



SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Foredlingsteknologi

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse:
SINTEF Sealab
Brattørkaia 17B

Telefon: 4000 5350
Telefaks: 932 70 701

E-post: fish@sintef.no
Internett: www.sintef.no

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Delrapport i felles prosjekt ”Velferdsmessige aspekter av
forrestriksjoner for villfanget torsk (prosjektnr. 342044)”
– **Arbeidspakke ”Kvalitet loddetorsk”**

FORFATTER(E)

Hanne Digre

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskarlaget v/Villfiskforum

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| RAPPORTNR. SFH80 A085052 | GRADERING Åpen | OPPDRAGSGIVERS REF. Jan Henrik Sandberg | |
| GRADER. DENNE SIDE Åpen | ISBN 978-82-14-04633-5 | PROSJEKTNR. 850060.71 | ANTALL SIDER OG BILAG 16 |
| ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF_RAPPORT_loddetorsk_kvalitet_final.doc | PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Hanne Digre | VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Ulf Erikson | |
| ARKIVKODE | DATO 2008-12-05 | GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Marit Aursand, forskningssjef | |

SAMMENDRAG

Hovedmålet med dette delprosjektet var å undersøke og dokumentere hvordan kvaliteten på Atlantisk torsk (*Gadus morhua*) blir påvirket av tilgang på fôr. Fire grupper torsk ble sammenlignet; Gruppe 1 – fôret i 12 uker frem til slakting; Gruppe 2 – sultet i 12 uker frem til slakting; Gruppe 3 - sultet i 16 uker frem til slakting; Gruppe 4 - sultet i 12 uker for deretter å bli fôret i 4 uker frem til slakting. Før analyse var fisken lagret på kjølerom (<4°C) i 4 dager etter slakting. I tillegg til relevante slaktedata ble en rekke kvalitetsparametere målt på hel fisk og i filet: pH, vannbindingsevne, drypptap, vanninnhold, filetspalting, Quality index method (QIM) på hel fisk og filet, farge på filet og skinn (maskinsyn) og teksturegenskaper. Det var signifikante forskjeller mellom gruppene på nesten alle de målte parameterne. Torsk som var fôret frem til slakting (Gruppe 1 og 4) hadde høyere K-faktor, høyere leverindeks, lavere muskel-pH og bløtere filet enn sultet torsk (Gruppe 2 og 3). I tillegg var det ulike forskjeller mellom gruppene både mht. vannbindingsevne, vanninnhold, drypptap, filetspalting, QIM og farge. Ut i fra de målingene som er gjort her tåler torsken en sultetid på 12 uker uten at det får negative konsekvenser for kvaliteten.

| STIKKORD | NORSK | ENGELSK |
|------------|----------------|--------------|
| GRUPPE 1 | Oppfôret torsk | Atlantic cod |
| GRUPPE 2 | Kvalitet | On-growing |
| EGENVALGTE | Sulting | Starvation |
| | | Quality |
| | | |

INNHALDSFORTEGNELSE

| | | |
|----------|------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Innledning | 3 |
| 1.1 | Målsetting | 3 |
| 2 | Material og metode..... | 4 |
| 2.1 | Fisk og forsøksoppsett | 4 |
| 2.2 | Analyser | 4 |
| 2.3 | Statistikk | 6 |
| 3 | Resultater | 7 |
| 3.1 | Slaktedata | 7 |
| 3.2 | pH, vannbinding, vanninnhold og drypptap | 7 |
| 3.3 | QIM på hel fisk, filet og gaping..... | 9 |
| 3.4 | Farge på hel fisk (skinn) og filet..... | 9 |
| 3.5 | Tekstur | 10 |
| 4 | Diskusjon..... | 12 |
| 5 | Konklusjon..... | 14 |
| 6 | Referanser | 15 |

1 Innledning

Dette er en delrapport av et større prosjekt “*Velferdsmessige aspekter av forrestriksjon for villfanget torsk (prosjekt nr. 342044)*” ledet av NIVA v/Trond Rosten og med Norges Fiskarlag v/Jan Henrik Sandberg som prosjektansvarlig. Referansegruppen til prosjektet har bestått av representanter fra Gunnar Klo AS, Fiskeridirektoratet, Mattilsynet, Norges Råfisklag og Norges Fiskarlag. Prosjektets hovedmålsetting har vært å undersøke og dokumentere velferd hos Atlantisk torsk (*Gadus morhua*) som respons på tilgang på fôr. Forsøkene er omfattet av en periode på inntil 16 uker etter restituering. På basis av fremkomne resultater vil det bli evaluert hvorvidt sulting av torsk utover 4 uker utgjør et dyrevelferdsmessig problem. Det var også et ønske om å studere hvordan kvaliteten på torsken blir påvirket av tilgang på fôr. Dette ble inkludert og rapportert i dette del-prosjektet.

Bakgrunnen for prosjektet ligger bl.a. i det regelverket som gjelder for fangstbasert akvakultur som ble innført den 1. januar 2006, hvor akvakulturregelverket er gjeldende etter fire uker med mellomlagring. Dette medfører en kort frist for videresalg av fangsten, noe som bl.a. kan være ugunstig i forhold til prisfastsettelse. Regelverket har vært gjeldende i snart to år, og er nå under høring for endring. Det nye forslaget innebærer at mellomlagringsperioden for villfanget fisk, som holdes i merd før overføring til akvakulturanlegg, skal kunne utvides fra 4 til 12 uker. Hensikten med endringsforslaget er å gi næringsaktørene en større fleksibilitet med hensyn til sesongutjevning, samt bidra til å legge til rette for økt lønnsomhet også for den fangstbaserte næringen.

1.1 Målsetting

Hovedmålet med delprosjektet var å undersøke og dokumentere hvordan kvaliteten på Atlantisk torsk blir påvirket av tilgang på fôr.

2 Material og metode

2.1 Fisk og forsøksoppsett

Oppfôret torsk ble transportert fra NIVA sitt forsøksanlegg i Drøbak og ankom SINTEF Sealab 23. august og 23. september 2008. Fisken var slaktet, dvs. avlivet ved slag i hodet og bløgget, hhv. 21., 22. august og 22. september 2008, og lagt på is for transport til Trondheim. Fisken ble satt på kjølerom (4°C) i 2-3 døgn ved ankomst SINTEF, og all fisk ble analysert 4 døgn etter slakting.

Antall fisk i forsøket var totalt 40 fordelt på følgende grupper:

Gruppe 1 - fôret i 12 uker frem til slakting

Gruppe 2 – sultet i 12 uker frem til slakting

Gruppe 3 - sultet i 16 uker frem til slakting

Gruppe 4 - sultet i 12 uker for deretter å bli foret i 4 uker frem til slakting

Fisken var fôret med lodde og var individmerket. Lengde, vekt og kjønn ble registrert, og kondisjonsfaktor, leverindeks og gonadeindeks ble beregnet etter følgende formler:

Kondisjonsfaktor: $(KF)=\text{rundvekt (g)}/\text{lengde (cm)}^3$

Leverindeks: $(HSI)=\text{levervekt (g)}*100/\text{rundvekt (g)}$

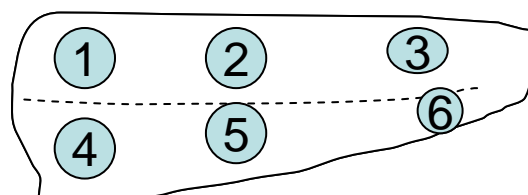
Gonadeindeks $(GSI)=\text{gonadevekt (g)}*100/\text{rundvekt (g)}$

Følgende kvalitetsrelaterte parametre ble målt i fileten: slutt-pH, kjernetemperatur, vannbindingsevne, drypptap, vanninnhold, filetspalting ('gaping'), Quality index method (QIM, Bonilla et al, 2007), farge [CIE L* (lyshet), a* (rødhet når $a>0$) og b* (gulhet når $b>0$)] og teksturegenskaper. Slutt-pH, kjernetemperatur, vannbindingsevne, drypptap og vanninnhold ble målt på høyre fileten. Resten ble målt på venstre fileten. I tillegg ble QIM evaluert på hel fisk (Martinsdóttir et al. 2001) og fargemålinger ble gjort av skinn.

2.2 Analyser

Muskel-pH

pH ble målt direkte i muskel på 6 punkter (se fig. 1). Kroppstemperaturen ble målt sporadisk mot ryggbeinet. Ved alle pH-målingene ble det brukt et WTW 330 pH-meter. Elektroden som ble benyttet var en WTW

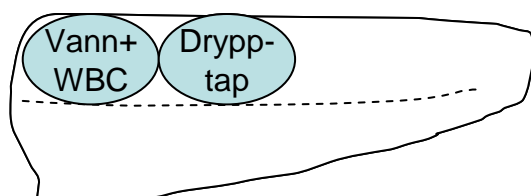


Figur 1 - Angivelse av steder på fileten der pH- målingene ble utført

Sen Tix 41 som er en spesialelektrode for målinger i bl.a. fisk og kjøtt. Til kalibrering ble det brukt Beckman-buffere på henholdsvis pH 4,01 og 7,00.

Vanninnhold og vannbinding

Muskelprøver (1 - 2 g) ble tørket ved 105°C i 24 timer. Forskjell i vekt før og etter tørking ble definert som totalt vanninnhold i prøven. Vannbinding ble målt på samme muskelbit som vanninnhold (se fig. 2) og metoden som ble benyttet er beskrevet av Eide et al. (1982). Ca. 2 gr homogenisert muskel ble sentrifugert ved 210 g, og vannbindingsevnen er oppgitt som gjenværende vann i % av opprinnelig vann i prøven etter sentrifugering i 5 min. Det ble tatt 4 paralleller av hver fisk.



Figur 2 - Angivelse av steder på fileten der vanninnhold, vannbinding(WHC) og drypptap ble målt.

Drypptap

Drypptap ble målt etter en modifisert metode beskrevet av Mørkøre et al. (2002). En muskelbit på ca 15 g ble plassert på en 'bleie' (8x11 cm), som vanligvis brukes til å suge opp overflødig væske i forbrukerpakker med kjøtt eller fisk. Etter bruk ble 'bleien' lagt i en liten lukket plastpose i et kjølerom (<4°C) i 3 dager. Drypptap ble kalkulert som følger:

$[\text{vektøkning av bleie (g)}/\text{initiell muskelvekt (g)}] * 100\%$

Figur 2 viser hvor på fileten analysen ble utført.

QIM – hel fisk

QIM skjema for hel fersk torsk beskrevet i QIM Eurofish manual (Martinsdóttir et al., 2001) ble benyttet. Parametrene som ble evaluert var utseende (skinn og tekstur), øyne (cornea, form og pupill) og gjeller (farge, lukt og slim). En poengskala fra 0 til 3 ble benyttet, hvor laveste score indikerte best ferskhets. Poengene ble lagt sammen og en samlet sensorisk score ble gitt (0-19) referert som kvalitetsindeks – hel fisk (QI – hel fisk).

QIM – filet

QIM skjema for fersk torskefilet beskrevet av Bonilla et al. (2007) ble benyttet. Parametrene som ble evaluert var lukt, farge og konsistens på en skala fra 0 til 3, hvor laveste score indikerte best

ferskhet. Poengene ble lagt sammen og en samlet sensorisk score ble gitt (0-7) referert som kvalitetsindeks – filet (QI – filet).

Gaping

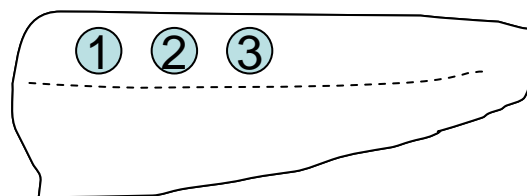
Grad av spaltning ('gaping') ble bestemt ved bruk av en subjektiv skala etter Andersen et al, (1994). Skalaen for 'gaping score' er: 0 – Ingen gaping; 1 – Få små spalter (>5); 2 – Noen små spalter (< 10); 3 – Mange spalter (flere enn 10 små eller få store); 4 – Utpreget spaltning (mange store spalter); 5 – Ekstrem spaltning (fileten faller fra hverandre).

Farge

Fargen på filetene ble bestemt ved bruk av maskinsyn og under standardiserte lysforhold. Metoden er beskrevet i Erikson og Misimi (2008). Fargen ble målt på hel filet (kun hvit muskel) og skinn, og er uttrykt som L^* = lyshet (positive tallverdier), a^* = rødhets (positive verdier) ↔ grønnhet (negative verdier) og b^* = gulhet (positive verdier) ↔ blåhet (negative verdier). I tillegg ble fargetonen, *hue angle* (0° = rød fargetone, 60° = gul hue, 90° = grønn hue) og fargemetning, *chroma*, (høyere verdier vil si mer intens farge) kalkulert som følger: $H_{ab} = \arctan(b/a)$ for $a > 0$ og $b > 0$ og $C_{ab} = (a^2 + b^2)^{1/2}$.

Tekstur

Teksturanalysen ble utført med en Texture Analyser TA.XTplus (Stable Micro Systems Ltd, UK), utstyrt med en 5 kg veiecelle. Det



ble benyttet en 1/2" (12 mm) sylindrisk probe av plast med skarp kant. Proben ble presset ned i fileten engang, en distanse tilsvarende 60 % av filetenes tykkelse i målepunktet. Filetene hadde en temperatur på 4°C. Det ble gjort tre målinger av hver venstre filet, se Fig. 3. Ut fra disse målingene ble hardheten på filetene beregnet.

Figur 3 - Angivelse av steder på fileten der teksturmålingene ble utført

2.3 Statistikk

De statistiske analysene bygger på variansanalyser. Signifikansnivået ble satt til 5 % ($p < 0,05$). Hvis ikke annet er oppgitt er alle verdiene oppgitt som gjennomsnittsverdier \pm standardfeil av gjennomsnittsverdier (SEM).

3 Resultater

3.1 Slaktedata

Diverse slaktedata er oppgitt i tabell 1, og K-faktor, leverindeks og gonadeindeks var signifikant forskjellig mellom gruppene. K-faktoren var høyest for torsk som var fôret frem til slakting. Torsk som var fôret i 12 uker frem til slakting hadde signifikant høyere leverindeks enn de andre gruppene. Torsk som var sultet i enten 12 eller 16 uker frem til slakting hadde lavest leverindeks. Gonadeindeksen var forskjellig mellom torsk som var sultet i 12 og 16 uker, men generelt var det svært lite gonader i torskene.

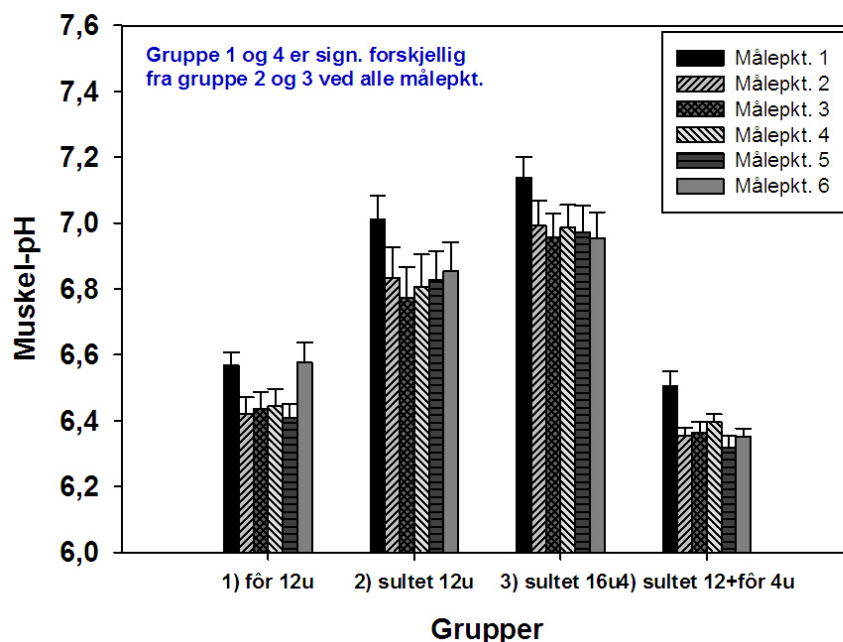
Tabell 1 - Uttak av torsk fra fire grupper, relevante slaktedata (60 % av fisken var hankjønn). Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene, $P < 0,05$. Middelerverdi \pm SD ($n=10$).

| Gruppe | Gruppe 1 – fôr 12 uker | Gruppe 2 – sultet 12 uker | Gruppe 3 – sultet 16 uker | Gruppe 4 – sultet 12+fôr 4u |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Vekt (kg) | 3,3 \pm 1,2 | 3,5 \pm 1,2 | 3,0 \pm 0,9 | 3,2 \pm 1,3 |
| Lengde (cm) | 64,6 \pm 9,0 | 72,5 \pm 9,1 | 69,1 \pm 7,7 | 65,0 \pm 10,2 |
| K-faktor | 1,2 \pm 0,1 ^A | 0,9 \pm 0,1 ^B | 0,9 \pm 0,1 ^B | 1,1 \pm 0,1 ^A |
| Leverindex (%) | 9,4 \pm 2,4 ^A | 2,7 \pm 1,8 ^C | 2,5 \pm 1,3 ^C | 6,2 \pm 1,3 ^B |
| Gonadeindex (%) | 0,7 \pm 0,5 | 0,9 \pm 0,6 ^A | 0,3 \pm 0,3 ^B | 0,6 \pm 0,3 |

3.2 pH, vannbinding, vanninnhold og drypptap

pH i filet målt på 6 ulike målepunkt (se figur 1) fra de 4 ulike gruppene er vist i figur 4. Torsk som var fôret frem til slakting (Gruppe 1 og 4) hadde signifikant lavere pH enn torsk som var sultet frem til slakting (Gruppe 2 og 3). I torsk fra gruppe 4, sultet i 12 uker for deretter å bli fôret i 4 uker, hadde signifikant høyere pH i målepunkt 1 sammenlignet med målepunkt 2, 3, 5 og 6. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller ($p > 0,05$) mellom målepunktene i de andre gruppene. Kjernetemperaturen i fisken etter 4 dagers kjølelagring var 0,5 \pm 0,4°C.

Muskel-pH i torskefilet med ulik fôrregime



Figur 4 – pH i torskefilet målt i 6 ulike målepunkt (ref. fig. 1). Analysene av de 4 ulike gruppene torsk ble foretatt etter 4 dagers kjølelagring. Middelerdi \pm SEM ($n=10$).

Et gjennomsnitt av pH-målingene som ble gjort i de 6 målepunktene i torskefiletene, vanninnhold, vannbindingsevne og drypptap er vist i tabell 2. Etter 4 dagers kjølelagring var pH i torskefilet signifikant lavere i torsk som var fôret frem til slaktning sammenlignet med sultet torsk. Vanninnholdet i torsk som var fôret i 12 uker frem til slaktning var lavere enn vanninnholdet i torsken fra de andre gruppene. Vannbindingsevnen var høyere i sultet torsk (gruppe 2 og 3) sammenlignet med torsk som var sultet i 12 uker og deretter fôret i 4 uker. Drypptapet var lavest i torsk som var fôret i 12 uker frem til slaktning sammenlignet med sultet torsk.

Tabell 2 - Oversikt over ulike kvalitetsparametre for torskefileter. pH representerer et gjennomsnitt av alle 6 målepunkt (se fig. 1). Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene, $P<0,05$. Middelerdi \pm SD ($n=10$).

| Gruppe | Gruppe 1 – fôr 12 uker | Gruppe 2 – sultet 12 uker | Gruppe 3 – sultet 16 uker | Gruppe 4 – sultet 12+fôr 4u |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Slutt-pH | 6,5 \pm 0,1 ^A | 6,9 \pm 0,3 ^B | 7,0 \pm 0,2 ^B | 6,4 \pm 0,1 ^A |
| Vanninnhold (%) | 80,1 \pm 0,6 ^A | 82,6 \pm 1,0 ^B | 82,9 \pm 1,3 ^B | 81,9 \pm 0,7 ^B |
| Vannbinding (%) | 91,5 \pm 3,7 ^{AB} | 93,9 \pm 2,3 ^B | 94,7 \pm 3,0 ^B | 89,2 \pm 2,5 ^A |
| Drypptap (%) | 11,6 \pm 1,4 ^A | 13,9 \pm 1,8 ^B | 14,8 \pm 2,2 ^B | 13,5 \pm 1,7 ^{AB} |

3.3 QIM på hel fisk, filet og gaping

En oversikt over subjektiv vurdering av kvaliteten og ferskhets på hel fisk og filet gjennom vurdering av QIM og gaping av filet er vist i tabell 3. Torsk som var fôret i 12 uker frem til slakting hadde signifikant høyere QIM verdi på hel fisk enn gruppe 3 og 4, men lavere QIM på filet enn gruppe 4. Generelt hadde torskene meget lave QIM-verdier og man må ha verdier over 15 på QIM –skalaen for hel fisk før den blir betraktet som ”ikke god”. Torsk som var sultet i 12 uker og deretter fôret i 4 uker frem til slakting hadde høyest gaping score sammenlignet med torsk som var sultet i 16 uker før slakting. En generell betraktning som ble gjort var at sultet torsk virket mer ”fast” i kjøttet enn fôret torsk.

Tabell 3 - Subjektiv vurdering av kvalitet og ferskhet på hel torsk og fileter. Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene, $P < 0,05$. Middelerdi $\pm SD$ ($n=10$).

| Gruppe | Gruppe 1 – fôr 12 uker | Gruppe 2 – sultet 12 uker | Gruppe 3 – sultet 16 uker | Gruppe 4 – sultet 12+fôr 4u |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| QIM – hel fisk (0-19) | 4,0 \pm 2,0 ^B | 2,9 \pm 1,6 ^{AB} | 2,0 \pm 1,3 ^A | 1,8 \pm 1,5 ^A |
| QIM – filet (0-7) | 0,2 \pm 0,3 ^A | 0,6 \pm 0,5 ^A | 0,8 \pm 0,6 ^A | 1,9 \pm 0,8 ^B |
| Gaping (0-5) | 2,1 \pm 1,0 ^{AB} | 1,6 \pm 1,0 ^{AB} | 1,2 \pm 0,8 ^A | 2,5 \pm 0,9 ^B |

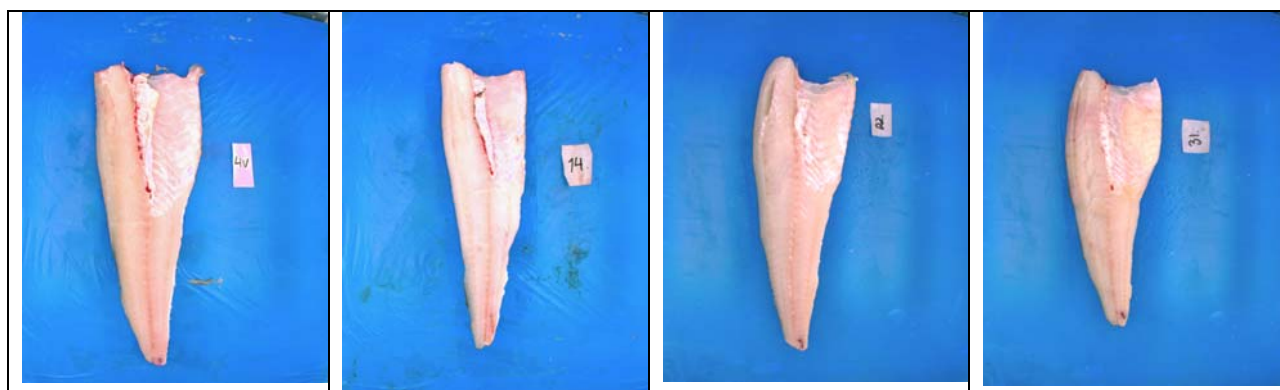
3.4 Farge på hel fisk (skinn) og filet

Tabell 4 viser fargemålingene som ble gjort på filet og skinn av torskene fra de 4 gruppene. Fargemålingene som ble gjort av filetene viste at det var signifikante forskjeller på alle de målte farge-parameterne (L^* , a^* , b^* , hue- og chroma), mens signifikante forskjeller ble observert for b^* -, hue- og chroma på skinn.

Torskefileter fra gruppe 2 (sultet i 12 uker) var lysere og mindre rød enn fileter fra de andre gruppene. I tillegg var fileter fra gruppe 2 mindre gul enn fileter fra torsk som var fôret frem til slakting. Når det gjelder fargemålingene som ble gjort på skinn var det signifikante forskjeller mht. b^* -, hue- og chroma-verdiene. Gruppe 1 og 2 var gulere i skinnet og hadde en høyere fargeintensitet (chroma) enn gruppe 3 og 4.

Tabell 4 – Fargemålinger (L^* , a^* , b^* , hue og chroma) målt på filet og skinn. Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene, $P < 0,05$. Middelerdi \pm SEM ($n=10$).

| Gruppe | Gruppe 1 – fôr 12 uker | Gruppe 2 – sultet 12 uker | Gruppe 3 – sultet 16 uker | Gruppe 4 – sultet 12+fôr 4u |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Filet | | | | |
| L^* | 82,2 \pm 0,7 ^A | 86,7 \pm 0,4 ^B | 80,7 \pm 1,1 ^A | 81,3 \pm 0,5 ^A |
| a^* | 16,1 \pm 0,4 ^A | 12,4 \pm 0,5 ^B | 17,9 \pm 1,1 ^A | 17,1 \pm 0,7 ^A |
| b^* | 11,9 \pm 0,5 ^A | 10,0 \pm 0,6 ^B | 10,8 \pm 0,4 ^{AB} | 11,7 \pm 0,3 ^A |
| Hue | 36,6 \pm 1,1 ^A | 38,4 \pm 1,6 ^A | 31,5 \pm 1,1 ^B | 34,6 \pm 1,1 ^{AB} |
| Chroma | 20,1 \pm 0,5 ^B | 16,0 \pm 0,7 ^A | 20,9 \pm 1,1 ^B | 20,8 \pm 0,7 ^B |
| Helfisk | | | | |
| L^* | 55,7 \pm 0,9 | 57,1 \pm 1,7 | 55,0 \pm 2,1 | 57,5 \pm 0,8 |
| a^* | 1,7 \pm 0,2 | 2,9 \pm 0,3 | 2,3 \pm 0,6 | 2,6 \pm 0,3 |
| b^* | 24,0 \pm 0,6 ^A | 22,6 \pm 0,4 ^A | 15,7 \pm 0,6 ^B | 17,1 \pm 0,4 ^B |
| Hue | 86,0 \pm 0,3 ^A | 82,7 \pm 0,7 ^{AB} | 81,5 \pm 2,0 ^B | 81,3 \pm 1,0 ^B |
| Chroma | 24,1 \pm 0,6 ^A | 22,8 \pm 0,4 ^A | 16,0 \pm 0,6 ^B | 17,3 \pm 0,4 ^B |



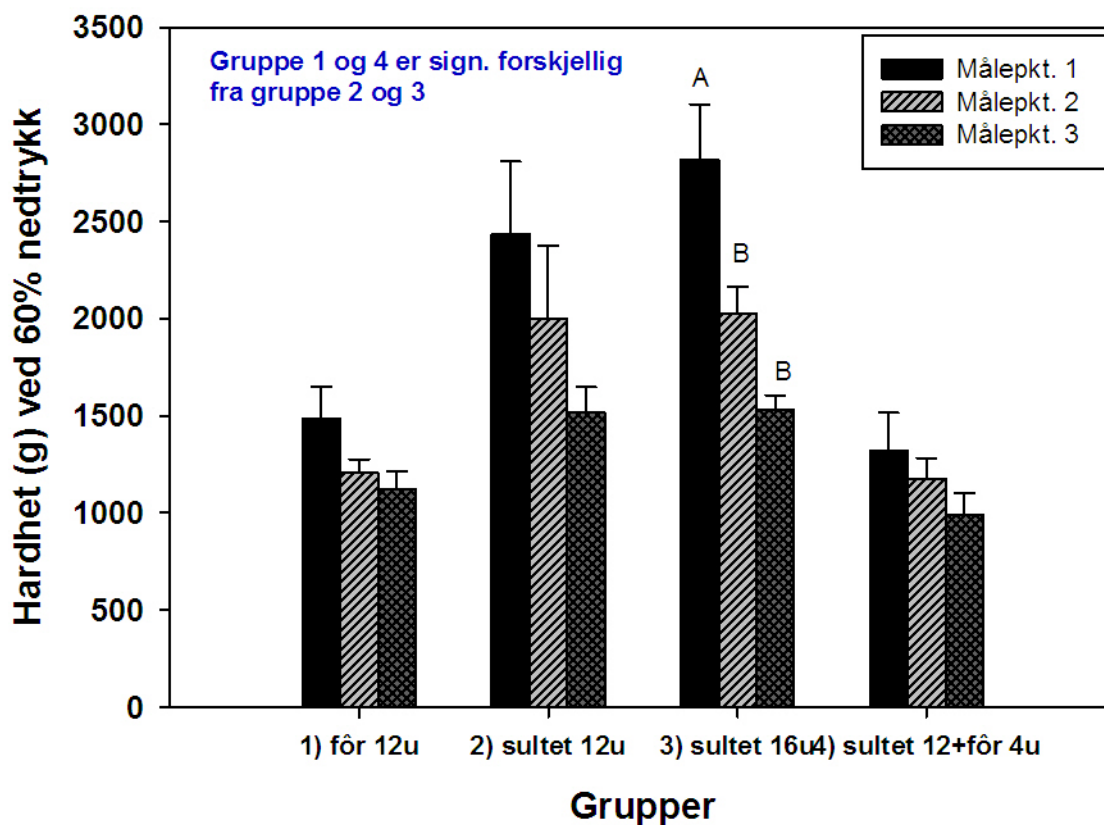
Figur 5 – Bilder av en typisk torskefilet fra alle gruppene. Fra venstre: gruppe 1, gruppe 2, gruppe 3 og gruppe 4.

3.5 Tekstur

En av de enkleste måleparametrene å forholde seg til er ”Kraft 1” (’første nedtrykk’), som sier noe om hvor mye kraft som må brukes for å trykke proben inn i prøven med en gitt hastighet. Sultet torskefilet var hardere enn torsk som var fôret frem til slakting (se figur 6). Dette ble også oppfattet når vi vurderte filetene subjektivt. Det var kun signifikante forskjeller mellom

målepunktene i torskefilet fra gruppe 3, hvor fileten var hardest i målepunkt 1 (ved nakke) sammenlignet med målepunkt 2 og 3.

Hardhet i torskefilet med ulik fôrregime



Figur 6 – Hardhet i 3 ulike posisjoner (ref. fig. 3) målt ved 60% nedtrykk i 4 grupper torskefilet. Målingene ble foretatt etter 4 dagers kjølelagring. Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom målepunkt, $P < 0,05$. Middelerdi \pm SEM ($n=10$).

4 Diskusjon

Fiskens sammensetning påvirkes av både ytre faktorer og faktorer som er arvelig betinget. De ytre faktorene kan deles i to grupper – den ene er knyttet til næringstilgang (villfisk) eller fôr; fôrsammensetning og hyppighet av fôringen, mens den andre er knyttet til miljøbetingelser slik som sjøtemperatur, saltinnhold, strømforhold etc (Shearer, 1994).

Sultetid hadde signifikant påvirkning på K-faktor og leverindeks på torsken i våre forsøk. Leverindeks sier noe om hvor mye fisken har spist, og en leverindeks på 16% i forhold til sløydvekt er observert i oppdrettstorsk (Solberg et al, 2006), mens gjennomsnittsverdier for villtorsk er oppgitt å være på 2-3 % (Arntzen og Isaksen, 1999). Leverindeksen (basert på rundvekt) i sultet torsk i vårt forsøk lå rundt 2,5 %, mens verdien for fôret torsk var på 6,2 og 9,4 % avhengig av om fisken var sultet før fôringsperioden. Tilsvarende verdier er tidligere oppgitt for fôret oppdrettstorsk (9 %), mens oppdrettstorsk som hadde vært sultet i 107 dager (tilsvarende ca 15 uker) hadde en leverindeks (basert på rundvekt) på 7 % (Esaiassen et al, 2006). Love (1988) oppga imidlertid en tilsvarende verdi som vi fant i våre forsøk på torsk som var sultet i 11 uker (leverindeks på 2,5 %). K-faktoren for fôret torsk lå mellom 1,1 og 1,2, mens tilsvarende verdi for sultet torsk var 0,9. Esaiassen et al. (2006) fant også at K-faktoren i sultet torsk var lavere enn i fôret torsk.

Sultet torsk hadde høyere muskel-pH enn fôret torsk, noe som er i samsvar med resultatene fra Esaiassen et al. (2006) og Rustad et al. (1991). Tidligere forsøk har vist at velfødd torsk får et større pH-fall i muskel etter død på grunn av større glykogenlagre, sammenlignet med sultet torsk (Love, 1988).

I to sulteforsøk med vill loddetorsk fant Akse og Midling (1997) økning i vanninnholdet i muskelen etter sulting i ca 4 uker i det ene forsøket og etter ca 8 uker sulting i det andre forsøket. I vårt forsøk med sulting i hhv. 12 og 16 uker, var vanninnholdet høyest i disse filetene sammenlignet med fileter fra fisk som hadde vært fôret helt frem til slakting. Esaiassen et al. (2006) fant også en økning på ca 1 % i vanninnhold i fileter fra torsk som hadde vært sultet i ca 15 uker før slakting sammenlignet med fôret torsk, analysert etter lagring på is i 5 dager.

Vannbindingsevnen i sultet torsk var 5 % høyere enn i torsk som var sultet i 12 uker for deretter å bli fôret i 4 uker. Rustad et al. (1991) fant at vannbindingsevnen til fôret torsk jevnt over var 1-5 % lavere enn for vill torsk.

Torsk som var fôret i 12 uker frem til slakting hadde 2-3 % lavere drypptap enn sultet torsk. En mulig forklaring på dette kan være at denne torsken hadde også lavest vanninnhold. En kan tenke seg at jo mer vann som fantes i filetprøven, jo mer fritt vann fantes det, og desto større andel av dette frie vannet kunne lett presses ut under analysen.

QIM på hel fisk ble vurdert i forhold til utseende, øyne og gjeller. Torsk som var fôret frem til slakting hadde signifikant høyere QIM score enn de andre gruppene. QIM på filet vurdert i forhold til konsistens, lukt og farge viser at torsk som var sultet i 12 uker for deretter å bli fôret hadde høyeste QIM score på filet ($p < 0.000$). Spesielt var det forskjeller mht. konsistens, hvor torsk fra Gruppe 4 ble oppfattet som mer bløt enn torsk fra de andre gruppene. Resultatene fra gapingtesten underbygger dette. Velfôdd torsk har mer filetspalting enn sultet torsk (Love, 1988), noe som samsvarer med våre resultater (tabell 3). I tillegg er det vist en sterk sammenheng mellom muskel-pH og filetspalting hos torskefisk, hvor lav pH gir mer filetspalting (Førde-Skjærvold et al., 2006), noe som samsvarer med våre resultater.

Når det gjelder fargen på filetene var torskefileter fra gruppe 2 (sultet i 12 uker) lysere og mindre rød enn fileter fra de andre gruppene. I tillegg var fileter fra gruppe 2 mindre gul enn fileter fra torsk som var fôret frem til slakting. Esaiassen et al. (2006) fant signifikante forskjeller i hvithet og gul farge mellom sultet og fôret oppdrettstorsk, vurdert sensorisk. Sultet torsk var jevnt over mindre hvit og mer gul enn fôret fisk. Torsk fra gruppe 1 og 2 var gulere i skinnet og hadde en høyere fargeintensitet (chroma) enn gruppe 3 og 4.

Teksturen på filetene bestemmes av mange faktorer slik som mengde bindevev, størrelse på muskelfibre, posisjon på fileten, vanninnhold, fettinnhold og pH. Velernært torsk har som nevnt lav muskel pH etter død, noe som ofte fører til dårlig evne til å holde på vann i muskelen. Dette fører til fastere tekstur, mens sultet torsk har høyere slutt-pH og dermed større evne til å holde på vannet i muskelen noe som gir bløtere tekstur (Love, 1988). Dette var imidlertid ikke tilfelle i vårt forsøk, hvor torsk som var sultet hadde en hardere tekstur enn torsk som var fôret. Dette er i samsvar med resultater funnet av Bjørnevik og Eliassen (2007). Undersøkelser utført av Lavety og Love (1972) viser at mengde og styrke på bindevevet i muskulaturen øker når torsk sultes, noe som kan forklare våre resultater.

5 Konklusjon

Kvaliteten på villfanget torsk føret med lodde eller sultet frem til slakting var signifikant forskjellig på nesten alle de målte parameterne.

- Torsk som var føret frem til slakting (gruppe 1 og 4) hadde høyere K-faktor, høyere leverindeks, lavere muskel-pH og bløtere filet enn sultet torsk (gruppe 2 og 3).
- Torskefileter fra gruppe 2 (sultet i 12 uker) var lysere og mindre rød enn fileter fra de andre gruppene.
- I tillegg var det ulike forskjeller mellom gruppene mht. vannbindingsevne, vanninnhold, drypptap, filetpalting, QIM og farge.

Ut i fra de målingene som er gjort her tåler torsken en sultetid på 12 uker uten at det får negative konsekvenser for kvaliteten. Spesielt hadde torsk som var sultet en fastere tekstur, mindre filetpalting og lysere filetfarge enn føret torsk, noe som er meget viktige kvalitetsparametere for fisk.

6 Referanser

Akse, L, Midling, K, 1997. Live capture and starvation of capelin 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.

Andersen, U.B., A.N. Strømsnes, K. Steinsholt & M.S. Thomassen, 1994. Fillet gaping in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). Norwegian J. Agric. Sci. 8:165-179.

Arntzen, B., Isaksen, H.I., Torskens biologiske variasjon i høst/vinter halvåret. Kandidatoppgave i fiskeriteknologi, 22132, Høgskolen i Bodø.

Bjørnevik, M., Eliassen, R.S, 2007. Delrapport: Dokumentasjon av tilvekst og kvalitet hos oppfôret villtorsk, Høgskolen I Bodø, rapport.

Bonilla, A.C, Sveinsdottir, K., Martinsdottir, E. 2007. Development of Quality Index Method (QIM) for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. Food Control 18: 352-358.

Eide, O., Børresen, T., & Strøm, T., 1982. Minced fish production from capelin (*Mallotus villosus*). A new method for gutting, skinning and removal of fat from small fatty fish species. J. Food Sci, 47(2):347-349, 354.

Erikson U. & Misimi E. (2008) Atlantic salmon skin and fillet color changes effected by perimortem handling stress, rigor mortis, and ice storage. Journal of Food Science 73: C50-C59.

Esaiassen, M., Akse, L., Joensen, S., Midling, K., Tobiassen, T., Wilhelmsen, K., Aas, K., 2006. Sulting av oppdrettstorsk. Fiskeriforskning rapport 26/2006.

Førde-Skjærvold, O., Skjærvik, O., Mørkøre, T., Thomassen, M.S., 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: 409-420.

Lavety, J., 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.

Martinsdóttir, E., Sveinsdóttir, K., Luten, J.B., Schelvis-Smit, R., Hyldig, G. 2001. Reference manual for the fish sector: sensory evaluation of fish freshness. QIM Eurofish. P.O. Box. 68, 1970 AB IJumiden, The Netherlands.

Mørkøre T., Hansen A.Å., Unander E. & Einen O. 2002. Composition, liquid leakage, and mechanical properties of farmed rainbow trout: Variation between fillet sections and the impact of ice and frozen storage. *Journal of Food Science* 67:1933–1938.

Rustad, T., Padget, E., Mohr, V., 1991. Muskelkvalitet hos oppdrettstorsk. Rapport fra Norges tekniske høgskole, 97s.

Shearer, K.D. 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on the salmonids. *Aquaculture* 119, 63-88.

Solberg C., Willumsen, L., Amble, S., Johanessen, T og Sveier, H., 2006. The effects of feeding frequencies on seasonal changes in growth rate and chemical composition of farmed cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture Nutrition* 12: 157-163.

Trondheim

Adresse: 7465 Trondheim

Telefon: 73 59 30 00

Fax: 73 59 33 50

Oslo

Adresse: P.O. Boks 124, Blindern, 0314 Oslo

Telefon: 22 06 73 00

Fax: 73 06 73 50