhavet, spesielt fra 12/10, der nivåene ligger noen høyere. For de fleste lastinger gjelder også at fisk som er pumpet på båt har høyere Mg enn fra før lasting, både for sederte og ikke sederte fisker. Sedasjon har en svak men signifikant dempende effekt på pumping for Mørsvikbotn 11/10 og Innhavet 12/10, men motsatt og fortsatt svak effekt Mørsvikbotn 23/9 og Innhavet 13/10. Ut fra magnesium er det ikke klare forskjeller på sedert og ikke sedert pumpet/ikke pumpet fisk, og de fleste nivåene ligger innenfor det som anses som normalt.



Figur 27 Plasmamagnesium (mmol/l). Med referanse til Figur 7 og tabell over: Lasting 1=Mørsvikbotn 23. september; Lasting 2=Mørsvikbotn 11. oktober; Lasting 3 = Innhavet 12. oktober; Lasting 4 = Innhavet 13. oktober. Små bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroll 0-prøve» og «etter pumping til båt», store bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroller 0-prøve» og mellom «etter pumping til båt».

4.3.5 Plasmaklorid

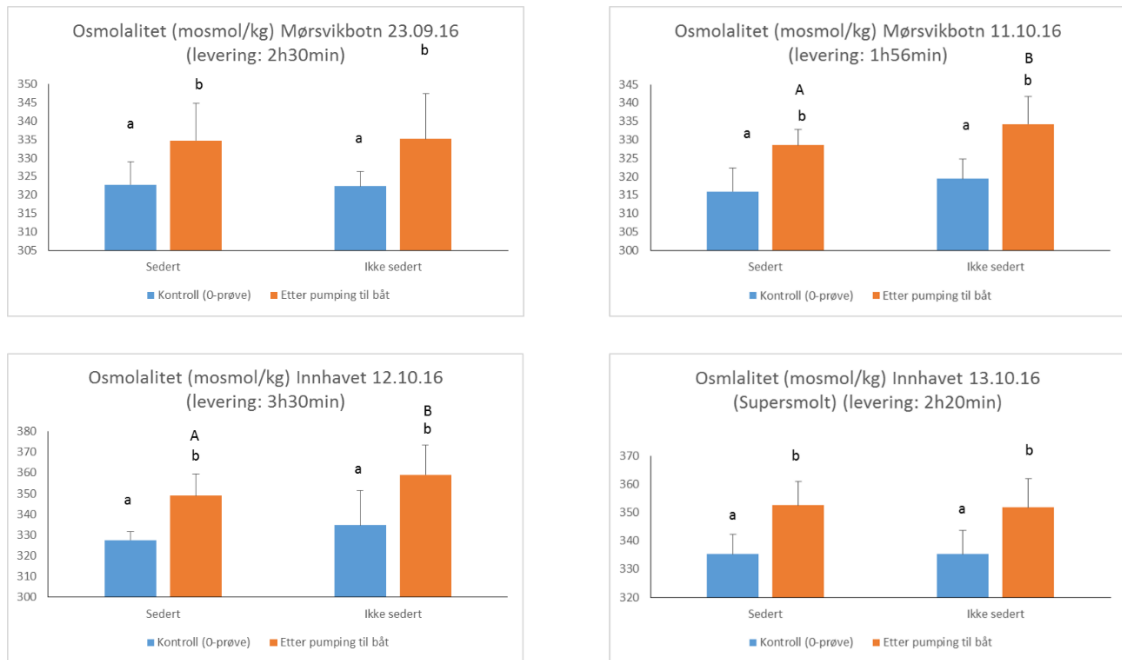
Plasmaklorid ligger innenfor nivåene som indikerer sjøklar fisk (Iversen og Eliasen, 2009). Klorid er også en stressindikator (e.g. Redding og Schreck, 1983), og for alle lastinger, med unntak av Mørsvikbotn 11/10, er klorid høyere for pumpet enn for ikke pumpet fisk (Fig 28). Sedasjon hadde en dempende effekt på lasting i Mørsvikbotn 23/9, men ikke for de andre lastingene.



Figur 28 Plasmaklorid (mmol/l). Med referanse til Figur 7 og tabell over: Lasting 1=Mørsvikbotn 23. september; Lasting 2=Mørsvikbotn 11. oktober; Lasting 3 = Innhavet 12. oktober; Lasting 4 = Innhavet 13. oktober. Små bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroll 0-prøve» og «etter pumping til båt», store bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroller 0-prøve» og mellom «etter pumping båt».

4.3.6 Plasmaosmolalitet

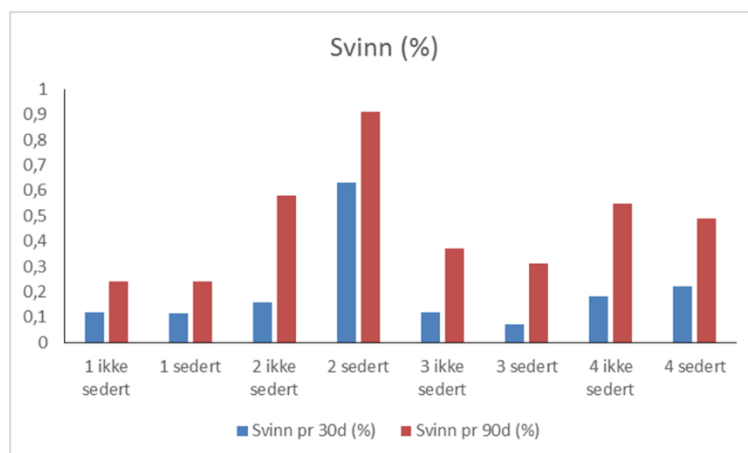
Også for osmolalitet er det signifikante høyere verdier for all pumpet fisk sammenlignet med ikke-pumpet fisk (Fig 29). For begge uttakene fra Innhavet gjelder også at de pumpede fiskene, både sederte og ikke sederte, ligger noe høyt (over 340 mosmol/kg) i forhold til hva andre har rapportert (Espmark og Baeverfjord, 2009; Espmark et al., 2012). Sedasjon hadde en dempende effekt i Mørsvikbotn 11/10 og Innhavet 12/10. Sett i sammenheng med kortisoldata (Fig 24) er det tegn som tyder på at lang lastetid kan forårsake økt stress, som igjen kan påvirke fiskens osmoregulering.



Figur 29 Plasmasmolalitet (mosmol/kg). Med referanse til Figur 7 og tabell over: Lasting 1=Mørsvikbotn 23. september; Lasting 2=Mørsvikbotn 11. oktober; Lasting 3 = Innhavet 12. oktober; Lasting 4 = Innhavet 13. oktober. Små bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroll 0-prøve» og «etter pumping til båt», store bokstaver indikerer forskjeller mellom «kontroller 0-prøve» og mellom «etter pumping til båt».

4.3.7 Svinnetter 30 og 90 dager etter sjøutsett

Smolten AS rapporterte svinndata etter 30 og 90 dager i sjø (Fig 30). Dødeligheten var lav, men noe høyere spesielt i den sederte gruppa fra Mørsvikbotn 11/10. De oppgitte svinndata gir ingen indikasjon på at enkelt tilfeller av sedasjon har negativ effekt på prestasjon.



Figur 30 Svinn etter 30 og 90 dager etter overføring til sjø. Lasting 1=Mørsvikbotn 23. september; Lasting 2=Mørsvikbotn 11. oktober; Lasting 3 = Innhavet 12. oktober; Lasting 4 = Innhavet 13. oktober.

5 Sammenfatning og konklusjon

Det ble utført to kontrollerte forsøk og et feltstudium. I forsøket «Effekter av gjentatt sedasjon (Aqui-S) på smolt» ble det brukt et enkelt oppsett der vi studerte effekten av sedasjon med Aqui-S alene. Fisken ble ikke håndtert på annen måte enn at den ble skånsomt håvet fra ferskvann til sjøvann, og i forbindelse med prøvetaking. Dette forsøket viser tydelig at sedasjon alene forårsaket forhøyet kortisolutskillelse og påvirket blodets nivå av klorid og magnesium. Disse effektene opphørte etter at fisken ble satt på sjøvann. Imidlertid var sedert fisk fortsatt påvirket etter sjøsetting når vi målte ATPase-aktiviteten i gjellene. De sederte fiskene henger også etter i vekst sammenlignet med kontrollfiskene. Dette kan tyde på at sedasjon enten reduserer appetitt, eller at sedert fisk har økt metabolisme enn ikke sedert fisk, men dette kan ikke slås fast sikkert uten flere undersøkelser.

I det andre kontrollerte forsøket ble flere variabler inkludert, ettersom vi her ønsket å simulere et utsett i sjø, inkludert transport fra ferskvann til sjø. Samtidig ønsket vi å undersøke enda et sedativ; Finquel. Flere variabler ga resultater som til en viss grad ble mindre tydelige. Men også her er det liten tvil om at sedasjon gir økt utskillelse av kortisol, men at effekten opphører når sedasjonen opphører. Også magnesium øker hos Aqui-S-sedert fisk. Med unntak av laktat hos Aqui-S-behandlede fisk, er det ingen resultater som tilsier at sedasjon demper håndteringen som fisken gjennomgår (vist ved glukose, klorid, ATPase eller ytre velferdsindikatorer).

I feltstudiet hos Smolten AS ble fire utsett fulgt der fisk ble sedert med Aqui-S under selve lastingen. Dette forsøket fravek noe fra det som ble skissert i prosjektbeskrivelsen (Tabell 2), men det stående oppsettet var i oversenskommelse med hva Smolten ønsket og det ble også godkjent av styringsgruppen. Oppsettet gir likevel ikke svar på spørsmål nr 2 i prosjektbeskrivelsen: «Hvilken effekt har gjentatt sedasjon i perioden før og under utsett på prestasjonen i sjø?». Feltstudien viste at kortisolnivåene økte mer hos de sederte enn de ikke sederte fiskene for to av lastingene. Sedering hadde en dempende effekt på lasting basert på laktatresultatene. For de andre målte testvariablene var effektene mindre tydelige. Det kan skyldes at prøvetaking startet minst 20 minutter etter sedering og at ulik logistikk på de ulike lastingene førte til at tiden mellom sedering og prøvetaking varierte en del (20 - 45 minutter, appendiks 1).

Tabell 2 Forsøksoppsett på feltstudie fra prosjektbeskrivelse. Oppsettet definert i prosjektbeskrivelsen fravek noe fra det som faktisk ble gjennomført.

Grupper	Trenging/pumping	Sedasjon (Aqui-S)			
		Sortering, vaksinerings etc	Lasting av brønnbåt	Transport (lukket brønnbåt)	Lossing av brønnbåt
Fullsedert	X	X	X	X	X
Ikke transportsedert	X	X	X		
Kontroll					

Tidligere feltforsøk (Iversen og Eliassen, 2009; Iversen et al., 2009) viser at Aqui-S har en dempende effekt på transportstress, særlig uttrykt ved lavere plasmakortisolnivåer. Resultatene fra forsøkene rapportert her er ikke like tydelige på en dempende effekt av Aqui-S eller Finquel. Vi har ingen forklaring på disse forskjellene. Ulike prøvetakingstidspunkter er en liten sannsynlig forklaring ettersom stressnivåene i de refererte studiene, ble funnet å være lavere hos sedert fisk enn hos kontrollfiskene for alle prøvetakingstidspunktene.

Hovedmål med SMOLTSED var å undersøke osmoregulering og prestasjon hos fisk som er utsatt for sedasjon over en lengre periode like før og under utsett. Hovedkonklusjonen er at sedasjon påvirker stressresponsen til fisk og til en viss grad osmoregulering og ytelse (vekst). Men vi har ikke noen data som tyder på at effekten vedvarer lenge etter at sedasjonen er opphørt eller at sedasjon har langvarig negativ effekt på prestasjon. Vi har heller ikke data som viser det motsatte. Men, i situasjoner der det forventes at fisken yter stor motstand, kan sedasjon forhindre at fisken får slagskader som følge av kollisjoner og hard svømmeaktivitet. Det rådes derfor til å sedere med varsomhet og kun etter behov, dvs i situasjoner der fisken håndteres mye og der det forventes at fisken må jobbe mye, og å unngå gjentakene og langvarig sedasjon.

6 Referanser

- Davidson G.W., Davie P.S., Young G., Fowler R.T. 2000. Physiological response of Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* to crowding and anaesthesia with AQUI-S. Journal of the World Aquaculture Society 31, 105 – 114.
- Espmark Å., Baeverfjord G. 2009. Effects of hyperoxia on behavioural and physiological variables in Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr. Aquaculture International 17, 341-353.
- Espmark Å.M., Humborstad O.B., Midling K.Ø. 2012. Pumping av torsk og laks, faktorer som påvirker velferd og kvalitet. Nofimarapport nr 6/2012.
- Espmark Å., Kolarevic J., Hansen Ø.A., Nilsson, J. 2015. Pumping og håndtering av smolt. Nofimarapport nr. 6-2015.
- Davidson G.W., Davie P.S., Young G., Fowler R.T. 2000. Physiological responses of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* to crowding and anesthesia with AQUI-S. Journal of the World Aquaculture Society 31, 105 – 114.
- Handeland S.O., Järvi T., Fernö A., Stefansson S.O. 1996. Osmotic stress, antipredator behaviour, and mortality of salmon *Salmo salar* smolt. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53, 2673 – 2680.
- Iversen M., Eliassen R.A. 2009. The effect of Aquic-S sedation on primary, secondary, and tertiary stress responses during salmon smolt *Salmo salar* L., transport and transfer to sea. Journal of the World Aquaculture Society 40, 216-225.
- Iversen M., Eliassen R.A., Finstad B. 2009. Potential benefit of clove oil sedation on animal welfare during salmon smolt, *Salmo salar* L. transport and transfer to sea. Aquaculture Research 40, 233-241.
- Iversen M, Finstad B, Nilssen K.J. 1998. Recovery from loading and transport stress in Atlantic salmon *Salmo salar* L. smolts. Aquaculture, 168, 387-394.
- McCormick S.D., Saunders R.L., Henderson E.B., Harmon P.R. 1987. Photoperiod control of parr-smolt transformation in Atlantic salmon *Salmo salar*: changes in salinity tolerance, gill Na⁺,K⁺-ATPase activity, and plasma thyroid hormones
- Olsen Y.A., Einarsdottir I.E., Nilssen K.J. 1995. Metomidate anaesthesia in Atlantic salmon, *Salmo salar*, prevents plasma cortisol increase during stress. Aquaculture 134, 155-168.
- Redding J.M., Schreck C.B. 1983. Influence of ambient salinity in osmoregulation and cortisol in yearling coho salmon during stress. Transactions of American Fisheries Society 112, 800-807.

7 Leveranser

1. Oppstartmøte Styringsgruppe – avholdt 8. desember på Nofima sine lokaler på Sunndalsøra.
2. Møter i styringsgruppen:
 - a. 3. november 2016 – gjennomgang av feltstudie.
 - b. Januar 2017 – gjennomgang av kontrollert forsøk.
 - c. Avslutningsmøte blir avholdt januar 2018.
3. Artikkel i Norsk Fiskeoppdrett – 31.10.2017. Denne artikkelen er ikke skrevet. Avklares med FHF.
4. Faglig rapport og administrativ rapport.

Ellers har følgende foredrag blitt holdt:

1. Espmark Å.M. 2015. Håndtering av smolt. FHF Fiskehelsesamling Bergen, 1. september 2015.
2. Espmark, Å.M. 2017. Sedasjon av smolt ved levering. Lofotseminaret 2017, 15. juni 2017 (Invited speaker).

Appendiks 1

Bodø (Nord Universitetet) 16.12.16

Rapport prøveuttak Smoltsed AP2 fra Nord Universitetet

Mørsvikbotn 23.09.16, kar F01 og F02.

- Ankomst lokalitet på morgen.
- Kort briefing om anlegget, og hvilken kar som skulle med transporten.
- Rigging lab fasiliteter Smolten. Slusing inn og ut, så ansatt på anlegget hentet fisk.
- Fisk ble sedert i hht prosedyre fra Scanvacc, Lars Speilberg, (100 ppm sedasjons Aqui-S).
- 30 fisk fra hvert kar, 10 fisk pr runde/uttak. Slag i hodet før de ulike parameter ble utført.
- Vekt, lengde, vurdering av sår og skjelltap. (0=ingenting; 1=opp til 25%; 3=mer enn 25%). Blodprøver ble tatt, laktat og glukose målt på stedet, og helblod ble sentrifugert, plasma overført til nye rør og lagt i fryser.

- Rigget felt lab ombord i brønnbåten, ute på dekk.
- Fisk ble sedert i hht prosedyre fra Scanvacc, Lars Speilberg, (100 ppm sedasjonsløsning Aqui-S).
- Et kar ble lastet på brønnbåten i gangen.
- Lasting sedert smolt, kar nr E2; prøveuttak startet etter 20 min lasting. 30 prøver kontinuerlig.
- Lasting usedert kontroll, kar E1; prøveuttak startet etter 45 min lasting. Usedert smolt var vanskeligere å håve, la seg i bunn. 30 prøver ble tatt ut kontinuerlig fra start.

Mørsvikbotn 11.10.16, kar 15-12 og 15-21

- Ankomst lokalitet på morgen. Kort briefing om hvilket kar som skulle lastes.
- Rigging lab fasiliteter Smolten. Slusing inn og ut, så ansatt på anlegget hentet fisk.
- Fisk ble sedert i hht prosedyre fra Scanvacc, Lars Speilberg, (100 ppm sedasjon Aqui-S).
- 30 fisk fra hvert kar, 10 fisk pr runde/uttak. Slag i hodet før de ulike parameter ble utført.
- Vekt, lengde, vurdering av sår og skjelltap. (0=ingenting; 1=opp til 25%; 3=mer enn 25%). Blodprøver ble tatt, laktat og glukose målt på stedet, og helblod ble sentrifugert, plasma overført til nye rør og lagt i fryser.

- Rigget felt lab ombord i brønnbåten, ute på dekk.
- Fisk ble sedert i hht prosedyre fra Scanvacc, Lars Speilberg, (100 ppm sedasjonsløsning Aqui-S).
- De to karene ble lastet samtidig (gikk vesentlig raskere enn lastingen 23.09.16)
- Startet prøveuttak på sedert fisk. Noe vanskeligere å håve usedert fisk så startet prøvetakning på denne noe seinere. Vekt, lengde, vurdering av sår og skjelltap. (0=ingenting; 1=opp til 25%; 3=mer enn 25%). Blodprøver ble tatt. På grunn av tidspress ble de fleste prøvene sentrifugert og etter at alle blodprøvene var tatt. Det vil si at glukose og laktat vil bli målt på plasma i ettertid.

Innhavet 12.10.16, kar 11-6 og 11-8

- Ankomst lokalitet på morgen. Kort briefing om hvilket kar som skulle lastes.
- Rigging lab fasiliteter Smolten.

- Fisk ble sedert i hht prosedyre fra Scanvacc, Lars Speilberg, (100 ppm sedasjonsløsning Aqui-S).
- 30 fisk fra hvert kar, 10 fisk pr runde/uttak. Slag i hodet før de ulike parameter ble utført.
- Vekt, lengde, vurdering av sår og skjelltap. (0=ingenting; 1=opp til 25%; 3=mer enn 25%). Blodprøver ble tatt, laktat og glukose målt på stedet, og helblod ble sentrifugert, plasma overført til nye rør og lagt i fryser.

- Rigget felt lab ombord i brønnbåten.
- Fisk ble sedert i hht prosedyre fra Scanvacc, Lars Speilberg, (100 ppm sedasjon Aqui-S).
- Lasting sedert smolt, kar nr 11-6; prøveuttak startet etter 20 min lasting. 30 prøver kontinuerlig til ferdig lastet.
- Lasting usedert kontroll, kar 11-8; prøveuttak startet etter 45 min lasting. Usedert smolt var vanskeligere å håve, la seg i bunn. 30 prøver kontinuerlig.
- Startet prøveuttak på sedert fisk. Noe vanskeligere å håve usedert fisk så startet prøvetakning på denne noe seinere. Vekt, lengde, vurdering av sår og skjelltap. (0=ingenting; 1=opp til 25%; 3=mer enn 25%). Blodprøver ble tatt.

Innhavet 13.10.16, kar 11-10 og 11-9

- Ankomst lokalitet på morgen. Kort briefing om hvilket kar som skulle lastes.
- Rigging lab fasiliteter Smolten.
- Fisk ble sedert i hht prosedyre fra Scanvacc, Lars Speilberg, (100 ppm sedasjonsløsning Aqui-S).
- 30 fisk fra hvert kar, 10 fisk pr runde/uttak. Slag i hodet før de ulike parameter ble utført.
- Vekt, lengde, vurdering av sår og skjelltap. (0=ingenting; 1=opp til 25%; 3=mer enn 25%). Blodprøver ble tatt, laktat og glukose målt på stedet, og helblod ble sentrifugert, plasma overført til nye rør og lagt i fryser.

- Rigget felt lab ombord i brønnbåten.
- Fisk ble sedert i hht prosedyre fra Scanvacc, Lars Speilberg, (100 ppm sedasjonsløsning Aqui-S).
- Lasting sedert smolt, kar nr 11-10; prøveuttak startet etter 20 min lasting. 30 prøver kontinuerlig til ferdig lastet.
- Lasting usedert kontroll, kar 11-9; prøveuttak startet etter 45 min lasting. Usedert smolt var vanskeligere å håve, la seg i bunn. 30 prøver kontinuerlig.
- Startet prøveuttak på sedert fisk. Noe vanskeligere å håve usedert fisk så startet prøvetakning på denne noe seinere. Vekt, lengde, vurdering av sår og skjelltap. (0=ingenting; 1=opp til 25%; 3=mer enn 25%). Blodprøver ble tatt.

Appendiks 2

NOTAT fra ScanVacc - SMOLTSED 2

Metoder benyttet for sedasjon ved levering av smolt

Mørsvikbotn - 23. september - Kar 01 og 02

- Kar 02 ble sedert, kar 01 var usedert kontroll
- Kar 02 ble levert først
- Karvolum var 1100 m³
- AQUI-S ble tilsatt på full vannstand, men etter at vannflowen var redusert noe
- Flow av nytt vann til karet under levering var ca. 10 m³/minutt
- Det ble benyttet 5 liter AQUI-S til innledende sedasjon, tilsvarende en konsentrasjon på 4,55 ml/m³
- Literne ble fordelt på 4 sprøytekanner. Hver kanne rommet 5 liter. Det ble tilsatt lunkent vann til kannen, som ble ristet grundig for å lage en god emulsjon av AQUI-S i vann.
- Innholdet i kannene ble sprøytet ut i karet i løpet av 15 minutter
- Etter endt utdosering ventet man 15 minutter for at sedasjonen skulle få tid til å inntre
- Karet ble deretter levert på vanlig måte
- Leveringen tok 2 timer og 30 minutter
- Det ble etterdosert 3 liter AQUI-S (3 kanner, hver med 1 liter AQUI-S) i løpet av leveringen for å kompensere for uttynning forårsaket av nytt vann som ble tilsatt karet under leveringen



Mørsvikbotn - 11. oktober - Kar 12 og 21

- Kar 12 ble sedert, kar 21 var usedert kontroll
- Karene ble levert samtidig
- Karvolum var 450 m³
- AQUI-S ble tilsatt på full vannstand, men etter at vannflowen var redusert noe
- Flow av nytt vann til karet under levering var ca. 3 m³/minutt
- Det ble benyttet 2 liter AQUI-S til innledende sedasjon, tilsvarende en konsentrasjon på 4,44 ml/m³
- Literne ble fordelt på 2 sprøytekanner. Hver kanne rommet 5 liter. Det ble tilsatt lunkent vann til kannen, som ble ristet grundig for å lage en god emulsjon av AQUI-S i vann.
- Innholdet i kannene ble sprøytet ut i karet i løpet av 15 minutter
- Etter endt utdosering ventet man 15 minutter for at sedasjonen skulle få tid til å inntre
- Karet ble deretter levert på vanlig måte
- Leveringen tok 1 timer og 56 minutter, men ca. 20 minutter kortere på usedert kar, på grunn av mindre kapasitet på avløpet fra kar 12
- Det ble etterdosert 1,3 liter AQUI-S i løpet av leveringen for å kompensere for uttynning forårsaket av nytt vann som ble tilsatt karet under leveringen



Innhavet - 12. oktober - Kar 11-6 og 11-8

- Kar 11-6 ble sedert, kar 11-8 var usedert kontroll
- Kar 11-6 ble levert først
- Karvolum var 250 m³
- AQUI-S ble tilsatt på full vannstand, men etter at vannflowen var redusert noe
- Flow av nytt vann til karet under levering var ca. 2 m³/minutt
- Det ble benyttet 1,25 liter AQUI-S til innledende sedasjon, tilsvarende en konsentrasjon på 5,0 ml/m³
- Literne ble fordelt på 2 sprøytekanner. Hver kanne rommet 5 liter. Det ble tilsatt lunkent vann til kannen, som ble ristet grundig for å lage en god emulsjon av AQUI-S i vann.
- Innholdet i kannene ble sprøytet ut i karet i løpet av 15 minutter
- Etter endt utdosering ventet man 15 minutter for at sedasjonen skulle få tid til å inntre
- Karet ble deretter levert på vanlig måte
- Leveringen tok 3 timer og 30 minutter
- Det ble etterdosert 1,5 liter AQUI-S i løpet av leveringen for å kompensere for uttynning forårsaket av nytt vann som ble tilsatt karet under leveringen



Innhavet - 13. oktober - Kar 11-10 og 11-9

- Kar 11-10 ble sedert, kar 11-9 var usedert kontroll
- Kar 11-10 ble levert først
- Karvolum var 250 m³
- AQUI-S ble tilsatt på full vannstand, men etter at vannflowen var redusert noe
- Flow av nytt vann til karet under levering var ca. 2 m³/minutt
- Det ble benyttet 1,3 liter AQUI-S til innledende sedasjon, tilsvarende en konsentrasjon på 5,2 ml/m³
- Literne ble fordelt på 2 sprøytekanner. Hver kanne rommet 5 liter. Det ble tilsatt lunkent vann til kannen, som ble ristet grundig for å lage en god emulsjon av AQUI-S i vann.
- Innholdet i kannene ble sprøytet ut i karet i løpet av 15 minutter
- Etter endt utdosering ventet man 15 minutter for at sedasjonen skulle få tid til å inntre
- Karet ble deretter levert på vanlig måte
- Leveringen tok 2 timer og 20 minutter
- Det ble etterdosert 1,2 liter AQUI-S i løpet av leveringen for å kompensere for uttynning forårsaket av nytt vann som ble tilsatt karet under leveringen



Generelt om effekt

Sedativ effekt på fisken var som forventet. Den fordelte seg jevnt i vannvolumet og svømte vilkårlig i alle retninger og alle vannlag. Fisken gikk raskt i utløpet ved leveringsstart, og det kom jevnt og tett med fisk både i begynnelsen og slutten av leveringen.

Det ble ikke observert tegn på for tung sedasjon, dvs. ingen fisk som viste tegn på å miste likevekt. PS! I kar 01 ved Mørsvikbotn var en periode på 15-20 minutter midtveis under leveringen, da det kom mindre fisk enn vanlig i utløpet. Dette er ulikt det som vanligvis observeres ved sedasjon. Dette skyldes antagelig spesiell vandynamikk i disse store karene. Det blir relativt kraftig sirkelstrøm under nedtapping, med stor vannhastighet ytterst. Sedert fisk lar seg drive mer passivt med strømmen, og sentrifugalkraften førte i perioden mye fisk ut til karenes ytterkant, slik at det var tynnere med fisk ved utløpshullet nær senter. Dette var tilfelle den siste halve meteren av senkningen av vannstand ned til nivået der veggen møtte skråen på gulvet i karet. Etter dette endret dynamikken seg slik at fisk igjen ble samlet rundt utløpet. Det var ingen dramatisk rundt dette.

For øvrig gav sedasjonen den vanlige effekten;

- Fisk i slangen fra første liter, selv uten nedtapping på forhånd
- Jevn strøm av fisk i slangen, med redusert svømming mot strømmen

Det ble også kommentert at det var langt lettere å fange fisk for blodprøver i den brønnen på brønnbåten som mottok sedert fisk, siden nå ankommet fisk fremdeles var sedert og lett å håve.



