

# **Metodikk og råstoffdata for torskeforsøk**

## **Prøveopparbeiding til forsøk i OPTIMAL II**

Marthe Jordbrekk Blikra





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

Nofima har om lag 350 ansatte.

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

**Hovedkontor Tromsø:**

Muninbakken 9–13  
Postboks 6122 Langnes  
NO-9291 Tromsø

**Ås:**

Osloveien 1  
Postboks 210  
NO-1433 ÅS

**Stavanger:**

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

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
Postboks 1425 Oasen  
NO-5844 Bergen

**Sunnalsøra:**

Sjølsengvegen 22  
NO-6600 Sunndalsøra

**Alta:**

Kunnskapsparken, Markedsgata 3  
NO-9510 Alta

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 02140  
E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)  
Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835 MVA**

# Rapport

<i>Tittel:</i> <b>Metodikk og råstoffdata for torskeforsøk - Prøveopparbeiding til forsøk i OPTIMAL II</b>	ISBN: 978-82-8296-539-2 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Method and raw material data for experiments with cod	<i>Rapportnr.:</i> 5/2018
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Marthe Jordbrekk Blikra	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
<i>Avdeling:</i> Prosessteknologi	<i>Dato:</i> 21. februar 2018
<i>Oppdragsgiver:</i> Stiftelsen Norconserv	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 16
<i>Stikkord:</i> Prøveopparbeiding, torsk	<i>Oppdragsgivers ref.:</i>  
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Denne rapporten beskriver metodikk og råstoffdata for karakterisering og opparbeiding av prøvemateriale til analyse av kvalitet ved varmebehandling av torsk. Torsk fra Havbruksstasjonen i Tromsø ble benyttet. Filetene ble individmerket og data samlet fra anlegg og etter <i>rigor mortis</i> . Øvrige analyser for å undersøke kondisjon og stress ved slakt ble utført på anlegg på et utvalg av fisken direkte etter slakting. Prøvene ble videre behandlet etter <i>rigor mortis</i> , og både naturlige torskeloins og torskeloins langtidssalta ved ulike lave saltkonsentrasjoner ble opparbeidet. Loins ble fryst inn før videre opparbeiding til mindre prøver, som var spesifikke til analysen prøvene skulle benyttes til. Prøvene skal benyttes av tre bachelorstudenter, en masterstudent og en PhD-student i arbeid med kvalitetsendringer under prosessering av torsk, i prosjektet OPTIMAL II.	
<i>English summary/recommendation:</i> This report describes methodology and raw material data for characterization and preparation of sample material for analysis of cod. Cod from the Aquaculture Station in Tromsø was used. The fillets were individually labeled and raw material data collected after slaughter and after <i>rigor mortis</i> . Analyses to investigate condition and stress at slaughter were also carried out. The cod filets were further processed after <i>rigor mortis</i> , and both unsalted cod loins and cod loins salted at various low salt concentrations were prepared. Loins were frozen before further preparation into smaller samples, which were specific to the analyses the samples were to be used for. The samples will be used by three bachelor students, a master student and a PhD student working on quality changes during heat treatment of cod as part of the OPTIMAL II project.	

# Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn om fisken .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Metoder.....</b>	<b>2</b>
2.1	Slakt, filetering, og analyse av fileter på anlegg (dag 0).....	2
2.2	Analyser av et representativt utvalg fisk på anlegg (dag 0) .....	4
2.3	Analyse og karakterisering av fileter i Stavanger (dag 4) .....	4
2.4	Opparbeiding av usaltet og saltet loins.....	5
2.4.1	Opparbeiding av usaltet loins fra filet (dag 5).....	5
2.4.2	Opparbeiding av salta loins fra filet (dag 5 og 7).....	6
2.5	Opparbeiding av analyseprøver fra loins.....	6
2.5.1	Opparbeiding av prøver til teksturanalyser, vannbindingsevne og kjemisk analyse .....	7
2.5.2	Opparbeiding av prøver til DSC og frysemikrotom .....	7
2.6	Mikrobiologisk undersøkelse av overordnet kvalitet.....	10
2.7	Programvarer og statistikk .....	10
<b>3</b>	<b>Resultater og diskusjon .....</b>	<b>11</b>
3.1	Laktat, muskel pH, K-faktor, HSI.....	11
3.2	Vekttap under rigor og frakt.....	12
3.3	Temperatur under transport og <i>rigor mortis</i> .....	12
3.4	Karakterisering av filetene .....	13
3.5	Vektendring under salting .....	14
3.6	Mikrobiologisk undersøkelse av overordnet kvalitet.....	14
<b>4</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>16</b>

## 1 Bakgrunn om fisken

Oppdrettstorsken som ble brukt ble levert av Havbruksstasjonen i Tromsø AS. Stammen var fra Nasjonal avlsstasjon torsk. Torsken tilhørte 2015-generasjonen, og snittvekten i merden lå på 3747,6 gram. Tettheten i merden var rett under 25 kg/m<sup>3</sup>, og fisken ble sultet i 9 dager før slakt. Lokaliteten betegnes som en relativt strømsterk lokalitet, og den aktuelle merda hadde høy eksponeringsgrad. Fisker mellom 2–4 kg ble slaktet i forbindelse med prosjektet. Figur 1 viser merden torsken ble tatt fra samt fisken rett før slakting den 14. desember 2017.

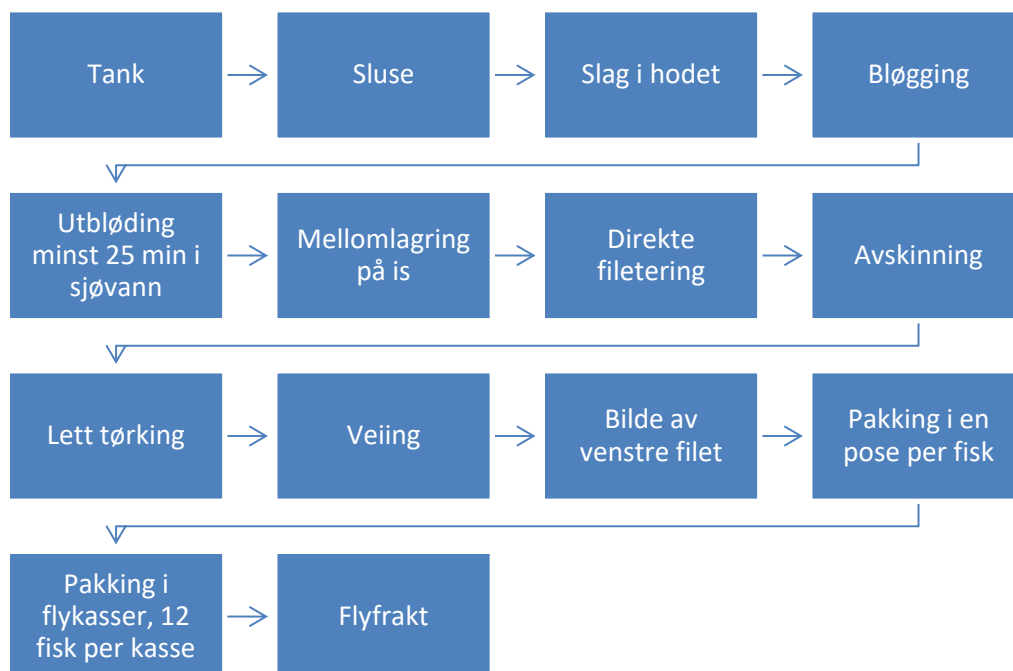


Figur 1 Merd og torsken i merd rett før slakting.

## 2 Metoder

### 2.1 Slakt, filetering, og analyse av fileter på anlegg (dag 0)

Den 14. desember 2017 ble oppdrettstorsk (139 fisk) tatt opp av merd med nett, lagt over i kasse, og hatt over i tank med sjøvann. Halvparten av fisken (n = 72) ble tatt opp i uttak 1, cirka kl. 11. Den resterende delen av fisken (n = 67) ble tatt opp i uttak 2 cirka kl. 14. Temperaturen i sjøvann og tank var mellom 5,7–6 °C. Derfra ble fisken sluset ut en og en, slått i hodet med hjelp av maskin, og hovedpulsåren snittet av. Fisken ble blødd ut i sjøvann i minst 25 minutter før den ble ført videre inn til fileteringsrommet. Her ble fisken lagt på is frem til bearbeiding. En og en fisk ble filetert direkte, deretter ble skinnen fjernet. Venstre side ble filetert først ettersom den skulle brukes til fotografering. Etter det ble fisken tørket lett med tørkepapir før veiking. Fisken ble så lagt på en kontrastflate sammen med fiskenummer og en fyrstikkeske<sup>1</sup> og fotografert. Etter fotografering ble filetene fra samme fisk pakket i pose merket med nummer på fisken. Fisken ble lagt i flykasser med is og absorbent i bunnen, maksimalt 12 fisk per kasse. I fire av kassene ble det lagt temperatursensorer på strategisk utsatte steder. Kassene ble kjørt fra Havbruksstasjonen til flyplassen i Tromsø samme kveld og flydd videre til Oslo, hvor de ble oppbevart på kjølerom oven natten. Neste morgen ble fisken fraktet videre til Stavanger hvor den ble hentet på flyplassen kl. 10 og kjørt direkte til Nofima. Et par av kassene ble åpnet for å bekrefte at det var nok is i dem, og at det ikke hadde samlet seg mye vann i bunnen. Deretter ble kassene oppbevart på kjølerom ved 0 °C i 3 døgn for at fisken skulle gjennom *rigor mortis* (dødsstivhet).



Figur 2 Flytdiagram over prosess fra fisk til filet.

<sup>1</sup> Metoden til Lars Helge Stien (Stien, Suontama, & Kiessling, 2006) skal benyttes for å innhente data om krymping i løpet av *rigor mortis*. Fyrstikkesken er for å ha en gjenstand med lengde som ikke varierer, slik at lengde på fisken kan regnes ut på bakgrunn av denne.



Figur 3 Filetering, fjerning av skinn og tørking av filet før veiing.



Figur 4 Oppsett for veiing, fotografering, og pakking.

## 2.2 Analyser av et representativt utvalg fisk på anlegg (dag 0)

Et representativt utvalg på 10 fisk ble analysert for å kartlegge fiskens kondisjon og stress ved slakting. Rund vekt, sløyd vekt, vekt på lever, og lengde med hode ble notert for å kunne finne hepatosomatisk index (HSI, Formel 1) og kondisjonsfaktor (K-faktor; Formel 2 og 3). pH i muskel og laktat i blodet ble analysert for å undersøke om fisken hadde vært stresset under slaktingen. Fisk (hel og sløyd) ble skylldt i ferskvann og deretter holdt opp i 10 sekunder for å dryppe av før den ble lagt på vekten. Lever ble tørket forsiktig med tørkepapir før veiing.

$$HSI = 100 * \frac{\text{lever vekt}}{\text{rund vekt}} \quad \text{Formel 1}$$

$$K\text{-faktor (rund)} = 100 * \frac{\text{rund vekt}}{\text{lengde}^3} \quad \text{Formel 2}$$

$$K\text{-faktor (sløyd)} = 100 * \frac{\text{sløyd vekt}}{\text{lengde}^3} \quad \text{Formel 3}$$



Figur 5 Oppsett for analyser av et representativt utvalg på anlegg. A.) pH; B.) Lengde; C.) Vekt, D.) Sløyekar, bildet viser rensing av lever.

## 2.3 Analyse og karakterisering av fileter i Stavanger (dag 4)

Alle filetene ble tatt ut av posene, tørket lett med tørkepapir, veid, og fotografert på samme måte som beskrevet i kapittel 3.1 (Figur 6). Samtidig ble det observert for gaping og blod i filetene.





Figur 6 Analyser på filet etter transport og rigor mortis. Til venstre: Oppsett for tørking og veiing av filet til høyre: Oppsett for fotografering av filet.

## 2.4 Opparbeiding av usaltet og saltet loins

Filetene ble tørket lett med tørkepapir. Deretter ble den nederste delen av halen og den øverste delen mot hodet kuttet av, slik at dimensjonen skulle bli mer rektangulær. Buklist ble også skåret bort. Den resterende delen ble så kuttet i 1–4 biter avhengig av størrelse, der hver bit var på cirka 100–150 g. Disse bitene blir herfra omtalt som «loins».

### 2.4.1 Opparbeiding av usaltet loins fra filet (dag 5)



Figur 7 Oppsett for innfrysing av loins i innfrysingsmaskin. Bilde er tatt etter innfrysing.

Loinene ble lagt i individmerkede poser i kasser med is til oppbevaring før innfrysing. Prøvene ble fryst inn i innfrysingsmaskin med flytende nitrogen samme kveld ved  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ved innfrysing lå bitene oppå

posene som var merket med nummer (Figur 7). Etter at prøvene var gjennomfrosset ble de vakuumpakket med 92,2 % vakuumpakket og overført til en -80 °C fryser for oppbevaring.

#### 2.4.2 Opparbeiding av salta loins fra filet (dag 5 og 7)

Torskebitene ble langtidssaltet i lake med 3 ulike konsentrasjoner – 0, 1,5 og 4,5 % salt (Figur 8). For hver konsentrasjon ble 10 biter fra ulike fisk veid før og etter salting for å undersøke opptak av lake. Bitene ble tørket lett før veiing. Saltingen foregikk i individuelle poser med 2 L lake, over  $48 \pm 4$  timer ved 0 °C. Bitene ble deretter tørket lett og fryst inn på samme måte som den usaltede fisken. Ved innfrysning lå bitene oppå posene som var merket med tag som lå inni posen.



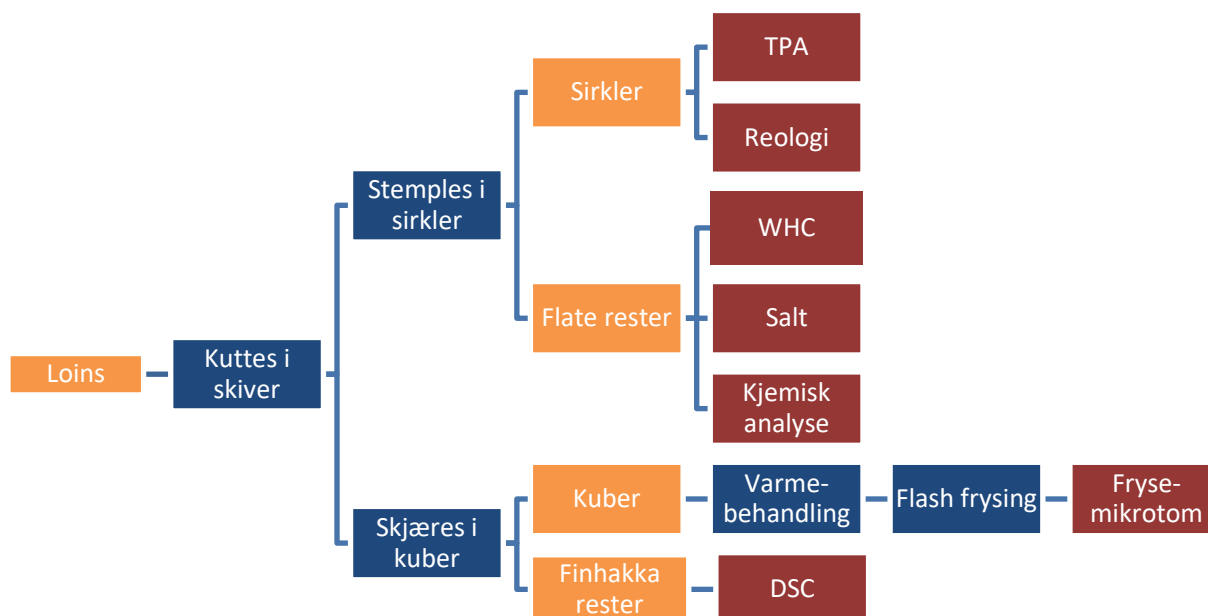
Figur 8 Poser med 2 L saltlake og loin under pakking i individuelle poser.

#### 2.5 Opparbeiding av analyseprøver fra loins

Ulike typer prøver ble opparbeidet til ulike analyser. Analysene fisken skulle brukes på, samt hvordan prøvene er opparbeidet, er oppsummert i Figur 9. Målet med opparbeidingen var å sikre nok og variert råmateriale til hver analyse, og å gjøre det mulig å følge hver torskeloin fra slakt og frem til ferdig analyse. Det var viktig å bevare kvalitet og å unngå unødvendige fryse-tine sykluser ved opparbeiding. Det var imidlertid behov for å temperere fisken til høyere frysetemperatur for å gjøre det mulig å håndtere den. For å effektivisere råstoffbruket, ble rester fra tillaging av sirkler til TPA og reologi benyttet til analyse av vannbindingsevne og kjemisk innhold.

---

<sup>2</sup> Optimal vakuumeringsgrad ble undersøkt på forhånd for å unngå tining av prøver.



Figur 9 Flow chart over tillaging av prøver og hvilke analyser de skal brukes til. Orange: prøvetype; Blå: operasjon; Rød: analyse.

### 2.5.1 Opparbeiding av prøver til teksturanalyser, vannbindingsevne og kjemisk analyse

Loins (16 stk per parameter<sup>3</sup>) fra ulike fisker ble tatt opp fra -80 °C fryseren 18 timer eller mindre før videre bearbeiding, og lagt i -18 °C fryser til temperering. 15–30 minutter før bearbeiding ble prøvene lagt inn på kjølerom med 0 °C, hvor de ble videre bearbeidet til mindre prøvebiter. Alt utstyr som ble brukt i bearbeidingen ble satt inn på kjølerommet i god tid i forkant for temperering. Bitene ble bearbeidet slik: Loins med overflatetemperaturer mellom -15 og -5 °C<sup>4</sup> ble skjært i skiver på 3–4 mm med kjøttskjærer (Figur 10). Det ble stemplet ut sirkler på 30 mm diameter (Figur 11). Sirklene ble pakket i små vakuumposer (cirka 4 x 6 cm), og resten av råstoffet ble fordelt i poser til analyse av vannbinding, salt, fett, og protein. Alle posene ble merket med nummer på loin, og vakuumpakket ved 92,2 % vakuum. Prøvene ble så oppbevart ved -30 °C i opptil 4 timer før telling av endelig antall prøver, og deretter overført til -80 °C fryser.

### 2.5.2 Opparbeiding av prøver til DSC og frysemikrotom

Til analyse av proteindenaturering (Differential Scanning Calorimetry, DSC) og mikrostruktur (frysemikrotom sammen med mikroskopi) ble 3 loins av hver undersøkte parameter (usalted, 0, 1,5 og 4,5 % salt) benyttet til alle aktuelle varmebehandlinger, med en total av 12 loins (Figur 12). På denne måten vil variasjoner mellom individene bli overført til alle varmebehandlingene, og denne feilkilden bli minimert. Ved gode resultater for alle paralleller vil det også være mulig å si noe om sammenhengen mellom proteindenaturering og mikrostruktur på individnivå.

<sup>3</sup> Parametere: usaltede, samt saltet ved konsentrasjonene: 0, 1,5, og 4,5 %.

<sup>4</sup> Ved temperaturer mellom -10 og -5 °C var det enklere å skjære i fisken, det var minst mulig utskilling av protein, og lite hakk i skivene.



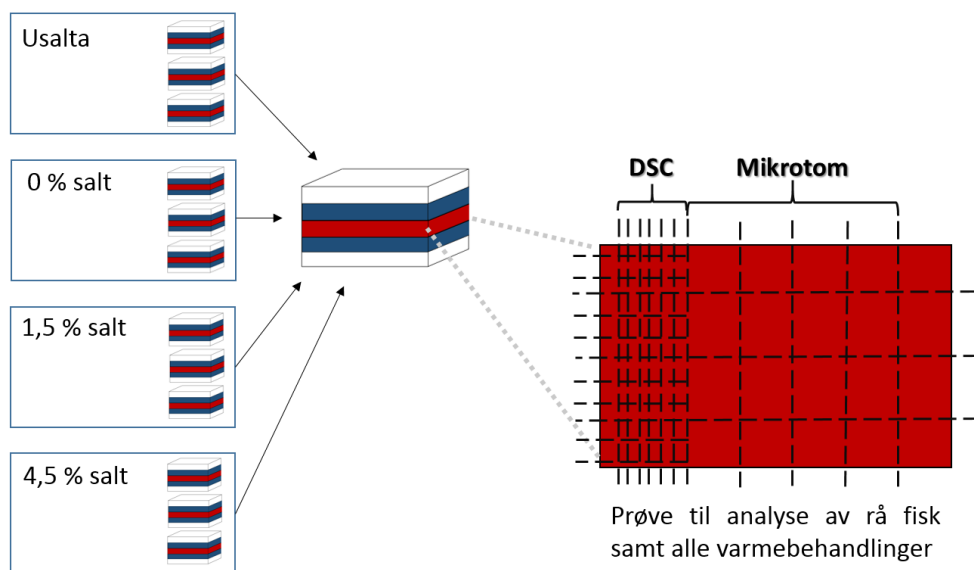
Figur 10 Skjæring av torskeskiver med kjøttskjærer.



Figur 11 Tillaging av prøver til TPA og reologi (sirkler) og WHC, salt, og kjemisk analyse (rester).

#### **Oppkutting av prøver til DSC og frysemikrotom**

Skiver på 0,5 cm ble skjært fra loins med kjøttskjærer, som vist i Figur 10. Topp- og bunnskive samt brunmuskel og eventuelle rester av blod utgikk fra prøveopparbeiding. Til mikrotomanalyse ble det opparbeidet rektangulære prøvebiter på cirka 1 x 1 cm, som ble pakket i tynne plastposer på 6 x 4 cm. Til DSC ble rester av skivene finhakket og porsjonert i små vakuumposer. Det ble tatt reserveprøver til både mikrotom og DSC av alle loinene. Alle posene ble vakuumpakket med 92,2 % vakuumpakket med 92,2 % vakuumpakket og mellomlagret i -30 °C fryser før endelig oppbevaring ved -80 °C inntil analyse.



Figur 12 Prøveopparbeiding av kuber til frysemikrotom og finhakka rester til DSC.

### Varmebehandling av prøver til frysemikrotom

En del av prøvene som skulle til analyse av mikrostruktur ble varmebehandlet før oppbevaring ved  $-80$  °C. Denne porsjonen av prøvene ble tint i isvann i 10 minutter, hvor de vakuumpakkede posene ble festet til en gitterstruktur med klesklyper (Figur 13). Gitterstrukturen med prøvene ble deretter overført til et vannbad for varmebehandling i 10 minutter, før overføring tilbake til isbadet for nedkjøling. Posene med klesklyper ble tatt av gitteret, og en lang tråd festet til hver klype ble brukt til å fire prøvene ned i en beholder med flytende nitrogen for hurtig innfrysing (Figur 14). Prøvene ble deretter overført til  $-80$  °C fryser inntil analyse.



Figur 13 Oppsett for varmebehandling av vakuumpakka prøver til analyse med frysemikrotom. Øvre firkant: Prøver tas av og festes på i isvann.



Figur 14 Oppsett for hurtig infrysing med flytende nitrogen.

## 2.6 Mikrobiologisk undersøkelse av overordnet kvalitet

Saltet (0, 1,5 og 4,5 %) og usaltet ferdig tillagede loins ble benyttet til mikrobiologisk undersøkelse. Av praktiske grunner ble prøvene først fryst inn og oppbevart ved -80 °C. Salta og usalta prøver ble analysert samtidig, henholdsvis 13 og 15 dager etter infrysing. Kimtall og sulfittreducerende sorte kolonier på jernagar ble undersøkt, som beskrevet i NMKL nr. 184 (Anonymous, 2006).

## 2.7 Programvarer og statistikk

En-veis ANOVA analyse i Minitab® 18 ble benyttet i utregning av signifikante forskjeller og P-verdier. Microsoft Excel 2013 ble benyttet til alle andre utregninger.

### 3 Resultater og diskusjon

#### 3.1 Laktat, muskel pH, K-faktor, HSI

Tabell 1 Undersøkelse av representativt utvalg i de to uttakene. Verdier oppgis som gjennomsnitt ( $\bar{x}$ )  $\pm$  standardavvik (SD).

	Uttak 1 (n = 5)		Uttak 2 (n = 5)		Totalt (n = 10) $\bar{x} \pm$ SD	Uteligger (n = 1)
	$\bar{x} \pm$ SD	Laveste – høyeste	$\bar{x} \pm$ SD	Laveste – høyeste		
Hel vekt (g)	3717 $\pm$ 373	3260 - 4280	3174 $\pm$ 376	2736 - 3780	3446 $\pm$ 459	
K-faktor (rund)	1,35 $\pm$ 0,11	1,22 - 1,51	1,36 $\pm$ 0,08	1,24 - 1,47	1,35 $\pm$ 0,09	
K-faktor (sløyd)	1,02 $\pm$ 0,06	0,95 - 1,10	1,04 $\pm$ 0,06	0,98 - 1,12	1,03 $\pm$ 0,06	
HSI	14,2 $\pm$ 1,22	11,9 - 15,2	15,2 $\pm$ 1,09	13,3 - 16,6	14,7 $\pm$ 1,26	
pH muskel	7,40 $\pm$ 0,13	7,25 - 7,57	7,28 $\pm$ 0,12	7,09 - 7,43	7,34 $\pm$ 0,14	6,84
Laktat i blod (mmol/L)	2,08 $\pm$ 0,48	1,40 - 2,70	2,86 $\pm$ 0,64	2,10 - 4,00	2,47 $\pm$ 0,69	7,30

Hepatosomatisk indeks (HSI) og K-faktor med rund og sløyd vekt ble regnet ut etter henholdsvis Formel 1, 2, og 3, og er gitt i tabellen over. HSI på  $14,7 \pm 1,26$  er høyt i forhold til verdier rapportert for oppdrettstorsk slaktet mellom 2006–2010, som ligger mellom 8–13,7 (Bjørnevik *et al.*, 2017; Hultmann *et al.*, 2016; Kristoffersen *et al.*, 2006; Kristoffersen *et al.*, 2007). Høy HSI i torsk er korrelert med høyt innhold av fett i fôret, og ettersom fôret som ble gitt er tilpasset torsk, er det uventet med så høye tall. Det er også tenkelig at faktorer som genetik, kjønnsmodning, svømmevolum (kg fisk/m<sup>3</sup>) samt svømmeeksponering (havstrømning) i merd spiller inn her. K-faktoren beregnet med rund vekt er sammenlignbar med verdier fra litteraturen, hvor verdier mellom 1,2–1,4 oppgis for oppdrettstorsk (Hultmann *et al.*, 2016; Kristoffersen *et al.*, 2006; Kristoffersen *et al.*, 2007).

Muskel pH og laktat i blod ble undersøkt for å måle mengde stress fisken erfarte ved slakteprosessen. Verdien ligger på  $7,34 \pm 0,14$ , som er sammenlignbart med verdier rapportert for ustresset oppdrettstorsk (Digre *et al.*, 2010; Hultmann *et al.*, 2016; Jørpeland *et al.*, 2015; Kristoffersen *et al.*, 2006). Når torsken opplever stress er det dokumentert at den ofte får en lavere pH, på rundt 7,0 (Digre *et al.*, 2010; Jørpeland *et al.*, 2015; Kristoffersen *et al.*, 2006). Den høye pH-verdien som ble funnet her er derfor en indikator på et lavt stressnivå. Mengde laktat i blodet var lavt, også ved sammenligning med verdier for ustresset oppdrettstorsk fra litteraturen (Hultmann *et al.*, 2016). Mengde laktat i blodet økte noe utover dagen fra uttak 1 til uttak 2, og med tiden fisken ligger i slusen før den ble slått i hodet. Fisken som ble brukt til opparbeiding av fileter lå kortere tid i slusen enn fisken som ble undersøkt for laktat, muskel pH K-faktor og HSI.

En fisk peker seg ut som uteligger med høye verdier for pH i muskel og laktat. De to slagene mot hodet må enten ha bommet eller ikke vært kraftige nok siden denne fisken til forskjell fra de andre sprellet kraftig. Verdiene som ble målt reflekterer økt stress under slaktingen.

### 3.2 Vekttap under rigor og frakt<sup>5</sup>

Vektendring i fileter ble undersøkt for å se på hvor mye væske som gikk ut av filetene under transport og *rigor mortis*. Vektendringen lå på  $4,15 \pm 1,54$  % for alle filetene. Det var ingen signifikante forskjeller mellom høyre og venstre filet, til tross for at venstre filet konsekvent ble filetert ut først og dermed hadde mindre påkjenning under filetering. Derimot var det signifikante forskjeller mellom første og andre uttak ( $P = 0,000$ ), med mer vekttap (%) fra fiskene som ble slaktet i uttak 1 enn fiskene slaktet i uttak 2, som er veldig tydelig ved sammenligning av 95 % konfidensintervall for vekttap for uttakene. Filetering og tørking av filetene før veiing ble utført av ulike personer i uttak 1 og uttak 2. Til tross for konsekvent metode kan personvariasjoner allikevel ha vært utslagsgivende, spesielt på tørking hvor små forskjeller i trykk på fileten under tørking kan være utslagsgivende. All tørking og veiing etter *rigor mortis* ble utført av samme person og i tilfeldig rekkefølge på kassene.

Tabell 2 Vekt etter slakt og vekttap (som % av vekt etter slakt) i fileter etter transport og *rigor mortis* (gjennomsnitt ( $\bar{x}$ )  $\pm$  standardavvik (SD)). 95 % konfidensintervall (KI) oppgis også for vekttap for sammenligning av uttakene.

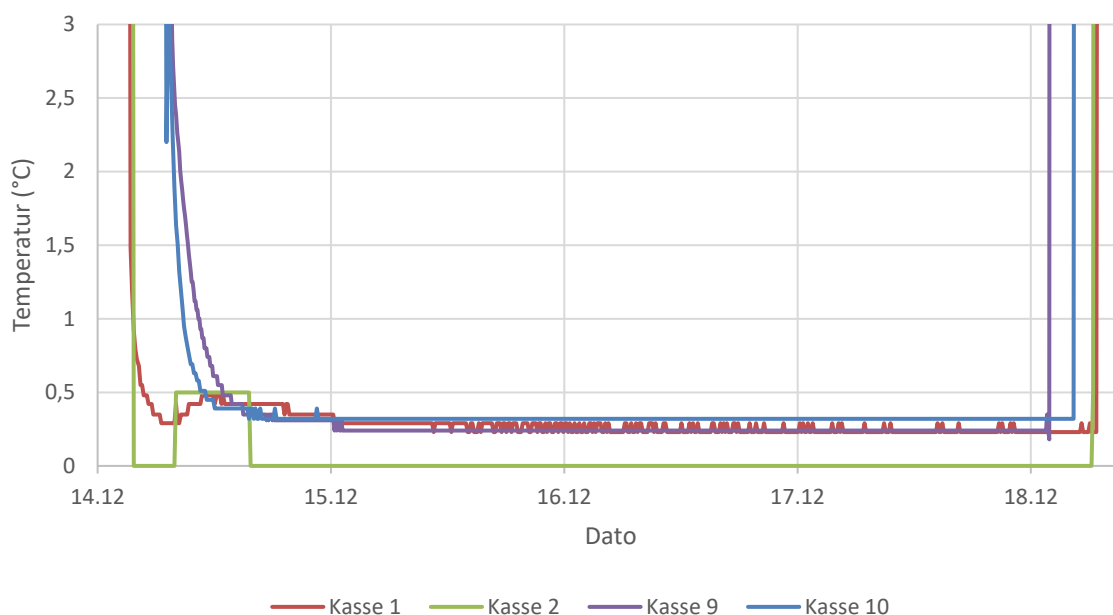
	Filet	Antall fisk (n)	Vekttap eller vekt	Laveste – høyeste	95 % KI
Vekttap (%)	Uttak 1	72	$4,57 \pm 1,10$	2,74–7,90	4,41; 4,74
	Uttak 2	67	$3,57 \pm 0,85$	2,12–6,08	3,40; 3,73
	$\bar{x}$	139	$4,15 \pm 1,54$	2,12–22,01	
Vekt etter slakt (g)	$\bar{x}$	139	$372 \pm 76$	184–632	

### 3.3 Temperatur under transport og *rigor mortis*

Temperaturen under transport og lagring ved *rigor mortis* ble fulgt med temperatursensorer som ble lagt i fire av flykassene. Sensoren i Kasse 2 viser stø temperatur ved 0 °C (Figur 15), som tyder på at sensoren kan ha ligget i bunnen av kassen ved smelting av is. De andre sensorene lå perifert i kassen mellom fiskene, og holder seg stødig ved 0,5 °C fra tillaging (Dag 0) til kassene ble tømt (Dag 4).

<sup>5</sup> Data for krymping under *rigor mortis* publiseres på et senere tidspunkt.





Figur 15 Temperatur i flykassene under transport og rigor mortis.

### 3.4 Karakterisering av filetene

Tabell 3 Karakterisering av fileter med hensyn på gaping og blod. Verdier gitt som antall fileter.

		Høyre filet	Venstre filet
Gaping	Mye	61	27
	Litt	13	12
	Ingen	65	99
Blod	Mye	18	11
	Litt	11	15
	Ingen	109	112
<b>Av totalt antall</b>		<b>139</b>	<b>138</b>

Mye gaping ble funnet på en stor andel av filetene. Det var store variasjoner mellom høyre og venstre side med tanke på gaping, med 61 av 139 høyrefileter og 27 av 138 venstrefileter karakterisert som «mye gaping». Dette er trolig en direkte følge av at venstre filet konsekvent ble filetert først, noe som gir mindre håndtering av denne siden. For venstre side av fisken hadde små fileter (< 300 g) signifikant flere tilfeller av «mye gaping» ( $P = 0,000$ ), og store fileter (> 400 g) signifikant flere tilfeller av «ingen gaping». Det samme ble funnet ved sammenligning av vekt (g) og andel gaping ( $P = 0,000$ ). Tilsvarende korrelasjoner ble ikke funnet for høyrefileter. Fisk som hadde mye gaping på høyre filet hadde likevel også mye gaping på venstre filet ( $P = 0,000$ ).

I torsk som beiter på lodde, som kan inneholde betydelige andeler fett, er det et kjent fenomen i villfangsttiden at fisken får høy levervekt, mye gaping, og tåler mindre håndtering. Ettersom høy HSI er funnet på fisken også her, er det trolig at den store mengden gaping kan være forårsaket av et høyt fettinnhold i fôret. På de store forskjellene mellom høyre og venstre filet er det også tydelig at fisken tålte lite håndtering.

Når det gjelder blod er dataene mer like for høyre og venstre filet. Det ble ikke funnet noen korrelasjon mellom vekt og blod, men det var en sterk korrelasjon mellom mye blod på venstre og mye blod på høyre filet ( $P = 0,016$ ).

### 3.5 Vektendring under salting

Individssalting av loins i 2 L lake over  $48 \pm 4$  timer førte til en betydelig vektøkning. Opptaket økte med økende saltkonsentrasjon fra  $8,18 \pm 2,55$  % vektøkning for 0 % salt til  $23,8 \pm 4,88$  % økning for 4,5 % salt.

Tabell 4 Vektendring (gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik (SD)) før og etter salting av loins.

	0 %	1,50 %	4,50 %
Vekt (g) før lakebehandling	$115 \pm 24,1$	$119 \pm 14,9$	$114 \pm 32,6$
Vektendring (%)	$8,18 \pm 2,55$	$10,90 \pm 1,21$	$23,8 \pm 4,88$

### 3.6 Mikrobiologisk undersøkelse av overordnet kvalitet

Tabell 5 Kimtall (gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik (SD)) og sorte kolonier på jernagar.

Parametere	Kimtall (log cfu/g)	Antall sorte kolonier
Usalta	$2,19 \pm 0,18$	0
0 % salt	$2,47 \pm 0,16$	0
1,5 % salt	$2,19 \pm 0,08$	0
4,5 % salt	$2,53 \pm 0,30$	1

Forholdsvis lave tall ble funnet ved analyse av kimtall på jernagar, med 2,19–2,53 log cfu/g for alle undersøkte parametere. Kun en sort koloni ble funnet totalt, på skål for fisk saltet med 4,5 % saltlake. Saltkonsentrasjonene som ble benyttet viste som forventet ingen hemmende effekt på mikrobiologisk aktivitet, ettersom konsentrasjonene var veldig lave.

## **4 Konklusjon**

Denne rapporten beskriver metodikk og råstoffdata som benyttes i torskeforsøk i OPTIMAL II-prosjektet i Nofima. Metoden gjør det mulig å følge fisken fra slakt og til etter varmebehandling er fullført, for å se på hvordan råstoffdata påvirker analysedata.

## 5 Referanser

- Anonymous. (2006). Nordic Committee on Food Analysis (NMKL). NMKL No. 184. Aerobic count and specific spoilage organisms in fish and fish products.
- Bjørnevik, M., H. Hansen, B. Roth, A. Foss, E. Vikingstad, C. Solberg & A. Imsland (2017). Effects of starvation, subsequent feeding and photoperiod on flesh quality in farmed cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture Nutrition*, **23**:2, pp. 285–292.
- Digre, H., U. Erikson, E. Misimi, B. Lambooi & H. van de Vis (2010). Electrical stunning of farmed Atlantic cod *Gadus morhua* L.: a comparison of an industrial and experimental method. *Aquaculture Research*, **41**:8, pp. 1190–1202. doi:10.1111/j.1365-2109.2009.02406.x
- Hultmann, L., T. Tobiassen, Ø. Aas-Hansen, T.M. Phu & T. Rustad (2016). Muscle Quality and Proteolytic Enzymes of Farmed Atlantic Cod (*Gadus morhua*) During Storage: Effects of Pre-Slaughter Handling and Increased Storage Temperature. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **25**:4, pp. 540–554.
- Jørpeland, G., A. Imsland, L.H. Stien, H. Bleie & B. Roth (2015). Effects of filleting method, stress, storage and season on the quality of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, **46**:7, pp. 1597–1607. doi:10.1111/are.12312
- Kristoffersen, S., T. Tobiassen, M. Esaiassen, G.B. Olsson, L.A. Godvik, M.A. Seppola & R.L. Olsen (2006). Effects of pre-rigor filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, **37**:15, pp. 1556–1564. doi:10.1111/j.1365-2109.2006.01595.x
- Kristoffersen, S., T. Tobiassen, V. Steinsund & R.L. Olsen (2006). Slaughter stress, postmortem muscle pH and rigor development in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, **41**:7, pp. 861–864. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.01149.x
- Kristoffersen, S., B. Vang, R. Larsen & R.L. Olsen (2007). Pre-rigor filleting and drip loss from fillets of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, **38**:16, pp. 1721–1731. doi:10.1111/j.1365-2109.2007.01843.x
- Stien, L.H., J. Suontama & A. Kiessling (2006). Image analysis as a tool to quantify rigor contraction in pre-rigor-filleted fillets. *Computers and electronics in agriculture*, **50**:2, pp. 109–120.

