

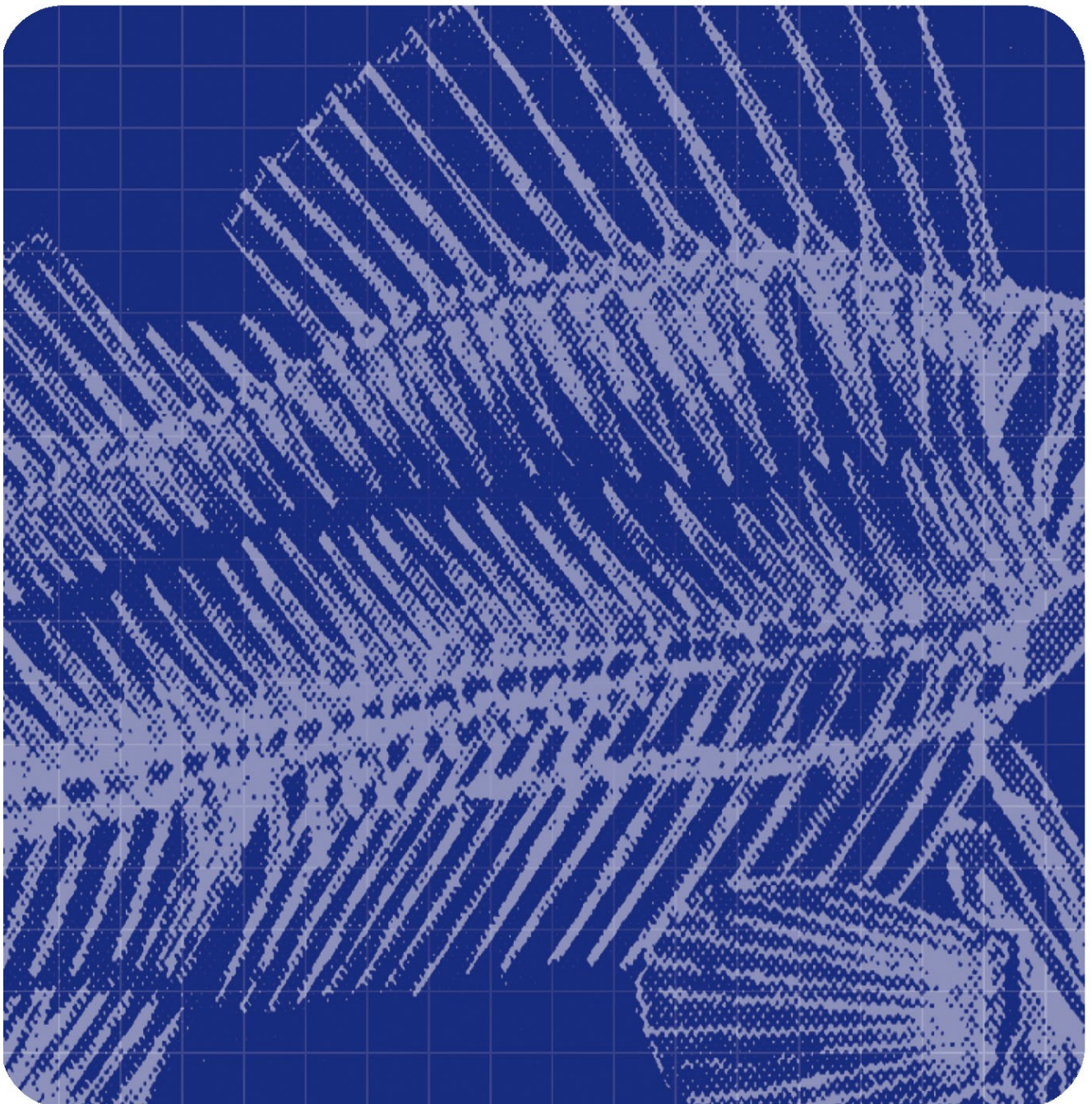


Fiskeriforskning

RAPPORT 26/2006 • Utgitt november 2006

Sulting av oppdrettstorsk

Margrethe Esaiassen, Leif Akse, Sjúrdur Joensen, Kjell Ø. Midling, Torbjørn Tobiassen, Kjetil Wilhelmsen og Kåre Aas





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen.

Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforskningens arbeid bidra til utvikling av

- etterspurt sjømat
 - aktuelle oppdrettsarter
 - bioteknologiske produkter
 - teknologiske løsninger
- for dermed å gi konkurransedyktige virksomheter.

Fiskeriforskning har ca. 170 ansatte fordelt på Tromsø (120) og Bergen (50). Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen. Norconserv i Stavanger med 30 ansatte er et datterselskap av Fiskeriforskning.

Hovedkontor Tromsø:
Muninbakken 9-13
Postboks 6122
N-9291 Tromsø
Telefon: 77 62 90 00
Telefaks: 77 62 91 00
E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:
Kjerreidviken 16
N-5141 Fyllingsdalen
Telefon: 55 50 12 00
Telefaks: 55 50 12 99
E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

RAPPORT

ISBN-13 978-82-7251-603-0
ISBN-10 82-7251-603-9

Rapportnr:
26/2006

Tilgjengelighet:
Åpen
Tittel:
Sulting av oppdrettstorsk
Dato:

16.11.2006

Antall sider og bilag:

17

Forskningssjef:
Even Stenberg
Forfatter(e):

Margrethe Esaiassen, Leif Akse, Sjurður Joensen, Kjell Ø. Midling, Torbjørn Tobiassen, Kjetil Wilhelmsen og Kåre Aas

Prosjektnr.:

20128, 3494, 1541

Oppdragsgiver:

Grunnbevilling, Norges forskningsråd

Oppdragsgivers ref.:

158929/I10 – 158887/I10

Tre stikkord:
Oppdrettstorsk, sulting, kvalitet
Sammendrag:

I prosjektet er det undersøkt hvor lang sultetid som kreves for å tømme mage- og tarmsystemet i oppdrettstorsk for fôrrester, og hvordan fysiologiske faktorer som lengde, vekt, kondisjonsfaktor, levervekt og gonadevekst til oppdrettstorsk påvirkes av sulting. Det er videre undersøkt hvordan sulting påvirker sensorisk egenskaper, samt muskelens vanninnhold og vannbindingsevne. Sulteforsøket ble gjennomført fra medio september til medio januar.

Ved en sjøtemperatur på 8 – 8,5 °C var mage/tarmsystemet tømt etter sulting i 4 dager. I løpet av første uken i sulteperioden ble rund vekt redusert med 2,5 – 3 %. Vekten reduseres ytterligere 5 – 7 % utover i forsøksperioden. Sulting i en periode på opp til 72 døgn medfører ikke vesentlig større reduksjon av rund vekt enn 2 uker sulting. Sultet fisk synes å forbruke både lever og muskelmasse for å utvikle gonader. Fisk som ble fôret produserte ikke ny muskelmasse av betydning i forsøksperioden, og det synes som både fôr og lever utnyttet til gonadeproduksjon.

Sensorisk vurdering av rå filet avdekket ikke forskjeller mellom sultet og fôret fisk vurdert etter 1 og 8 dager lagring på is. Sensorisk vurdering av kokte prøver viste at dagen etter slakting var det generelt liten forskjell mellom sultet og fôret fisk uavhengig av sultetid. Dersom fisken ble lagret på is i 8 dager før tilberedning ble det imidlertid påvist en viss forskjell i enkelte sensoriske egenskaper. I hovedsak framkom disse forskjellene først etter 5 ukers sulting. Vanninnholdet øker noe både for sultet og fôret oppdrettstorsk gjennom forsøksperioden, dog er det en tydeligere økning i vanninnholdet for sultet fisk etter 10-15 uker sulting. Forandringer i væskeslipp og vannbindingsevne er i all hovedsak forbundet med lagringstid etter avliving. Det ble ikke funnet klare forskjeller i væskeslipp og vannbindingsevne for sultet og fôret torsk.

English summary:

Farmed cod were starved from medio September to medio January. The gastric evacuation rate and changes in weight, length and condition-factor, as well as weight of liver and gonads were followed. Sensory profiling and analyses of water-content and water-holding capacity of the muscle was performed in order to assess if starvation caused changes in muscle quality.

INNHold

1	Innledning	1
1.1	Problemstilling og mål	2
2	Materiale og metoder	3
2.1	Råstoff.....	3
2.2	Merking	3
2.3	Slakting	3
2.4	Biologiske data	3
2.5	Forsøksoppsett	3
2.6	Sensorisk analyse	4
2.6.1	Filetindeks	4
2.6.2	Beskrivende sensorisk test.....	5
2.7	Kjemiske og fysikalske målinger	5
2.7.1	Vanninnhold, væskeslipp og vannbindingsevne.....	5
2.7.2	TVN	5
3	Resultater og diskusjon.....	6
3.1	Tømming av mage/tarm	6
3.2	Lengde- og vektutvikling	6
3.3	Sensoriske egenskaper.....	12
3.3.1	Filetindeks	12
3.3.2	Beskrivende sensorisk test.....	12
3.4	Kjemiske og fysikalske egenskaper	13
3.4.1	Vanninnhold, væskeslipp og vannbindingsevne.....	13
3.4.2	pH	15
3.4.3	Totalt flyktig nitrogen (TVN).....	16
4	Referanser.....	17

1 Innledning

Torskeoppdrett er i ferd med å skaleres opp, og det har vært store innsett i matfiskanleggene de senere år. Det forventes at vi i løpet av relativt kort tid skal kunne se en betydelig økning i tilbudt volum av oppdrettet torsk.

Erfaringer fra forsøk ved Fiskeriforskning viser at det er stor spredning i muskelkvaliteten på oppdrettstorsk. Markedstester viser at det er mulig å produsere oppdrettstorsk av svært akseptabel kvalitet (Johansen og Johnsen 2002, Heide *et al.*, 2003, Østli og Heide 2004). I andre tilfeller blir oppdrettstorsken derimot gjerne sammenlignet med den lite lagringsstabile, velfødde "loddetorsken".

Fangstbasert havbruk av torsk er et annet område i vekst, og oppfôret torsk viser også store likheter med loddetorsk. Det er rimelig å anta forklaringen ligger i høyt fôrinntak for alle disse råstoffklassene, og at fôrsammensetning, fôringsmengder og fôringsrutiner er avgjørende for muskelkvalitet og lagringsstabilitet til oppfôret og oppdrettet torsk.

Torsk som har konsumert store mengder lodde (loddetorsk/åtetorsk) i løpet av kort tid får en muskelkvalitet som kjennetegnes bl.a. ved å være lite lagringsstabil. Fisken blir uegnet til svært mange vanlige anvendelser. Slik fisk opptrer tidvis i store mengder langs Finnmarkskysten, og den representerer et problem både for fiskeren og for industrien. I 1990 ble det derfor igangsatt et forsøk med låssetting og sulting av slik fisk for å se om man på denne måten kunne gjøre fisken bedre egnet til ordinære anvendelser (Akse og Midling, 1997). Erfaringene fra dette forsøket er at 4 ukers sulting syntes for kort til å påvirke muskelkvaliteten, men det var indikasjoner på at en eventuell videre sulting ville medført endringer. Det er imidlertid ikke mulig å overføre resultatene fra dette forsøket direkte til oppdrettstorsk. Dette skyldes i hovedsak at loddetorsken gjennomlever en uvanlig situasjon ved å konsumere store mengder fettholdig mat (lodde) i løpet av veldig kort tid. I oppdrett vil man neppe se slik fisk fordi fôringsregimet er basert på jevnt inntak av et mer balansert fôr.

Det er nylig vist at enzymer i oppdrettstorsk varierer som funksjon av sulting og sultetid. Gildberg (2004) viste at økning fra 10 til 25 dagers sulting ikke påvirket nivået av fordøyelsesenzymene. Guderley *et al.* (2003) viste at sulting i 12 uker medførte signifikante endringer i enzymaktiviteter både i lever og muskel. Årsaken til at torsk må gjennom en relativt lang sultetid sammenlignet med laks før man ser endringer i muskel, ligger sannsynligvis i forskjeller i hvordan fiskene fysiologisk responderer på sulting. Laks deponerer opplagsnæring (fett) i muskelen, følgelig vil sulting påvirke muskelsammensetningen rimelig raskt. Torsk lagrer derimot opplagsnæringen i leveren, og responderer på sulting ved først å mobilisere leverlipider, deretter glykogen i lever og muskel, og til slutt muskelproteiner (Guderley *et al.*, 2003). Samlet sett tyder dette på at torsk må sultes i mer enn 4 uker for å oppnå endringer i muskelkvaliteten. Dette er i samsvar med Rustad (1992).

I oppdrett av laks er det av flere årsaker etablert rutiner for å sulte fisken før slaktning, og det antas at sulting har positiv effekt på muskelkvalitet og -stabilitet etter avliving. Videre skal oppdrettet fisk før opptak ha vært sultet slik at fôrrester ikke kan påvises i mage eller tarm ("Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer" § 9-3). Det finnes imidlertid ikke retningslinjer for hvor lang sultetid som er nødvendig for arter som torsk eller laks, verken generelt eller ved ulike sjøtemperaturer.

1.1 Problemstilling og mål

- Undersøke hvor lang sultetid som kreves for å tømme mage- og tarmsystemet for fôrrester, samt kartlegge hvordan fysiologiske faktorer som lengde, vekt, kondisjonsfaktor, levervekt og gonadevekst påvirkes av sulting.
- Undersøkes hvordan sulting påvirker muskelkvaliteten til oppdrettstorsk. Muskelkvaliteten vurderes sensorisk og ved analyser av vann- og vannbindingsevne.

2 Materiale og metoder

2.1 Råstoff

Oppdrettstorsk med en gjennomsnittsvekt på 2,8 kg ble levert av Storfjord Torsk AS og transportert til Havbruksstasjonen i Tromsø i februar 2005. Yngelen var levert av Lofilab (Vestvågøy), og fisken var kultivert i 2 år ved Storfjord Torsk AS. Etter transporten ble torsken holdt i merd ved Havbruksstasjonen og fôret med tørrfôr levert av BioMar (Myre) inntil forsøksstart i september 2005. Ved forsøksstart hadde torsken en gjennomsnittsvekt på 3,4 kg.

2.2 Merking

300 fisk ble bedøvd med benzocain og merket med Floy Tags ved ryggfynnens bakkant. Vekt og lengde ble registrert. Fisken ble satt tilbake i forsøksmerden og fôret i to uker før sultingen startet.

2.3 Slakting

Fisken ble avlivet med slag i hodet fulgt av bløgging og utblødning i sjøvann i 30 minutter. Etter utblødning ble fisken iset i kasser og transportert til Fiskeriforskning.

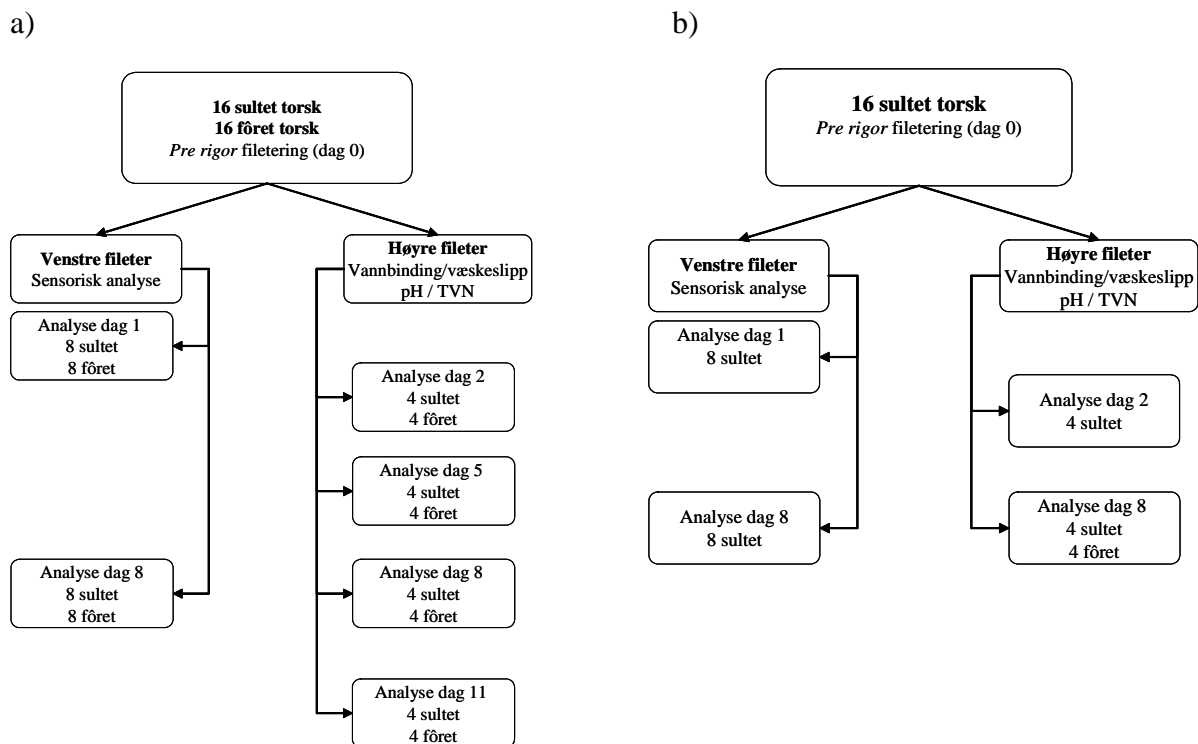
2.4 Biologiske data

Ved hvert uttak ble det registrert biologiske data på 10 fisk i henhold til "Instruks for prøvetaking av fiskedata" (Fiskeriteknologisk forskningsinstitutt, 1990). Fiskens lengde, rund vekt, sløyd vekt, kjønn, gonadevekt, levervekt, og vekt av full og tom mage/tarm ble registrert. Magefyllingsgraden ble angitt på en skala fra 1 (tom) til 5 (utsprengt).

2.5 Forsøksoppsett

I løpet av den første uken av sulteperioden ble det foretatt daglige uttak av 10 fisk for å følge tømning av mage- og tarm.

Videre uttak ble gjennomført etter 16, 30, 44, 58, 72 og 107 dager sulting. Etter 16, 44, 72 og 107 dager sulting ble sultet og fôret fisk sammenlignet. Det ble tatt ut 16 sultet torsk og 16 torsk som var fôret hele perioden. Se flytskjema i figur 1a. Etter 30 og 58 dager sulting ble det kun foretatt uttak av sultet fisk (1b). Ved alle uttakene ble biologiske data registrert på 10 fisk i hver gruppe, og fisken ble filetert og skinnert umiddelbart (*pre rigor*). Høyre- og venstrefiletene ble atskilt, svøpt i plast og pakket med is i filetkasser for videre lagring og analysering.



Figur 1 Analyseplan. Etter 16, 44, 72 og 107 dager sulting ble det foretatt uttak av både sultet og fôret oppdrettstorsk (a), mens kun sultet fisk ble undersøkt etter 30 og 58 dager sulting (b).

2.6 Sensorisk analyse

Venstrefiletene ble benyttet til sensoriske vurderinger. Filetene ble delt i to grupper á 8 fileter, svøpt i plast og pakket med is i filetkasser. En gruppe ble vurdert etter en dag lagring, mens den andre ble analysert 8 dager etter slakting/pakking.

2.6.1 Filetindeks

Like før tilberedning av filetene for sensorisk analyse ble filetkvaliteten vurdert av tre dommere etter en standard poengskala utviklet av Fiskeriforskning (Filetindeks). Metoden er utviklet for vurdering av rå filetpøver, og parameterne som vurderes er spalting, lukt, farge og konsistens. Kriteriene lukt, farge og konsistens er gradert i en firedelt skala; fra 0 (best) til 3 (dårligst). Skalaen for farge og overflate er tredelt, fra 0 (best) til 2 (dårligst). Samlet indekssverdi er summen av snittkarakterene for de fem kriteriene, beste indeksscore er 0 og dårligste 13.

Vurderingsskjema for Filetindeks:

Parameter	Poengskala og beskrivelse
Lukt	0: Frisk lukt av sjø, blodfersk 1: Nøytral 2: Fiskelukt (TMA) 3: Ammoniakk, sur
Spalting	0: Ingen spalting 1: Begynnende spalting 2: Noe spalting, løs filet 3: Mye spalting, usammenhengende
Farge	0: Fileten har en ensartet fersk, hvit farge 1: Fileten har en gul-/gråaktig (gammel) farge 2: Flekket, tydelig misfarget, gjennomsiktig
Konsistens	0: Naturlig konsistens 1: Fileten er litt bløt 2: Fileten er bløt 3: Fileten er meget bløt
Overflate	0: Tørr, blank overflate 1: Har partier med oppløst overflate 2: Overflaten er meget oppløst

2.6.2 Beskrivende sensorisk test

Et trent panel på 10 personer vurderte intensiteten av egenskapene ”torsk egenlukt”, ”syrlig lukt”, ”gammel/emmen lukt”, ”grønnsaklukt”, ”hvithet”, ”gul farge”, ”hardhet”, ”skivbarhet”, ”torsk egensmak”, ”sur smak”, ”grønnsaksmak”, ”gammel/emmen smak”, ”søt smak”, ”vassenhet”, ”saftighet”, ”fiberdannelse” og ”tyggemotstand” på en skala fra 1 – 10. Ved tilberedning ble filetene delt i 5 biter. Bitene ble pakket i aluminiumsfolie, påført et tresifret nummer og varmet i vannbad ved 95 °C i 10 minutter. Analysen ble gjennomført slik at hver filet ble vurdert av 5 ulike dommere, og hver dommer vurderte filetbiter fra 4 ulike fisk fra samme forsøksgruppe (sultet eller føret).

2.7 Kjemiske og fysikalske målinger

Høyrefiletene ble benyttet til kjemiske og fysikalske målinger. Fileter fra uttakene etter 16, 44, 72 og 107 dager sulting ble analysert etter 2, 5, 8 og 11 dager lagring på is. Etter 30 og 58 dager sulting ble torsken analysert etter islagring i 2 og 8 dager.

2.7.1 Vanninnhold, væskeslipp og vannbindingsevne

Vanninnhold ble bestemt etter oppvarming av oppmalt filet i varmeskap ved 105 °C i 18 timer. Væskeslipp og vannbindingsegenskapene ble analysert etter metode av Hermansson (1986).

2.7.2 TVN

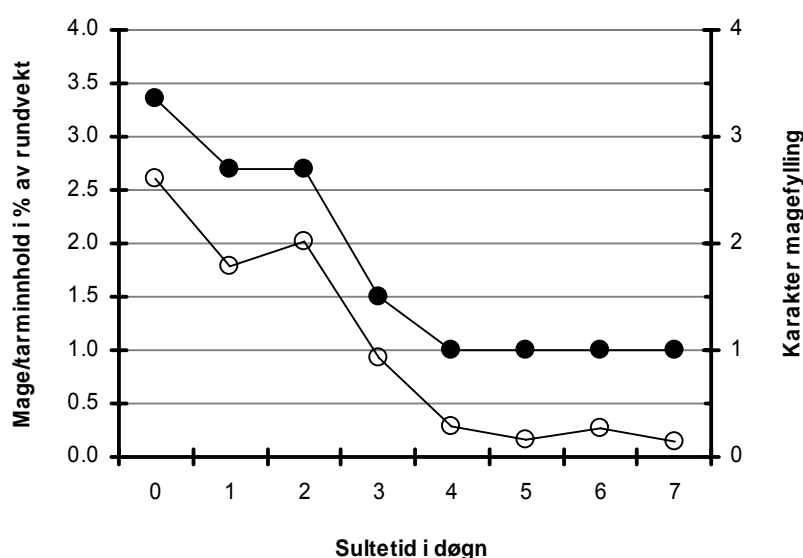
Totalt flyktig nitrogen (TVN) ble bestemt ved bruk av Tecator Kjeltex Auto Sampler System 1035 Analyser (FOSS A/S, Hillerød, Danmark) som beskrevet av Tecator (1992).

3 Resultater og diskusjon

Sjøtemperaturen under forsøket var i hovedsak mellom 5,5 og 8,5 °C. Fra forsøkets start i midten av september og til midt i oktober lå temperaturen mellom 8 og 8,5 °C. Fra midten av oktober til midten av januar sank temperaturen jevnt fra 8 ned mot 5,5 – 5 °C.

3.1 Tømming av mage/tarm

Ved forsøkets start utgjorde mage- tarminnholdet vel 2,5 % av rund vekt. Mage/tarmsystemet til oppdrettstorsken er karakterisert som tomt ved karakter 1 på magefyllingsgraden. Som vist i figur 2 oppnås dette etter 4 dager sulting ved en sjøtemperatur på 8 – 8,5 °C. På dette tidspunkt utgjorde mage- tarminnholdet om lag 0,2 % av rundvekt, og innholdet var hovedsaklig vann.



Figur 2 Tømming av mage og tarm i sultet oppdrettstorsk ved 8 – 8,5 °C. (○): mage/tarminnhold i % av rund vekt. (●): magefyllingsgrad.

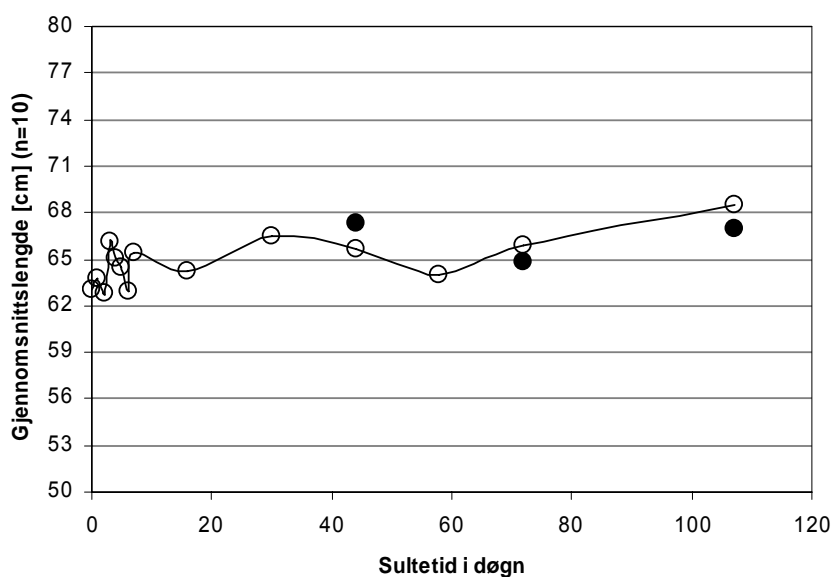
For å kontrollere om fisken hadde spist under sulteperioden ble magefylling undersøkt også ved alle senere prøveuttak. Bortsett fra at noen få fisker hadde litt mat i magen ved et par av uttakene (44 og 72 døgn) var mage og tarm tom gjennom resten av sultetiden.

3.2 Lengde- og vektutvikling

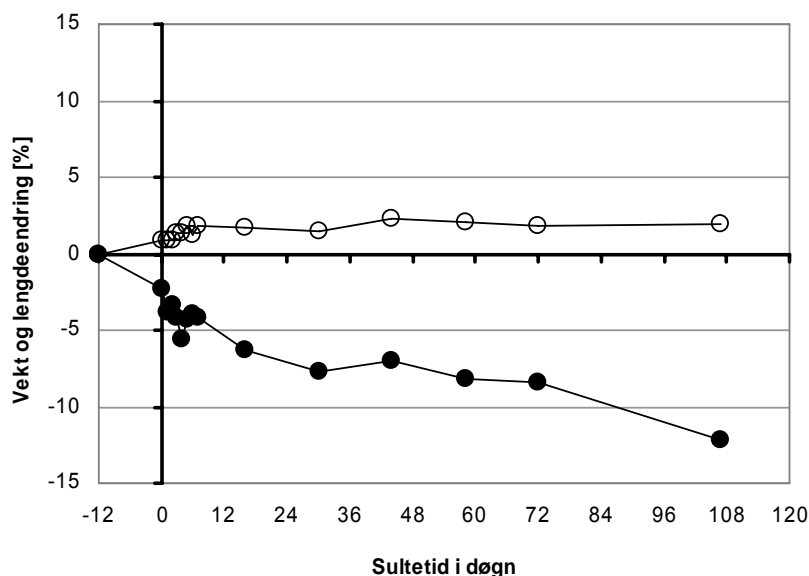
Ved forsøkets start var lengden på fisken fra 54 til 76 cm. Gjennomsnittslengden var 64 ± 3 cm. Rund vekt var fra 1,4 til 5,4 kg, med en gjennomsnittsvekt på $3,4 \pm 0,6$ kg. Som vist i figur 3 vokser fisken nærmere 1 % på lengden fra merketidspunktet (-12 døgn) og fram til begynnelsen av sulteperioden. Etter at fôringen opphørte er det kun en svak lengdevekst på fisken. Det er imidlertid sannsynlig at lengdeveksten stagnerer som følge av sesong og ikke

som følge av sulting, da gjennomsnittslengden på sultet fisk er relativt lik gjennomsnittslengden på fôret fisk (figur 3).

Figur 4 viser vektreduksjonen for individmerkede fisk fra forsøksstart til uttak. Figuren viser at fisken har et rimelig jevnt vekttap gjennom hele perioden. Allerede ved fôringens opphør hadde fisken en vektreduksjon på 2 % i forhold til registrert rund vekt ved merking, 12 dager tidligere. Dette kan tyde på at fisken har begrenset fôrintaket som følge av bedøving og merking. Rund vekt reduseres med ytterligere 2,5 – 3 % en uke etter at fôringen er opphørt. Denne vektreduksjonen må i hovedsak tilskrives tømning av mage og tarm. Vekten reduseres med ytterligere 5 – 7 % utover i forsøksperioden. Det ser imidlertid ut til at sulting i en periode på opp til 72 døgn ikke medfører vesentlig større reduksjon av rund vekt enn 2 uker sulting.



Figur 3 Gjennomsnittslengde for (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.



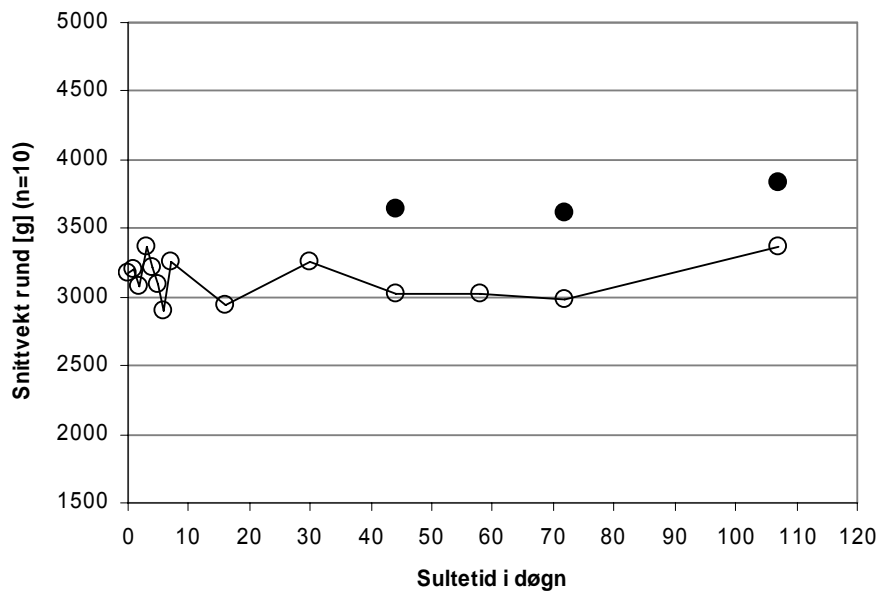
Figur 4 Lengde- og vektutvikling (rund vekt) ved sulting av oppdrettstorsk. (○): Lengdeutvikling i % av lengden på merketidspunkt. (●): Vektutvikling (rund vekt) i % av vekt på merketidspunkt.

Figur 5 og 6 viser gjennomsnittlig rund- og sløyd vekt for fisken gjennom hele forsøksperioden. Gjennomsnittlig rund vekt for sultet torsk er klart lavere enn for fôret torsk. Det er imidlertid ikke like stor forskjell på sløyd vekt mellom gruppene. Dette skyldes sannsynligvis mageinnhold, mer gonader og større lever i fôret torsk (figur 7 og 8).

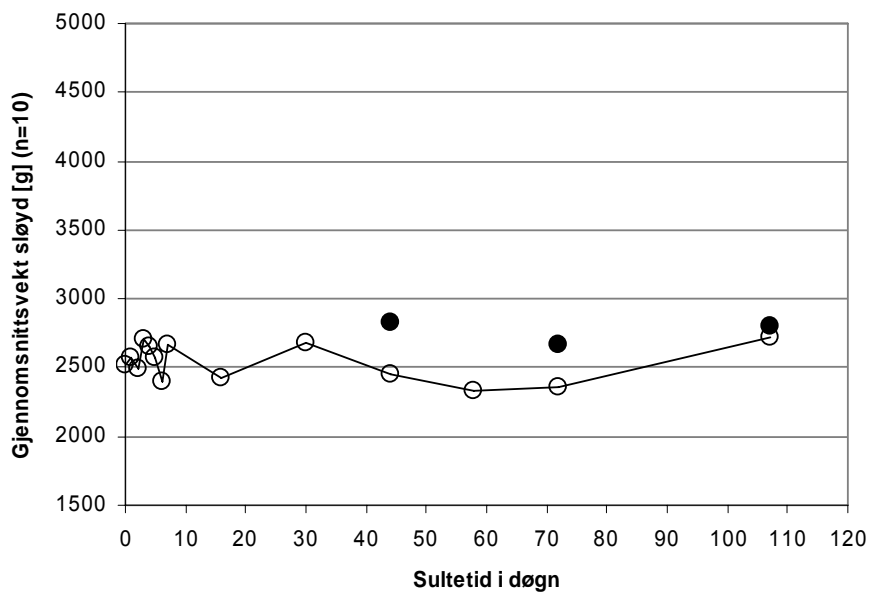
Som vist i figur 7 medfører sultingen en reduksjon i gonadeproduksjonen. Sultet han-fisk viser redusert gonadeproduksjon gjennom hele sulteperioden sammenlignet med fôret han-fisk. Tilsvarende reduksjon vises ikke hos sultet hun-fisk i perioden september – desember. Dette skyldes mest sannsynlig at gonademengden i hun-fisken er klart mindre i denne perioden. I perioden desember – januar viste fôret hunfisk en betydelig økning i gonademengden, mens det ikke var tilsvarende økning i sultet torsk.

Figur 8 viser levervekten i prosent av rund vekt. Ved forsøkets start var levervekten 12,4 %. Etter 44 dager var denne 11 % både for fôret og sultet fisk. Fra 44 dagers sulting og videre i forsøket fortsetter reduksjonen i leverandelen både for sultet og fôret torsk, mest markant for sultet fisk. Basert på rund vekt er leverandelen i henholdsvis sultet og fôret torsk 7 og 9 % på slutten av forsøksperioden (etter 107 dager; medio januar). Etter som det dannes stadig mer gonader utover i forsøksperioden er det mulig at beregnet reduksjon i leverandel ikke skyldes reduksjon av leveren i seg selv, men derimot økt rundvekt grunnet større gonademengde. I tillegg kan eventuelle forskjeller mellom gruppene bli kamuflert ved å regne leverandel på basis av rund vekt da det er mer gonader i fôret enn i sultet fisk.

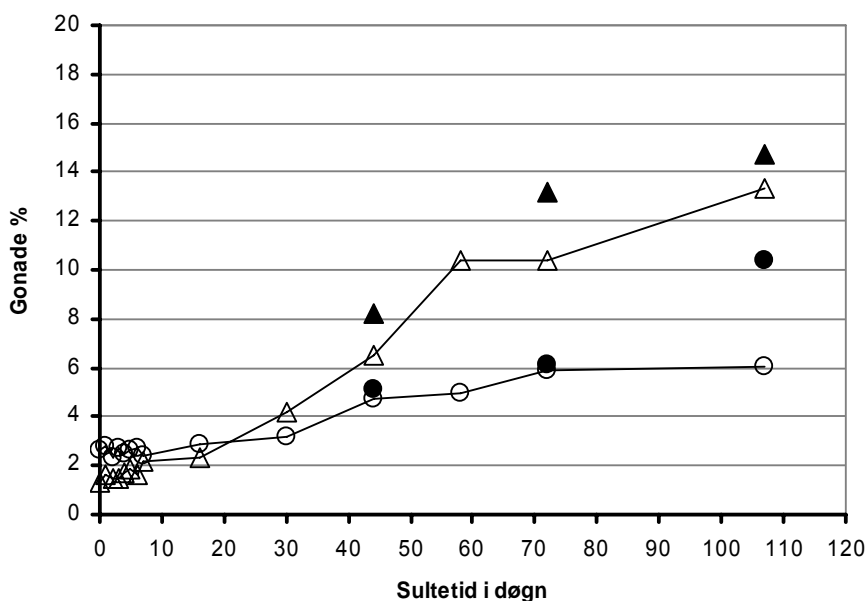
Dersom man beregner leverandelen på basis av sløyd vekt finner man en forskjell mellom sultet og fôret torsk. Etter 44 dager sulting er leverandelen 13 % for sultet fisk og 14 % for fôret fisk. Etter 107 dagers sulting er tilsvarende tall 9 % for sultet fisk og 13 % for fôret fisk. Resultatene tyder på at både sultet og fôret torsk henter energi fra leveren til gonadeproduksjon, og at dette naturlig nok er mest markant for sultet torsk.



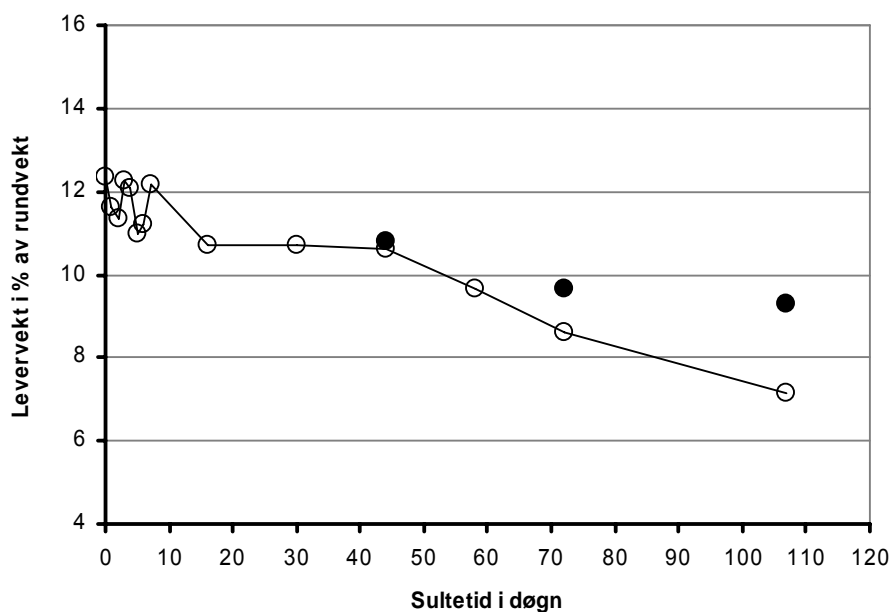
Figur 5 Gjennomsnittlig rund vekt for (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.



Figur 6 Gjennomsnittlig sløyd vekt for (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.



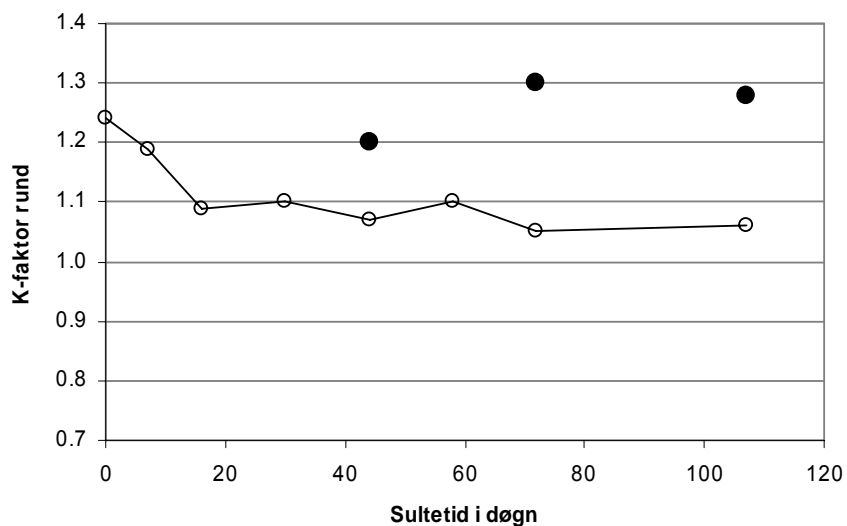
Figur 7 Gonadeutvikling i sultet og fôret oppdrettstorsk september – januar.
 (○): Hunfisk sultet torsk (●): Hunfisk fôret (△): Hanfisk sultet (▲): Hanfisk fôret.



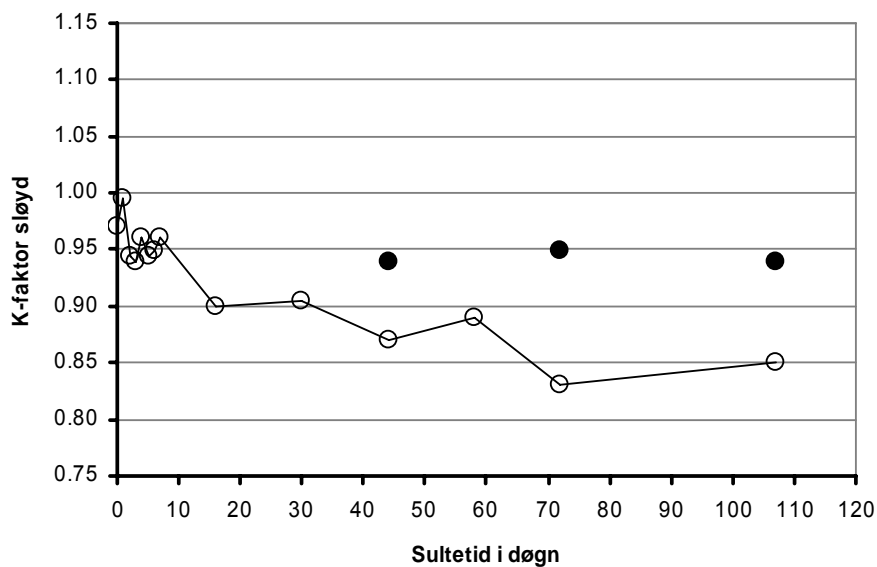
Figur 8 Levervekt i prosent av rund vekt for (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.

Figur 9 og 10 viser K-faktor for sultet og fôret fisk. K-faktor basert på rund vekt ligger mellom 1,2 og 1,3 for fôret fisk gjennom forsøksperioden, og synes å stige noe mot slutten. Dette er som forventet ut fra gonadeproduksjonen. Samtidig ser man at K-faktor basert på sløyd vekt, som er et uttrykk for muskelfylde, holder seg stabilt gjennom perioden. I forsøksperioden ser det derfor ut til at fisk som blir fôret ikke produserer muskelmasse av betydning, men at både fôr og lever utnyttes til gonadeproduksjon. Sultet fisk viser nedgang i K-faktor både når den beregnes ut fra rund og sløyd vekt. Sultet fisk ser dermed ut til å bruke

både lever og muskelmasse for å utvikle gonader. Tilsvarende fant Akse og Midling (1997) ca 10 % reduksjon i K-faktor og stabil leverprosent når vill loddetorsk ble sultet i inn til 73 dager.



Figur 9 K-faktor (rund vekt) for (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.



Figur 10 K-faktor (sløyd vekt) for (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.

3.3 Sensoriske egenskaper

3.3.1 Filetindeks

Vurdering av rå filet etter filetindeks-metoden avdekket ikke forskjeller mellom sultet og fôret fisk verken når den ble vurdert etter 1 eller etter 8 dager lagring på is.

3.3.2 Beskrivende sensorisk test

Intensiteten av ulike sensoriske egenskaper ble vurdert av et trent panel på 10 personer. Intensiteten ble angitt på en skala fra 1 – 10, og ved hjelp av multivariat dataanalyse ble det undersøkt hvilke faktorer som hadde størst innflytelse på endringer i de sensoriske egenskapene. De undersøkte faktorene var sulting, sesong (uttaksuke), lagringstid etter avliving (1 eller 8 dager) og individuelle forskjeller. Resultatene er oppsummert i Tabell 1.

Innledningsvis ble det gjennomført analyser på hele datasettet for å finne de viktigste forskjellene i sensoriske egenskaper mellom sultet og fôret fisk. Det ble også undersøkt om forskjellene var tydeligst like etter slakting (dag 1) eller etter en tids lagring (dag 8). Disse resultatene er presentert i de tre første kolonnene i Tabell 1. Dagen etter slakting var det generelt liten forskjell i intensiteten til de sensoriske egenskapene hos sultet og fôret fisk. Forskjellene ble mer framtrepende etter lagring på is i 8 dager.

De sensoriske egenskapene ”tyggemotstand”, ”saftighet” og ”vassenhet” ble signifikant påvirket av hvorvidt fisken var sultet eller fôret. Sammenlignet med fôret fisk hadde sultet fisk noe høyere intensitet i saftighet og vassenhet og noe mindre tyggemotstand. Ved første uttak var saftigheten av sultet og fôret fisk lik, intensiteten ble vurdert til 4,1. Saftigheten til sultet torsk økte jevnt utover i forsøket, og ved siste uttak var intensiteten av saftigheten til sultet torsk 5,0 mens den var 4,3 for fôret torsk. Etter om lag 4-5 uker sulting var intensiteten av ”vassenhet” noe høyere i sultet enn i fôret fisk. For begge gruppene var intensiteten lavere i siste uttak (etter 107 dager) enn i de øvrige, dette tyder på at det er sesongmessige variasjoner i intensiteten av ”vassenhet”. Tyggemotstanden til fôret fisk varierte ikke systematisk gjennom forsøket. Det samme gjaldt sultet fisk under første del av forsøket. Fra og med 5-6 uker sulting og videre ut i forsøket er det derimot jevn reduksjon i tyggemotstanden på sultet fisk.

Det ble også funnet små, men signifikante forskjeller i hvithet og gul farge mellom sultet og fôret fisk. Sultet fisk var jevnt over mindre hvit og mer gul. Intensiteten av grønnsaklukt og –smak var svakt forskjellig i sultet fisk sammenlignet med fôret fisk, og varierer i løpet av forsøksperioden. Det er ikke systematiske forskjeller mellom gruppene, og heller er ingen systematisk økning eller reduksjon i løpet av forsøksperioden.

”Torsk egenlukt” er noe svakere i sultet enn i fôret torsk, og ”gammel/emmen lukt” er svakt høyere i sultet fisk enn i fôret fisk. Sistnevnte egenskap blir signifikant påvirket av sultetid, men det er imidlertid ingen klar økning i intensiteten som følge av økende sultetid. ”Gammel/emmen smak” blir utelukkende påvirket av lagringstid etter filetering. Intensiteten av egenskapen ”søt smak” synes å bli lavere både i sultet og fôret torsk utover i forsøksperioden. Denne reduksjonen er mest systematisk for fôret fisk. Når det gjelder ”syrlig lukt” er det en trend at intensiteten blir lavere utover i forsøksperioden for begge forsøksgruppene. Hvordan fisken skiver seg ved lett trykk (”skivbarhet”) blir ofte sett på som en viktig sensorisk egenskap. Skivbarheten øker gjennom forsøksperioden for begge gruppene, og økningen er mest markant for sultet torsk. ”Hardheten” til fôret torsk varierer

mellom uttakene, mens sultet torsk har en svak, men jevn, nedgang i hardhet med økende sultetid. Samtidig er sultet torsk mindre fiberaktig enn fôret torsk.

Tabell 1 Signifikant innflytelse av sulting, sesong (uttaksuke), fileteringstidspunkt (pre eller post rigor filetering), lagringstid etter avliving (1 eller 8 dager) og individ på sensoriske egenskaper.

Sensorisk egenskap	Alle prøver	1 dag etter slaktning	8 dager etter slaktning	Sultet fisk	Fôret fisk
<i>Torsk egenlukt</i>		Sultet/fôret	Sultet/fôret		
<i>Syrlig lukt</i>	Uttaksuke Lagringstid		Uttaksuke	Uttaksuke Lagringstid	Uttaksuke
<i>Gammel/emmen lukt</i>	Sultetid Lagringstid		Sultetid	Individ Lagringstid	Lagringstid
<i>Grønnsaklukt</i>	Uttaksuke Sultet/fôret		Sultetid/uttaksuke Sultet/fôret	Sultetid/uttaksuke	Uttaksuke
<i>Hvithet</i>	Sultet/fôret				
<i>Gul farge</i>	Sultet/fôret Uttaksuke Lagringstid Individ	Sultet/fôret Sultetid/uttaksuke Individ		Lagringstid	Uttaksuke Lagringstid
<i>Hardhet</i>	Sultetid		Sultetid Individ	Sultetid	Individ Lagringstid
<i>Skivbarhet</i>	Sultetid/uttaksuke	Sultetid/uttaksuke	Sultetid/uttaksuke	Sultetid/uttaksuke	Uttaksuke
<i>Torsk egensmak</i>	Lagringstid		Uttaksuke	Lagringstid	Uttaksuke
<i>Sur smak</i>	Lagringstid				Lagringstid
<i>Grønnsaksmak</i>	Sultet/fôret Sultetid Lagringstid	Sultet/fôret	Sultetid	Sultetid	
<i>Gammel/emmen smak</i>	Lagringstid			Lagringstid	Lagringstid
<i>Søt smak</i>	Lagringstid		Uttaksuke	Lagringstid	Uttaksuke
<i>Vassenhet</i>	Sultet/fôret Individ		Sultet/fôret	Sultetid/uttaksuke	Uttaksuke
<i>Saftighet</i>	Sultet/fôret Sultetid		Sultetid	Sultetid	
<i>Fiberaktighet</i>	Sultetid/uttaksuke		Sultetid/uttaksuke	Sultetid/uttaksuke	Uttaksuke
<i>Tyggemotstand</i>	Sultet/fôret Sultetid	Sultet/fôret	Sultet/fôret Sultetid	Sultetid	

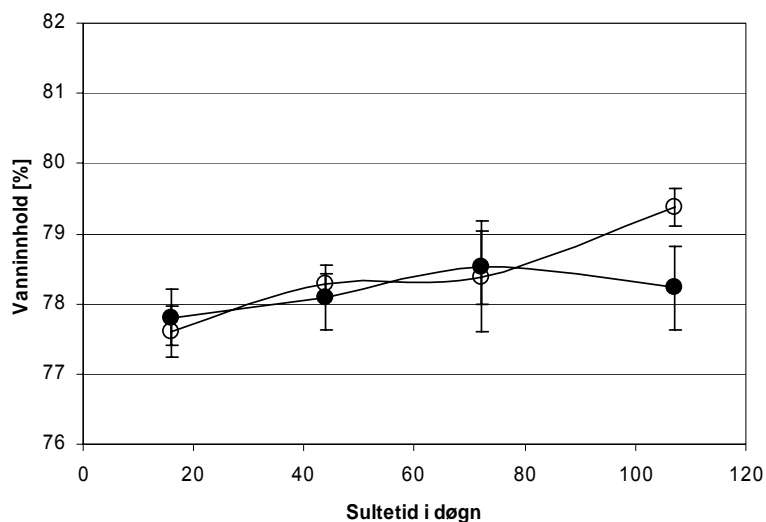
3.4 Kjemiske og fysiske egenskaper

3.4.1 Vanninnhold, væskeslipp og vannbindingsevne

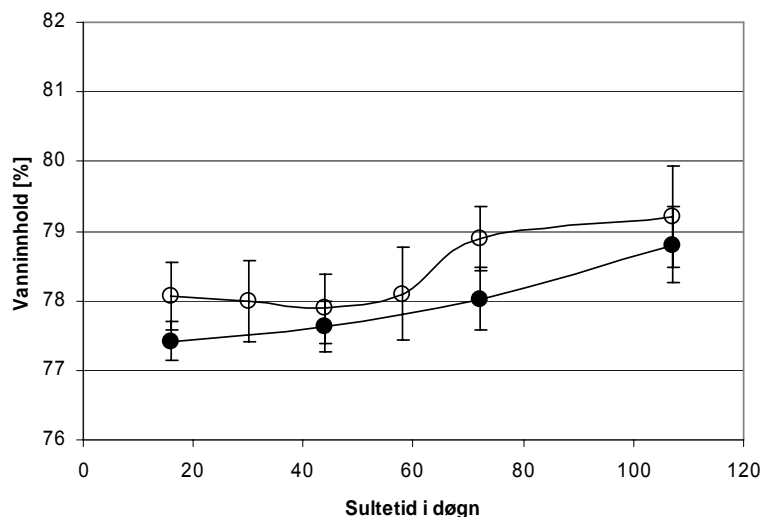
Vanninnholdet i muskelen vil endres under lagring, og vanninnholdet i sultet og fôret torsk er derfor vist for to ulike tidspunkt etter slaktning/filetering. Etter 5 dager islagring er det liten forskjell i vanninnholdet til sultet og fôret oppdrettstorsk (figur 11). Vanninnholdet øker noe for begge gruppene gjennom forsøksperioden, dog er det en tydeligere økning i vanninnholdet for sultet fisk etter 10-15 uker sulting. I to sulteforsøk med vill loddetorsk fant Akse og Midling (1997) økning i vanninnholdet i muskelen etter ca 4 uker sulting i det første forsøket

og etter ca 8 uker sulting i det andre forsøket. Figur 12 viser vanninnhold i muskel etter lagring på is i 8 dager etter slakting / filetering, og vanninnholdet i muskelen til sultet fisk er noe høyere enn i fôret fisk gjennom hele forsøksperioden.

Forandringer i væskeslipp og vannbindingsevne er i all hovedsak forbundet med lagringstid etter avliving. Det ble ikke funnet klare forskjeller i væskeslipp og vannbindingsevne for sultet og fôret torsk.



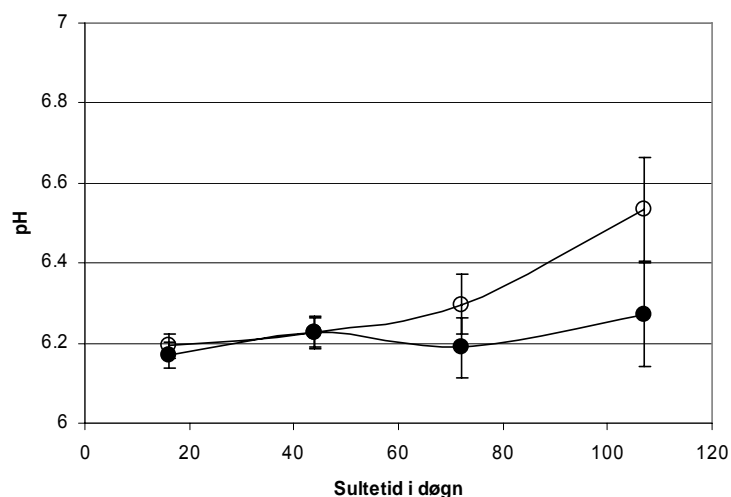
Figur 11 Vanninnhold i muskel etter lagring på is i 5 dager etter slakting / filetering. (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.



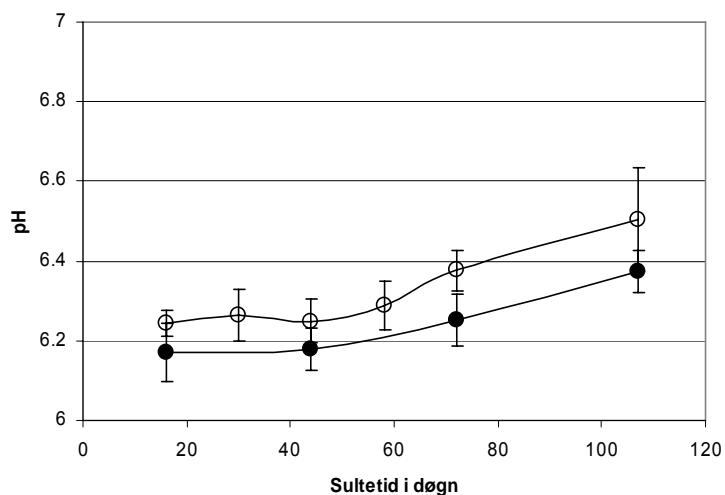
Figur 12 Vanninnhold i muskel etter lagring på is i 8 dager etter slakting / filetering. (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.

3.4.2 pH

Figur 13 viser pH i sultet og fôret oppdrettstorsk målt 5 dager etter filetering. Ved første uttak var det liten forskjell mellom sultet oppdrettstorsk og den fôrede kontrollgruppen. Fra midtveis i forsøket, etter 44 dager sulting, ble det registrert signifikant høyere pH i sultet enn i fôret fisk. Utover i forsøket var det økning i pH verdiene både for sultet og fôret fisk, samt at spredningen i pH-verdi innad i hver gruppe økte. Hvis man derimot ser på pH-verdiene målt etter 8 dager lagring på is (figur 14) finner man ikke pH-økning som følge av lengre sulteperiode, mens det derimot er en jevn forskjell i muskel-pH til sultet og fôret fisk gjennom hele perioden. Sultet oppdrettstorsk har høyere muskel-pH enn fôret oppdrettstorsk. Akse og Midling (1997) fant ingen signifikant økning i muskel-pH under 44 døgnet og 73 døgnet sulting av vill loddetorsk.



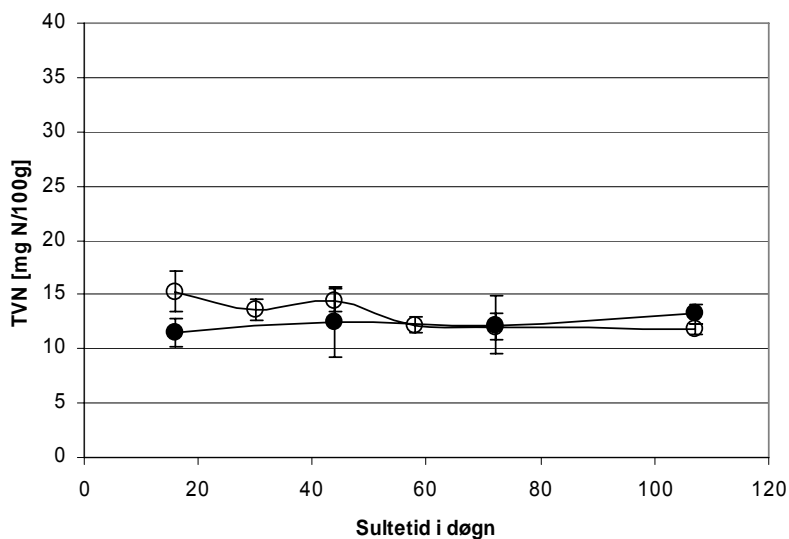
Figur 13 Muskel-pH etter lagring på is 5 dager etter slakting / filetering. (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.



Figur 14 Muskel-pH etter lagring på is 8 dager etter slakting / filetering. (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.

3.4.3 Totalt flyktig nitrogen (TVN)

Under lagring av fisk vil både biokjemiske og mikrobielle forringelsesprosesser medføre økning i mengden av flyktige nitrogenforbindelser. Totalt flyktig nitrogen er derfor betraktet som et nyttig mål for kvalitetsendringer i fersk hvitfisk, og det er generelt ansett at kaldtvannsfisk passerer grensen for hva som er akseptabel vare når TVN-verdien når 30-35 mg nitrogen per 100 g fiskekjøtt (Castro *et al.*, 2006). TVN ble derfor analysert for å undersøke om sulting medførte endringer i lagringsstabiliteten til fileter fra oppdrettstorsk. Fra figur 15 ser man at sulting medfører liten endring i lagringsstabiliteten for oppdrettstorsk.



Figur 15. TVN-innhold i muskel etter lagring på is 8 dager etter slakting / filetering. (○): Sultet torsk (●): Fôret torsk.

4 Referanser

- Akse L, Midling K, (1997) Live capture and starvation of caplin cod (*Gadus Morhua* L.) in order to improve the quality. In Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality, 47 - 58. Eds. Luten, J.B., Børresen, T., Oehlenschläger, J. Elsevier Science B.V.
- Castro P, Padron JCP, Cansino MJC, Velazquez ES, De Larriva RM, 2006. Total volatile base nitrogen and its use to assess freshness in European sea bass stored in ice. Food Control, 17, 245-248.
- Gildberg A, (2004) Digestive enzyme activities in starved pre-slaughter farmed and wild-captured, Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, **238**: 343-353.
- Guderley H, Lapointe D, Bédard M, Dutil J-D (2003) Metabolic priorities during starvation: enzyme sparing in liver and white muscle of Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A*, **135** (2): 347-356.
- Heide M, Johnsen O, Tobiassen T, og Østli J, Hamnvik S, (2003): *Opplevd kvalitet til oppdrettet og oppfôret torsk i det norske og engelske restaurantsegmentet*. Fiskeriforskning. Rapport nr 8
- Hermansson A-M, (1986) Water- and fat holding. In. *Mitchell, J.R. & Ledward, D.A. (Eds) Functional properties of food macromolecules*. London, Elsevier, pp 273 – 314.
- Johansen JA, Johnsen O, (2002): *Opplevd kvalitet og image av oppdrettet torsk hos 13 kjøkkensjefer i eksklusive restauranter*. Fiskeriforskning. Konfidensiell.
- Johansen, JA, Johnsen O, Tobiassen T, Akse L, (2002): *Kvalitet på oppfôret og oppdrettet torsk. Forundersøkelse fra 5 anlegg*. Fiskeriforskning. Rapport konfidensiell.
- Østli J, Heide M, (2004): *Markedstest av oppdrettet torsk i det spanske restaurantsegmentet*. Fiskeriforskning Rapport nr 4/2004.
- Rustad T, (1992): Muscle chemistry and the quality of wild and farmed cod. In: *Quality Assurance in the Fish Industry* (H.H. Huss et al. Ed). Elsevier Science Publishers
- Tecator (1992) *Kjeltec Auto 1035/38 Sampler System manual. Part no 1000 4305 Rev 1.0 Tecator AB Sweden*.



Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:
Muninbakken 9-13
Postboks 6122
N-9291 Tromsø
Telefon: 77 62 90 00
Telefaks: 77 62 91 00
E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:
Kjerreidviken 16
N-5141 Fyllingsdalen
Telefon: 55 50 12 00
Telefaks: 55 50 12 99
E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

ISBN-13 978 82-7251-603-0
ISBN-10 82-7251-603-9
ISSN 0806-6221