

**Delrapport:**  
**Dokumentasjon av tilvekst og kvalitet hos**  
**oppfôret villtorsk**

**av**

**Marit Bjørnevik**

**og**

**Robert A. Eliassen**

**Denne rapport skal inngå som en større hovedrapport**  
**i regi av Gunnar Klo AS**

## REFERANSESIDE - RAPPORT

### Biologisk Forskningsgruppe Avdeling for Fiskeri og Naturfag HØGSKOLEN I BODØ

8049 BODØ  
Tlf.: 75 51 72 00  
Fax: 75 51 74 57



#### REFERANSESIDE, HBO-RAPPORT

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                            |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Tittel:<br>Delrapport: Dokumentasjon av tilvekst og kvalitet hos oppfôret villtorsk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                            | HBO-rapport nr.   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ISBN                                                                       | ISSN              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Antall sider og bilag:<br>35                                               | Dato:<br>30.05.07 |
| Forfatter(e) / prosjektmedarbeider(e)<br><br>Marit Bjørnevik og Robert Eliassen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Prosjektansvarlig (sign).                                                  |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Marit Bjørnevik                                                            |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Forskningsleder Biologisk Forskningsgruppe (sign).                         |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Robert A. Eliassen                                                         |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Leder forskningsutvalget (sign).                                           |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Terje Solberg                                                              |                   |
| Prosjekt<br>73735 "Kvalitet villfisk"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Oppdragsgiver(e)<br>Gunnar Klo AS                                          |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Oppdragsgivers referanse                                                   |                   |
| Sammendrag<br>Villfanga torsk ble satt i merder i mai 2006 og fôra med enten våtfôr eller en kombinasjon av våtfôr og tørrfôr frem til 16. desember. Tilveksten hos de som fikk våtfôr (sild/lodde) var god og fisken doblet vekta fra 2.2 til 4.3 kg gjennom forsøket. De som fikk tørrfôr vokste dårlig, og etter 9 uker ble de satt over på våtfôr. Denne gruppen fikk da en god vekst, og oppnådde like høy gjennomsnittsvekt som våtfôrgruppene ved avslutning av forsøket.<br>Filetkvalitet hos villtorsk som fôres med våtfôr endres i mindre grad gjennom 17 uker med fôring. Filetutbytte er uendret, vanninnholdet har minsket med kun 1% mens muskel pH sank fra 6.4 til 6.3. Fileten fikk en litt fastere tekstur og litt mindre filetpalting.<br>Tørrfôr gav ikke tilfredsstillende vekst hos villfanget torsk. Dette kan skyldes selve foringssystemet, men kan også skyldes fôrets smakelighet.<br>Pre rigor filetering ga mindre filetpalting, samt en tykkere og kortere filet. Pre rigor filetering førte også til 2% lavere filetutbytte og til et litt større væsketap i filet. | Emneord:<br>Torsk<br>Kvalitet<br>Pre – post rigor<br>Fangstbasert oppdrett |                   |
| Andre rapporter innenfor samme forskningsprosjekt / program ved Høgskolen i Bodø:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                            |                   |



## **FORORD**

Dette er en delrapport av et større prosjekt "KVALITET VILLFISK" med Gunnar Klo AS (Myre) som prosjektansvarlig. Prosjektet kom i gang vinteren 2006 i samarbeid med Vesterålen Fiskeripark, Gunnar Klo AS og Høgskolen i Bodø. Hovedfokus i den delen av prosjektet som dekkes av vedlagte rapport har vært å dokumentere utvikling av vekst og kvalitet hos oppfôret villfanget torsk. Dette for å øke forutsigbarhet med fangstbasert oppdrett av torsk. Deltakere i prosjektet er Arne Karlsen v/Gunnar Klo AS , Kristian Prytz v/ FHS Marit Bjørnevik og Robert Eliassen ved Høgskolen i Bodø.

Prosjektet har vært gjennomført i regi av Biologisk Forskningsgruppe ved avdeling for fiskeri og naturfag, Høgskolen i Bodø, og ledet av Marit Bjørnevik. Det rettes en spesiell takk for en vellykket gjennomføring til alle engasjerte medarbeidere hos Gunnar Klo as og MS Kloegga for deres bistand på lokaliteten, student Sissel Larsen som har hatt et betydelig bidrag på laboratoriet, og som også bruker deler av resultatene i sin bacheloroppgave. Videre takk til lærling Nathalie Brekke Steinbakk, prosjektkonsulent Bente Sunde og Roald Jakobsen i forbindelse med innhenting av materiale og kjemiske analyser av torskefilet. På vegne av Biologisk Forskningsgruppe ved Høgskolen i Bodø vil vi takke oppdragsgiverne Gunnar Klo AS for et spennende oppdrag.

Bodø den 30.05.07

Marit Bjørnevik

Robert A. Eliassen



# 1. Sammendrag

Hovdmålet var å dokumentere hvordan oppfôring av villfanget torsk påvirker vekst og filetkvalitet. Det var også et delmål å dokumentere hvordan filetering av torsk pre-rigor og post-rigor påvirket filetenes kvalitet.

Villfanga torsk ble satt i merder i mai 2006 og fôra med enten våtfôr eller en kombinasjon av våtfôr og tørrfôr frem til 16. desember. Tilvekst ble fulgt i hele perioden, mens slaktekvalitet ble studert fra oppstart den 2. juni og frem til 28 september. Torsken spiste godt av våtfôret som var en blanding av frossen sild og lodde. Tørrfôr ble fôret med Storvikautomater og her spiste torsken meget dårlig, noe som førte til skifte av fôr til våtfôr etter 9 uker. Tilveksten var god og fisken doblet vekten fra 2.2 til 4.3 kg gjennom de 17 ukene forsøket varte. Også de som fikk tørrfôr først fikk en sterk kompensasjonsvekst etter fôr skiftet, og hadde like høy gjennomsnittsvekt som våtfôrgruppen ved avslutning av forsøket.

Fôring med våtfôr førte til at fisken fikk høyere leverindeks og lavere vanninnhold i hvit muskel. Etter de første 9 ukene med våtfôring kunne en observere at fileten ble bløtere og fikk mer filetspalting, men etter 17 uker var disse endringene ikke forskjellige fra hvordan fisken var ved oppstart i juni.

Data på slaktekvalitet viste tydelig at fisken som ble fôret med tørrfôr sultet. Leverindeks sank fra 6% til 3%, vanninnholdet i muskelen økte og fileten ble bløtere og fikk mindre filetspalting. Sulting førte også til en høyere total skjærkraft, noe som kan skyldes økt mengde eller sterkere bindevev i muskulaturen. Skifte av fôr gav raskt økt vekst. Lengre tids våtfôring av denne gruppen førte til at leverindeks økte og at muskelen fikk lavere vanninnhold, bløtere konsistens og mer filetspalting.

Med bakgrunn i dette forsøket kan en konkludere at 17 ukers fôring av villfanget torsk med en blanding av frossen sild og lodde ikke gir større endringer i filetkvalitet sammenlignet med villtorsk.

Pre rigor håndfiletering av torsk gav en kortere og tykkere filet, med signifikant mindre filetspalting sammenlignet med post rigor håndfiletering.

## INNHALDSFORTEGNELSE

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1. Sammendrag.....                               | 6  |
| 2. Innledning .....                              | 8  |
| 3. Materiale og metode .....                     | 8  |
| 4. Resultater og diskusjon.....                  | 12 |
| 3.1 Vekst.....                                   | 12 |
| 3.2 Slaktekvalitet.....                          | 16 |
| 3.3 Effekt av pre og post rigor filetering ..... | 25 |
| 5. Konklusjon.....                               | 30 |
| 6. Referanser .....                              | 31 |
| 7. Vedlegg.....                                  | 33 |

## 2. Innledning

Hovedmålet med prosjektet var å etablere produksjonsparametere for bedre planlegging og forutsigbarhet i fangsbasert havbruk av torsk. I dette tilfellet med fokus på å dokumentere tilvekst og at kvaliteten av sluttproduktet opprettholdes.

Formålet med forsøket var å studere innvirkning av fôring med enten våtfôr eller tørrfôr på tilvekst og filetkvalitet hos villfanga oppfôra torsk. Videre ble effekter av pre rigor og post rigor filetering av oppfôret villtorsk undersøkt. Tre grupper av fisk inngikk i denne delen av forsøket. De ble fôret hhv. med våtfôr, eller med tørrfôr i 7 og 9 uker før de ble satt over på våtfôr. Tilvekst ble fulgt fra 2. juni og fram til sulting før slakt 16. desember, mens slaktekvalitet ble fulgt i perioden fra 2. juni til 28. september, to merder per forsøksgruppe.

## 3. Materiale og metode

Villfanga torsk ble frakta ned fra Finnmarka i mai 2006 og fordelt i 6 merder på Myre i Vesterålen. I utgangspunktet skulle all fisk sultes frem til forsøksstart, men da innfangingen tok lang tid ble det satt i gang noe fôring med frossen sild/lotde i forkant av forsøksstart. Fôringsforsøket ble starta opp 2. juni med 3 grupper: våtfôr, TF1 og TF2. Gruppen med våtfôr fikk heil frossen sild med innslag av lotde gjennom hele forsøksperioden. En gruppe ble fôret med tørrfôr (Biomar) med Storvik automater fra 2. juni til 3. august, og deretter håndfôret med frossen sild/lotde ut resten av forsøksperioden (TF1). En gruppe ble fôret med tørrfôr (Biomar) med Storvik automater fra 2. juni til 21. juli, og deretter 2 uker med frossen sild/lotde før hele gruppen ble slaktet ut i slutten av juli (TF2).

Ved oppstart ble 100 fisk per merd individveid og merka med Floydmerker i ryggfinner. 40 tilfeldige fisk ble håvet opp og slaktet ut for registrering av biologiske og kjemiske data (0-gruppe). Videre ble 100 fisk per merd fanga inn med håv og individveid i august (03.08 og 04.08) og september 2006 (28.09 og 29.09). Av de 100 fisk per merd ble 30 fisk per merd til sammen 180 fisk slaktet ut i august. Tilsvarende ble 30 fisk per merd slakta ut i september, til sammen 120 fisk. All fisk ble bløgga i rennende vann, individmerka i gjelleløkket før rundvekt ( $\pm 1.0\text{g}$ ) og lengde ( $\pm 0.5\text{cm}$ ) ble målt. Fisken ble så sløyd og sløydvekt ( $\pm 1.0\text{g}$ ), levervekt ( $\pm 1.0\text{g}$ ), gonadevekt ( $\pm 1.0\text{g}$ ) og kjønn registrert. Magefyllingsgrad ble vurdert etter



en gradering fra 0 til 2, der 0=tom mage, 1= litt mat i magen og 2=velfylt mage. Kveis i lever ble vurdert etter en 3-punkt skala der 0=ingen kveis, 1=litt kveis og 2=mye kveis.

Svartprikksjuke i skinn og andre synlige parasitter ble også registrert. Halvparten av fisken, dvs. 20 fisk ved oppstart og deretter 15 fisk per merd ble håndfiletert *pre rigor* samme dag som de blir slaktet, mens de resterende 20 fisk ved oppstart og deretter 15 fisk per merd ble oppbevart på is frem til dag 5 etter slakting da de ble håndfiletert *post rigor*. På dag 5 ble én filet fra hver fisk pakket på is, fortrinnsvis den fileten som ble skjært av først, og sendt til Høgskolen i Bodø med buss og Hurtigruta. På dag 6 ble så filettevkt ( $\pm 1.0g$ ), filetlengde ( $\pm 0.5cm$ ), filethøyde ( $\pm 0.1cm$ ), filetbredde ( $\pm 0.5cm$ ) og filetspalting registrert, og farge målt i filet med Minolta. Tekstur ble målt som skjærkraft i to muskelblokker ( $2.5 \times 2.5 \times 1$  cm) som ble skjært ut i ryggen under midterste ryggfinne. Fileten ble så most i en kjøkkenmaskin og vann og pH målt kjemisk.

Daglig tilvekst, kondisjonsfaktor, sløyevinn, filetutbytte, leverindeks og gonadeindeks ble beregnet etter følgende formler:

Daglig tilvekst (SGR) =  $100 * ((\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1))$ , hvor  $W_1$  og  $W_2$  er rundvekt ved dag  $t_1$  og  $t_2$  respektivt.

Kondisjonsfaktor (KF) =  $\text{rundvekt} * 100 / \text{lengde}^3$

Sløyevinn =  $\text{vekt av innvoller} / \text{rundvekt} * 100$

Filetutbytte =  $\text{filettevkt} / \text{sløydvekt med hode} * 2 * 100$

Leverindeks (HSI) =  $\text{levervekt} / \text{sløydvekt med hode} * 100$

Gonadeindeks (GSI) =  $\text{gonadevekt} / \text{rundvekt} * 100$

### *Konsistens og filetspalting*

Konsistens og filetspalting i fiskekjøttet ble gradert etter en femdelt skala, der karakter 5 betyr at fiskekjøttet er fast, uten tegn til spalting, mens karakter 1 betyr at fiskekjøttet er mykt og utpreget spaltet (Norsk Bransjestandard, 1998). Ute i industrien benyttes kun fileter eller filetstykker som har fått karakteren 3,4 eller 5 til filetprodukter.

Karakter 5: Fiskekjøttet er fast, ingen spalting, ingen langsgående sprekker (liten langsgående sprekke i muskelskillet i nakkestykket kan forekomme); Karakter 4: Fiskekjøttet er fast, spalting i mindre enn 20% av fileten, eller inntil tre langsgående spalter. Langsgående spalting skal ikke overstige 50% av filetenes lengde.; Karakter 3: Fiskekjøttet er forholdsvis

mykt, litt spalting i et område (<20%), eller mer enn tre langsgående spalter; Karakter 2: Fiskekjøttet er blitt mykt, litt spalting i nesten hele fileten (>75%) eller kraftig spalting i et mindre område av fileten (<20%); Karakter 1: Fiskekjøttet er blitt mykt, kraftig spalting i nesten hele fileten (>75%) eller svært kraftig spalting i ett område av fileten (<20%).

### *Fargemålinger*

Farge i filet ble målt med Minolta chromameter på tre ulike plasser fordelt på ryggsiden av fileten, og gjennomsnittet av målingene ble beregnet. L-verdien representerer kvithet der L=100 er helt kvit og L=0 er svart. Positiv a-verdi representerer rødhets, mens negativ a-verdi representerer grønnhet. Positiv b-verdi representerer gulhet, mens negativ b-verdi representerer blåhet. a og b-verdiene i en Minolta går fra en skala på +60 til -60.

### *Tekstur*

Tekstur i filet ble målt dorsalt under fremste ryggfinne med en teksturmåler (Modell TA-XT, SMS Stable Micro Systems, Blackdown Rural Industries). Denne er påsatt en kniv som skjærer gjennom muskulaturen med en hastighet på 1 mm/s på tvers av muskelfibrene på to blokker per filet, og motstanden beregnes som ett mål på skjærefasthet. Resultatene presenteres som totalt arbeid utført og som maksimal skjærkraft.

### *Vanninnhold og pH*

Vanninnhold og muskel pH kan fortelle om torsken ernæringsstatus. En velernært torsk har mindre vann og dermed mer protein i muskelen. Samtidig vil pH etter død vanligvis være lavere i en velernært torsk sammenlignet med en sultet er torsk. Dette skyldes at en høy ernæringsstatus gir større glykogenlagre som vil omdannes til melkesyre etter at fisken er død. Mye melkesyre gir en surere muskel, altså lavere muskel pH.

Torskefileten ble moset godt i en kjøkkenmikser. To prøver á 5 gram muskelmasse ble veid inn og tørket ved 105 °C over natten for beregning av vanninnhold i muskelen. pH ble målt med en osteoelektrode direkte i most filet.

### *Væsketap / Vannbindingsevne*

Vannbindingsevne sier noe om fiskemuskelens evne til å holde på vann / væske.

Vannbindingsevne har sammenheng med pH i torskemuskel. Lav pH fører til dårligere vannbindingsevne. Dvs. at en velernært opdrettstorsk normalt sett vil ha dårligere

vannbindingsevne enn en magrere villtorsk. Tapt vann gir mindre penger til torskeprodusenten og kan derfor være interessant å undersøke.

To prøver á 15 gram grovhakket fersk muskelmasse ble veid inn i et sentrifugerør med bunnrør, og sentrifugert ved 210 g, dvs. 1160 rpm i 15 minutter. Sentrifugerøret har et nett i bunnen som gir mulighet for at væske kan renne ut. Den mengde vann som ble presset ut under sentrifugering ble så veid.

**Prosent væsketap** ble beregnet som følger:

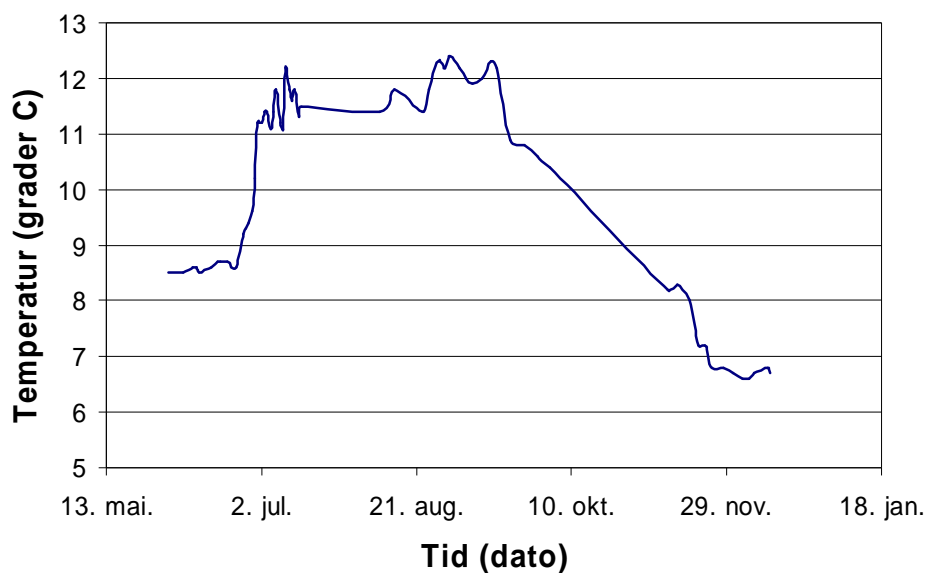
gram væske presset ut / gram fiskeprøve innveid \* 100.

## 4. Resultater og diskusjon

### 3.1 Vekst

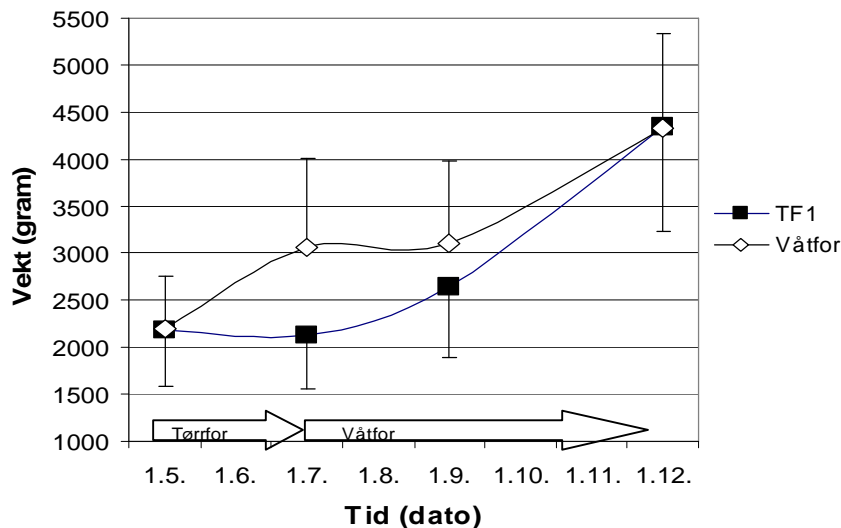
Det er kun vekstdata for våtfôrgruppa og TF1 som blir presentert i dette kapittelet.

Figur 1 viser sjøtemperatur under forsøket. Temperaturen stiger fra 8-9 grader i mai til en maksimumstemperatur på 12 grader gjennom sommeren. Fra oktober synker temperaturen gradvis ned til under 7 grader ved avslutning av forsøket i desember.



Figur 1 Sjøtemperatur under forsøket

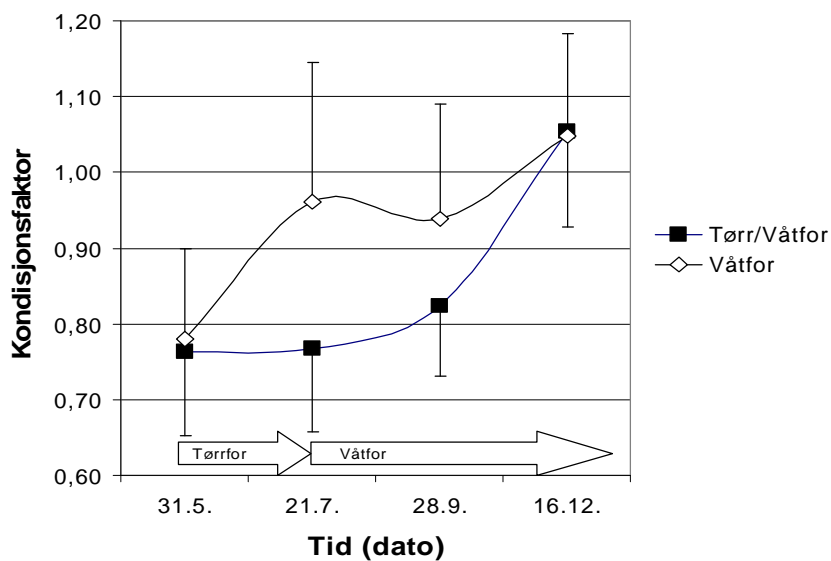
Torsk som ble fôret med våtfôr vokser godt fra en gjennomsnittsvekt på 2200 gram i juni til en sluttvekt på 4300 i desember (Figur 2), altså en vektøkning på 2100 gram eller ca 97%. Torsk som ble fôret med tørrfôr (TF1) opplever derimot en liten nedgang i vekt på ca 50 gram i de 9 første ukene i forsøket. Når de settes over på våtfôr tar vekten seg raskt opp igjen, slik at ved avslutning av vekstforsøket i desember har denne gruppen nådd igjen våtfôrgruppa i vekt.



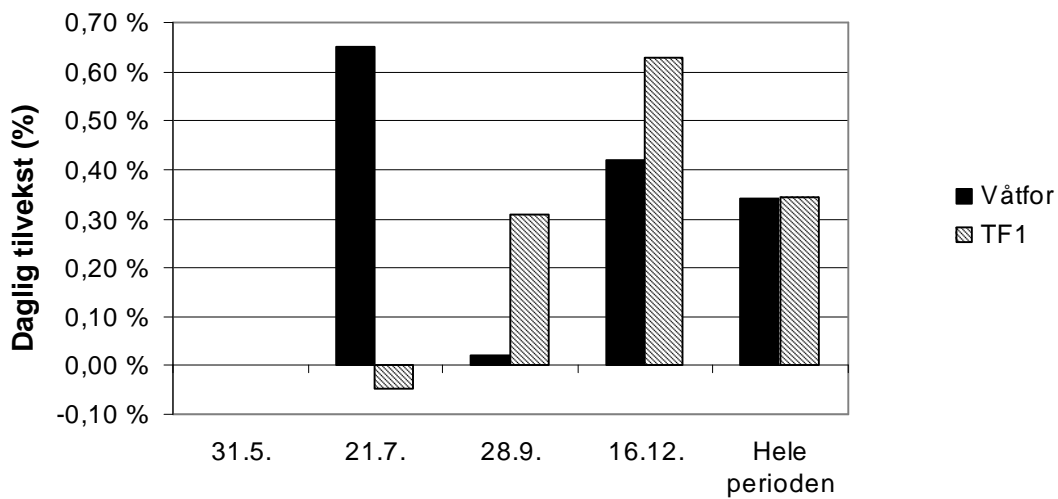
Figur 2 Vekstutvikling for innfanget villtorsk fôret med enten våtfôr eller tørrfôr/våtfôr (TF1) fra juni til desember

Kondisjonsfaktoren viser forholdet mellom vekt og lengde. Våtfôrgruppa øker raskt i kondisjonsfaktor fra 0.76 ved start til 1.05 ved avslutning av forsøket (Figur 3). Økningen er størst i de 9 første ukene. Tilsvarende som for vekst er det ingen endring i kondisjonsfaktor i de 9 første ukene når torskens fôres med tørrfôr, og denne fisken er mye slankere gjennom mesteparten av forsøket. Men når denne gruppen settes over på våtfôr øker også kondisjonsfaktoren her, og ved avslutning i desember er kondisjonsfaktor lik for begge grupper. En kondisjonsfaktor på 0.76 i mai på villfanget torsk samsvarer med andre tilsvarende observasjoner (Akse et al., 2007b).

Tilvekst i den første perioden frem til 21.07 for våtfôrgruppa er meget bra, med en tilvekst på over 0.6 % per dag, men TF1 faktisk har negativ tilvekst (Figur 4). Dette samsvarer med gjennomsnittlig fiskevekt i TF1 som har en nedgang i samme periode. Når TF1 settes over på våtfôr øker tilveksten og er høyere enn våtfôrgruppa gjennom resten av perioden. Når en ser total på hele perioden er det derimot ingen forskjell i daglig tilvekst på de to gruppene. Det er tydelig at torskens har en god evne til kompensasjonsvekst etter en periode med sulting.

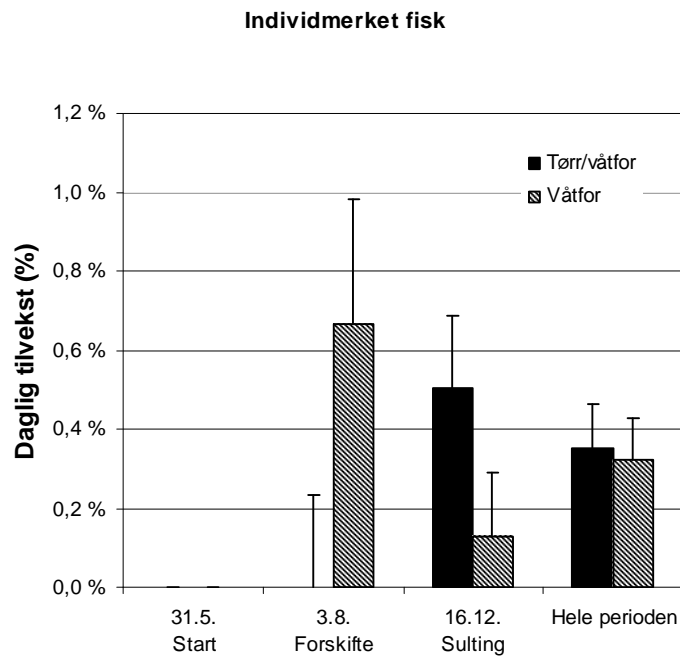


Figur 3. Kondisjonsfaktor for innfanget villtorsk foret med enten våtfor eller tørrfor/våtfor (TF1) fra juni til desember



Figur 4. Daglig tilvekst for innfanget villtorsk foret med enten våtfor eller tørrfor/våtfor (TF1) fra juni til desember

De 100 fisk som var individmerket hadde en gjenfangst på ca 30 % og disse data ble brukt til å beregne daglig tilvekst og variasjon i individuell tilvekst for fisk i de to fôrgruppene (Figur 5). Resultatene fra individmålingene viser på samme måte som biomassemålingene en kompensasjonsvekst hos TF1 i siste måleperiode fram mot sulting i desember.



Figur 5. Daglig tilvekst for individmerket innfanget villtorsk fôret med enten våtfôr eller tørrfôr/våtfôr (TF1) fra juni til desember

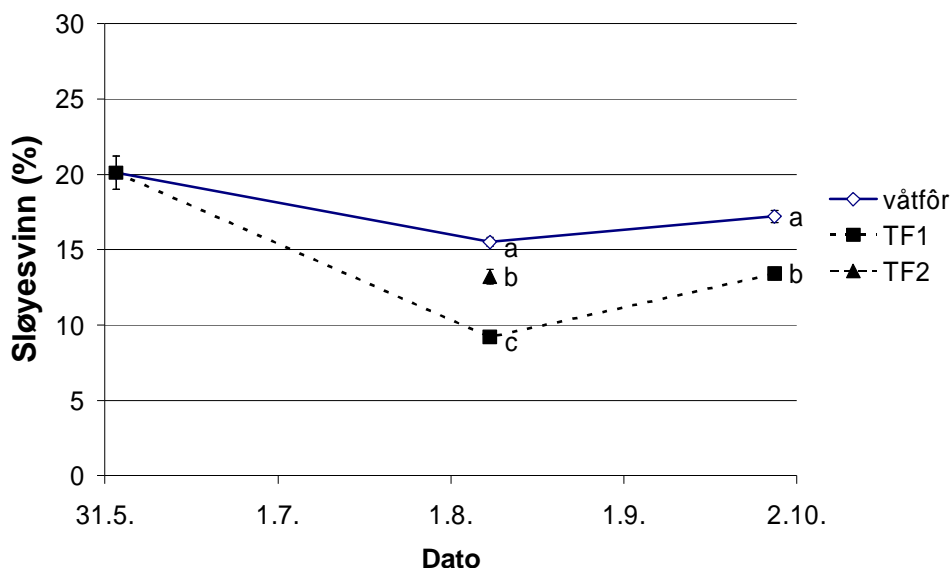
### 3.2 Slaktekvalitet

I dette avsnittet presenteres resultater fra våtforgruppen, TF1 og TF2. TF2 har likt utgangspunkt som TF1, men ble satt over på våtfôr 2 uker tidligere enn TF1 og slaktet ut den 3. august. Denne gruppen gir derfor et godt bilde på hvor fort torsk endrer seg når fôrinntaket øker etter en periode med stagnasjon i vekst. I figurene blir TF2 kun vist som en eget punkt ved uttak den 3. august, dvs. etter to uker med våtfôr.

Fisken som ble tatt ut til analyse av filetkvalitet skulle i utgangspunktet være representativt for den fiskestørrelse som befant seg i merdene. Dette stemte godt i august og september, men ved startuttak i juni var fisken som ble tatt ut til analyse mellom 200-300 gram større enn gjennomsnittet i merdene. Dette må vi anta påvirker resultatene ved første prøveuttak.

#### *Sløyesvinn og magefyllingsgrad*

Sløyesvinn forteller hvor mye som forsvinner når fisken sløyes. Sløyesvinnet er størst ved oppstart i juni (Figur 6). Ved dette tidspunktet er også magefyllingsgraden størst (Figur 7). En score på 1.5 i magefyllingsgrad indikerer at de fleste har velfylte magesekker. Dette skyldes

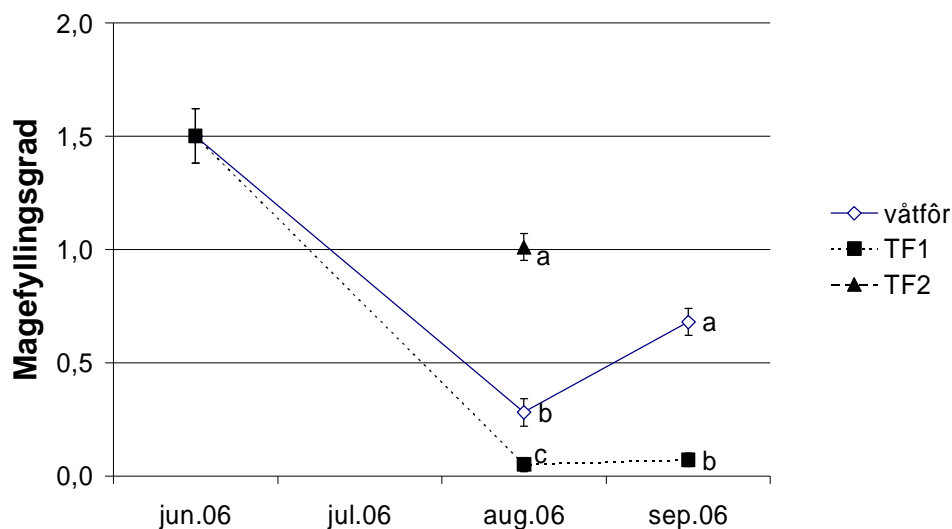


Figur 6 Sløyesvinn for villtorsk fôret med våtfôr, eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene.



trolig at fisken hadde vært sulta i flere uker før fôring ble starta kort tid før uttak i juni. I august er sløyvesvinnet størst i våtfôr-gruppa og lavest i de to tørrfôr-gruppene (TF1 og TF2). Vi vet fra tidligere studier at sulta fisk nødvendigvis må få mindre sløyvesvinn (Wathne, 1995).

Tørrfôr-gruppene tok til seg veldig lite fôr i hele denne perioden og har mindre rundvekt på dette tidspunktet (Figur 8). TF1 hadde også en magefyllingsgrad på bare 0.05 i august, noe som betyr at de fleste fiskene var bortimot tom i magesekken. Vi ser at TF2 har et sløyvesvinn som ligger midt i mellom de to andre fôr-gruppene i august. Denne gruppa som nå har gått to uker på våtfôr har høyest magefyllingsgrad ved uttaket i august, noe som skyldes den økt appetitten når fôret endres til våtfôr (Figur 7). Også ved avslutning av forsøket i september ser vi at våtfôr-gruppa har høyest sløyvesvinn.

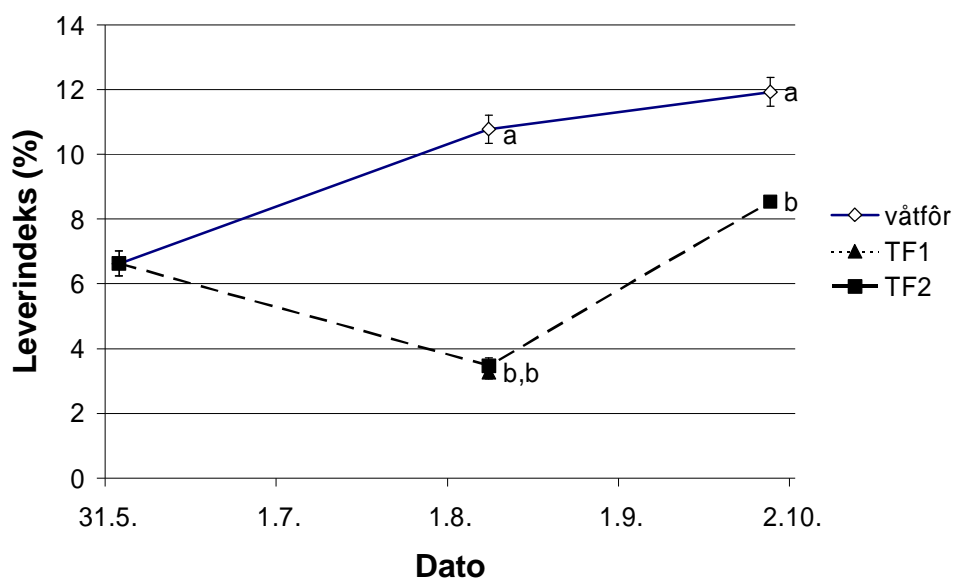


**Figur 7** Magefyllingsgrad for villtorsk fôret med våtfôr, eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene.

### *Leverindeks*

Leverindeks sier noe om hvor mye torsk har spist, hvor velernært den er. I oppdrettstorsk er det et problem at fisken har veldig høy leverindeks. Den bruker mye energi på å produsere en stor lever isteden for å produsere mer muskel. Leverindeks på 16% i forhold til sløydvekt er observert i oppdrettstorsk. (Solberg et al., 2006). Villtorsk har normalt sett en lavere leverindeks som kan variere mellom 0.5 til 7.3%, men gjennomsnittsverdier på 2-3% (Arntzen og Isaksen, 1999). Leverindeks ved start i dette forsøket var 6.6% (Figur 8). Våtfôr-gruppa øker i leverindeks til 12% i løpet av fôringsperioden, noe som tyder på en velernært fisk

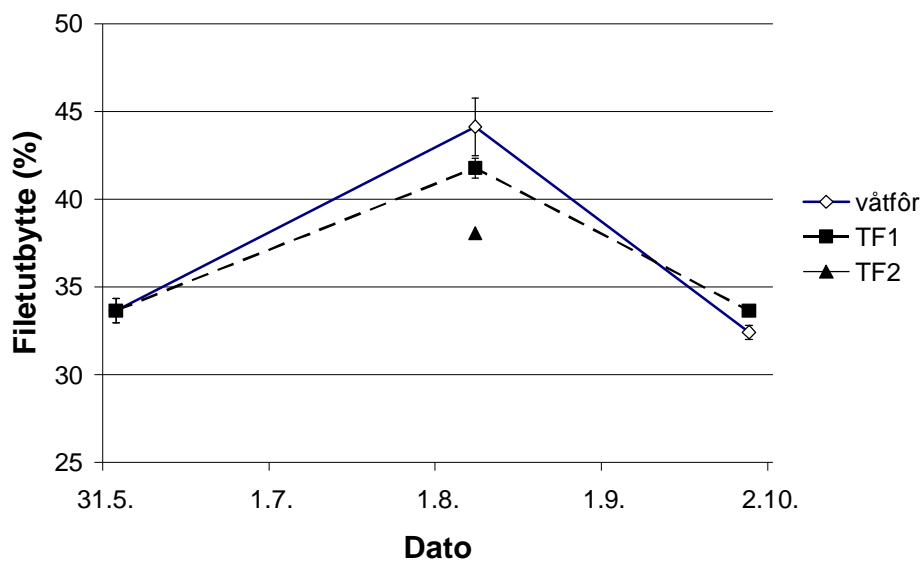
Leverindeksen sank fra 6.6% til ca 3.4% for de to gruppene som blir fôret med tørrfôr fra oppstart og fram til august (Figur 8). Torsk tærer på den hvite muskelen og sin egen lever i perioder med dårlig mattilgang (Black og Love, 1986). Først brukes fett og glykogen fra leveren, og deretter glykogen fra den hvite muskelen. Først når fett i leveren har falt til en begrensa mengde brukes protein fra den hvite muskelen, samtidig som at vanninnholdet i muskelen øker. Ved uttaket i august har 40% av den fisken som går på tørrfôr en levervekt på under 50 gram, mens dette er tilfelle kun for 1.7% av fiskene som går på våtfôr. Tilsvarende viste Love (1988) at torsk sultet i 11 uker fikk en leverindeks på 2.5%. Også vanninnholdet var høyere i TF1 og TF2 sammenlignet med våtfôrgruppa (Figur 11), noe som tyder på at den er begynt å tære på proteinet i den hvite muskelen. Dette tyder på at TF1 og TF2 var kraftig sulta og tærte på egne reserver. TF1 har en tydelig økning i leverstørrelse frem til september, noe som tyder på at fisken her begynner å hente seg inn igjen.



Figur 8 Leverindeks for villtorsk fôret med våtfôr, eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene.

### Filetutbytte

Filetutbytte ble ikke påvirket av de ulike fôrtypene, men derimot kraftig påvirket av uttaks tidspunktet (Figur 9). Det var ønskelig at samme person fileterte all fisk gjennom hele forsøket. Dette var dessverre ikke mulig å få til, og det er en annen person som fileterte fisken i august enn ved uttaket i juni og september.



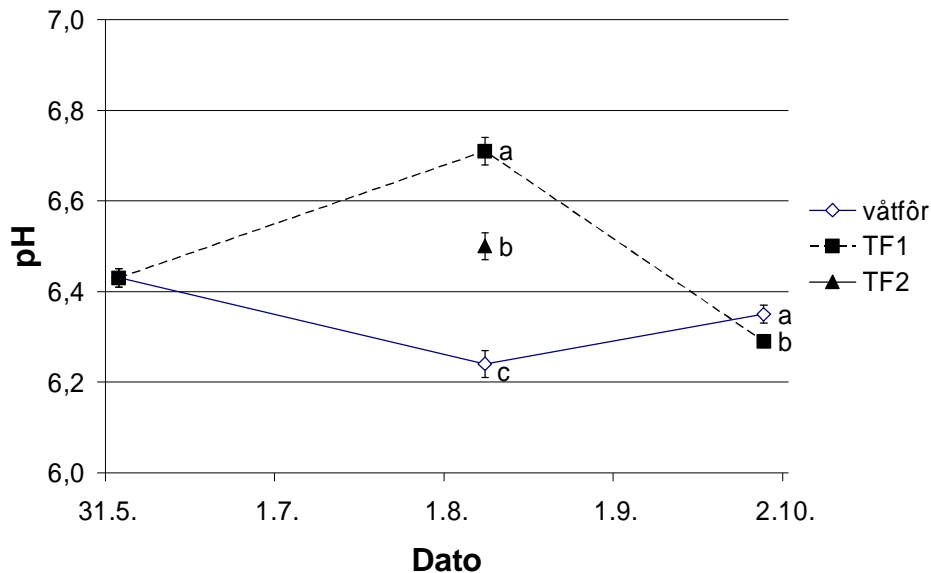
Figur 9 Filetutbytte for villtorsk fôret med våtfôr, eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2).

### *Muskel pH og vanninnhold*

Når fisk dør omdannes glykogen fra lever og muskel til melkesyre. En økning i melkesyre fører til lavere muskel pH post mortem (etter død) og påvirker den teknologiske kvaliteten til fisk, spesielt torskefisker. Ved oppstart av forsøket lå muskel pH etter 6 døgn på is på ca 6.4. pH i muskel hos torsk er tidligere vist å ligge mellom 6.1-6.5 (Love, 1988). Etter 9 ukers fôring ser vi i august at våtfôrgruppa har en mye lavere muskel pH etter død sammenlignet med TF1 som har fått en økning (Figur 10). Tidligere forsøk har vist at en velfødd torsk får ett mye større pH-fall i muskel etter død på grunn av større glykogenlagre, sammenlignet med en sultet torsk (Love, 1988). TF2 ligger midt i mellom i pH, noe som viser effekten av to ukers fôring og tyder på at denne gruppa begynner å bygge opp sine glykogenlagre igjen. Tidlige forsøk har vist en rask økning i lever glykogen når torsk oppføres etter en sulteperiode (Black and Love, 1986).

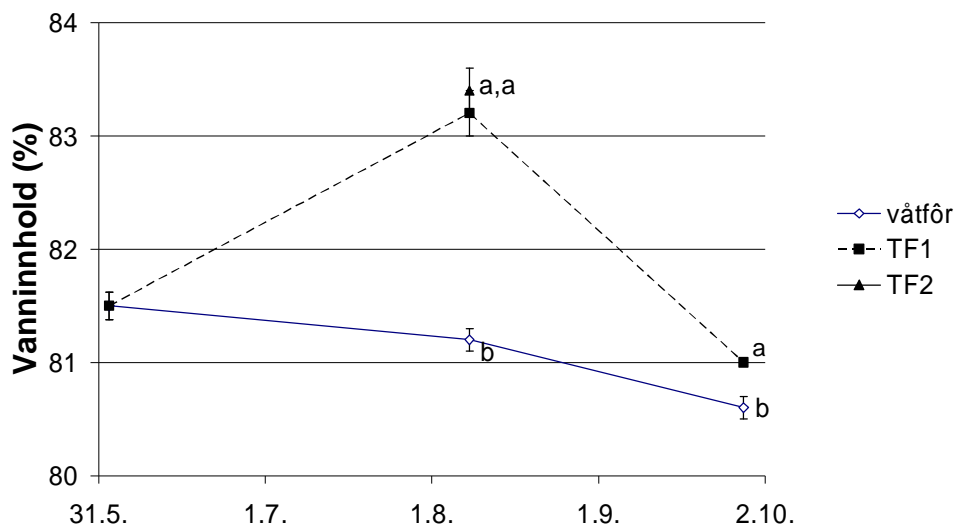
Fra august til september har muskel pH sunket fra 6.7 til 6.3 i TF1. Dette er høyst sannsynlig en effekt av økt matinntaket når fôret endres til våtfôr. I motsetning til dette ser vi at

våtfôrgruppa har fått en svak økning i pH fra august til september, men den har fortsatt lavere pH enn ved oppstart i juni.



Figur 10 Muskel pH hos villtorsk fôret med våtfôr, eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom diett-gruppene.

Vanninnhold i muskel var 81.5% ved forsøksstart, og sank til 80.6% i våtfôr-gruppa ved forsøksslutt (Figur 11). Vanninnhold i tørrfôrgruppene økte derimot til over 83% i august, høyst sannsynlig som en effekt av sulting, for deretter å synke til 81% når de ble satt over på våtfôr. Vanninnholdet i muskel i våtfôrgruppa i dette forsøket sank, men ikke så mye som det er observert i oppdrettstorsk. Til dette var nok en fôringsperioden på 17 uker trolig for kort. Vanninnhold i muskel på ca 79% er tidligere observert både i oppdrettstorsk (Solberg et al., 2006), og villfanget torsk fôret i ¾ år med lodde (Akse et al., 2007b), mens ≈82% er observert i villtorsk (Ofstad, 1996).



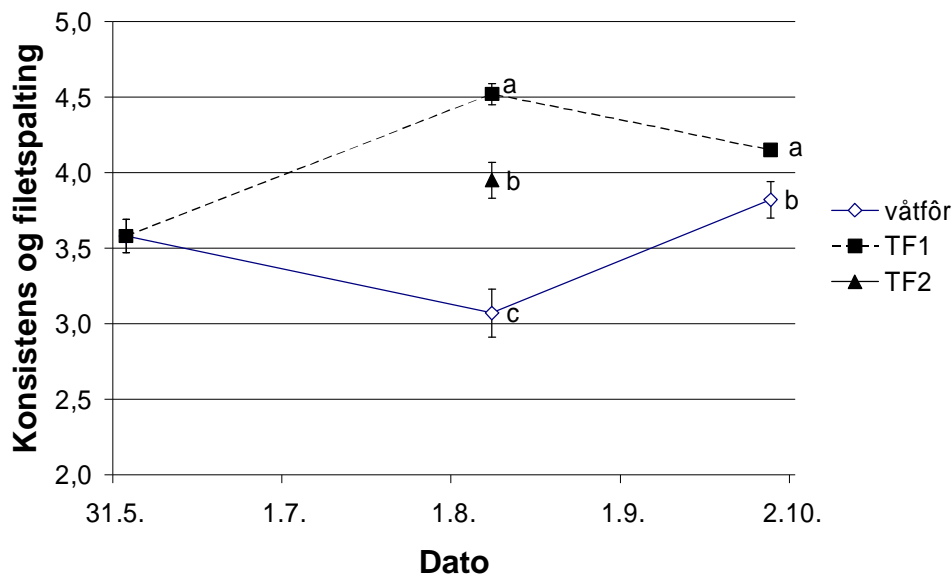
Figur 11 Vanninnhold i muskel hos villtorsk føret med våtfôr, eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom diett-gruppene.

### *Konsistens og filetspalting*

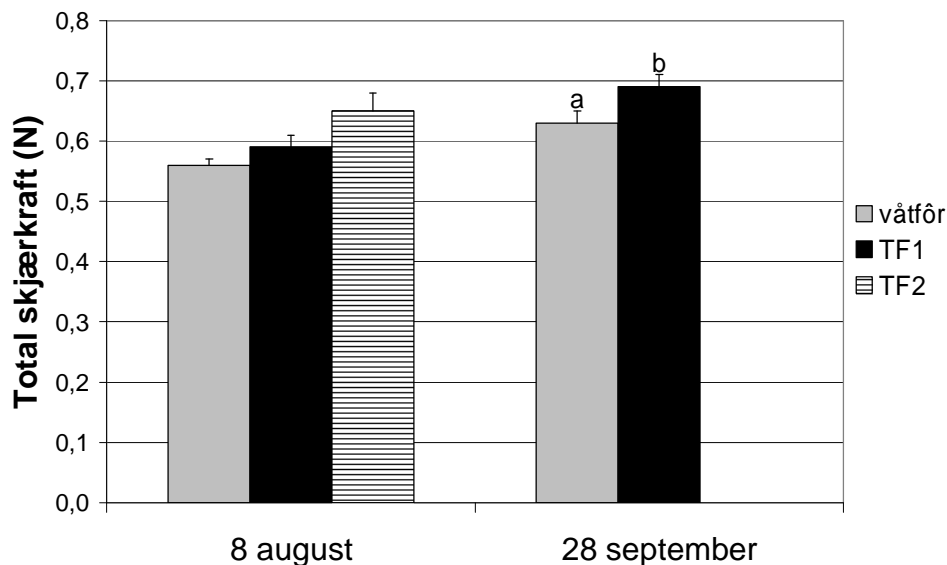
Konsistens og filetspalting i fiskekjøttet ble gradert etter en femdelte skala, der karakter 5 betyr at fiskekjøttet er fast, uten tegn til spalting, mens karakter 1 betyr at fiskekjøttet er mykt og utpreget spaltet. Vi ser av Figur 12 at konsistens/filetspaltingen ligger på ett snitt på karakter 3.6 ved start noe som forteller at fiskekjøttet er fast og det er mindre spalting. Karakter for konsistens/filetspalting går ned i TF1, og i august og oktober har denne gruppa karakter 4.5 og 4.2 henholdsvis, noe som betyr en fast konsistens og minimalt med spalting. I motsetning til dette får våtfôr-gruppa en bløtere konsistens og mer filetspalting i august (karakter 3). Det er ikke overraskende da det tidligere er sett at velernært torsk har mer filetspalting enn sulta torsk (Love, 1988). Som nevnt tidligere er det vist en rask økning i lever glykogen med påfølgende lavere muskel pH når torsk oppføres. Det er vist en sterk sammenheng mellom muskel pH og filetspalting hos torskefisk, lav pH gir mer filetspalting (Førde-Skjærvold m.fl. 2006; Love og Haq, 1970b). Noe uventet øker konsistens/filetspalting karakter i våtfôrgruppa

i september, og har på dette tidspunktet et signifikant ( $p < 0.05$ ) fastere fiskekjøtt enn ved oppstart i mai. Årsaken til dette er ikke lett å se. Det kan tyde på at villfanget torsk endrer muskeltekstur i mindre grad enn oppdrettstorsk, men det kan kanskje også være en effekt av sesong.

I Norsk Bransjestandard (1998) står det at det benyttes kun fileter eller filetstykker som får karakter 3, 4 eller 5 til filetprodukter. Villfanget torsk som oppføres med våtfôr vil derfor være godt egnet som filetprodukter når de håndfileteres (kun håndfiletering ble utført i dette forsøket).



**Figur 12** Konsistens og filetspalting for villtorsk fôret med våtfôr, eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene



**Figur 13** Tekstur for villtorsk fôret med våtfôr, eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante

### *Tekstur*

Total skjærkraft varierer mellom 0.5 og 0.7 N og er et mål på hardhet i fiskemuskel. Det er ingen forskjell mellom gruppene i august, men i september har tørrfôrgruppa hardere tekstur enn våtfôrgruppa (Figur 13). Tekstur ble dessverre ikke målt ved forsøksstart på grunn av tekniske problemer. Tekstur er en vanskelig parameter som bestemmes av mange faktorer slik som mengde bindevev, størrelse på muskelfibrene, vanninnhold, fettinnhold, pH m.m. En velernært torsk har lav muskel pH etter død, noe som fører til dårlig evne til å holde på vann i muskelen som igjen fører til fastere tekstur. I motsatt tilfelle vil en sulta torsk (jamfør skrei) ha en høyere pH og høyere evne til å holde på vann i muskelen noe som gir en bløtere tekstur (Love, 1988). Det var forventet at torsk som fikk våtfôr skulle få en fastere tekstur på grunn av lavere muskel pH. I dette tilfellet fikk vi motsatt resultat. Tidligere undersøkelser av torsk har vist at mengde og styrke på bindevevet i muskulaturen øker når torsk sultes (Lavety og Love, 1972). En økning i mengde bindevev som følge av sulting kan forklare en økning i skjærkraft i TF1 i forhold til våtfôrgruppa.



### *Kjønnsmodning*

Ingen av de observerte fisk var kjønnsmodne under forsøket. Den gonadosomatiske indeksen (gonadevekt i forhold til rundvekt) varierte mellom 0.1 og 4.0% gjennom forsøket.

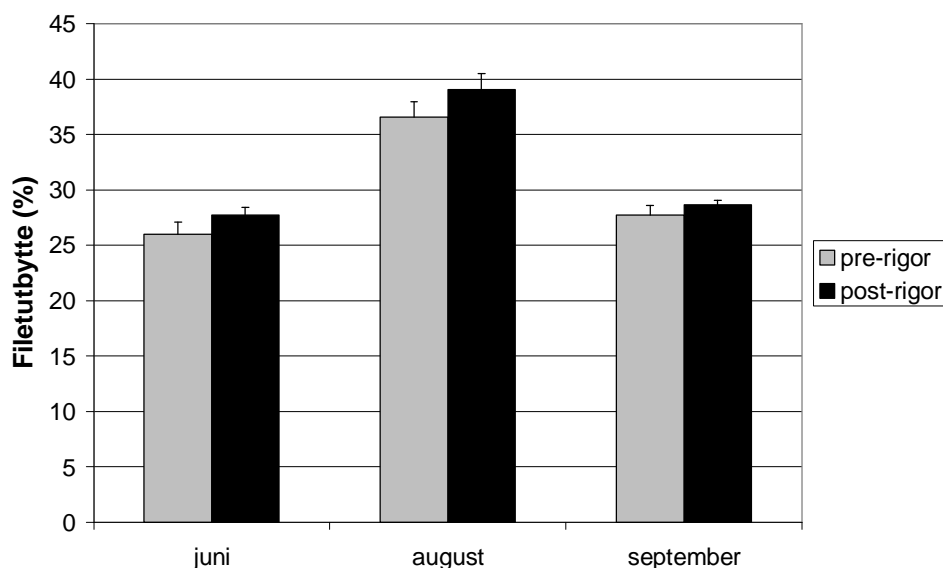
### *Kveis og utvendige parasitter*

Kveis i lever hadde en gjennomsnittlig karakter på 1.5 ved oppstart. dvs. at mange fisk hadde ”mye kveis” i lever. Ved uttak i august og september er gjennomsnittlig karakter sunket til 1 i alle grupper, noe som betyr ”litt kveis”. Det var lite synlige utvendig parasitter på fisken gjennom forsøket.

## **3.3 Effekt av pre og post rigor filetering**

Filetutbytte var ikke signifikant forskjellig for pre og post rigor filetert torsk, selv om en kan se en svak tendens til at pre rigor filetert fisk har noe lavere filetutbytte (Figur 14).

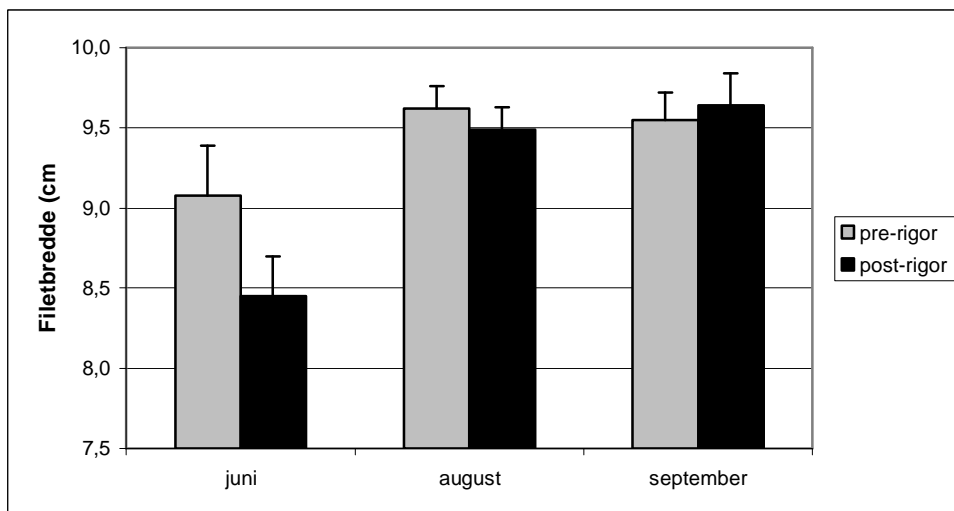
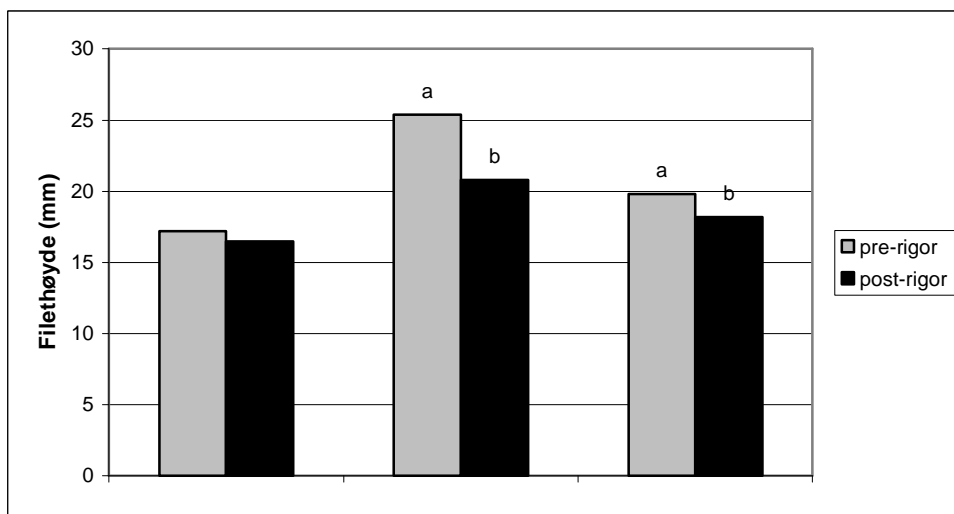
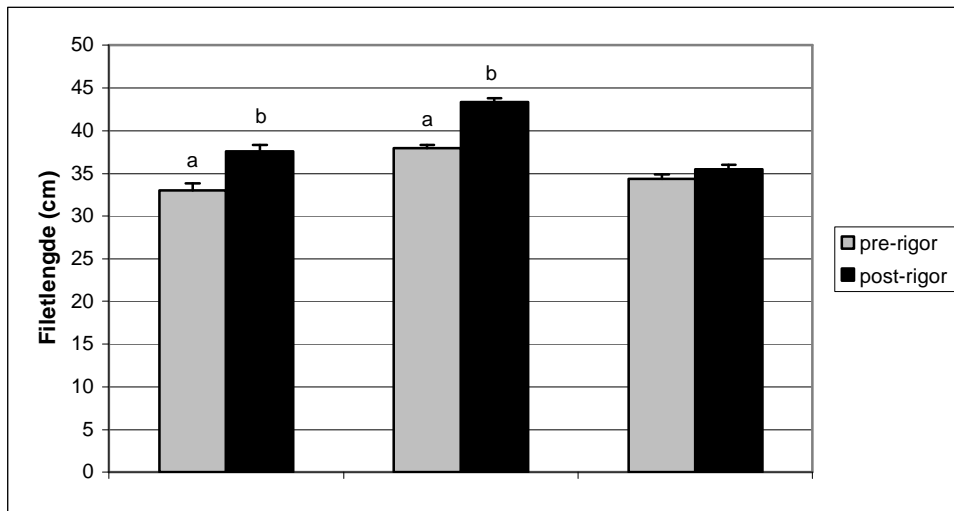
Resultatene viser også at pre rigor filetert fisk har kortere og tykkere fileter, samt en tendens til bredere fileter i juni og august (Figur 15). Når fisken går gjennom rigor som filet istedenfor som hel fisk, fører muskelsammentrekningene til at fileten krymper og blir tykkere og kortere, noe som også er sett av andre (Kristoffersen m.fl. 2006). Dette fører også til at mer vann skvises ut av fileten, noe som kan forklare det litt lavere filetutbytte. Vanninnholdet i filet ble analysert ved startuttaket i juni, samt i september og viser at pre-rigor fileter har litt lavere vanninnhold (ca 1%) enn post rigor fileter (Figur 16). Evne til å holde på vann i filet (væsketap) ble målt i september. Pre rigor fileter hadde et gjennomsnittlig væsketap på 17.5 %, mens post rigor hadde 16.5 %. Disse forskjellene var ikke signifikante, men antyder likevel litt mer væsketap i pre-rigor fileter, noe som også er observert av Kristoffersen m.fl. (2006). Tekstur ble målt som skjærkraft i september, og viste ingen forskjeller mellom pre og post rigor fileter.



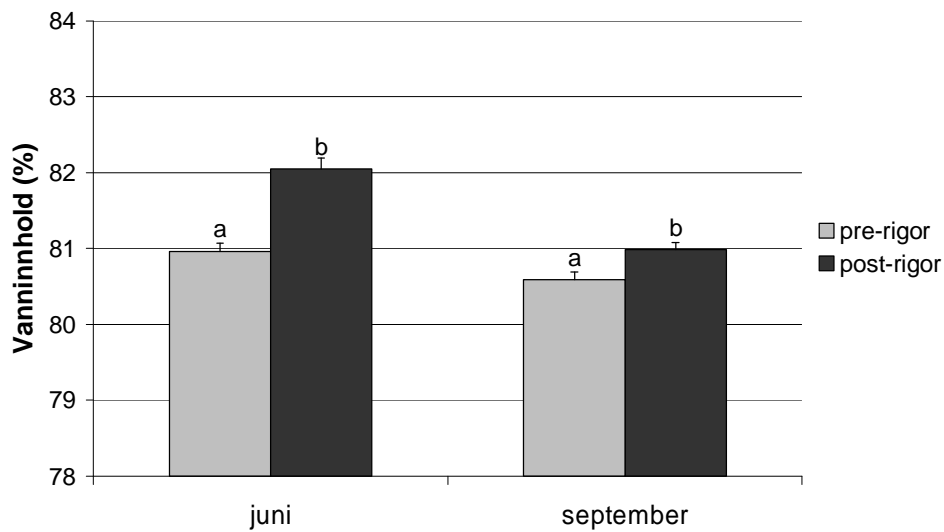
Figur 14 Filetutbytte for oppforet villtorsk som er pre-rigor eller post-rigor filetert

Pre rigor filetering førte til merkbart mindre filetspalting og fastere konsistens (Figur 17). Når fileten går gjennom rigor mortis (dødsstivhet) opplever muskelen en sammentrekning. Når fileten sitter fast på beinet kan denne muskelsammentrekningen føre til at fileten spalter. Styrken på muskelsammentrekningen påvirkes av stress, temperatur og ernæringsstatus (Stien m.fl, 2005, Love, 1988), og mye filetspalting fører til nedklassifisering eller at fisken er totalt uegnet for filetering. Når fisken fileteres før den går gjennom rigor mortis får fileten trekke seg sammen, og andel filetspalting vil reduseres (Kristoffersen m.fl. 2006).

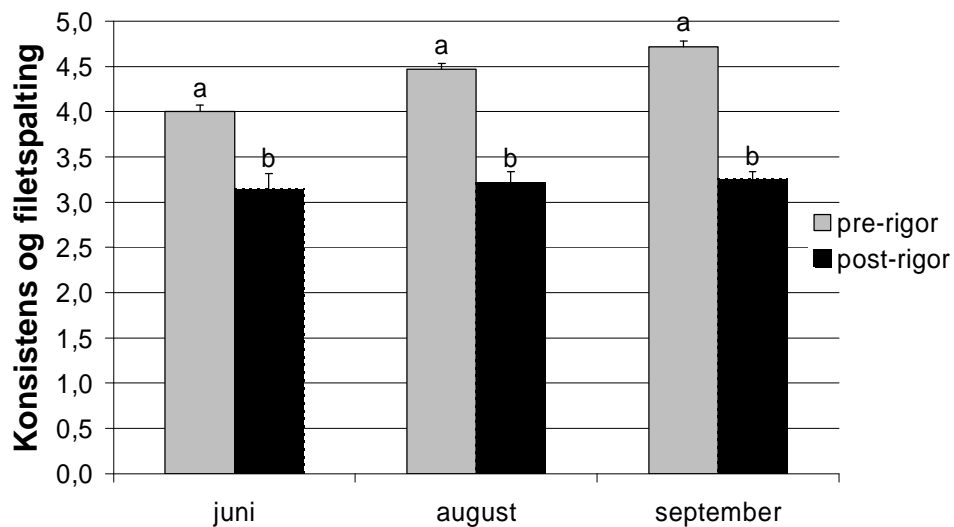
De mer ”tykke” og fyldige filetene i pre-rigor filetert fisk kan oppfattes som positivt i ferskfisk markedet. Filetutbytte blir ca 2% mindre ved pre-rigor filetering i forhold til post-rigor filetering, Tapet i filetutbytte utgjør i snitt mellom 1 og 2 % , dvs på 1000 kg filet tilsvarer det 10-20 kg. Pre-rigor filetering kan være aktuelt hvis en ønsker å selge fisken som filet, eller ved annen bearbeiding før salg. Denne fisken her ble solgt til ferskfisk markedet i Norge på høsten 2006. Prisene var gode og mye av fisken gikk til restaurant markedet som foretrekker å filetere fisken selv.



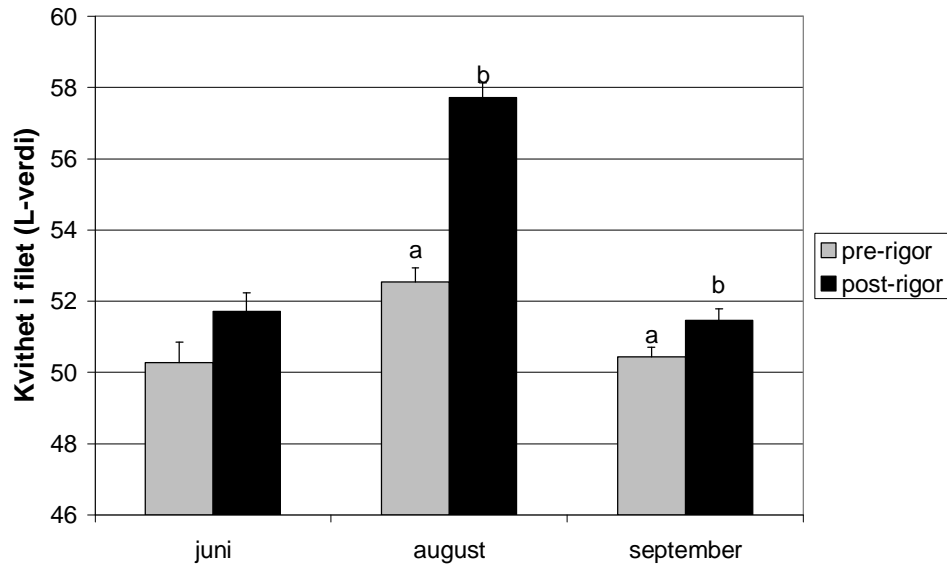
Figur 15 Filetlengde, filethøyde og filetbredde for oppfodret villtorsk som er pre-rigor eller post-rigor filetert. Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene



Figur 17 Vanninnhold i filet for oppforet villtorsk som er pre-rigor eller post-rigor filetert. Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene



Figur 16. Konsistens og filetspalting i muskel av oppforet villtorsk som er pre-rigor eller post-rigor filetert. Karakter 5 betyr at fiskekjøttet er fast, uten tegn til spalting, mens karakter 1 betyr at fiskekjøttet er mykt og utpreget spaltet. Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom pre og post rigor fileter.



Figur 18 Kvithet i filet for oppforet villtorsk som er pre-rigor eller post-rigor filetert. Små ulike bokstaver på samme uttak indikerer signifikante forskjeller mellom

Post rigor fileterte fileter hadde en kvitere farge sammenlignet med pre rigor fileter (Figur 18). En stor grad av kvithet i torskefileter er ønskelig. Farge i filet er en kombinasjon av hvordan lys absorberes og reflekteres. Pre-rigor fileter får lov til å trekke seg sammen under rigor mortis og får en mer knudrete overflate. Dette vil gi en annen lysrefleksjon og absorpsjon enn post rigor fileter. Det er trolig denne effekten som skaper forskjeller i kvithet. I dette forsøket er forskjellene små og har trolig lite betydning på hvordan de oppfattes si markedet.

## 5. Konklusjon

Villfanget torsk fôret med våtfôr (frossen sild/lotde) vokser godt og dobler vekten fra 2.2 til 4.3 kg fra innfangning i mai til de slaktes i slutten av desember. Dette må regnes som en god tilvekst. Innfanget villtorsk har en stor evne til kompensasjonsvekst etter en periode med dårlig vekst/dårlig mattilgang.

Filetkvalitet hos villtorsk som fôres med våtfôr endres i mindre grad gjennom 17 uker med fôring. Filetutbytte er uendret, vanninnholdet har minsket med kun 1% mens muskel pH sank fra 6.4 til 6.3. Fileten fikk en litt fastere tekstur og litt mindre filetpalting.

Tørrfôr gav ikke tilfredsstillende vekst hos villfanget torsk. Dette kan skyldes selve foringssystemet, men kan også skyldes fôrets smakelighet. En forutsetning for bruk av tørrfôr til villfanget torsk er at det utvikles fôringssystemer og fôrtyper slik at fisken spiser og vokser bra.

Pre rigor filetering gir mindre filetpalting, samt en tykkere og kortere filet. Pre rigor filetering fører også til 2% lavere filetutbytte og til et litt større væsketap i filet.

## 6. Referanser

- Akse, L., Tobiassen, T., Midling, K.Ø. og ÅS, K. (2007a). Pre-rigor filetering av levendefanget torsk – I. Filetkvalitet – vill torsk restituert i merd etter fangst, uten fôring. Fiskeriforskning Rapport 3/2007.
- Akse, L., Tobiassen, T., Midling, K.Ø., ÅS, K., Dahl, R og Eilertsen, G. (2007b). Pre-rigor filetering av levendefanget torsk – II. Holdbarhet og kvalitet – vill torsk som ble fôret før slakting. Fiskeriforskning Rapport 4/2007.
- Arntzen, B og Isaksen, H.I. (1999). Torskens biologiske variasjon i høst/vinter halvåret. Kandidatoppgaven i fiskeriteknologi, 22132. Høgskolen i Bodø.
- Black D. and Love, R.M. (1986). The sequential mobilisation and restoration of energy reserves in tissue of Atlantic cod during starvation and refeeding. *J.Comp.Physiol.* 156:467-497.
- Førde-Skjærvik, O., Skjærvik, O., Mørkøre, T., Thomassen, M.S. and Rørvik, K-A. (2006). Dietary influence on quality of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*): Effect on glycolysis and buffering capacity in white muscle. *Aquaculture*, 252 (2-4): 409-420
- Kristoffersen, S., Tobiassen, T., Esaiassen, M., Olsson, G.B., Godvik, L.A., Seppola, M.A. and Olsen, R.L. (2006). *Aquaculture Research*, 37:1556-1564.
- Lavety, J. and Love, R.M. (1972). The strengthening of cod connective tissue during starvation. *Comp.Biochem.Physiol.*, 41A:39-42.
- Love, R.M. (1988) *The Food Fishes, their intrinsic variation and practical implications.* Farrand Press London.
- Norsk Bransjestandard for fisk (1998). Standard: Filet og filetprodukt av hvitfisk. Prosjekt Bransjestandard for fisk, Bontelabo 2, 5003 Bergen.
- Ofstad, R., Egelanddal, B., Kidman, S., Myklebust, R., Olsen, R. and Hermansson, A-M. (1996). Liquid loss as effected by *post mortem* ultrastructural changes in fish muscle: cod (*Gadus morhua* L) and salmon (*Salmo salar*), *J Sci Food Agric.*, 71:301-312
- Solberg, C., Willumsen, L., Amble, S., Jahanessen, T and Sveier, H. (2006). The effects of feeding frequencies on seasonal changes in growth rate and chemical composition of farmed cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture Nutrition* 2006 12; 157–163
- Stien, L.H., Hirmas, E., Bjørnevik, M., Karlsen, Ø., Nortvedt, R., Rørå, A.M.B., Sunde, J & Kiessling, A. (2005) The effects of stress and storage temperature on the colour and

texture of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research* 36:1197-1206.

Wathne, E. (1995) Strategies for directing slaughter quality of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) with emphasis on diet composition and fat deposition. Doctoral Thesis, Agricultural Univeristy of Norway.



## 7. Vedlegg

Tabell 1. Rundvekt, lengde, sløydvekt, slakteutbytte og levervekt i villfanget torsk fôret med enten våtfôr eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små bokstaver angir forskjeller mellom samme uttak. Store bokstaver angir forskjeller mellom ulike dato innen samme diett.

|                      | Diett                | 2. juni<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=40 | 3. August<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=60     | 28. September<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=60 | Effekt av diett<br>p-verdi | Effekt av<br>sesong (dato)<br>p-verdi        |
|----------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|
| Rundvekt (g)         | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 2469±108A                          | 2945±93aB<br>1888±69bB<br>2073±54bB      | 3107±112aB<br>2639± 96bA                 | Aug:<0.001<br>Sep:<0.05    | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2:<0.001  |
| Lengde (cm)          | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 64.2±0.9A                          | 68.0±0.7aB<br>62.2±0.7bA<br>65.9±0c.6    | 67.8±0.8aB<br>67.9±0.8bB                 | Aug:<0.001<br>Sep:<0.001   | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: n.s.   |
| Sløydvekt (g)        | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 1955±80A                           | 2492±75aB<br>1631±56bB<br>1878±4c7       | 2562±88aB<br>2275±79bC                   | Aug:<0.001<br>Sep:<0.05    | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: n.s.   |
| Slakteutbytte<br>(%) | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 79.9±1.1A                          | 84.5±0.3aB<br>86.8±0.5bB<br>90.8±0.3cB   | 82.8±0.4aC<br>86.6±0.4bB                 | Aug:<0.001<br>Sep:<0.001   | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001 |
| Levervekt(g)         | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 135.1±10.8A                        | 277.8±16.8aB<br>56.5±5.4bB<br>68.3±5.5bB | 315.4±18.3aB<br>200.2±11.6bC             | Aug:<0.001<br>Sep:<0.001   | våtfôr: n.s.<br>TF1: <0.001<br>TF2:<0.001    |

Tabell 2. Leverindeks (HSI), gonadevekt, gonadosomatisk (GSI), magefyllingsgrad og kveis i lever i villfanget torsk fôret med enten våtfôr eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små bokstaver angir forskjeller mellom samme uttak. Store bokstaver angir forskjeller mellom ulike dato innen samme diett.

|                                     | Diett                | 2. Juni<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=40 | 3. August<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=60       | 28. September<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=60 | Effekt av diett<br>p-verdi | Effekt av<br>sesong (dato)<br>p-verdi        |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|
| HSI (%)<br>(sløydvekt)              | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 6.63±0.38A                         | 10.78±0.44aB<br>3.26±0.20bB<br>3.47±0.25bB | 11.93±0.44aB<br>8.54±0.32bC              | Aug:<0.001<br>Sep:<0.001   | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001 |
| Gonadevekt (g)                      | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 21.0±4.5A                          | 18.67±1.63A<br>10.45±0.89B<br>11.17±0.90B  | 20.63±2.19A<br>21.00±2.31A               | Aug:n.s.<br>Sep:n.s.       | tørrfôr: n.s.<br>TF1: <0.01<br>TF2: <0.01    |
| GSI (%)<br>gonadosomatis<br>k index | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 0.81±0.17                          | 0.63±0.05<br>0.57±0.05<br>0.54±0.04        | 0.64±0.06<br>0.79±0.08                   | Aug:n.s.<br>Sep:n.s.       | tørrfôr: n.s.<br>TF1: n.s.<br>TF: n.s.       |
| Magefylling<br>grad 0-2             | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 1.5±0.12                           | 0.28±0.06a<br>1.01±0.06b<br>0.05±0.03c     | 0.68±0.06a<br>0.07±0.03b                 | Aug:<0.001<br>Sep:<0.001.  |                                              |
| Kveis<br>score0-2                   | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 1.5±0.12                           | 1.00±0.02a<br>1.02±0.02a<br>0.93±0.03b     | 1.0±0.00<br>1.0±0.00                     | Aug:<0.05<br>Sep:n.s.      |                                              |

Tabell 3. Filetvekt, filetutbytte, filetlengde, filethøyde, filetbredde og filetspalting i villfanget torsk fôret med enten våtfôr eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små bokstaver angir forskjeller mellom samme uttak. Store bokstaver angir forskjeller mellom ulike dato innen samme diett.

|                     | Diett  | 2. Juni<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=40 | 3. August<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=60 | 28. September<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=60 | Effekt av diett<br>p-verdi | Effekt av<br>sesong (dato)<br>p-verdi        |
|---------------------|--------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|
| Filetvekt (g)       | våtfôr | 329±15A                            | 550±17aB                             | 431±17aC                                 | Aug:<0.001<br>Sep:<0.05    | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001 |
|                     | TF1    | 329±15AB                           | 311±13bA                             | 369±15bB                                 |                            |                                              |
|                     | TF2    | 329±15A                            | 392±10cB                             |                                          |                            |                                              |
| Filetutbytte (%)    | våtfôr |                                    | 38.5±1.64B                           | 27.6±0.4A                                | Aug:n.s.<br>Sep:n.s.       | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2:<0.001  |
|                     | TF1    | 26.9±0.7A                          | 37.2±2.43B                           | 28.8±0.9A                                |                            |                                              |
|                     | TF2    |                                    | 38.0±0.58B                           |                                          |                            |                                              |
| Filetlengde<br>(cm) | våtfôr |                                    | 43.0±0.6B                            | 34.5±0.6A                                | Aug:n.s.<br>Sep:n.s.       | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001 |
|                     | TF1    | 35.3±0.7A                          | 38.6±0.6B                            | 35.4±0.5A                                |                            |                                              |
|                     | TF2    |                                    | 40.5±0.5B                            |                                          |                            |                                              |
| Filethøyde (cm)     | våtfôr |                                    | 2.51±0.05aB                          | 1.90±0.04C                               | Aug:<0.001<br>Sep:n.s.     | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001 |
|                     | TF1    | 1.68±0.04A                         | 2.07±0.05bB                          | 1.92±0.04C                               |                            |                                              |
|                     | TF2    |                                    | 2.34±0.04cB                          |                                          |                            |                                              |
| Filetbredde<br>(cm) | våtfôr | 8.76±0.20A                         | 10.32±0.16aB                         | 9.95±0.20B                               | Aug:<0.001<br>Sep:n.s.     | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.01<br>TF2: <0.001  |
|                     | TF1    | 8.76±0.20AB                        | 8.61±0.14bA                          | 9.25±0.15B                               |                            |                                              |
|                     | TF2    | 8.76±0.20A                         | 9.74±0.12cB                          |                                          |                            |                                              |
| Filetspalting       | våtfôr |                                    | 3.07±0.16aB                          | 3.82±0.12A                               | Aug:<0.001<br>Sep:n.s.     | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001 |
|                     | TF1    | 3.58±0.11A                         | 3.95±0.12bB                          | 4.15±0.11B                               |                            |                                              |
|                     | TF2    |                                    | 4.52±0.07cB                          |                                          |                            |                                              |

Tabell 4. Post mortem pH, tekstur, vanninnhold, kvithet, grønnhet og blåhet i filet i villfanget torsk fôret med enten våtfôr eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små bokstaver angir forskjeller mellom samme uttak. Store bokstaver angir forskjeller mellom ulike dato innen samme diett.

|                                    | Diett                | Uttak 1<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=40 | Uttak 2<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=60           | Uttak 3<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=60 | Effekt av diett<br>p-verdi | Effekt av sesong<br>(dato) p-verdi            |
|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
| Post mortem<br>pH                  | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 6.43±0.02A                         | 6.24±0.03aB<br>6.50±0.03bA<br>6.71±0.03cB    | 6.35±0.02aC<br>6.29±0.02bB         | Aug:<0.001<br>Sep:<0.05    | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001  |
| Tekstur<br>Total skjærkraft<br>(N) | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 1.80±0.05A                         | 0.56±0.01B<br>0.59±0.02B<br>0.65±0.03B       | 0.63±0.02aB<br>0.69±0.02bB         | Aug:<n.s<br>Sep:<0.05      | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001  |
| Vanninnhold<br>(%)                 | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 81.50±0.12A                        | 81.2±0.1aA<br>83.4±0.2bB<br>83.2±0.2bB       | 80.6±0.1aB<br>81.0±0.1bA           | Aug:<0.001<br>Sep:<0.001   | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001  |
| Hvithet<br>(L-verdi)               | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | 51.0±0.4A                          | 52.5±0.5aB<br>58.6±0.5bB<br>54.5±0.6cB       | 50.0±0.3aA<br>51.9±0.3bA           | Aug:<0.001<br>Sep:<0.001   | våtfôr: <0.001<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001  |
| Grønnhet<br>(a-verdi)              | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | -4.86±0.04A                        | -4.78±0.03aA<br>-4.96±0.02bA<br>-4.73±0.03aB | -4.62±0.03aB<br>-4.75±0.03bB       | Aug:<0.001<br>Sep:<0.01    | våtfôr: <0.0101<br>TF1: <0.001<br>TF2: <0.001 |
| Blåhet<br>(b-verdi)                | våtfôr<br>TF1<br>TF2 | -0.01±0.18A                        | -1.07±0.11aB<br>-0.20±0.16bA<br>-0.64±0.18aB | -1.12±0.15aB<br>-0.74±0.13bB       | Aug:<0.001<br>Sep:<0.05.   | våtfôr: <0.05<br>TF1: <0.01<br>TF2: <0.001    |

Tabell 5. Effekt av pre og post rigor filetering på villfanget torsk fôret med enten våtfôr eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små bokstaver angir forskjeller mellom samme dato.

|                                                         | Rigor       | 2. Juni<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=20 | 3. August<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=90 | 28 September<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=60 | Effekt av rigor<br>p-verdi                |
|---------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| Rundvekt (g)                                            | Pre<br>Post | 2523±144<br>2415±164               | 2397±73<br>2213±81                   | 2902±104<br>2843±112                    | Jun: ns<br>Aug: n.s.<br>Sep: n.s.         |
| Lengde (cm)                                             | Pre<br>Post | 63.68±1.19<br>64.72±1.28           | 66.00±0.58<br>64.76±0.63             | 68.61±0.82<br>68.08±0.84                | Jun: ns<br>Aug: n.s.<br>Sep: n.s.         |
| Slakteutbytte (%)                                       | Pre<br>Post | 78.23±1.15<br>81.46±1.74           | 87.01±0.39<br>87.94±0.39             | 84.72±0.44<br>84.74±0.45                | Jun: ns<br>Aug: n.s.<br>Sep: n.s.         |
| Filetutbytte (%)                                        | Pre<br>Post | 26.02±1.10<br>27.74±0.70           | 36.59±1.38<br>39.07±1.43             | 27.71±0.87<br>28.65±0.41                | Jun: ns<br>Aug: n.s.<br>Sep: n.s.         |
| Filetlengde (cm)                                        | Pre<br>Post | 32.98±0.87a<br>37.58±0.79b         | 37.97±0.40a<br>43.36±0.43b           | 34.37±0.52<br>35.47±0.54                | Jun: <0.001<br>Aug: <0.001<br>Sep: n.s.   |
| Filethøyde (cm)                                         | Pre<br>Post | 1.72±0.07<br>1.65±0.04             | 2.54±0.04a<br>2.08±0.04b             | 1.98±0.04a<br>1.82±0.04b                | Jun: n.s.<br>Aug: <0.001<br>Sep: <0.01    |
| Filetbredde (cm)                                        | Pre<br>Post | 9.08±0.31<br>8.45±0.25             | 9.62±0.14<br>9.49±0.14               | 9.55±0.17<br>9.64±0.20                  | Jun: ns<br>Aug: n.s.<br>Sep: n.s.         |
| Konsistens og<br>filetpalting<br>(karakter fra 0 til 4) | Pre<br>Post | 4.00±0.07a<br>3.15±0.17b           | 4.47±0.06a<br>3.22±0.12b             | 4.72±0.06a<br>3.25±0.09b                | Jun: <0.001<br>Aug: <0.001<br>Sep: <0.001 |

Tabell 6. Effekt av pre og post rigor filetering på villfanget torsk fôret med enten våtfôr eller en kombinasjon av tørrfôr og våtfôr (TF1 og TF2). Små bokstaver angir forskjeller mellom samme dato.

|                               | Rigor       | 2. Juni<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=20 | 3. August<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=90 | 28. September<br>Gjsnitt±Stdfeil<br>n=90 | Effekt av rigor<br>p-verdi             |
|-------------------------------|-------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| pH                            | Pre<br>Post | 6.34±0.03a<br>6.52±0.04b           |                                      | 6.32±0.02<br>6.31±0.02                   | Jun: <0.001<br>Sep: n.s.               |
| Tekstur (Total skjærkraft, N) | Pre<br>Post |                                    |                                      | 0.66±0.02<br>0.66±0.16                   | Sep: n.s.                              |
| Vanninnhold (%)               | Pre<br>Post | 80.96±0.11a<br>82.05±0.14b         |                                      | 80.59±0.10a*<br>80.98±0.10b*             | Jun: <0.001<br>Sep: <0.01              |
| Væsketap (%)                  | Pre<br>Post |                                    |                                      | 17.52±0.35<br>16.52±0.31                 | Sep: n.s.                              |
| Kvithet (L-verdi)             | Pre<br>Post | 50.27±0.58<br>51.71±0.53           | 52.54±0.40a<br>57.72±0.41b           | 50.44±0.27a<br>51.46±0.32b               | Jun: n.s.<br>Aug: <0.001<br>Sep: <0.05 |
| Grønnhet (a-verdi)            | Pre<br>Post | -4.89±0.06<br>-4.84±0.06           | -4.81±0.02<br>-4.83±0.02             | -4.79±0.03a<br>-4.57±0.03b               | Jun: n.s.<br>Aug: n.s.<br>Sep: <0.001  |
| Blåhet (b-verdi)              | Pre<br>Post | -0.29±0.25<br>0.27±0.25            | -0.68±0.13<br>-0.58±0.12             | -0.56±0.13a<br>-1.30±0.13b               | Jun: n.s.<br>Aug: n.s.<br>Sep: <0.001  |

\* n=10