

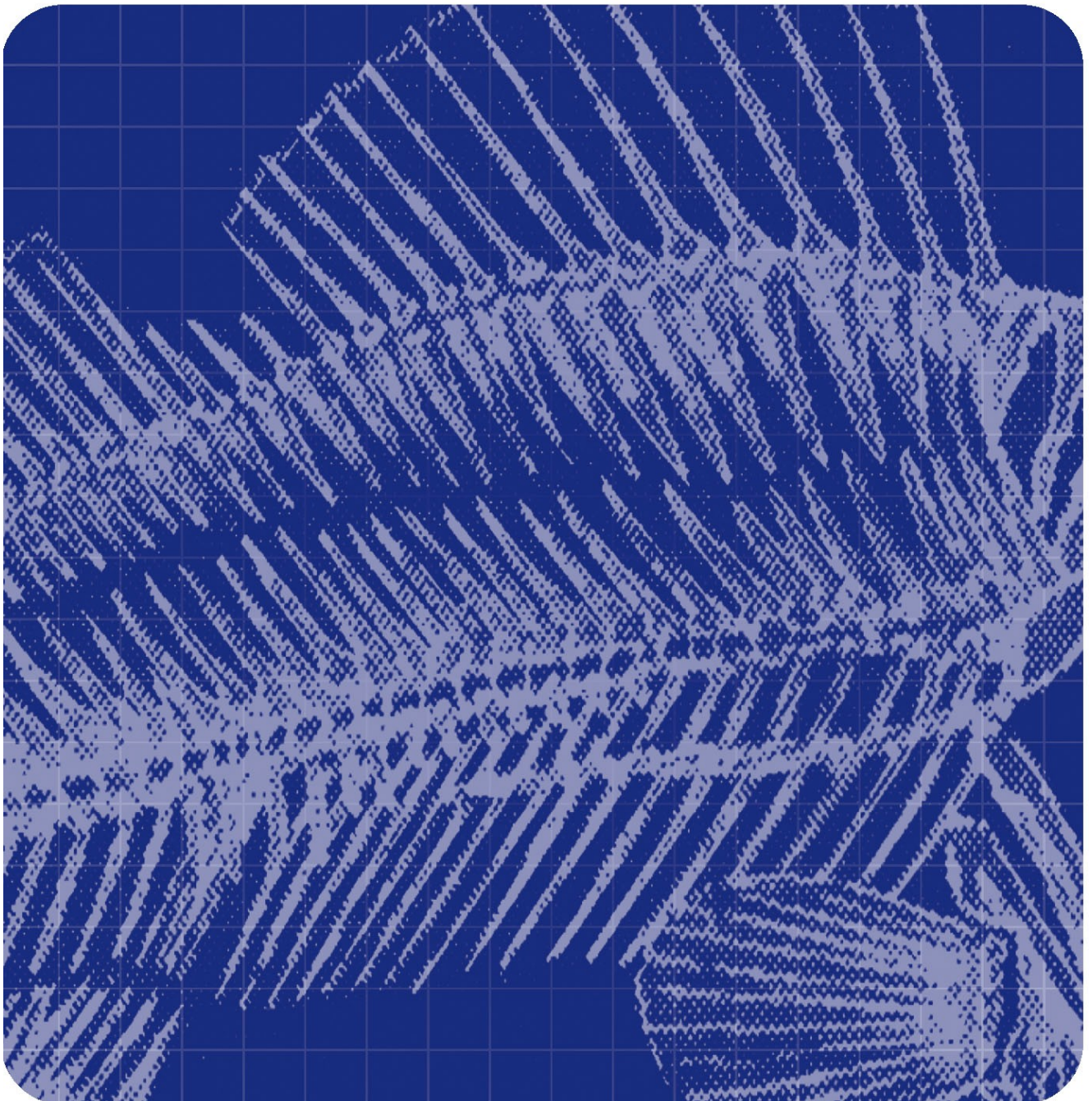


# Fiskeriforskning

Rapport 18/2007 • Utgitt desember 2007

## **Utviking av mucoso og bakterievekst i tørrfisk under ugunstige tørkeforhold**

Ingebrigt Bjørkevoll, Michael Pettersen, Grete Lorentzen og Sjúrdur Joensen





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 Fiskeriforsknings 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](mailto: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](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

# RAPPORT

<i>ISBN:</i> 82-7251-624-5	<i>Rapportnr:</i> 18/2007	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
-------------------------------	------------------------------	--

<i>Tittel:</i> <b>Utviking av mucoso og bakterievekst i tørrfisk under ugunstige tørkeforhold</b>	<i>Dato:</i> 06.12.2007
	<i>Antall sider og bilag:</i> 33
	<i>Forskningsjef:</i> Even Stenberg
<i>Forfatter(e):</i> Ingebrigt Bjørkevoll, Michael Pettersen, Grete Lorentzen og Sjørður Joensen	<i>Prosjektnr.:</i> 20280
<i>Oppdragsgiver:</i> Norges Forskningsråd/Tørrfiskforum	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> 174023/I10 og 452012-2
<i>Tre stikkord:</i> Tørrfisk, mucoso, kvalitetsanalyser	
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> Målsettingen med forsøket har vært å undersøke årsaken til mucoso ved å studere mikrobiologisk og proteolytisk aktivitet under kunstig tørking av tørrfisk. Ved å henge fisken i en industritørke ble temperatur og luftfuktighet styrt slik at en fikk ugunstige tørkeforhold. Hensikten var å forsøke å få dannet kvalitetsfeilen mucoso og dermed kunne analysere på fisken mens den utviklet mucoso. Under forsøket med kunstig tørking av torsk ble det tatt ut fisk til analyse etter 3,5 og 8 ukers tørking. Fisken ble analysert for mikrobiologisk kvalitet, pH, proteaseaktivitet og hydrolysegrad. Resultatene viser at tørrfisken inneholder høye kimtall under tørking (over log 9 bakterier/g), spesielt i stor fisk som tørker sakte. Her er også erfaringsvis problemet med mucoso under tørrfiskproduksjon størst, nemlig når stor torsk henges og været blir vått og mildt over lengre perioder. Det lykkes ikke i dette forsøket å få dannet mucoso under kunstig tørking av tørrfisk. Det ble heller ikke målt betydelige forskjeller mellom muskel hentet fra typiske mucoso-områder og annen muskel.	
<i>English summary: (maks 100 ord)</i> Mucoso is a quality error in stockfish that can occur when fish is dried at unfavourable conditions. The aim of this trial was to produce stockfish with mucoso by controlled indoor drying of codfish. If mucoso occurred, it would be possible to analyse the fish muscle while mucoso was developing. After 3,5 and 8 weeks of indoor drying, fish were analysed for microbiological quality, protease activity and degree of hydrolysed proteins. The results showed very high bacterial numbers during the drying process (more than log 9 bacteria/g), but there were not found systematic differences between muscle taken from mucoso-areas and normal muscle. The highest counts were found in big fish, and this is also where the industry experiences the largest problem with mucoso. Even though there were not found differences between mucoso-areas and normal muscle, it is likely that mucoso can be caused by bacterial activity due to the high numbers found in the fish during the drying process.	



# INNHold

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>3</b>
2.1	Bakgrunn.....	3
2.2	Prosjektets målsetning .....	3
<b>3</b>	<b>Gjennomføring og resultater fra tørkeforsøket</b> .....	<b>5</b>
3.1	Kunstig tørking av torsk til tørrfisk .....	5
3.1.1	Råstoff og tørkeprogram.....	5
3.1.2	Uttak etter 2 uker .....	6
3.1.3	Uttak etter 3 ukers tørking .....	8
3.1.4	Uttak etter 5 ukers tørking .....	11
3.1.5	Uttak etter 8 ukers tørking .....	16
3.2	Vekt etter endt tørking (12 ukers tørking) og videre lagring (6 uker).....	20
3.3	Utvanning av ferdig tørket tørrfisk .....	21
3.4	Analysen av enzymaktivitet og hydrolysegrad .....	26
3.4.1	Proteasemålinger etter 5 ukers tørking .....	26
3.4.2	Proteasemålinger i utvannede tørrfiskprøver .....	27
3.4.3	Hydrolysegrad .....	28
<b>4</b>	<b>Diskusjon</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Videreføring</b> .....	<b>33</b>



# 1 Sammendrag

Mucoso er en tilstand der fiskemuskel får en oppløst og slimaktig konsistens etter utvanning og som oftest opptrer i muskelen som ligger langs ryggbeinet og i gattområdet på fisken. Dette arbeidet beskriver et forsøk som er en del av et større prosjekt på å finne årsaken til mucoso i tørrfisk. Prosjektets hovedmål er å redusere kvalitetsfeilen mucoso. Dette vil skje gjennom 2 delmål: Delmål 1 er å avdekke hvilke nedbrytningsprosesser som forårsaker mucoso. I delmål 2 vil vi studere hvilke faktorer under produksjon av tørrfisk som påvirker dannelse av mucoso ved å gjennomføre hengeforsøk ute i industrien. Dette forsøket tilhører delmål 1 som har fokus på å beskrive nedbrytningsprosesser i fisken under tørking. Målsettingen med forsøket er å studere mikrobiologisk og proteolytisk aktivitet under kunstig tørking av tørrfisk. Ved å henge fisken i en industritørke kan en styre temperatur og luftfuktighet slik at en får ugunstige tørkeforhold. Hensikten er å forsøke å få dannet mucoso og dermed kunne analysere på fisken mens den utvikler mucoso.

Under forsøket med kunstig tørking av torsk i en industritørke ble det tatt ut fisk til analysering etter 3,5 og 8 ukers tørking. Fisken ble analysert for mikrobiologisk kvalitet, pH, proteaseaktivitet og hydrolysegrad.

Det ble registrert svak mucoso i gattområdet på 2 av 3 fisk etter 3 uker. Etter 5 ukers tørking hadde 2 fisk meget bløt/oppløst muskel over store deler av fileten. Den 3. fisken hadde noe mucoso i gattområdet, mens den 4. ikke hadde tegn til mucoso. Ved uttaket etter 8 uker hadde 3 fisk oppløst muskel over nesten hele fileten, mens den siste hadde en fast muskel med noen partier med bløtere muskel.

Ved å tørke fisk kunstig under ugunstige tørkeforhold fikk vi fisk med nedbrutt fiskemuskel. Likevel ble nedbrytningen for flere av fiskene kraftigere enn det som vanligvis registreres i kommersielle produkter. Dermed er det usikkert om den nedbrutte muskelen vi har analysert er mucoso slik den opptrer under naturtørking.

Både pH analyser og mikrobiologiske analyser indikerer høy bakteriell aktivitet i alle analyserte prøver under tørkeperioden. Totalt kimtall i muskelprøvene ligger på rundt log 6–log 7 cfu/g etter 3 uker og rundt log 7–log 8 etter 5 uker. Etter 8 uker hadde 2 fisk et kimtall på log 8 – log 9 mens de andre 2 hadde et som varierte mellom log 5 og log 9. For 15 av 22 par med prøver har mucoso-prøver høyere kimtall enn respektive ikke-mucoso-prøver fra samme fisk, og for 5 av disse er forskjellen på en log-enhet eller mer. Det er dermed en tendens til at prøver fra mucoso-området/misfarget område har høyere bakterieinnhold enn vanlig muskel. Likevel er ikke forskjellene store i mange tilfeller. Det var ikke systematiske forskjeller mellom prøvene med hensyn på proteaseaktivitet. For hydrolysegrad var verdiene fra alle prøver svært lave. Dette vil si at muskelen i liten grad var hydrolysert.

Resultatene viser at tørrfisken inneholder høye kimtall under tørking, spesielt stor fisk som tørker sakte. Her er også erfaringsvis problemet med mucoso under tørrfiskproduksjon størst, nemlig når stor torsk henges og været blir vått og mildt over lengre perioder. Det ble ikke målt betydelige forskjeller mellom mucoso muskel og vanlig muskel med hensyn på mikrobiologisk kvalitet, både for nivå av bakterier og type bakterier. Det lyktes ikke i dette forsøket å få dannet mucoso under kunstig tørking av tørrfisk. Det ble heller ikke målt betydelige forskjeller mellom muskel hentet fra typiske mucoso-områder og annen muskel.





## **2 Innledning**

### **2.1 Bakgrunn**

Kvalitetsfeilen mucoso i tørrfisk har de siste 4 år medført et årlig økonomisk tap for tørrfisknæringen på 45–60 millioner kroner fordi mucoso fører til at en stor andel av tørrfiskvolumet (30–40 %) må nedklassifiseres fra prima vare. Mucoso betegnes ved at deler av fiskekjøttet blir oppløst og får en slimaktig konsistens, noe som medfører stort svinn for bløteriene ved at dette området må skjæres bort under utvanning. Mucoso kan også registreres i tørrfisk ved at muskel i nakkeområdet blir misfarget og får en avvikende lukt.

Hva som bidrar til at mucoso dannes er ikke klarlagt, men en viktig medvirkende årsak er værforholdene under tørkingen. Innledende forsøk har vist at hvordan råstoff håndteres og lagres før henging også kan påvirke graden av mucoso i tørrfisk betydelig.

### **2.2 Prosjektets målsetting**

Dette arbeidet beskriver et forsøk som er en del av et større prosjekt på mucoso i tørrfisk. I dette prosjektet er hovedmålet å redusere kvalitetsfeilen mucoso. Dette vil skje gjennom 2 delmål: Delmål 1 er å avdekke hvilke nedbrytningsprosesser som danner mucoso. I delmål 2 vil vi studere hvilke faktorer under produksjon av tørrfisk som påvirker dannelse av mucoso ved å gjennomføre hengeforsøk ute i industrien. Målet med hengeforsøkene blir da å variere ulike parametere i fangst og bearbeiding for å avklare hvilke av de som er utløsende faktorer for dannelsen av mucoso.

Arbeidet som her er beskrevet tilhører delmål 1 som har fokus på å beskrive nedbrytningsprosesser i fisken under tørking. Målsettingen med forsøket var å studere mikrobiologisk og proteolytisk aktivitet under kunstig tørking av tørrfisk. Ved å henge fisken i en industritørke styres temperatur og luftfuktighet slik at en får ugunstige tørkeforhold. Hensikten var å forsøke å få dannet mucoso og dermed analysere på fisken mens den utviklet mucoso.



## **3 Gjennomføring og resultater fra tørkeforsøket**

### **3.1 Kunstig tørking av torsk til tørrfisk**

Torsk ble tørket i en industritørke ved Fiskeriforskning i 12 uker. Fisken ble kunstig tørket under mindre gunstige forhold for å prøve å fremprovosere dannelse av mucoso.

#### **3.1.1 Råstoff og tørkeprogram**

Råstoffet som ble brukt var linefisk av god kvalitet. Vekten var mellom 2,2 og 4,2 kg (sløyd, hodekappet). Totalt ble 30 fisk hengt i en industritørke ved Fiskeriforskning. Fisken ble hengt opp 29. januar etter 3–4 døgns lagring på is. De første 3 dagene var tørken innstilt på 10 °C, 90 % relativ luftfuktighet (RH) og en luftgjennomstrømning på 20 % (tilsvarende ca 0,3–0,5 m/s). Etter 3 døgn ble luftfuktigheten stilt opp til 98 % RH og luftgjennomstrømningen redusert til 15 %. På programmet indikeres en lufthastighet på 0,0 m/s, men inne i tørka kjente vi at det var sirkulasjon i luften, anslagsvis lavere enn 0,3 m/s. Dette ble gjort fordi det virket som om fisken tørket raskt i overflaten på grunn av den kontinuerlige luftgjennomstrømningen. Etter 7 dagers tørking luktet fisken kraftig surt og ammoniakk. Temperaturen ble derfor redusert til 4 °C og luftfuktigheten ble redusert til 95 % RH. Etter 14 dagers tørking luktet fisken kraftig av ammoniakk, men var ikke betydelig sur. For den 3. uken ble derfor temperaturen satt til 8 °C og luftfuktigheten 98 %. Denne temperaturen ble holdt også i uke 4 og uke 5 av tørkingen. Fisken begynte å virke meget tørr etter uke 4. Derfor ble fisken dusjet med vann 2 ganger i uken fra uke 4. Fra uke 5 til og med uke 8 ble fisken dusjet med kaldt vann i 3 minutter 3 ganger i uken. Fra og med uke 9 ble ikke fisken dusjet og temperaturen og luftfuktigheten ble satt med til henholdsvis 6 °C og 80 % RH. Fra uke 10 til og med uke 12 ble luftfuktigheten satt ned til 70 % mens temperaturen ble holdt på 6 °C. Etter 12 uker ble tørkingen avsluttet og fisken kontrollveid før lagring ved romtemperatur i 6 uker. Deretter ble fisken igjen kontrollveid før utvanning.

Hver fisk ble merket med et sauemerke i buken og veid for tørking. Råstoffvekten (sløyd hodekappet) er vist i Tabell 1. Fisken ble lagret på is sløyd hodekappet i 2 døgn før henging.

Tabell 1 Råstoffvekt (sløyd hodekappet) på enkeltfisk ved innsetting i tørken (dag 0). Fisk 1 og 2, 3 og 4 henger sammen, og så videre.

<i>Fisk nr</i>	<i>Vekt (kg)</i>	<i>Fisk nr</i>	<i>Vekt (kg)</i>
101	4,02	116	2,70
102	4,17	117	2,52
103	3,15	118	2,53
104	2,80	119	2,33
105	3,68	120	2,23
106	3,39	121	2,84
107	3,46	122	2,56
108	3,71	123	3,15
109	2,83	124	3,16
110	2,86	125	3,83
111	3,06	126	3,82
112	3,13	127	3,69
113	2,40	128	3,76
114	2,46	129	3,05
115	2,61	130	3,14

Tabell 2 Vekt på fisk (sperrer á 2 fisk) etter 6 døgn i tørken. Fisk henger parvis sammen og ble veid samlet 2 og 2.

<i>Fisk nr</i>	<i>Vekt ved innsetting</i>	<i>Vekt etter 6 døgns tørking (kg)</i>	<i>Vektreduksjon (%)</i>
101-102	8,19	6,716	18,0
103-104	5,95	4,576	23,1
105-106	7,07	5,718	19,1
107-108	7,17	5,834	18,6
109-110	5,69	4,490	21,1
111-112	6,19	4,962	19,8
113-114	4,86	3,854	20,7
115-116	5,31	3,976	25,1
117-118	5,05	3,736	26,0
119-120	4,56	3,636	20,3
121-122	5,40	4,374	19,0
123-124	6,31	4,838	23,3
125-126	7,65	5,826	23,8
127-128	7,45	5,958	20,0
129-130	6,19	5,052	18,4

Ved kontrollveing etter 6 døgns lagring var fiskeskinnet helt tørt. Fisken luktet surt og kraftig av ammoniakk.

### 3.1.2 Uttak etter 2 uker

Etter 14 dagers tørking ble det tatt ut en fisk (nr 125). Fisken ble filetert og undersøkt for mucoso. Det ble registrert påbegynt mucoso i gattområdet (Bilde 1) og en betydelig misfarging i gatt og i et område langs ryggbeinet (Bilde 3). Det ble også registrert bløtt nyrevev i gattområdet på fisken (Bilde 2).



Bilde 1 Svak mucoso i gattområdet. Misfarging av samme område fra nærliggende nyrevev.



Bilde 2 Bløtt nyrevev ved gatt.



Bilde 3 Misfarging i buk og gattområdet på tørrfisk hengt i 14 dager.

### 3.1.3 Uttak etter 3 ukers tørking

All fisken ble tatt ut og kontrollveid etter 3 ukers tørking. Fisken hadde tørket mye og den sterke ammoniakkluften hadde blitt betydelig redusert. Fisken hadde mistet rundt 44–50 % av vekten allerede (Tabell 3). Det ble tatt ut 3 fisk til analysene, fisk nr 120 (1,150 kg), fisk nr 126 (2,052 kg) og fisk nr 128 (2,062 kg). Vekten er etter 3 ukers tørking. Fiskene ble filetert med kniv og vurdert for mucoso. Det ble registrert svak mucoso for fisk 126 (Bilde 4 og Bilde 5) og 128 i gattområdet. Fisk nr 128 var også oppløst i buken og luktet råten. Bløtt nyrevev ble registrert for 126 og 128, men i liten grad for fisk 120. Tabell 4 viser pH-verdier for fiskene.

For fisk 120 ble det ikke registrert tegn til mucoso. Høyre filet gikk til mikrobiologisk analyse. Venstre filet gikk til hydrolyse, pH og proteaseaktivitet. Muskelprøver ble tatt ut fra gattområdet, mucoso-området ved gatt, loins, mucoso-området ved loins og fra nyrevev der dette var mulig. Mucoso-området ved gatt er i det område hvor mucoso vanligvis dannes i gatt og ligger rett innenfor der gattåpningen er, helt innerst i bukhulen på fisken. Området kan tydelig sees som det blanke/fuktige området ved gatt på bilde 4. Mucoso kan også dannes langs muskelen på loins der ryggbeinet ligger. Dette området er også ofte misfarget (Bilde 3). Muskelprøver fra loins og gatt blir tatt der det vanligvis ikke oppstår mucoso og er kontrollprøver for muskel tatt fra mucoso-området for de respektive stedene.



Bilde 4 Svak påbegynt mucoso for fisk 126 etter 3 ukers tørking.



Bilde 5 Nærblide av mucoso (bløtt muskel) i gatt på fisk 126.

Tabell 3 Vekt på fisk (sperrer) etter 3 uker i tørken. Fisk henger parvis sammen og ble veid samlet 2 og 2.

<i>Fisk nr</i>	<i>Vekt ved innsetting</i>	<i>Vekt etter 3 ukers tørking (kg)</i>	<i>Vektreduksjon (%)</i>
101-102	8,19	4,582	44
103-104	5,95	2,952	50
105-106	7,07	4,192	41
107-108	7,17	3,826	47
109-110	5,69	2,978	48
111-112	6,19	3,278	47
113-114	4,86	2,452	50
115-116	5,31	2,924	45
117-118	5,05	2,354	53
119-120	4,56	2,362	48
121-122	5,40	3,060	43
123-124	6,31	3,244	49
126	3,82	2,052	46
127-128	7,45	4,160	44
129-130	6,19	3,550	43

Tabell 4 pH for ulike deler av muskel og nyrehev på fisk 120, 126 og 128 etter 3 ukers tørking.

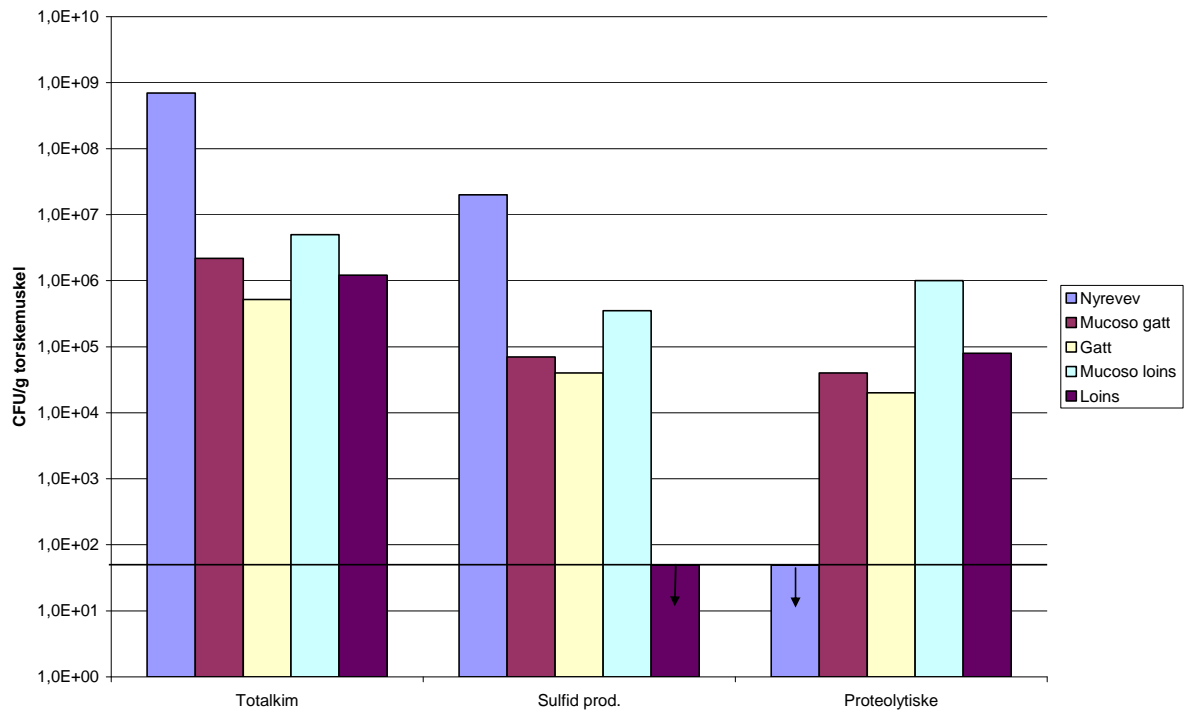
<i>Fisk nr</i>	<i>Loins</i>	<i>Mucoso-området loins</i>	<i>Gattområdet</i>	<i>Mucoso-området gatt</i>	<i>Nyrehev</i>
120	7,48	7,72	8,07	7,87	8,07
126	7,17	7,29	7,57	7,14	7,95
128	7,22	7,60	8,14	7,61	8,39

Høyest muskel-pH ble registrert i gattområdet, med pH på 7,6–8,1 (Tabell 4). Loinsen hadde lavest pH (7,2-7,5) og nyrehev har høyest pH (8,0-8,4) for all fisk.

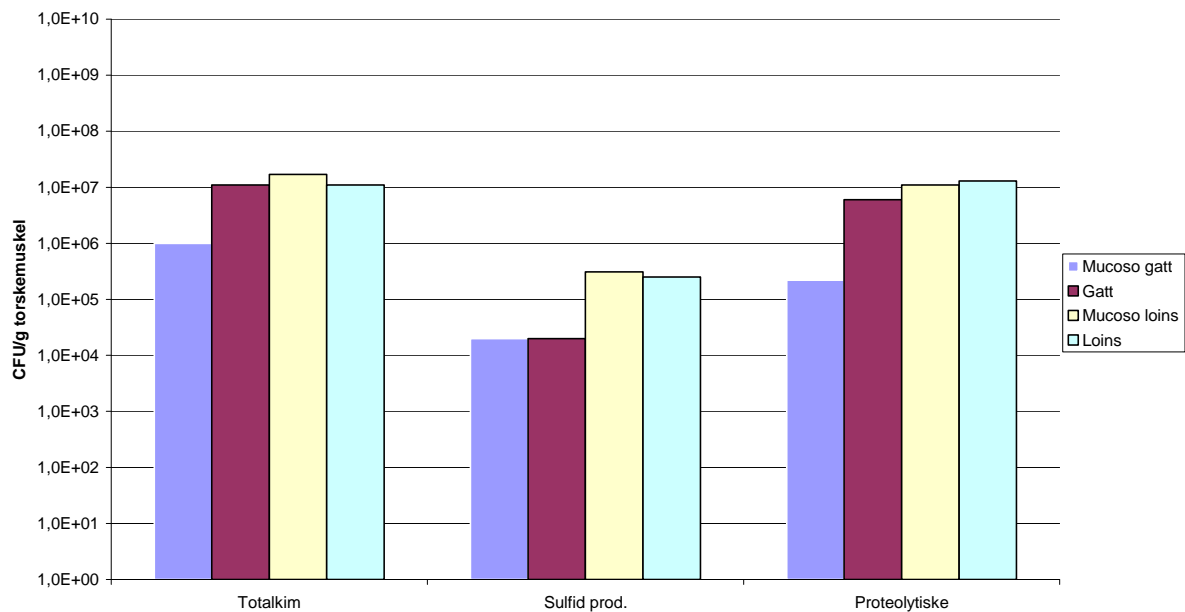
### Mikrobiologisk analyse

Det ble registrert lave konsentrasjoner av bakterier i råstoffet som ble brukt i forsøket. Kimtallet var rundt 100–300 bakterier/g muskel.

Etter 3 ukers henging ble prøver til analyse av mikrobiologisk kvalitet platet ut på jern-agar, moulds-agar og protease-agar. Prøver ble tatt ut fra 4 steder per fisk, fra samme sted som for pH (Tabell 4). Jern agar ble brukt for å bestemme totalt kimtall og nivå sulfidproduserende bakterier. Moulds-agar ble brukt for påvisning av sopp og protease agar ble brukt for å måle antall proteolytiske bakterier. I figurene 1–3 er bakterieinnhold for henholdsvis fisk 126, 120 og 128 vist.

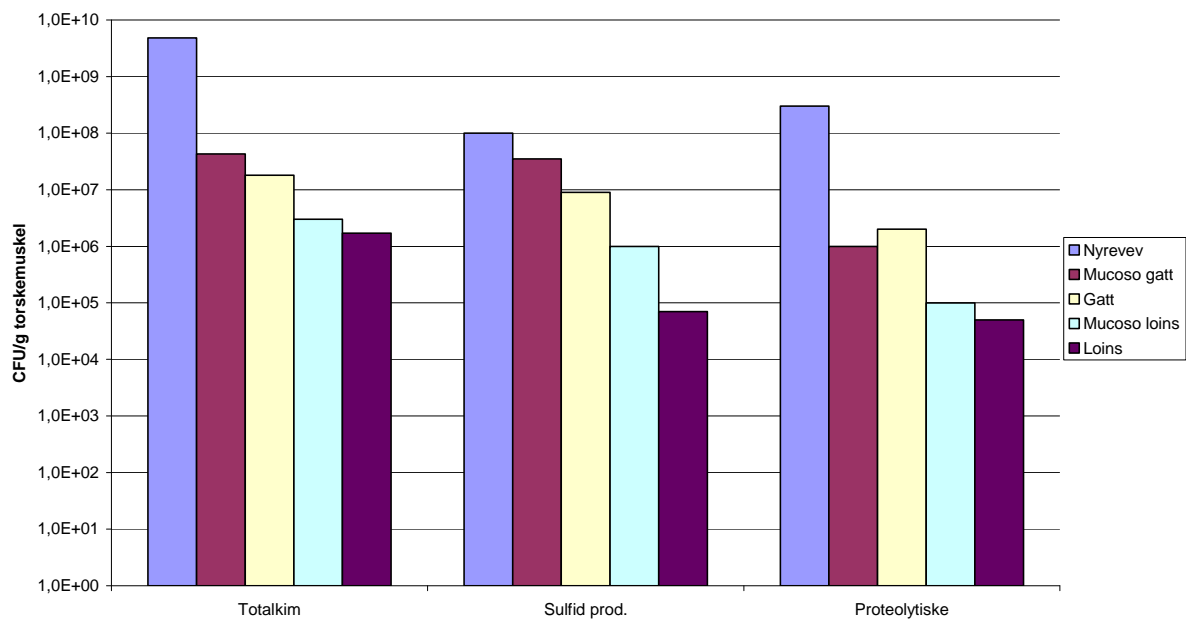


Figur 1 Bakterieinnhold i fisk 126 tatt ut etter 3 ukers tørking. Prøver tatt fra nyreveg, muskel fra mucoso-området ved gatt, fra gatt, fra mucoso-området ved loins og fra loins. Horisontal linje viser deteksjonsnivå (100 CFU/g)



Figur 2 Bakterieinnhold i fisk nr 120 tatt ut etter 3 ukers tørking. Prøver tatt fra nyreveg, muskel fra mucoso-området ved gatt, fra gatt, fra mucoso-området ved loins og fra loins.





Figur 3 Bakterieinnhold i fisk nr 128 tatt ut etter 3 ukers tørking. Prøver tatt fra nyreveg, muskel fra mucoso-området ved gatt, fra gatt, fra mucoso-området ved loins og fra loins.

Som vi ser av figurene 1–3 er totalt kimtall høyest i nyreveg både for fisk 126 og 128. For fisk 120 var det lite nyreveg (tørt) og det kunne derfor ikke tas prøver ut av dette. Bakterietallet er svært høyt, over  $10^9$  CFU/g i nyreveg. Nyreveg inneholder også store konsentrasjoner av sulfidproduserende bakterier. Lavest bakterieinnhold finner vi i loins. Det blir også registrert varierende mengder proteolytiske bakterier. Her er det små forskjeller mellom muskel fra mucoso-området ved gatt (påbegynt mucoso) og vanlig muskel fra gatt.

### 3.1.4 Uttak etter 5 ukers tørking

All fisken ble tatt ut og kontrollveid etter 5 ukers tørking. Fisken hadde tørket mye og den sterke ammoniakklukten hadde blitt betydelig redusert. Fisken hadde mistet rundt 60 % av vekten allerede. Det ble tatt ut 4 fisk til analysene, fisk nr 119 (0,800 kg), fisk nr 106 (1,468 kg), fisk nr 127 (1,514 kg) og fisk nr 105 (1,634 kg) (Tabell 5). Fiskene ble filetert med kniv og vurdert for mucoso.

Fisk 105 og 106 hadde en bløt og delvis oppløst muskel over store deler av fisken, spesielt fremme i tykkfisken (Bilde 6). For begge fiskene var muskel ved gatt og ryggbein noe misfarget. For begge fiskene ble det også registrert bløtt nyreveg i gattbor. Fisk 127 var meget hvit i kjøttet og hadde ikke misfarging i gatt eller langs ryggbein. Her ble det registrert påbegynt mucoso i gatt og langs ryggbeinet (Bilde 7). Det ble funnet mye bløtt nyreveg på denne fisken ved gattbor.



Bilde 6 Bløt og oppløst muskel for fisk 105 etter 5 ukers tørking.

For fisk 119 ble det ikke registrert tegn til mucoso, men denne fisken var meget misfarget, se bilde 8. I denne fisken ble det nesten ikke funnet bløtt nyrevev i gatt. Høyre filet gikk til mikrobiologisk analyse. Venstre filet gikk til hydrolyse, pH og proteaseaktivitet. Muskelprøver ble tatt ut fra gattområdet, mucoso-området ved gatt, loins, mucoso-området ved loins og fra nyrevev der dette var mulig. Tabell 6 viser pH verdier for fiskene.



Bilde 7 Påbegynt mucoso i gattområdet og langs ryggbein for fisk 127.



Bilde 8 Misfarget muskel på fisk 119.

Tabell 5 Vekt på fisk (sperrer) etter 5 uker i tørken. Fisk henger parvis sammen og ble veid samlet 2 og 2.

<i>Fisk nr</i>	<i>Vekt ved innsetting</i>	<i>Vekt etter 5 ukers tørking (kg)</i>	<i>Vektreduksjon (%)</i>
101-102	8,19	3,518	57
103-104	5,95	2,290	62
105-106	7,07	3,104	56
107-108	7,17	2,854	60
109-110	5,69	2,138	62
111-112	6,19	2,288	63
113-114	4,86	1,784	65
115-116	5,31	2,108	60
117-118	5,05	1,720	66
119	---	0,800	
121-122	5,40	2,304	57
123-124	6,31	2,454	61
127	---	1,514	
129-130	6,19	2,604	58

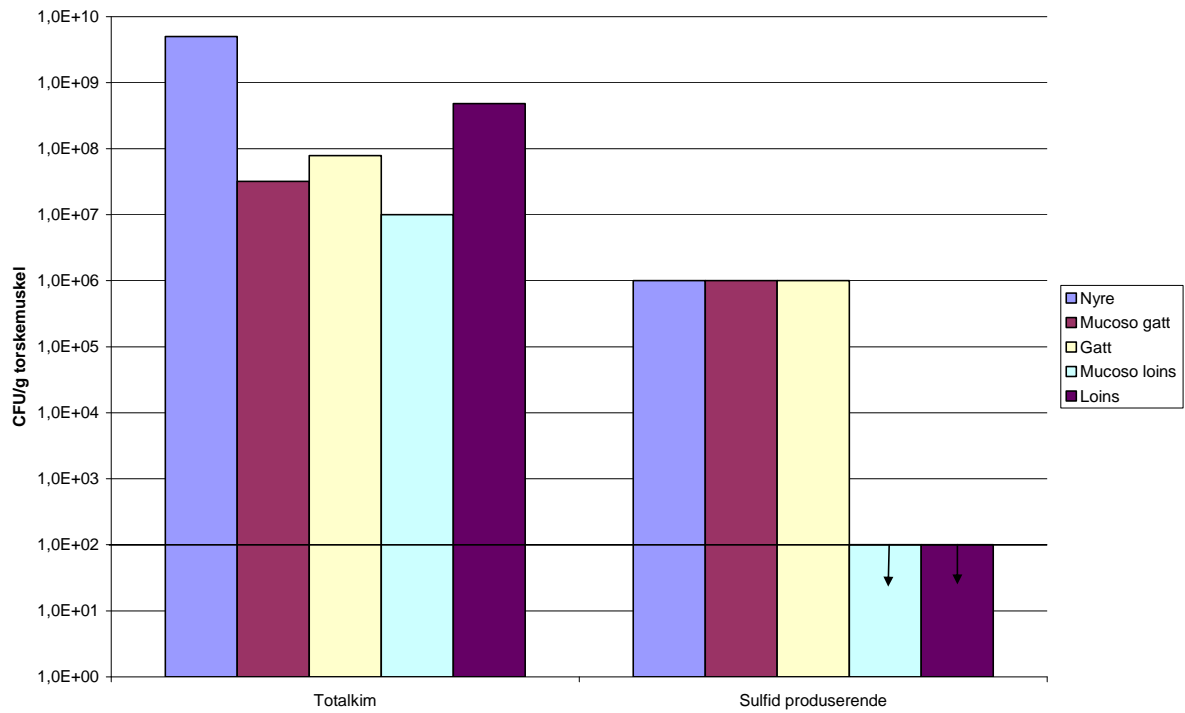
Tabell 6 pH for ulike deler av muskel og nyrevev på fisk 119, 106, 127 og 105 etter 5 ukers tørking.

<i>Fisk nr</i>	<i>Vekt etter 5 uker</i>	<i>Loins</i>	<i>Mucoso-området loins</i>	<i>Gattområde</i>	<i>Mucoso-området gatt</i>	<i>Nyrevev</i>
119	0,800 kg	7,88	8,10	8,35	8,23	---
106	1,468 kg	7,16	7,29	8,09	7,38	8,15
127	1,514 kg	6,93	7,20	7,60	7,49	8,51
105	1,634 kg	7,48	7,73	8,27	7,82	8,67

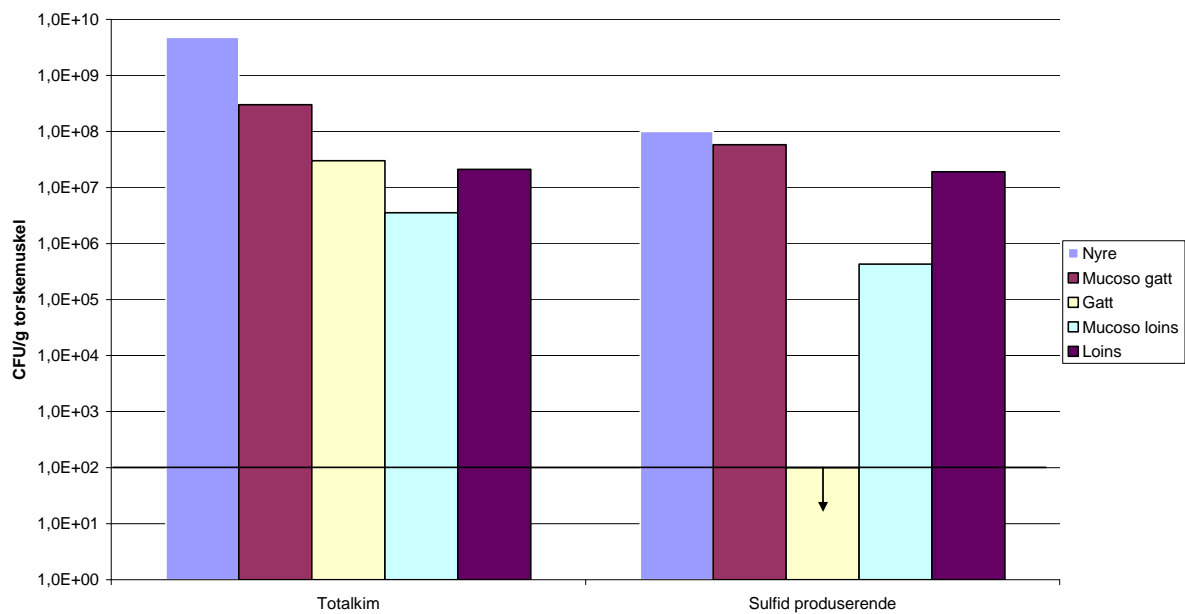
Høyest pH ble målt i nyrevev for alle fisk. For loins hadde mucoso-området høyere pH enn loins for alle fisk. Det motsatte var tilfellet for gatt. Når en målte pH, registrerte en spesielt høy pH i muskel i gattområdet. Loinsen har lavest pH og nyrevev har høyest pH for all fisk.

### Mikrobiologisk analyse

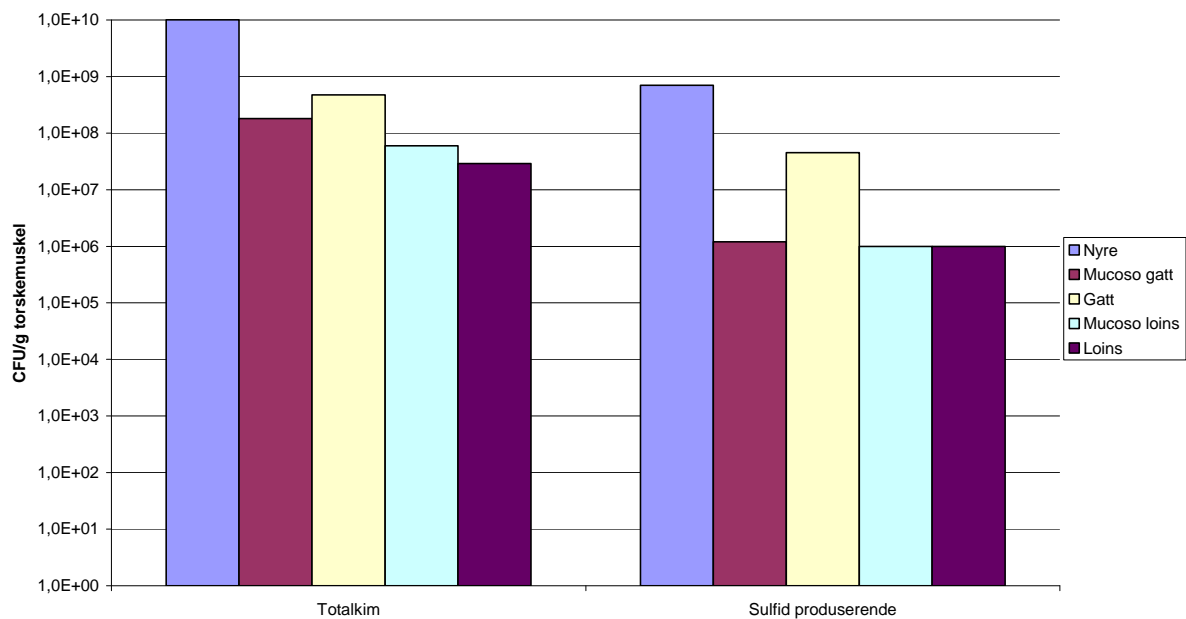
For uttaket etter 5 uker var kimtallet høyest i nyrevev, som for uttaket etter 3 uker. Kimtallet lå på log 9–log 10 (Figur 4-7). Kimtallet i gatt var generelt noe høyere enn i loins, både for normal og muskel fra mucoso-området. Det var ingen tydelig forskjell i kimtall mellom mucoso og normal fiskemuskel, verken for gatt eller loins. Det ble for de fleste prøvene registrert høye kimtall av sulfidproduserende bakterier, hvorav nyrevevet inneholdt mest av denne type bakterier. Her var det heller ingen entydig forskjell mellom mucoso og normal muskel. Som for totalt kimtall, lå nivået noe høyere for gatt enn for loins, både for normal og mucoso muskel. På grunn av kondens på kaseinplatene (vann inne i agarskålene) var det ikke mulig å tallfeste proteolytiske bakterier etter uttaket. Det ble ikke registrert soppvekst i noen av prøvene ved dette uttaket.



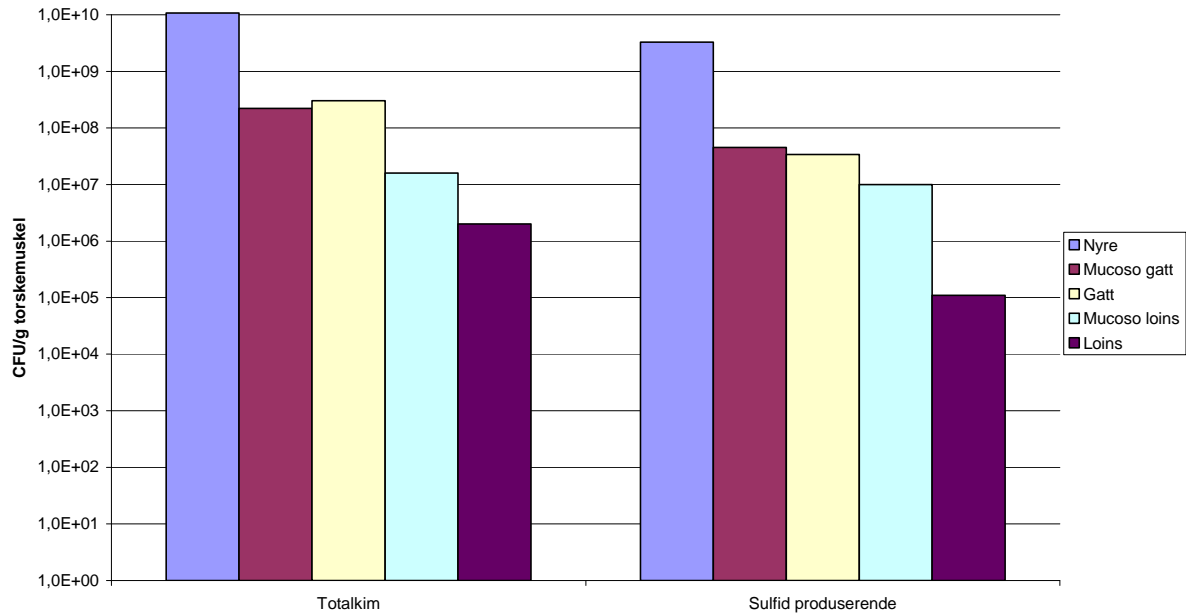
Figur 4 Bakterieneinnhold i fisk 105 tatt ut etter 5 ukers tørking. Prøver tatt fra nyrevev, muskel fra mucoso-området gatt, fra gatt, fra mucoso-området loins og fra loins.



Figur 5 Bakterieneinnhold i fisk 106 tatt ut etter 5 ukers tørking. Prøver tatt fra nyrevev, muskel fra mucoso-området gatt, fra gatt, fra mucoso-området loins og fra loins.



Figur 6 Bakterieinnhold i fisk 119 tatt ut etter 5 ukers tørking. Prøver tatt fra nyrevev, muskel fra mucoso-området gatt, fra gatt, fra mucoso-området loins og fra loins.



Figur 7 Bakterieinnhold i fisk 127 tatt ut etter 5 ukers tørking. Prøver tatt fra nyrevev, muskel fra mucoso-området gatt, fra gatt, fra mucoso-området loins og fra loins.

### 3.1.5 Uttak etter 8 ukers tørking

Etter 8 uker virket fisken tørr på overflaten, men når en klemte på skinnet til fisken var den fortsatt myk inni (muskelen). Vekten på fiskene etter 8 uker er vist i Tabell 7. Det ble tatt ut 4 fisk ved dette uttaket; fisk nr 101 (1,336 kg), fisk nr 108 (1,118 kg), fisk nr 117 (0,710 kg) og fisk nr 118 (0,706 kg). Siden tørrfisken begynte å bli meget tørr var det ikke mulig å måle pH med stikkelektrode. For å dele de 2 minste fiskene som var mer tørr enn de 2 største, måtte vi bruke båndsag. Ingen av fiskene hadde lenger bløtt nyrevev.

Tabell 7 Vekt på fisk (sperrer) etter 8 ukers tørking. Fisk henger parvis sammen og ble veid samlet 2 og 2.

Fisk nr	Vekt ved innsetting	Vekt etter 8 ukers tørking (kg)	Vektreduksjon (%)
101-102	8,19	2,744	66,5
103-104	5,95	1,796	69,8
105-106	---	---	---
107-108	7,17	2,210	69,2
109-110	5,69	1,738	69,5
111-112	6,19	1,828	70,5
113-114	4,86	1,444	70,3
115-116	5,31	1,628	69,3
117-118	5,05	1,720	65,9
119-120	---	---	---
121-122	5,40	1,686	68,8
123-124	6,31	1,926	69,5
125-126	---	---	---
127-128	---	---	---
129-130	6,19	1,932	68,8

Fisk nr 101 hadde bløt og nedbrutt muskel for store deler av muskelen (Bilde 9). En kunne trykke rett igjennom muskelen. Langs ryggbeinet var muskelen noen steder slimaktig. Fisken luktet ammoniakk og hadde en råttent lukt.



Bilde 9 Bløt og oppløst muskel (fisk nr 101) tørket i 8 uker.

Fisk nr 108 var relativt lik fisk nr 101. Tykkfisken var helt oppløst, men ikke slimaktig. Langs ryggbeinet var muskelen mer slimaktig med tegn til mucoso spesielt i muskelen fremme i nakken (Bilde 10). Fisken luktet sterkt av ammoniakk.



Bilde 10 Bløt og oppløst muskel (fisk nr 108) tørket i 8 uker. Spesielt fremme i nakken var muskelen oppløst (slimaktig).

Fisk nummer 117 og 118 var betydelig mindre enn fisk nr 101 og 108. De minste fiskene luktet ikke råttent men av ammoniakk og hadde en mer naturlig tørrfisklukt. Disse fiskene var mye tørrere enn de 2 større fiskene og hadde ikke nedbrutt muskel i loinsområdet, men bløtere muskel langs ryggbeinet (Bilde 11).



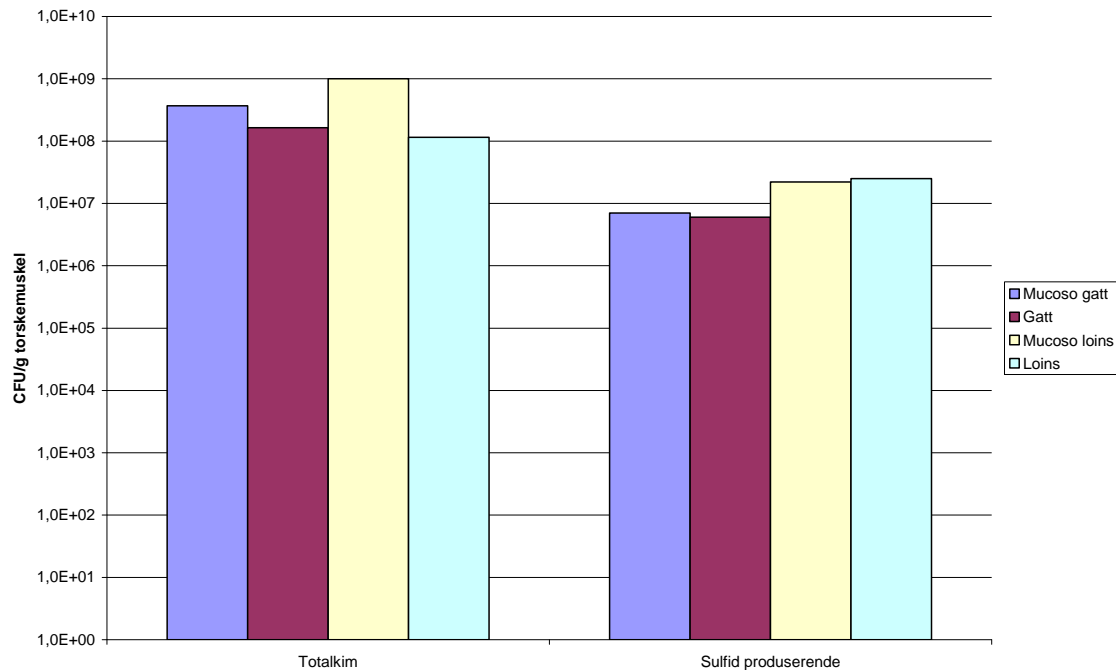
Bilde 11 Fisk nr 117 etter 8 ukers tørking. Fast muskel i loinsområdet og noe mer oppløst muskel langs ryggbeinet.

### **Mikrobiologisk analyse**

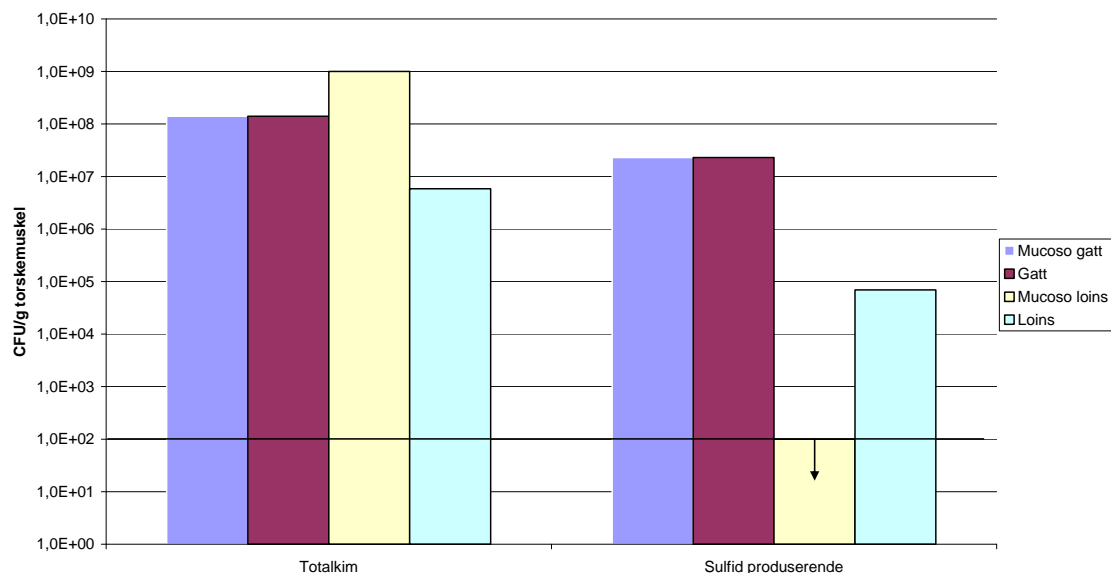
Nivået av bakterier var om lag det samme etter 8 ukers tørking som etter 5 ukers tørking (Figur 8-11). Ved uttaket etter 8 uker hadde nyrevevet blitt så inntørket at det ikke var mulig å ta ut prøver av det. Det ble ikke registrert noen entydige forskjeller mellom bakterieinnholdet



i loins og gatt. For de fleste fisk ble det registrert et noe lavere innhold av bakterier i normal muskel sammenlignet med muskel fra mucoso-området. De fleste prøvene inneholdt log 5–log 7 sulfidproduserende bakterier, men noen prøver inneholdt ikke detekterbare mengder sulfidproduserende bakterier. Kun en prøve inneholdt proteolytiske bakterier. Dette var muskel tatt fra gatt til fisk 117 som inneholdt  $5 \times 10^4$  CFU/g. Det ble, som for de andre uttakene, ikke detektert sopp ved uttaket etter 8 uker.

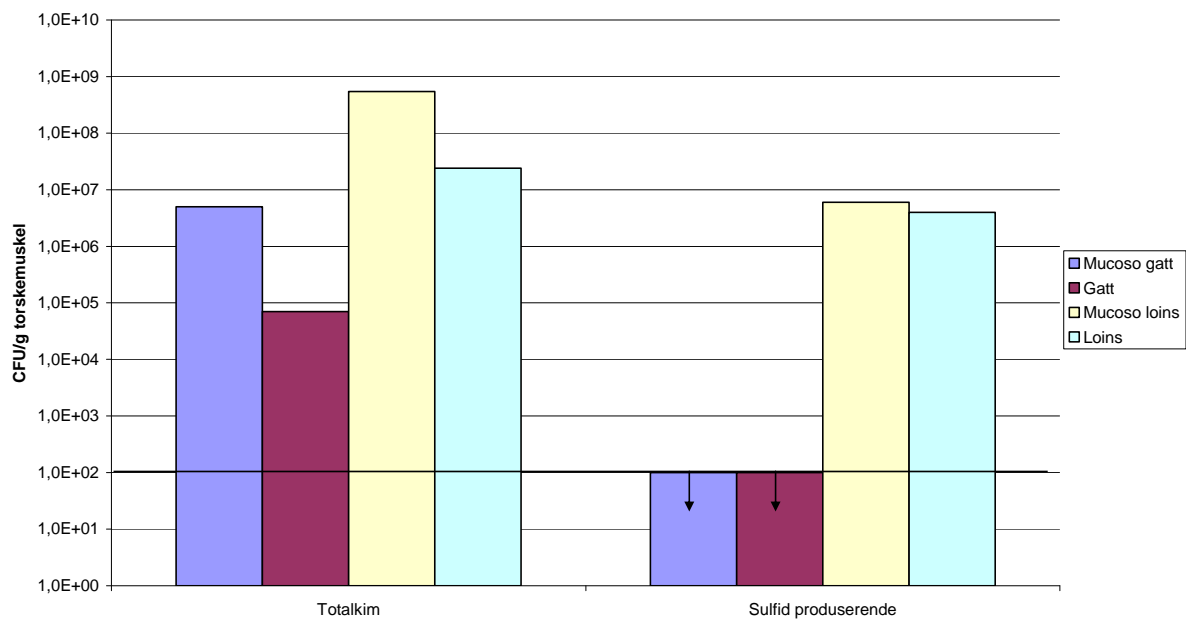


Figur 8 Bakterieinnhold i fisk 101 tørket i 8 uker. Prøver tatt fra nyrevev, muskel fra mucoso-området gatt, fra gatt, fra mucoso-området loins og fra loins.

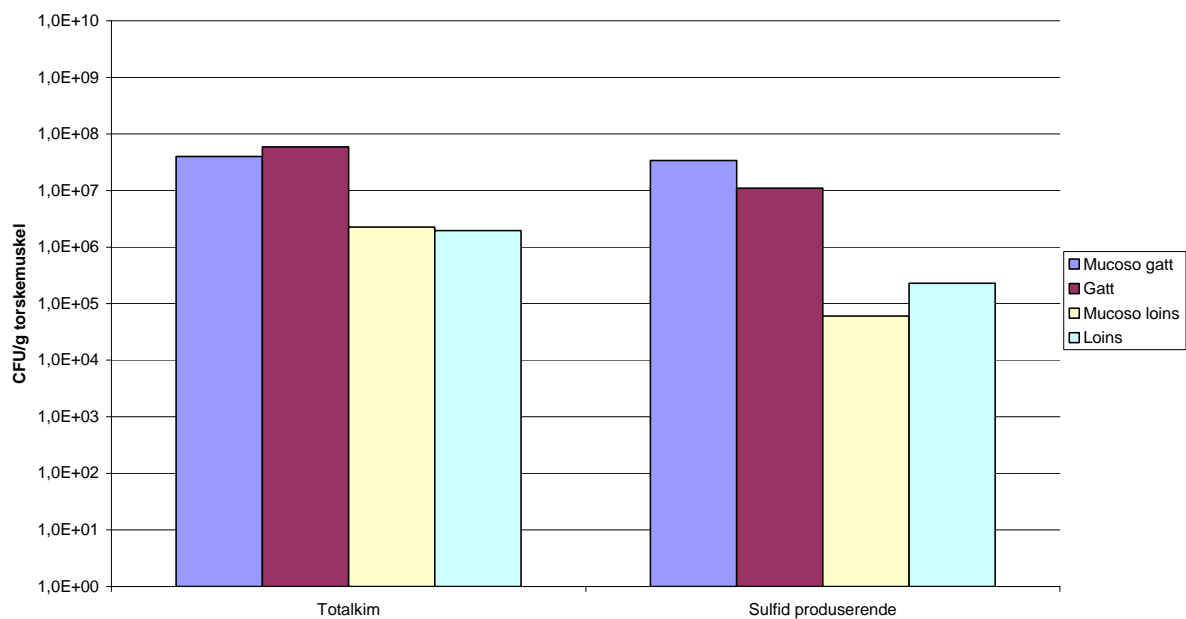


Figur 9 Bakterieinnhold i fisk 108 tørket i 8 uker. Prøver tatt fra nyrevev, muskel fra mucoso-området gatt, fra gatt, fra mucoso-området loins og fra loins.





Figur 10 Bakterieinnhold i fisk 117 tørket i 8 uker. Prøver tatt fra nyrevev, muskel fra mucoso-området gatt, fra gatt, fra mucoso-området loins og fra loins.



Figur 11 Bakterieinnhold i fisk 118 tørket i 8 uker. Prøver tatt fra nyrevev, muskel fra mucoso-området gatt, fra gatt, fra mucoso-området loins og fra loins.

### 3.2 Vekt etter endt tørking (12 ukers tørking) og videre lagring (6 uker)

Etter 12 uker ble fisken tatt ut av tørken og kontrollveid (Tabell 8). Deretter ble den lagret ved romtemperatur i ytterligere 6 uker til ettertørking før fisken ble utvannet.

Tabell 8 Vekt (gram) på tørrfisken etter endt tørking i tørkeskapet (12 uker).

Fisk nr	Vekt ved start av tørking	Vekt etter 12 ukers tørking	Vektreduksjon (%)
101			
102	4170	974	76,6
103	3150	690	78,1
104	2800	564	79,9
105			
106			
107	3460	772	77,7
108			
109	2830	656	76,8
110	2860	622	78,3
111	3060	652	78,7
112	3130	650	79,2
113	2400	518	78,4
114	2460	540	78,1
115	2610	568	78,2
116	2700	600	77,8
117			
118			
119			
120			
121	2840	666	76,6
122	2560	494	80,7
123	3150	716	77,3
124	3160	704	77,7
125			
126			
127			
128			
129	3050	624	79,5
130	3140	678	78,4

Etter endt tørking i tørka lå vektreduksjonen på rundt 77–81 %. Dette er en normal vektreduksjon for kommersielt produsert tørrfisk. Etter 6 ukers tørking ved romtemperatur (totalt 18 uker) hadde vekten ytterligere blitt redusert med opp mot 1 % Tabell 9

Tabell 9 Vekt (gram) på tørrfiskene etter endt ettertørrking i romtemperatur i 6 uker, totalt 18 ukers tørking.

<i>Fisk nr</i>	<i>Vekt ved start av tørking</i>	<i>Vekt etter 18 ukers tørking</i>	<i>Vektreduksjon (%)</i>
101			
102	4170	936	77,6
103	3150	668	78,8
104	2800	556	80,1
105			
106			
107	3460	746	78,4
108			
109	2830	640	77,4
110	2860	608	78,7
111	3060	638	79,2
112	3130	636	79,7
113	2400	512	78,7
114	2460	528	78,5
115	2610	560	78,5
116	2700	578	78,6
117			
118			
119			
120			
121	2840	650	77,1
122	2560	490	80,9
123	3150	700	77,8
124	3160	690	78,2
125			
126			
127			
128			
129	3050	616	79,8
130	3140	658	79,0

### 3.3 Utvanning av ferdig tørket tørrfisk

Hensikten med dette forsøket var å se hvordan kvaliteten på fisken ble etter utvanning og om det kunne påvises mucoso på noen av fiskene. Etter utvanning ble det tatt ut muskelprøver som for under den kunstige tørkingen (etter 3,5 og 8 uker).

Etter endt lagring (18 uker) ble 10 tørrfisker utvannet. Før utvanning ble fisken vasket fordi det hadde kommet et belegg på deler av noen av fiskene. Hver fisk ble utvannet for seg i en balje med ca 30–40 liter vann. Is ble kontinuerlig tilført for å holde lav temperatur i vannet. Temperaturen i rommet der utvanningen foregikk var 3 °C og temperaturen i vannet lå på 1–2 °C. Vannet ble byttet annenhver dag. Fisken ble de 5 første dagene vannet ut hel. Så ble fisken splittet langs ryggen nesten helt bak til sporden med båndsgag, slik at begge sidene av fisken hang sammen i hverandre. Etter 7 dagers utvanning ble ryggbeinet fjernet. Total utvanningstid var 12 døgn.

Etter endt utvanning ble tørrfiskene vurdert for mucoso (Tabell 10). De fleste fiskene hadde betydelig med mucoso både i tykkfisk (Bilde 12) og i gattområdet (Bilde 13).

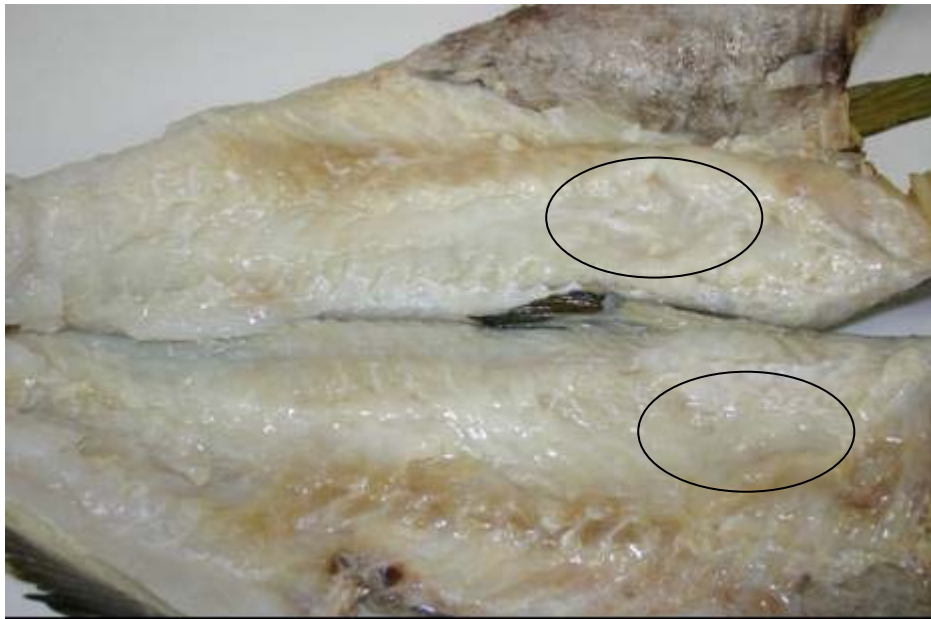


Bilde 12 Mucoso i tykkfisk (loins) til fisk.

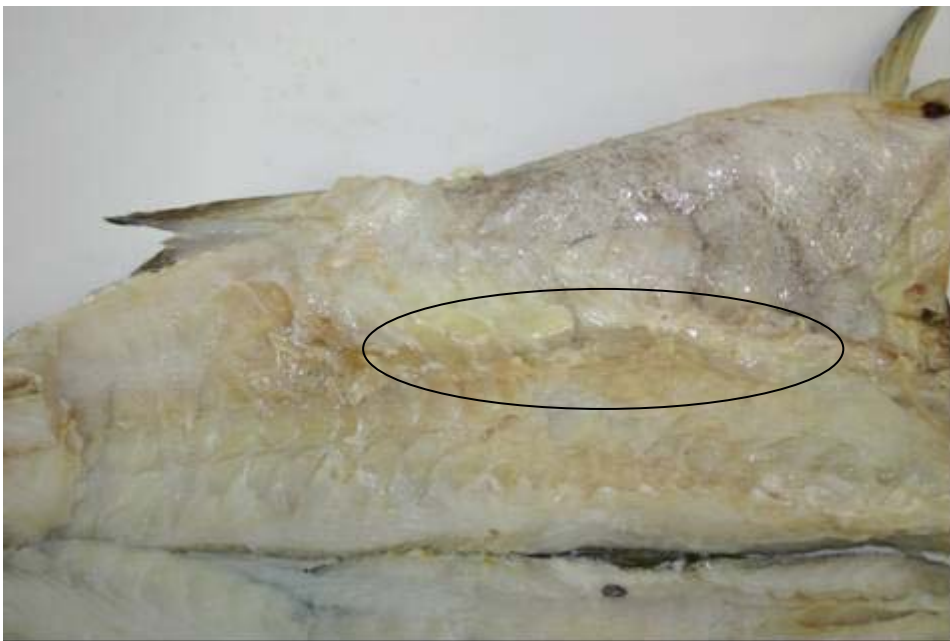


Bilde 13 Mucoso i gattområdet for fisk 112.

Spesielt ble det funnet mucoso i en lomme i loinsen (Bilde 14), nesten helt fremme i nakken. Det ble også registrert mucoso i overgangen mellom tykkfisk og buken for de fleste fiskene (Bilde 15).



Bilde 14 Mucoso i avgrenset område fremme i tykkfisken.



Bilde 15 Mucoso i overgangen mellom tykkfisk og buk.

Mucosen kom også et stykke frem på bukene for mange av fiskene, men en del fikk også mucoso fra gattet og bakover mot sporden, men kun på gattåpning siden. Det ble ikke registrert noen sammenheng mellom misfargede områder og mucoso.

Tabell 10 Grad av mucoso i tørrfisk etter utvanning. Grad 0 er ikke mucoso og grad 3 er muskel med betydelig mucoso.

<i>Fisk nr</i>	<i>Loins</i>	<i>Gatt</i>	<i>Overgang loinsbuk</i>	<i>Spord</i>	<i>Spaltet</i>	<i>Kommentar</i>
114	3	3	3	0	Nei	
111	1/3*	3	0	0	Nei	
123	0/2*	3	0	3	Nei	
107	0/2*	3	3	0	Ja	Uvanlig type bløthet i loins
130	0	3	0	0	Nei	
112	3	3	3	0	Nei	Meget kraftig mucoso
102	0/2*	3	2	0	Ja	
109	2	3	2	0	Nei	
104	0/3*	3	1	3	Nei	
121	0	2	2	0	Ja (ene siden)	Kraftig spalting på ene siden

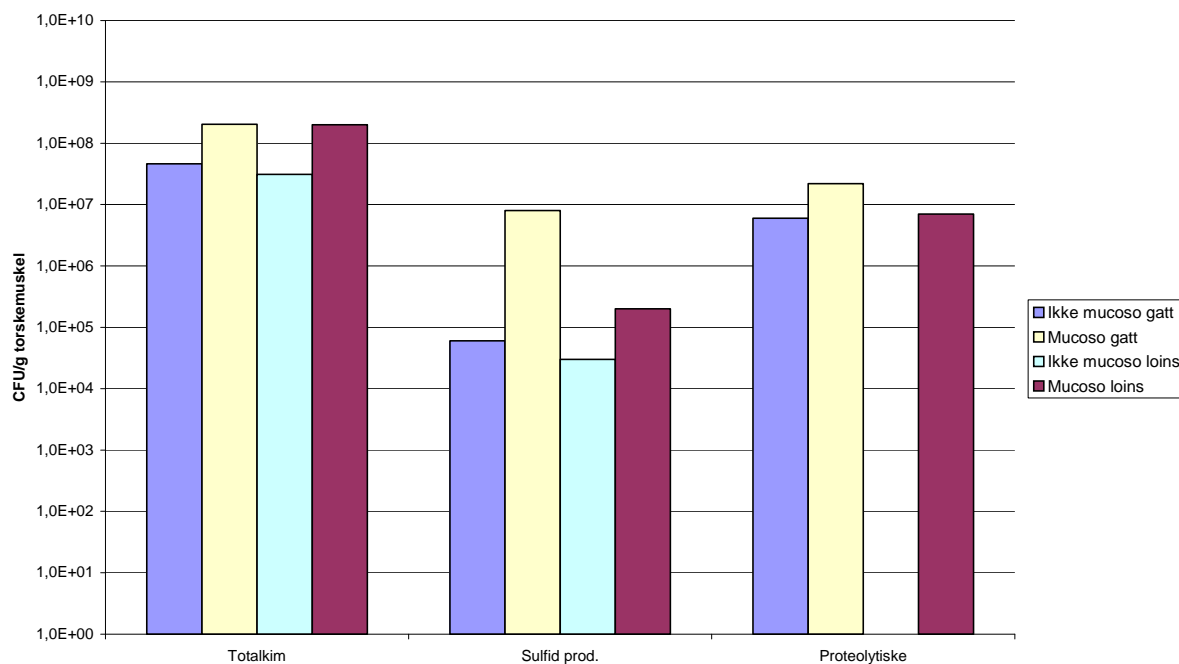
\* Grad av mucoso helt i fremre del av loinsen (i et avgrenset område)

Etter vurderingen av mucoso ble det tatt bilder av alle 10 fiskene. Totalt 4 fisk ble analysert for mikrobiologisk vekst der prøver ble tatt ut fra loins og gatt fra muskel med og uten mucoso.

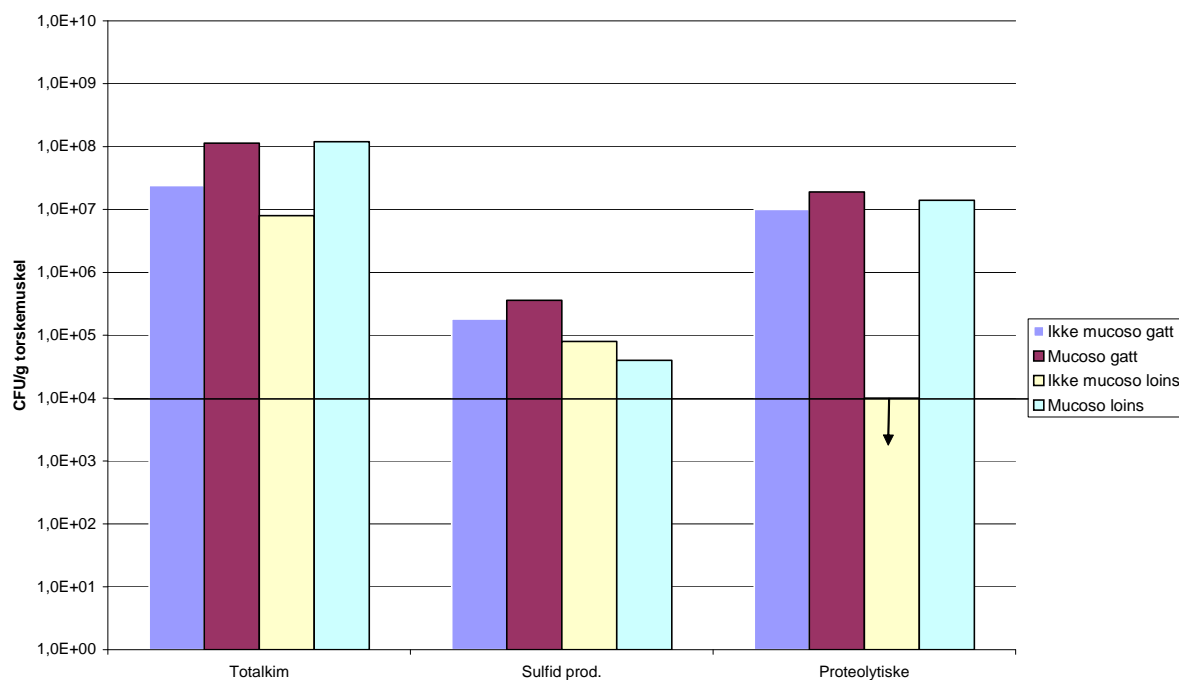
### Mikrobiologisk analyse av utvannet fisk

Totalkimen ligger for utvannet fisk lagret 1 døgn ved 4 °C på log 7–log 8 for alle 3 fisk (Figur 12–14). Forskjellen mellom normal gattmuskel og normal loinsmuskel er liten. Derimot er det for alle 6 prøver av gatt og loins fra de 3 fisk et forhøyet bakterienivå på 0,5–1 logenhet i mucoso muskel sammenlignet med vanlig muskel. For alle utenom en prøve ligger mengde sulfidproduserende på om lag log 5 for alle 3 fisk. For sulfidproduserende bakterier er ingen entydige forskjeller mellom normal loins- og gattmuskel. Det var heller ingen tydelige forskjeller mellom mucoso muskel og normal muskel. Mengde proteolytiske bakterier lå på rundt log 7 for de fleste prøver. Det var ingen forskjell mellom normal loins og normal gattmuskel, men for alle prøver lå mucoso muskel litt høyere enn normal muskel. For 4 av 5 prøver var forskjellen mindre enn 1 logenhet.

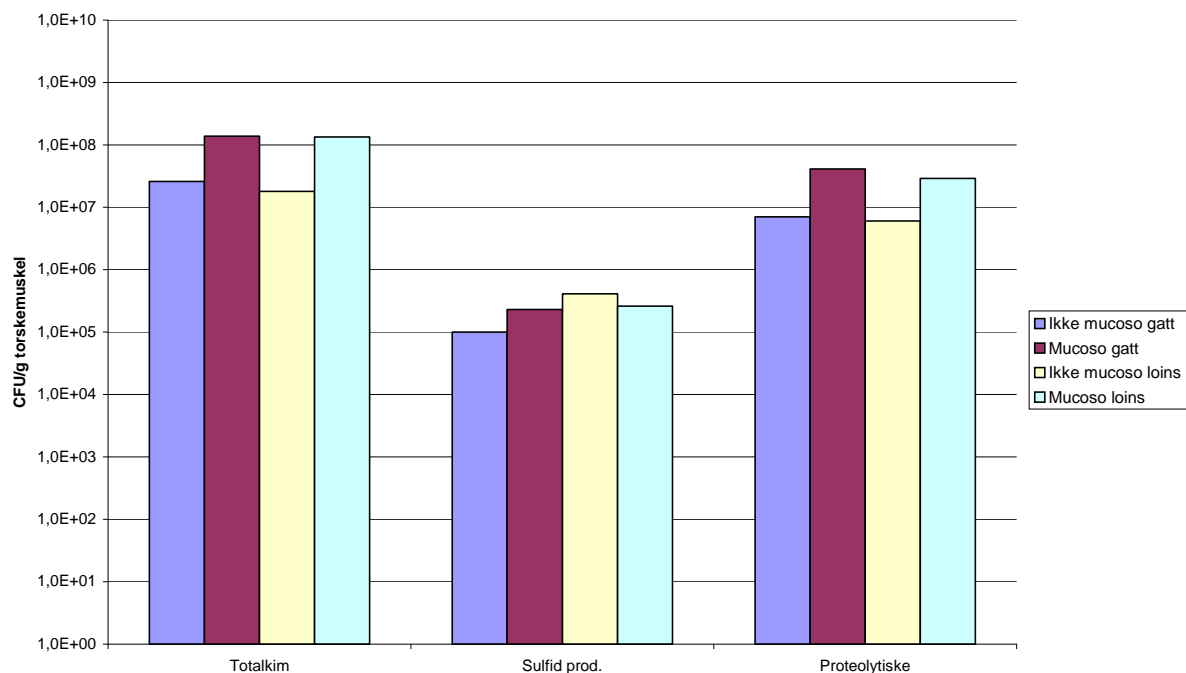
Det blir registrert et noe høyere bakterieinnhold i mucoso muskel enn i normal muskel. Dette kan ha sammenheng med dannelsen av mucoso ved at disse områdene tørker sakte og dermed gir mulighet for økt bakterievekst eller bakteriell nedbrytning. Mucoso muskel ligger øverst i fileter og dette området ble tatt bort først og så ble det tatt prøver av normal (ikke-mucoso) muskel under. Dette kan også være en forklaring på hvorfor mucoso muskel har et noe høyere bakterieinnhold siden overflaten av muskelen vanligvis har et høyere bakterieinnhold enn lengre ned i muskelen.



Figur 12 Bakterieginnhold i fisk 104 tatt etter utvanning og videre lagring 1 dogn ved 4 °C. Prøver tatt fra muskel fra loins og gattområdet med og uten mucoso.



Figur 13 Bakterieginnhold i fisk 109 tatt etter utvanning og videre lagring 1 dogn ved 4 °C. Prøver tatt fra muskel fra loins og gattområdet med og uten mucoso. Horizontal linje viser deteksjonsnivå (10 000 CFU/g).



Figur 14 Bakterieneinnhold i fisk 102 tatt etter utvanning og videre lagring 1 døgn ved 4 °C. Prøver tatt fra muskel fra loins og gattområdet med og uten mucoso.

Det at mucoso dannes i områder som tørker saktest er forståelig siden det i dette området vil være enzymatisk aktivitet over lengst tid. Det kan tenkes at den totale mengde bakterier er den samme over tid, men at det i mucoso området er så fuktig at bakterier er aktive i lang nok tid til at muskelen brytes ned. Dermed er det ikke sikkert det er mulig å registrere forskjeller i bakterienivå mellom mucoso områder og normal muskel fordi bakterier går inn i hviletilstand når det blir for tørt, men kan likevel dyrkes opp når en tar ut prøver til analyse.

### 3.4 Analyser av enzymaktivitet og hydrolysegrad

Prøver ble tatt ut etter 3,5 og 8 ukers tørking samt etter endt utvanning av fisken. For hvert uttak ble 3 fisk analysert. Det ble tatt ut muskelprøver fra 4 områder på hver fisk: mucoso-området loins, loins, mucoso-området gatt og gatt. For de første uttakene under tørkingen var det for de fleste prøvene lite mucoso for prøvene tatt fra mucoso-området. For de utvannede prøvene hadde prøvene mucoso for de aller fleste fisk (registrert i Tabell 10).

#### 3.4.1 Proteasemålinger etter 5 ukers tørking

Det ble også gjennomført proteasemålinger av muskelprøver fra fisk tørket i 5 uker. Resultatene er vist i Tabell 11 og Tabell 12. Her ble, i tillegg til prøver av normal og mucoso muskel fra tykkfisk og gattområdet, prøver av blodrand/nyrevev også analysert



Tabell 11 Grad av nedbrutt protein uttrykt som  $\mu\text{mol}$  tyrosinekvivalenter per g muskel og time (U) i prøver av tørrfisk. Prøver tatt av mucoso og vanlig muskel hentet fra tykkfisk eller gattområdet.

	<i>Fisk 105</i>	<i>Fisk 106</i>	<i>Fisk 127</i>	<i>Gjennomsnitt</i>
Mucoso tykkfisk	0,53	0	2,95	1,16
Tykkfiskmuskel	0,86	0	0,26	0,37
Mucoso gattomr.	1,06	0,46	0,47	0,66
Gattmuskel	2,73	1,30	6,09	3,37
Blodrand/nyrevev	0*	0**	0	0,00

\*Denne prøven må det være noe spesielt med ettersom blindprøven fikk mye høyere verdi enn enzymprøven. Hva dette skyldes er uvisst. Det ser ut som caseinet har "filtrert" bort noe som gir utslag for proteinstoff.

\*\*Ingen parallell her fordi det var for lite ekstrakt.

Tabell 12 Rangering av prøver av tørrfisk basert på mengde nedbrutt protein i blindprøve. Verdi 1 er mest nedbrutt og 12 er minst nedbrutt mengde protein. Prøver tatt av mucoso og vanlig muskel hentet fra tykkfisk eller gattområdet.

	<i>Fisk 105</i>	<i>Fisk 106</i>	<i>Fisk 127</i>	<i>Gjennomsnittlig plassering</i>
Mucoso tykkfisk	7	5	3	5,0
Tykkfiskmuskel	8	9	11	9,3
Mucoso gattomr.	10	14	6	10,0
Gattmuskel	4	15	1	6,7
Blodrand/nyrevev	2	13	12	9,0

I Tabell 11 ser vi at det ikke er noe entydig forskjell mellom mucoso muskel og normal muskel, verken fra tykkfisk når det gjelder proteaseaktivitet. I blodrand ser vi at det ikke er registrert proteaseaktivitet for noen av prøvene. For gattmuskel lå prøver av normal muskel høyere enn mucoso muskel for alle 3 fisk. Spesielt fisk 127 hadde et høyt nivå for normal gattmuskel.

Tabell 12 viser rangering av prøver ut fra nedbrutt mengde protein før måling av proteaseaktivitet. For tykkfisk er mucoso-prøver mer nedbrutt enn vanlig muskel. For gattmuskel ser det motsatte ut til å være tilfellet for 2 av 3 prøver.

### 3.4.2 Proteasemålinger i utvannede tørrfiskprøver

Proteasemålinger ble innledningsvis utført på 12 prøver av utvannet tørrfisk.

Målingene er utført ved pH 7.1 og 25 °C, etter 1 times inkubasjon med 2 % casein som proteinsubstrat. Reaksjonene ble stanset med 5 % TCA, og mengde nedbrutt protein ble målt som  $\mu\text{mol}$  tyrosinekvivalenter per g muskel og time (U).

Resultater oppnådd er vist i Tabell 13 og Tabell 14. I Tabell 13 ser vi at for 5 av 8 prøver er enzymaktiviteten høyere for vanlig muskel enn for mucoso muskel fra utvannet tørrfisk. Alle verdiene var lave og dermed noe usikre. Blindprøvene varierte noe mer. Disse antyder hvor mye protein som er nedbrutt på forhånd, men kan ikke angis med eksakte måleverdier i dette systemet. Prøvene kan imidlertid rangeres innbyrdes (Tabell 14).

I Tabell 14 er prøvene rangert innbyrdes fra 1 til 12 der 1 er mest nedbrutt protein i blindprøven, mens 12 er minst nedbrutt protein. Dette viser om proteinet til de ulike prøvene relativt sett er mer eller mindre nedbrutt i utgangspunktet, før enzymaktiviteten måles. Vi ser at for alle fisk er prøvene av mucoso muskel mer nedbrutt enn vanlige muskelprøver.

Tabell 13 Grad av nedbrutt protein uttrykt som  $\mu\text{mol}$  tyrosinekvivalenter per g muskel og time (U) i prøver av utvannet tørrfisk. Prøver tatt av mucoso og vanlig muskel hentet fra tykkfisk eller gattområdet.

	<i>Fisk 109</i>	<i>Fisk 111</i>	<i>Fisk 114</i>	<i>Gjennomsnitt</i>
Mucoso tykkfisk	0,57	0,40	0,98	0,65
Tykkfiskmuskel	1,00	0,60	0,13	0,58
Mucoso gattomr.	0,46	0,78	0,38	0,54
Gattmuskel	1,07	0,29	0,96	0,77

Tabell 14 Rangering av prøver av utvannet tørrfisk basert på mengde nedbrutt protein i blindprøve. Verdi 1 er mest nedbrutt og 12 er minst nedbrutt mengde protein. Prøver tatt av mucoso og vanlig muskel hentet fra tykkfisk eller gattområdet.

	<i>Fisk 109</i>	<i>Fisk 111</i>	<i>Fisk 114</i>	<i>Gjennomsnittlig plassering</i>
Mucoso tykkfisk	5	3	2	3,3
Tykkfiskmuskel	11	9	6	8,7
Mucoso gattomr.	7	4	1	4,0
Gattmuskel	12	8	10	10,0

Det kan virke paradoksalt at prøvene med høyest proteaseaktivitet ser ut til å ha minst nedbrutt protein. Unntaket er mucoso fra tykkfisk muskel på fisk 114 som ser ut til å ha både relativt høy aktivitet og mye nedbrutt muskelprotein, mens mucoso muskel fra gattområdet på samme fisk ser ut til å være den prøven som inneholder klart mest nedbrutt muskelprotein.

### 3.4.3 Hydrolysegrad

Prøver til analyse av hydrolysegrad ble tatt ut fra fisk tørket i 3, 5 og 8 uker samt fra ferdig utvannet tørrfisk. Hydrolysegraden er angitt som relativ andel nedbrutt protein mellom 0 (ingen nedbrytning) og 1 (fullstendig nedbrytning) og vist i Tabell 15-18.

Tabell 15 Hydrolysegrad i muskelprøver fra fisk tørket i 3 uker. 0 er ingen nedbrytning og 1 er fullstendig nedbrutt protein

<i>Fisk nr</i>	<i>Loins</i>	<i>Mucoso-området loins</i>	<i>Gattområdet</i>	<i>Mucoso-området gatt</i>
120	0,009	0,012	---	0,010
126	0,010	0,016	0,012	0,014
128	0,013	0,022	0,009	0,011

Tabell 16 Hydrolysegrad i muskelprøver fra fisk tørket i 5 uker. 0 er ingen nedbrytning og 1 er fullstendig nedbrutt protein

<i>Fisk nr</i>	<i>Loins</i>	<i>Mucoso-området loins</i>	<i>Gattområdet</i>	<i>Mucoso-området gatt</i>
105	0,018	0,020	0,017	0,020
106	0,018	0,023	0,012	0,020
127	0,022	0,032	0,015	0,038

Tabell 17 Hydrolysegrad i muskelprøver fra fisk tørket i 8 uker. 0 er ingen nedbrytning og 1 er fullstendig nedbrutt protein

<i>Fisk nr</i>	<i>Loins</i>	<i>Mucoso-området loins</i>	<i>Gattområdet</i>	<i>Mucoso-området gatt</i>
101	0,021	0,028	0,009	0,011
118	0,008	0,009	0,004	0,006

Tabell 18 Hydrolysegrad i muskelprøver fra utvannet tørrfisk. 0 er ingen nedbrytning og 1 er fullstendig nedbrutt protein

<i>Fisk nr</i>	<i>Loins</i>	<i>Mucoso område loins</i>	<i>Gattområdet</i>	<i>Mucoso område gatt</i>
102	0,006	0,010	0,007	0,014
104	0,006	0,011	0,008	0,010
121	0,008	0,006	0,009	0,009

For 19 av 21 prøver ligger hydrolysegraden høyere for muskel hentet fra mucoso-området enn fra vanlig muskel. Hydrolysegraden var relativt lav for alle gruppene, og forskjellene mellom mucoso muskel og vanlig muskel var i de fleste tilfeller ganske liten. Likevel viser resultatene at mucoso muskel er en mer nedbrutt form for muskel enn vanlig fiskemuskel.



## 4 Diskusjon

Under forsøket med kunstig tørking av torsk i en industritørke ble det tatt ut fisk til analysering etter 3, 5 og 8 ukers tørking. Det ble registrert svak mucoso i gattområdet på 2 av 3 fisk etter 3 uker. Etter 5 ukers tørking hadde 2 fisk meget bløt/oppløst muskel over store deler av fileten. Den 3. fisken hadde noe mucoso i gattområdet, mens den 4. ikke hadde tegn til mucoso. Ved uttaket etter 8 uker hadde 3 fisk oppløst muskel over nesten hele fileten, mens de 2 andre hadde en fast muskel med noen partier med bløtere muskel.

Ved å tørke fisk kunstig under ugunstige tørkeforhold fikk vi fisk med nedbrutt fiskemuskel. Likevel ble nedbrytningen for flere av fiskene kraftigere enn det som vanligvis registreres i kommersielle produkter. Dermed er det noe usikkert om den nedbrutte muskelen vi har analysert er av samme type som det en finner i kommersielle produkter.

Både pH analyser og mikrobiologiske analyser indikerer høy bakteriell aktivitet i alle analyserte prøver under tørkeperioden. Totalt kimtall i muskelprøvene ligger på rundt log 6–log 7 etter 3 uker og rundt log 7–log 8 etter 5 uker. Etter 8 uker hadde 2 fisk et kimtall på log 8–log 9 mens de andre 2 hadde et som varierte mellom log 5 og log 9. For 15 av 22 par med prøver har mucoso prøver høyere kimtall enn respektive ikke-mucoso prøver fra samme fisk, og for 5 av disse er forskjellen på en log-enhet eller mer. Det er dermed en tendens til at prøver fra mucoso-området/misfarget område har høyere bakterieinnhold enn vanlig muskel. Likevel er ikke forskjellene store i mange tilfeller.

Det er vanskelig å forklare hvorfor mucoso dannes noen steder og ikke andre, selv om områdene har stort sett samme, høye bakterieinnhold. Bakterienivået kan være så høyt at kimtallet ikke blir høyere. Mucoso-områdene er steder på fisken som tørker sakte. Her vil bakterier kunne være aktive over en lengre periode enn i andre områder som oppnår samme bakterienivå, men der bakterieaktiviteten stopper opp på grunn av for lav vannaktivitet. Over perioder med dårlig tørke vil mucoso kunne dannes i områder der fisken tørker sakte, men at dette ikke kan måles ut fra bakterieinnhold: Dette er fordi bakterier som ligger i en dvaletilstand i fisken vil kunne begynne å vokse igjen når de dyrkes på agarplater.

Resultatene viser at tørrfisken inneholder høye kimtall under tørking, spesielt stor fisk som tørker sakte. Her er også erfaringsvis problemet med mucoso under tørrfiskproduksjon størst, når stor torsk henges og været blir vått og mildt over lengre perioder. Det lykkes ikke i dette forsøket å få dannet mucoso under kunstig tørking av tørrfisk. Det ble heller ikke målt betydelige forskjeller mellom muskel hentet fra typiske mucoso-områder og annen muskel.



## **5 Videreføring**

I det videre arbeidet med å undersøke hva som er årsaken til mucoso bør det gjennomføres forsøk ute i industrien der fisk blir tatt inn til mikrobiologisk analyse underveis i tørkeprosessen. Dette bør gjøres for å analysere på kommersielle tørrfiskprodukter mens de tørker og dermed kunne avdekke hva som skjer i fisken mens fiskemuskelen brytes ned til mucoso.

Videre bør en også studere mikrobiotaen nærmere for å avgjøre hvilke type bakterier som potensielt kan stå bak nedbrytningen. I tillegg vil det være nødvendig å analysere på andre typer nedbrytning som fordøyelsesenzymmer eller andre typer enzymer.







# 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](mailto: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](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

ISBN 978 82-7251-624-5

ISSN 0806-6221