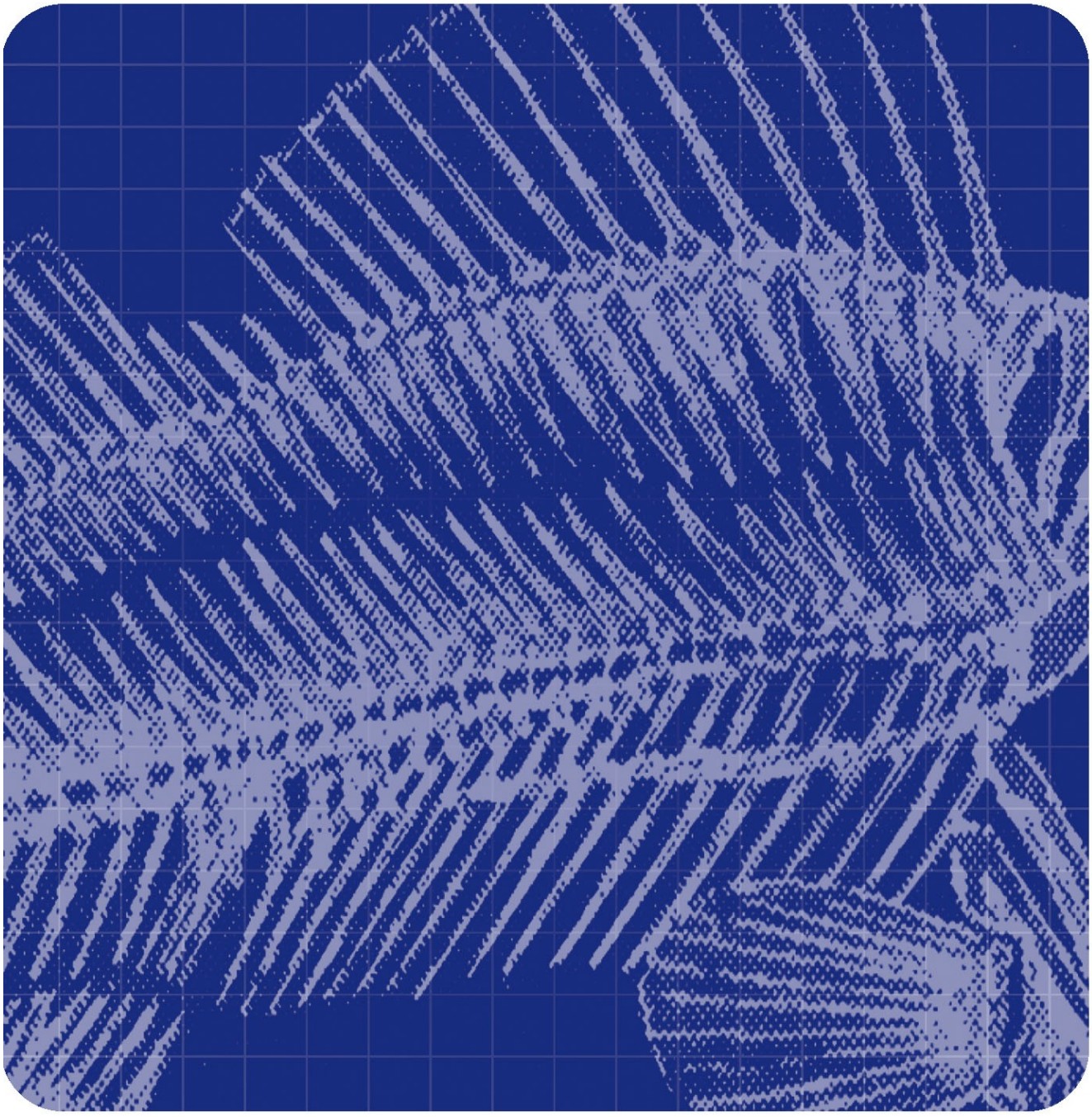
Fiskeriforskning

RAPPORT 13/2006 • Utgitt mars 2006

# Innledende studie av kvalitetsfeilen mucoso i tørrfisk

Ingebrigt Bjørkevoll, Nils Kristian Sørensen, Asbjørn Gildberg, Guro Eilertsen og Sjúrður Joensen



**Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS**
Hovedkontor: Postboks 6122, 9291 Tromsø
Besøksadresse: Muninbakken 9-13,
Tlf.: 77 62 90 00, faks: 77 62 91 00
E-post: post@fiskeriforskning.no

Avd. Bergen: Kjerreidviken 16, 5141 Fyllingsdalen
Tlf.: 55 50 12 00, faks: 55 50 12 99
E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

Organisasjonsnr.: NO 964 441 898 MVA

# RAPPORT

ISBN-13 978-82-7251-587-3
ISBN-10 82-7251-587-3

*Rapportnr:* 13/2006

*Tilgjengelighet:* **Åpen**

*Tittel:*
**Innledende studie av kvalitetsfeilen mucoso i tørrfisk**

*Dato:* 03.03.06

*Antall sider og bilag:* 27

*Forskningssjef:* Even Stenberg

*Forfatter(e):*
Ingebrigt Bjørkevoll, Nils Kristian Sørensen, Asbjørn Gildberg, Guro Eilertsen og Sjúrður Joensen

*Prosjektnr.:* 8602

*Oppdragsgiver:* FHS-Tørrfiskforum

*Oppdragsgivers ref.:*

*Tre stikkord:*
Tørrfisk, mucoso, kvalitetsanalyser

*Sammendrag: (maks 200 ord)*
I tørrfisk som blir utsatt for vedvarende mildt og fuktig vær, spesielt i tiden rett etter henging kan det ofte dannes mucoso. Mucoso, som er et annet ord for surfisk, kan beskrives som muskel med en geléaktig konsistens som ikke er egnet for konsum. Foruten tørkeforholdene vet en lite om årsaken til at mucoso oppstår og hva som bidrar til at mucoso dannes.

Analyser av bakterietall, pH, TVN, proteaseaktivitet, samt sensoriske analyser av tørrfisk under henging i 10 uker indikerte at bakteriell aktivitet ser ut til å påvirke dannelsen av mucoso. Spesielt nyrevevet så ut til å kunne spille en sentral rolle fordi ansamlinger av bløtt nyrevev ble registrert under hele tørkeperioden i områdene der det oftest dannes mucoso; i gatt-partiet og i nakkeområdet. Dette vil kunne gi grobunn for bakterier som spres til nærliggende muskel.

Hengeforsøk ute hos tørrfiskprodusenter tydet på at måten råstoffet ble lagret på før henging påvirket graden av mucoso. Fisk som ble sløyd på land fikk betydelig mindre mucoso og generelt bedre kvalitet enn fisk som ble sløyd om bord og ført i vann.

*English summary: (maks 100 ord)*
Every season a variable proportion of the produced stockfish will contain mucoso, described as slimy or mucus-like muscle. Analysis of microbiota, pH, TVN, protease activity and sensory properties of stockfish during 10 weeks of drying strongly indicated that microbiological activity plays an important role in the development of mucoso. The kidney blood behind the swimming bladder also seemed to be important because wet blood was found throughout the drying period, containing high levels of bacteria. This blood was located where mucoso often is registered. Trials carried out at stockfish producing plants indicated that fish gutted on board and carried in water, enhanced the development of mucoso compared with dry carriage of gutted fish.

# INNHOLD


**1 Bakgrunn ..... 1**
1.1 Mucoso - et kvalitetsproblem på tørrfisk ..... 1
1.2 Målsetning ..... 2

**2 Teoretisk tilnærming ..... 3**
2.1 Arbeidshypotese: Mucoso skyldes enzymatisk nedbrytning ..... 3
2.1.1 Mikrobiologiske analyser ..... 3
2.1.2 Autolytiske enzymer, catepsiner, som finnes i fiskens lysosomer ..... 4
2.1.3 Autolytiske enzymer, trypsiner, fra høyt fødeinntak ..... 4

**3 Materialer og metoder ..... 5**
3.1 Produksjon av tørrfisk under kontrollerte betingelser ..... 5
3.1.1 Råstoff ..... 5
3.1.2 Gjennomføring av kontrollert tørking ..... 5
3.1.3 Analysemetoder ..... 8
3.2 Hengeforsøk hos tørrfiskprodusenter ..... 9

**4 Resultater ..... 11**
4.1 Tørkeforsøk ..... 11
4.2 Uttak av fisk under tørking ..... 11
4.2.1 Uttak etter 3 ukers tørking ..... 11
4.2.2 Uttak etter 6 ukers tørking ..... 14
4.2.3 Uttak etter 10 ukers tørking ..... 15
4.3 Analyser av proteaseaktivitet ..... 17
4.4 Analyse av TVN ..... 19
4.5 Hengeforsøk i bedrift ..... 19
4.5.1 Fisk fra Glea AS på Røst ..... 20
4.5.2 Fisk fra Brødrene Arntzen AS, Sørvågen ..... 21
4.5.3 Fisk fra Lofoten Sjøprodukter, Mortsund ..... 21

**5 Oppsummering ..... 23**

**6 Konklusjon ..... 25**

**7 Referanser ..... 27**

# 1 Bakgrunn

## 1.1 Mucoso - et kvalitetsproblem på tørrfisk

Fenomenet mucoso opptrer jevnlig, men med ulikt omfang år om annet. Mucoso kan oppdages ved sortering av tørrfisken. Dette skjer ved at en i nakkeområdet rundt ryggraden finner områder som er oppsmuldret. Vanligst er det at denne kvalitetsfeilen først oppdages etter utvanning. Det vil si at det registreres etter mottak i Italia. Et annet fenomen er fruloso som blir beskrevet som spaltet muskel. Denne kvalitetsfeilen blir også lettest registrert etter utvanning. Dette fører naturligvis til at det blir diskusjon om grad av mucoso/fruloso i partier og hvordan dette skal håndteres økonomisk. Reklamasjonskostnadene kan bli betydelige. I utvannet tørrfisk fremstår mucoso som at muskelen er oppløst, sleip, glatt og uten struktur. Lukta i disse partiene er også skarpere, men ikke dramatisk dårlig. Hovedproblemet er at muskelen er oppløst og den ønskede konsistens er ødelagt slik at det infiserte området må skjæres bort med påfølgende utbyttetap.

Det er på denne bakgrunn meget viktig å kunne forstå hva mucoso er, hvorfor mucoso forekommer med varierende hyppighet, og hvordan man eventuelt kan hindre eller redusere skadene for tørrfiskprodusentene.

Tørrfiskprodusentene knytter forekomst av mucoso til spesielle tørkeforhold. Mucosoen sies å utvikle seg i fuktig vær samtidig som temperaturen er relativt høy, (5-8 °C). Den dårlige tørken gir seg naturlig nok størst utslag i den store fisken. Denne fanges oftest på garn. De siste par årene har en del produsenter begynt å henge fisk allerede i februar, og dette har dessverre falt sammen med høy temperatur og fuktighet. En annen forklaring som antydes hos tørrfiskprodusenter er at økende grad av mucoso kan henge sammen med høyt fødeinntak hos fisken. Dette kan det være viktig å avklare da høyt fødeinntak fører til høy enzymaktivitet også i fiskens muskel. Dersom fisken da henges og ikke tørker relativt raskt, kan den enzymatiske nedbrytingen (autolysen) av fiskemuskelen føre til at den løses opp.

Erfaring fra produsenter tyder på at både føringsmåte av fisken om bord i båten og om fisken sløyes eller ikke om bord kan ha innvirkning på om mucoso dannes. Spesielt store snurrevadhal og påfølgende føring i vann syntes å gi økt innslag av mucoso. Det er også uheldig dersom sløyd og hodekappet fisk lagres for lenge i vann før henging. Det er ikke kjent at noen sorterer bort råstoff fordi man av erfaring forventer at et spesielt råstoff er disponert for å utvikle mucoso.

## 1.2 Målsetning

Det er to mulige innfallsvinkler til problematikken rundt dannelse av mucoso i tørrfisk. Det første er å finne ut hva mucoso er for noe. Dette blir gjort ved å tørke fisken under kontrollerte betingelser som gjør det sannsynlig av mucoso oppstår. Ved å ta ut prøver av fisken underveis i tørkeprosessen vil en kunne analysere på muskel mens nedbrytingsprosessene faktisk foregår. Dersom vi ikke får dannelse av mucoso i våre hengeforsøk, kan vi skaffe fisk produsenter mener inneholder mucoso og analysere på denne.

Den andre innfallsvinkelen vil være å undersøke hvilke faktorer som påvirker dannelsen av mucoso. Her er det antatt at temperatur og luftfuktighet er sentrale parametrer. Hvilke faktorer som påvirker dannelsen av mucoso blir undersøkt gjennom hengeforsøk ute hos produsenter av tørrfisk. Hengeforsøk vil bli utført ved 3 ulike bedrifter der relevant informasjon om råstoff, håndtering, henging, vær, kvalitetsutvikling og lignende blir registrert.

# 2 Teoretisk tilnærming

## 2.1 Arbeidshypotese: Mucoso skyldes enzymatisk nedbrytning

Mucoso karakteriseres ved at muskelen er oppløst, glatt og sleip og problemet framkommer spesielt i områdene langs ryggraden og i gatt-partiet på tørrfisk.

For å forstå problemet vil det mest nærliggende være å undersøke graden av proteolyse, altså i hvilken grad muskelproteinet er degradert. I neste omgang bør en undersøke hvilke prosesser i fisken som forårsaker nedbrytingen. Nedbrytningen kan komme av enzymaktivitet fra fiskens egne enzymer (tarm og lignende), bakterier, sopp, fluemakk eller annet. Det er også sannsynlig at dannelsen av mucoso har med vanninnholdet i muskeloverflaten å gjøre, da de enzymatiske prosessene vil gå raskere ved tilførsel av vann. Temperaturen vil også påvirke både vekst av mikroorganismer og enzymatisk aktivitet. Dette er i tråd med de observasjoner som produsentene har gjort omkring sammenhengen mellom mucoso og fuktig og varmt vær. Mucosoen antas altså å være enzymatisk nedbrutt protein. Det kan være ulike kilder til disse enzymene: mikrobiologiske enzymer, autolyttiske enzymer fra lysosomer og autolyttiske enzymer fra fiskens fordøyelsessystem.

### 2.1.1 Mikrobiologiske analyser

Fisken henges normalt raskt etter fangst og inneholder da lite bakterier. Ved gode tørkeforhold vil lite bakterier utvikles pga. lav temp og tørr overflate. Ved varmt og fuktig vær kan det motsatte skje, der bakterier fortsetter å vokse på overflaten og spesielt i hulrom som gatt-partiet og i nakken og bakover langs ryggsøyla der fisken er tykkest. Likevel vil det vanligvis være liten vekst av bakterier på overflater fordi disse raskt tørkes ut igjen når været blir tørt på ny. Det er også vist at bakterier i liten grad invaderer muskelen ved lagring på is, men holder seg på overflaten av fisken. Ved høyere lagringstemperatur er det derimot dokumentert betydelig større vekst av bakterier også inne i muskelen. Bakterier skiller da ut proteolytiske enzymer som bryter ned fiskens muskelvev. Områder på fisken som tørker saktest vil være mest utsatt for proteolyse, og dermed vil mucoso kunne oppstå i disse områdene.

Siden mucoso kan oppdages av vrakere i tørrfisken, ser det ut til å være et problem som er relatert til tørkingen. En teori er at bakterier og sopp vokser i muskel under dårlig tørking og forårsaker nedbrytning av protein. Om bakterier dør eller ikke under tørkingen er uvisst, men dersom de overlever, vil en kanskje forvente et høyere bakterieinnhold i muskelen etter utvanning enn i områder på muskelen som ikke inneholder mucoso. På den annen side kan det tenkes at næringsstoffer i muskelvevet har blitt brukt opp ved bakterieveksten under tørkingen (under dannelsen av mucoso) og at det dermed er mindre bakterier i mucosoen enn i andre deler av muskelen etter utvanning. Bakterier kan derfor ha forårsaket mucosoen, selv om de ikke lenger er levende og kan måles.

Mikrobiologiske analyser av fisk må derfor gjennomføres både før, under og etter henging og bløyting for å avdekke om det er bakterievekst og/eller sopp som forårsaker mucosoen. Da må vi tilpasse vekstmediet til de to typer mikroorganismer. Et innledende forsøk med mikrobiologisk analyse av mucoso etter utvanning har blitt gjennomført

***Innledende mikrobiologiske analyser***

Muskelprøver av tørrfisk fra sesongen 2003, ble tatt ut etter at fisken var ferdig utvannet. Fra 3 fileter ble det analysert på muskelprøver med og uten mucoso, det vil si muskel som var oppløst.

Resultater fra analyser av bakterieinnhold i prøvene viser, som tidligere analyser, at tørrfisk inneholder en høy bakteriekonsentrasjon rett etter utvanning. Utvannet muskel uten mucoso som ble tatt fra 3 ulike fisk hadde et kimtall på $7{,}5x10^5 – 5{,}8x10^6$ /g muskel. ($10^6$ – angir et antall på en million bakterier. Det er et høyt tall for næringsmidler). Muskel med mucoso hadde et bakterieinnhold på $8{,}2x10^5 – 2{,}5x10^6$ bakterier/g. I selve mucosoen ble det registeret i bakterieinnhold på $3{,}0x10^6$ /g. Det ser dermed ikke ut til at bakterieinnholdet er høyere i muskel med mucoso enn muskel uten. Resultatene er kun basert på 3 fisk, og analyser må kjøres i større omfang under hele produksjonen av tørrfisk, for å få et bedre bilde av relasjonen mellom bakterieinnhold og tilstedeværelse av mucoso.

### 2.1.2 Autolytiske enzymer, catepsiner, som finnes i fiskens lysosomer

Naturlig forekommende proteaser, som mens fisken er i live er innkapslet i lysosomer, lekker ut og starter å bryte ned muskelen etter at fisken er død. Under lagring av fisk på is er det registret svært liten grad av proteolyse fra slike enzymer. Ved høyere temperaturer og lengre lagringstid kan nok enzymaktiviteten øke, noe som registreres ved at fiskekjøttet blir oppløst. I de områdene som tørker saktest vil det dannes mest lyserte proteiner. Årsaken til at dette ikke skjer hele tiden under henging av tørrfisk er nok at temperaturen er lav, og at vanninnholdet i muskelen blir raskt nok redusert slik at autolysen inhiberes.

### 2.1.3 Autolytiske enzymer, trypsiner, fra høyt fødeinntak

Andre autolytiske enzymer som trypsiner bidrar i fiskens fordøyelse. Ved høyt fødeinntak blir det registrert oppløsning av spesielt buker. Dette registreres oftest for hel fisk som har stort fødeinntak, loddetorsk, sildetorsk, dvs typisk Finnmarks forhold på våren. Men dette kan være tilfelle også i Lofoten, der det tidvis er mye sild i gytetida og torsken spiser tydeligvis dersom mat dukker opp. Derfor kan det være nyttig å registrere om noe råstoff er sildetorsk og hvordan denne kvaliteten blir som tørrfisk.

# 3 Materialer og metoder

Vi ønsker å undersøke hvordan muskelproteinene i torsk endrer seg under dannelsen av mucoso, og hvordan denne prosessen er avhengig av fuktighet og temperatur på ulike størrelser av tørrfisk. Som vist i kapittel 2.1 er det 3 mulige kilder til enzymatisk nedbrytning. I dette arbeidet ble det i hovedsak fokusert på å undersøke mikrobiologisk aktivitet i tørrfisk under henging.

Det vil bli forsøkt å fremprovosere mucoso ved tørking av fisk under dårlige tørkeforhold. For at et slikt forsøk skal bli vellykket er det nødvendig å kunne styre tørkeforholdene slik at de blir så ugunstige at en forventer at mucoso oppstår.

Dette kan sannsynligvis bare gjøres under kontrollerte betingelser i et laboratorium. Fiskeriforskning har en tørke i forsøkshallen der man kan justere temperatur, relativ luftfuktighet og luftgjennomstrømning. Vi mener at denne tørka vil være et godt utgangspunkt for innledende forsøk som kanskje etter hvert også kan bidra til å dokumentere hvordan mucoso framkommer under spesielle tørkeforhold.

## 3.1 Produksjon av tørrfisk under kontrollerte betingelser

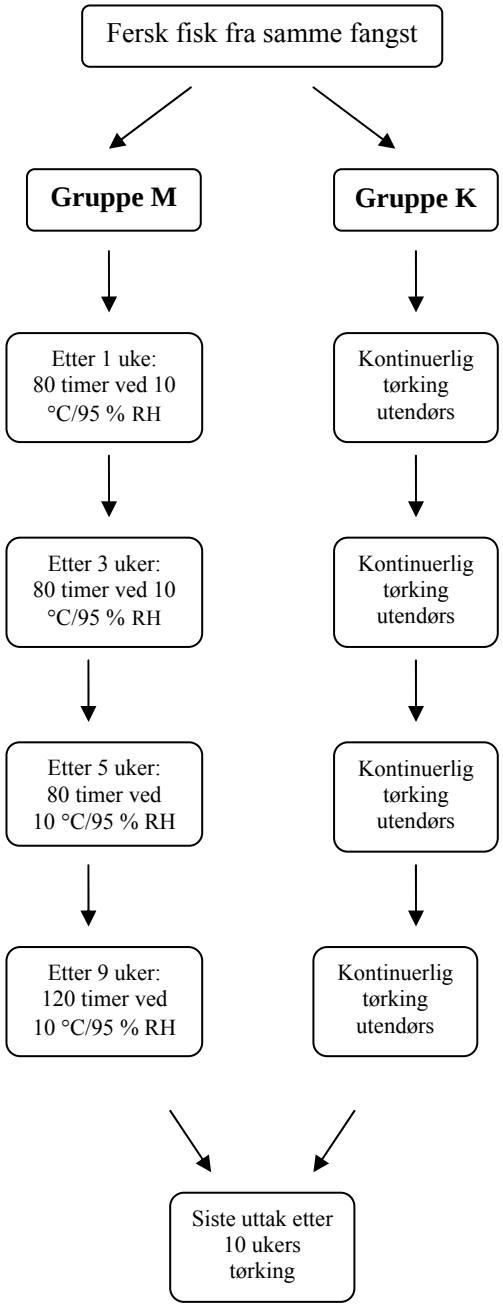
### 3.1.1 Råstoff

Torsk fanget med juksa utenfor Kvaløya ble brukt i tørkeforsøkene. Fisken hadde en størrelse på 1,5-3 kg og ble lagret 24 timer på is før henging. Kvaliteten på fisken ble vurdert som god, ingen synlige skader, godt blodtappet og riktig sløyd.

### 3.1.2 Gjennomføring av kontrollert tørking

Ved undersøkelsen av fenomenet mucoso ble to grupper fra samme fangst individmerket før tørking ved Fiskeriforskning. All fisken ble hengt ute under størstedelen av tørkingen. En gruppe med totalt 16 fisk (M) ble tatt inn og kunstig tørket i en industritørke ved Fiskeriforskning for perioder på 80 timer av gangen. Før tørking ble vekten registrert på hver fisk (tabell 1).

Fisken ble utsatt for forhold som en antok medførte utvikling av mucoso. Her er høy temperatur (10 °C) og høy luftfuktighet (95 %) viktige faktorer. Gruppe 2 var en kontroll bestående av 16 fisk som kontinuerlig ble tørket utendørs, under mest mulig gunstige forhold for å unngå mucoso. Dermed ville en kunne sammenligne samme råstoff tørket under gode og dårlige forhold. Uttak til analyser skjedde før henging samt etter 3, 6 og 10 ukers tørking (figur 1).




Figur 1 Tørkeprogram for kontrollert tørking av torsk. Gruppe M ble tatt inn etter 1,3, 5 og 9 ukers henging og tørket i 80 timer i industritørke. Gruppe K (kontroll) hang kontinuerlig utendørs. Prøver ble tatt ut til analyser etter 3, 6 og 10 ukers tørking. Totalt 16 fisk ble hengt per gruppe. For hvert uttak ble 2 fisk per gruppe analysert.

Tabell 1 Vektregistrering av fisk (gram) før henging. Gruppe M ble tørket for perioder ved høy temperatur (10 °C) og luftfuktighet (95 % RH) i en industritørke. Gruppe K ble kontinuerlig tørket utendørs.

| Fisk nr | Gruppe M | Gruppe K |
|---|---|---|
| 101 | 1998 | 2728 |
| 102 | 2204 | 2974 |
| 103 | 1908 | 2104 |
| 104 | 2208 | 2128 |
| 105 | 1954 | 2200 |
| 106 | 2168 | 2404 |
| 107 | 2022 | 1734 |
| 108 | 2198 | 1712 |
| 109 | 1884 | 1576 |
| 110 | 1814 | 1408 |
| 111 | 1604 | 1584 |
| 112 | 1642 | 1448 |
| 113 | 1614 | 1538 |
| 114 | 1572 | 1610 |
| 115 | 2954 | 1750 |
| 116 | 3158 | 1954 |
| **Gjennomsnitt** | **2056** | **1928** |

Den første uken var det gode tørkeforhold med temperaturer rundt 0-4 °C, en del vind og lite nedbør. Fisken hang under tak og med god lufting. Etter 1 ukes henging ute ble gruppe M tatt inn og tørket i industritørka i 80 timer. Før innsetting ble fisken spylt med kaldt ferskvann i ca 2 minutter slik at hele fisken ble bløt. Temperaturen i tørka var 10 °C, luftfuktigheten 95 % og vindhastigheten 2,0 m/s. Innledningsvis ble vindhastigheten satt til 0,5 m/s, men på grunn av ising av kondensatoren måtte vindhastigheten justeres opp til 2,0 m/s. Dermed tørket fisken noe raskere enn det som var ønskelig. Da fisken ble tatt ut etter endt tørkeperiode var fisken bløt og det dryppet tydelig fra fisken. Det så dermed ut som om fisken, som formålet var, hadde blitt utsatt for en simulert mildværsperiode med mye regn. Også i de påfølgende 2 ukene etter den første perioden med kunstig tørking av gruppe M, var tørkeforholdene ute gunstige med temperaturer i overkant av 0 °C, lite nedbør og god trekk. Etter 3 ukers henging ble all fisk kontrollveid. Siden fisk hang sammen i sperrer ble to og to fisker veid i lag (tabell 2). Rett etter kontroll veiing ble gruppe M pånytt satt inn i industritørka og samme tørkeprosedyre som tidligere fulgt. Forskjell fra første omgang i tørken var at vindhastigheten ble justert ned til 1,4 m/s for å hindre for rask tørking. I tillegg ble fisken spylt våt også etter at den ble tatt ut av tørka. På grunn av varmt vær ble det observert fluer rundt fisken etter ca 3 uker. Det ble derfor lagt fluenetting rundt fisken for å hindre at fluer begynte å legge egg i fisken.

Etter 5 uker (30.04) ble fisken tatt inn og tørket i industritørka for 3. gang. Fisken hadde begynt å bli ganske tørr etter ytterligere 2 uker med gode tørkeforhold. Tørt og fint vær i hele perioden. Det ble satt solrekord i Tromsø for april i 2004. Det ble ikke registrert avvikende lukt av fisken og det ble heller ikke funnet flueegg eller -larver på fisken. Fisken lå 15 minutter i kaldt ferskvann før den ble satt inn i tørka samt 20 minutter i vann etter endt tørking. Tørkingen foregikk som tidligere ved 10 °C og 95 % luftfuktighet i totalt 80 timer. Lufthastigheten var 1,2 m/s.

Tabell 2 Vekttap (%) per sperre med fisk (2 fisk) etter 3 ukers henging.

| Fisk nr | Gruppe M | Gruppe K |
|---|---|---|
| 101/102 | 53,4 | 51,5 |
| 103/104 | 51,2 | 51,2 |
| 105/106 | 52,3 | 50,4 |
| 107/113 | 55,3 | |
| 108/114 | 58,2 | |
| 109/110 | 53,9 | |
| 111/112 | 54,7 | 53,6 |
| 115/116 | 50,4 | |
| 107/108 | | 51,9 |
| 109/115 | | 53,9 |
| 110/116 | | 53,7 |
| 113/114 | | 54,8 |

Den første uken av mai var varm og solrik mens resten av mai var kald og med noe regn. Etter 9 uker ble mucoso-gruppen for 4. og siste gang satt inn i tørka. Før tørkeprosessen lå fisken 1 time i vann. Programmet for tørka var 10 °C i 120 timer, luftfuktighet og vindstyrke som i forrige omgang i tørka. Vekten på fisken ble målt før og etter lagringen i vann samt etter at tørkingen var over (tabell 3). Den minste fisken økte vekten med 17,4 % etter 1 time i vann og var etter tørkingen 6,5 % tyngre enn før tørkingen. De store fiskene økte vekten med rundt 27 % under vannbadet og var etter tørkingen ca 15 % tyngre enn før tørkingen.

Tabell 3 Vekt på tørrfisk før henging, etter 9 ukers henging (før vannbad), etter vannbad i 1 time samt etter tørking i 120 timer ved 15 °C og 95 % luftfuktighet.

| Fisk nr | Før henging | Etter 9 uker | Etter vannbad | Etter tørking |
|---|---|---|---|---|
| M 109 | 1884 g | 460 g | 540 g | 490 g |
| M 116 | 3158 g | 706 g | 896 g | 810 g |

### 3.1.3 Analysemetoder

For hvert uttak ble 2 fisk fra hver gruppe undersøkt. Prøver ble tatt ut av muskel under tørking, både fra områder der mucoso vanligvis opptrer definert som "mucoso-område" (i gatt og langs ryggbeinet) og der mucoso ikke forekommer definert som "ikke mucoso-område" (loins/tykkfisken). Prøver av nyrevev/blodranden under svømmeblæren ble analysert etter 3 ukers tørking.

For hvert uttak ble muskel analysert for total mengde bakterier og $H_2S$ produserende bakterier ved bruk av jern agar (Gram et al., 1987). Fisk tatt ut til mikrobiologisk analyse ble også analysert sensorisk samt for grad/mengde av mucoso.

PH ble målt i fiskemuskel med stikkelektrode. Totalt flyktig nitrogen ble målt i fiskemuskel. Mengde TVN i torsk under lagring er nesten utelukkende TMA som skyldes bakteriell nedbrytning (Huss, 1983). Proteaseaktiviteten i muskel ble også undersøkt. Proteaseaktivitet i tørrfisk ble målt ved sur (pH ca 4.3), nøytral (pH ca 6.4) og basisk pH (pH ca 8.75). Som substrat ble det brukt 2 % hemoglobin (sur og nøytral pH) og 2 % kasein (basisk pH) (Gildberg og Raa, 1983).

## 3.2 Hengeforsøk hos tørrfiskprodusenter

De 3 bedriftene som var med i prosjektet hengte ulike grupper av fisk (10-20 fisk per gruppe) der de spesielt registrerte hvordan fisken var ført på land og videre lagret på land før henging. Egenskaper som produsentene trodde kunne påvirke dannelsen av mucoso ble forsøkt studert gjennom henging av ulike grupper. Hver gruppe ble atskilt med merkelapper som de hengte på hjellene mellom gruppene. Det ble spesielt fokusert på lagring av råstoff med og uten vann for henging.

# 4 Resultater

## 4.1 Tørkeforsøk

I tørkeforsøket ble totalt 32 torsk hengt. Før henging ble hver fisk veid (tabell 1) og individmerket. Gruppe M og K bestod av 16 fisk hver. Uttak til analyse av bakterieinnhold, pH, vekt, proteaseaktivitet og TVN ble gjort etter 3, 6 og 10 ukers tørking.

## 4.2 Uttak av fisk under tørking

### 4.2.1 Uttak etter 3 ukers tørking

Prøver fra fersk fisk før henging tatt ut til mikrobiologisk analyse inneholdt ikke detekterbare mengder bakterier (<100 CFU/g). Prøver ble også frosset ned ved -80°C for senere analysering. Etter 3 ukers tørking ble 2 fisk per gruppe, en "liten" og en "stor" (tabell 4) analysert.

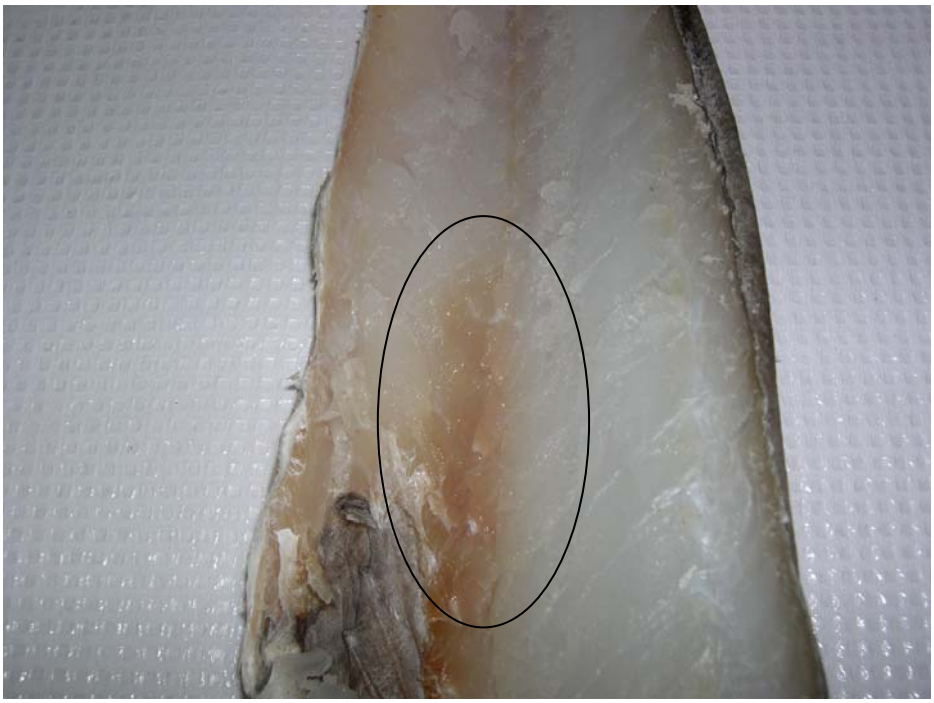
Tabell 4 Vekt (gram) og vektreduksjon (%) på fisk analysert etter 3 ukers henging.

| Fisk nr | Vekt | Vektreduksjon |
|---|---|---|
| M 108 | 1040 | 52,7 |
| M 114 | 714 | 54,6 |
| K 109 | 742 | 53,0 |
| K 115 | 792 | 54,3 |

Fisken var fortsatt relativ myk og hadde en konsistens som for boknafisk. Fisken fra gruppe M hadde kun vært gjennom 1 periode med kunstig tørking. Både utseendemessig og luktmessig ble fisken vurdert som normal. Fisken minnet om boknafisk og hadde en sterk lukt av ammoniakk da den ble filetert. Alle 4 fisk ble filetert og ryggbeinet fjernet. Muskelen var generelt hvit, men all fisk hadde misfarget muskel rundt ryggraden, mest misfarging i gattboret og i nakkeområdet (figur 2).

Figur 2 Splittet tørrfisk etter 3 ukers tørking. Tydelig misfarging av muskel langs ryggrad.

Fisk M 108 hadde mest misfarging og ved gattboret så det ut som en påbegynt dannelse av mucoso (figur 3). I dette området var muskelen mer blank og våt enn for de andre fiskene og det luktet noe sterkere ammoniakk i dette området enn på resten av fisken.



Figur 3 Mulig påbegynt dannelse av mucoso i gatt bor på fisk M 108.

En spesiell observasjon var at fisk M 108 hadde en lukket svømmeblære og da den ble åpnet var nyrevevet svært vått og som en sleipe (Figur 4). Nyrevevet var samlet mest helt bak i gattboret og helt fremme i nakken. Det så ut som en del av nyrevevet hadde rent frem i nakken og blitt samlet der. På midten var svømmeblæren nesten helt tørr og hadde klistret seg

mer sammen. Bakerst i gattet lå det mest nyrevev rett før beinene i buken samler seg til ett bein. Her var det en kile av bløtt nyrevev (blodstubben). For de andre fiskene virket det som om dess tørrere nyrevevet var dess mindre var misfargingen av muskelen nærmest ryggraden.

Figur 4 Bløtt nyrevev/blod fra fisk M 108 etter 3 ukers henging.

Prøver fra misfarget muskel i nakke og gatt-området samt fra helt hvit muskel fra loinsen ble tatt ut til mikrobiologisk analyse. Homogenisat (1:10 fortynning i peptonvann med 0,9 % NaCl) ble frosset ned ved -80 °C til senere analyser av enzymaktivitet. Muskelprøver fra samme område ble også tatt ut til analysering TVN. Disse prøvene ble frosset inn ved -80 °C i vakuumpakninger (99 % vakuum).

pH ble målt i all fisk (tabell 5), både i misfarget område ("mucoso-område") ved gattboret og i loins-området der det ikke ble registrert noe misfarging. Som vi ser av tabell 5 har både "mucoso-område" på fisk M 108 og bløtt nyrevev opp mot en pH enhet høyere enn muskel som ikke er misfarget. For fisk der det kun ble registrert misfarging og ikke påbegynt mucoso var pH lavere i "mucoso-området" ved gattboret (7,6 - 7,8). Likevel var pH også her høyere enn i muskel som ikke var misfarget (7,4 - 7,6).

Tabell 5 pH i fiskemuskel etter 3 ukers henging. Målinger ble gjort i "mucoso-område" ved gattboret, i "ikke mucoso-område" (loins) og i bløtt nyrevev på samme fisk.

| Fisk nr | "Mucoso-område" | "Ikke mucoso-område" | Bløtt nyrevev |
|---|---|---|---|
| M 108 | 8,31 | 7,31 | 8,10 |
| M 114 | 7,80 | 7,64 | |
| K 109 | 7,56 | 7,40 | 8,20 |
| K 115 | 7,47 | 7,70 | |

Mikrobiologiske analyser av muskel ble gjort i samme område som pH ble målt. Dette ble gjort i forkant av pH målingene, se tabell 6. Generelt var det mindre forskjeller i kimtall mellom "ikke mucoso område" og "mucoso-område". Unntaket var på fisken som hadde tegn til påbegynt mucoso dannelse (M 108), der det var ca 20 ganger mer bakterier i "mucoso-området" enn i "ikke mucoso-område". Spesielt var også at nyrevev hadde rundt 10 ganger mer bakterier enn muskel. Her hadde nyrevev fra fisken som hadde påbegynt mucoso 5 ganger høyere bakterieinnhold enn nyrevev fra fisk som ikke hadde påbegynt dannelse av

mucoso. Ingen muskelprøver så etter første analyse ut til å inneholde sulfidproduserende bakterier.

Tabell 6 Totalt kimtall i fiskemuskel etter 3 ukers henging. Målinger ble gjort i "mucoso-område" ved gattboret, i "ikke mucoso-område" (loins) og i bløtt nyrevev på samme fisk. Tall gitt i CFU/g muskel (Colony Forming Units).

| Fisk nr | "Mucoso-område" | "Ikke mucoso-område" | Bløtt nyrevev |
|---|---|---|---|
| M 108 | $4{,}0x10^6$ | $2{,}1x10^5$ | $5{,}0x10^7$ |
| M 114 | $7{,}8x10^5$ | $9{,}1x10^5$ | |
| K 109 | $2{,}9x10^6$ | $3{,}3x10^6$ | $1{,}0x10^7$ |
| K 115 | $6{,}0x10^6$ | $3{,}6x10^6$ | |

Analyser viste at muskel tatt fra "mucoso-område" hadde 2 dominerende kolonityper. 60 % av mikrobiotaen bestod av en stor ca 5 mm i diameter), lysebeige, og ugjennomsiktig kolonitype og 40 % av en mindre (ca 2 mm i diameter), mørkere og mer transparent og kolonitype med en ujevn og ru overflate. Mikrobiotaen i muskel tatt fra "ikke mucoso-område" bestod også av den mindre mørkebeige og transparente kolonitypen (75 %) og den større, lysebeige og ugjennomsiktige kolonitypen (25 %). De samme 2 kolonitypene så ut til å dominere i nyrevevet også, men på grunn av teppevekst på agarskålene var det vanskelig å avgjøre hvor stor andel de to typene utgjorde av mikrobiotaen. Det så dermed ut til at det var 2 kolonityper som dominerte i muskel og nyrevev fra tørrfisk etter 3 ukers tørking. Videre analyser viste at begge var Gram-negative og katalase positive. Den store lysebeige kolonitypen var oksidase-positiv, mens den mindre og mørkere typen var oksidase-negativ. I hovedsak var bakteriene ikke bevegelige, korte og krumma staver. Den mørke kolonitypen hadde bakterier som var noe kortere, som ovale kokker. Etter 5 dagers inkubasjon (12 °C) av reinisolat på jernagar begynte den store kolonitypen isolert fra "mucoso-område" og nyrevev å bli svart. Dette indikerte at bakterien var sulfidproduserende (*Shewanella putrefaciens).* Fermenteringstester med ZOFA-medium viste at denne kolonitypen var ikke-fermentativ og fakultativ anaerob på glukose noe som styrker teorien om at denne kolonitypen var *S. putrefaciens*. Den lille transparente kolonitypen som ikke ble sort på jernagar var sterkt fermentativ både aerobt og anaerobt på glukose og anaerobt på mannitol. En slik beskrivelse samsvarer lite med kjente bakterier på fisk fordi få bakterier er oksidase negative. Dette gjelder kun *Acinetobacter* og *Enterobacteriaceae.* Men *Acinetobacter* er ikke fermentativ og Enterobakterier er lite beskrevet som forråtnelsesbakterier i fisk.

### 4.2.2 Uttak etter 6 ukers tørking

Ved uttak etter 6 ukers tørking var fisken nesten fullstendig tørr, men en kunne trykke tykkfisk muskelen litt inn. Den 5. uken gav også gode tørkeforhold, med opphold og høye temperaturer for årstiden (rundt 10-14 °C). 2 fisk (en stor og en liten) fra hver gruppe ble tatt ut og vurdert sensorisk før filetering. Råstoffvekten av fisken som ble analysert ved dette uttaket var 1814 g for M 110, 2954 g for M 115, 2404 g for K 106 og K 112 hadde en vekt på 1448 g.

Fisken hadde mer lukt av tørrfisk, men luktet ennå sterkt av ammoniakk. Det var ikke mulig å splitte fisken med kniv. Tørrfisken ble derfor delt med sag. 2 fisk av mucoso-gruppen, M 110 og M 115 ble analysert sammen med 2 fisk fra kontrollgruppen, K 106 og K 112. Fisk M 115 luktet noe avvikende surt, mens de 3 andre luktet normalt av tørrfisk på dette stadiet (ammoniakk). Det ble ikke registrert tydelig dannelse av mucoso i noen av prøvene. Fisken hadde begynt å bli tørr og sammentrekt, så det var vanskelig å vurdere muskelstrukturen.

Fisken var tydelig misfarget ved beinet, men ikke så tydelig som etter uttak etter 3 uker. Dette kan komme av at selve muskelen har generelt blitt mørkere, og at misfargingen hadde fordelt seg mer jevnt utover. Som for uttak etter 3 uker var det i nakke og gatt-området at misfargingen var kraftigst (figur 5).

Figur 5 Splittet tørrfisk fra mucoso-gruppen (til venstre) og kontroll-gruppen etter 6 ukers tørking.

Mikrobiologiske analyser viste at kimtallet var forskjellig mellom "stor" og "liten" fisk fra samme gruppe (tabell 7). Det ble registrert mindre forskjeller mellom muskel tatt fra mucoso og ikke-mucoso område. Sammenhengen ser ut til å være størrelsen på fisken. De to store fiskene fra hver gruppe hadde et kimtall på 1,0-2,6x$10^7$ CFU/g, mens de to mindre fiskene hadde et kimtall på 3,1x$10^4$- 7,5x$10^5$. Bakterietallet hadde økt noe (rundt 1 logenhet) siden uttak etter 3 uker for stor fisk. Kimtallet var det samme eller litt lavere for liten fisk.

Tabell 7 Totalt kimtall (CFU/g) i tørrfisk etter 6 ukers henging. Råstoffvekt (gram) ved henging. Målinger ble gjort i "mucoso-område" ved gattboret, i "ikke mucoso-område" (loins) og i bløtt nyrevev på samme fisk.

| Fisk nr | "Mucoso-område" | "Ikke mucoso-område" | Råstoff vekt |
|---|---|---|---|
| M 110 | 7,5x$10^5$ | 5,0x$10^5$ | 1814 |
| M 115 | 2,6x$10^7$ | 1,0x$10^7$ | 2954 |
| K 106 | 1,1x$10^7$ | 2,0x$10^7$ | 2404 |
| K 115 | 3,5x$10^5$ | 3,1x$10^4$ | 1448 |

### 4.2.3 Uttak etter 10 ukers tørking

Det siste uttaket ble gjennomført 04.06.04, nøyaktig 10 uker etter at fisken ble hengt. Fiske ble beskrevet som tørr og kunne tas inn for videre lagring. 2 fisk fra hver gruppe ble undersøkt (tabell 8).

Tabell 8 Vekt av fisk før henging og etter 10 ukers henging, samt % vekttap

| Fisk nr | Før henging | Etter 10 uker | Vekttap |
|---|---|---|---|
| M 109 | 1884 g | 488 g | 74,1 % |
| M 116 | 3158 g | 810 g | 74,4 % |
| K 101 | 2728 g | 644 g | 76,4 % |
| K 116 | 1954 g | 482 g | 75,3 % |

Alle fiskene ble splittet etter ryggbeinet med båndsag før analysering. Mucoso gruppa ble vurdert som mindre tørr og mindre sammentrekt enn kontrollgruppa. Det var ingen tegn til mucoso dannelse på noen av fiskene. Fiskene luktet ammoniakk, sterkest av mucoso-gruppen. Den store fisken fra denne gruppen hadde bløtt nyrevev/blod inne i svømmeblæren, helt fremme i nakkeregionen. Kun analyser av mikrobiologisk aktivitet ble gjennomført av fisken i tørr tilstand. Muskelprøver til TVN ble tatt ut av fisken etter at den hadde ligget 4 døgn i vann ved 2-4 °C. Vannet ble byttet hver dag. Fisken ble evaluert av 4 personer med erfaring fra vurdering av tørrfisk kvalitet. Ved dette tidspunktet ble pH målt i "mucoso-område" og i "ikke mucoso-område" for hver fisk (tabell 9). pH var høyere i mucoso-området enn i andre deler av muskelen for alle fiskene og pH var noe høyere for mucoso-gruppen enn for kontrollgruppen.

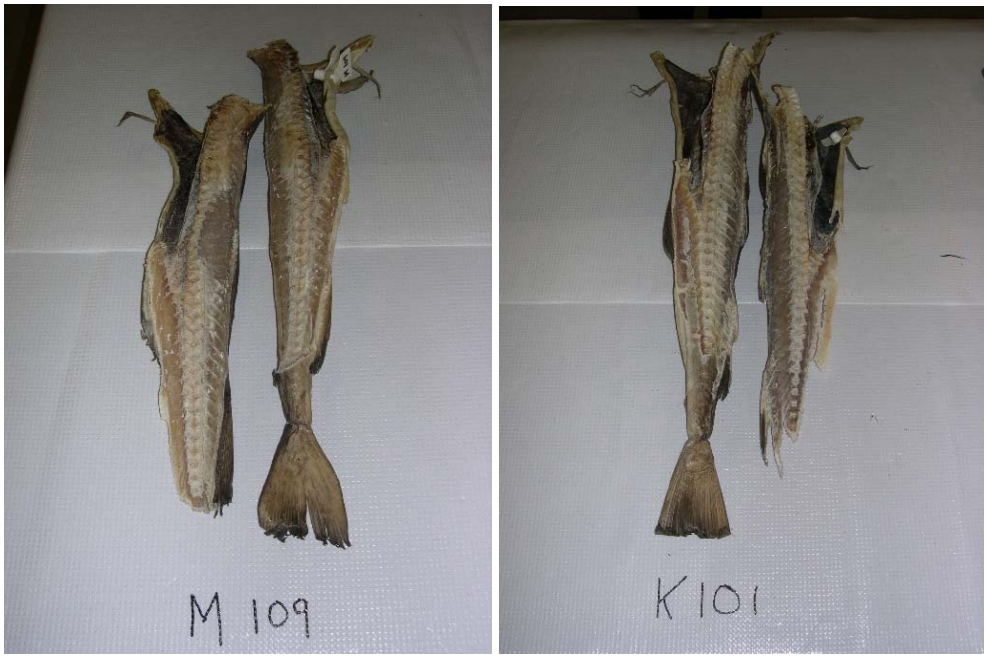
Tabell 9 pH i tørrfisk etter 10 ukers tørking og påfølgende 4 døgns utvanning som splittet fisk. Prøver er tatt av muskel fra både "mucoso-område og fra loins ("ikke mucoso-område").

| Fisk nr | "Mucoso-område" | "Ikke mucoso-område" | Råstoff vekt |
|---|---|---|---|
| M 109 | 8,11 | 7,89 | 1884 g |
| M 116 | 8,32 | 8,11 | 3158 g |
| *Gjennomsnitt* | 8,22 | 8,00 | 2521 g |
| | | | |
| K 101 | 7,80 | 7,56 | 2728 g |
| K 116 | 8,06 | 7,76 | 1954 g |
| *Gjennomsnitt* | 7,93 | 7,66 | 2341 g |

Kimtallet var høyere for mucoso-gruppen etter 10 uker sammenlignet med 6 uker. For kontrollgruppen hadde kimtallet sunket med 1-2 log enheter i samme periode. For mucoso-gruppen inneholdt muskel fra "mucoso-område" 1000 ganger mer bakterier enn i områder midt på loinsen ("ikke mucoso-område") (tabell 10). Det ble ikke registrert større forskjeller i kimtall mellom de 2 ulike områdene på kontrollgruppen. Dette indikerer at regnvær og høyere temperatur, som bidrar til at vann trekkes inn i muskelen, bidrar til økt bakterievekst. Dette kan då, ved lengre tids mildvær, føre til nedbrytning av muskel og muligens også dannelse av mucoso

Tabell 10 Totalt kimtall (CFU/g) i tørrfisk analysert etter 10 ukers tørking. Råstoffvekt (gram) ved henging. Målinger ble gjort i "mucoso-område" ved gattboret, i "ikke mucoso-område" (loins) og i bløtt nyrevev på samme fisk.

| Fisk nr | "Mucoso-område" | "Ikke mucoso-område" | Råstoff vekt |
|---|---|---|---|
| M 116 | $4{,}0x10^{8}$ | $2{,}7x10^{5}$ | 3158 |
| M 109 | $6{,}1x10^{7}$ | $7{,}0x10^{4}$ | 1884 |
| K 116 | $3{,}5x10^{5}$ | $1{,}0x10^{4}$ | 1954 |
| K 101 | $3{,}0x10^{4}$ | $4{,}0x10^{4}$ | 2728 |




Figur 6 Splittet tørrfisk etter 10 ukers henging. Ingen tydelig misfarging langs ryggbeinet, men generelt har hele fisken muskelen en mørkere farge enn ved tidligere uttak.

## 4.3 Analyser av proteaseaktivitet

Prøver til analyse av proteaseaktivitet ble tatt ut ved hvert uttak og fryst ned ved -80°C. Når alle uttakene var gjennomført ble prøvene tint opp samtidig og proteaseaktiviteten målt. Ettersom de fleste prøvene inneholder mye protein og forholdsvis lite enzym, ble måleverdiene noe usikre. Det betyr at verdier mindre enn 1 kanskje ikke bør vektlegges særlig mye.

Noen målinger gav negative verdier (tabell 11). De minste verdiene kan skyldes usikkerhet og egentlig bety det samme som 0. De høyeste verdiene (M 1093) ble målt på nytt og reprodusert ganske bra. Derfor må resultatet skyldes et reelt fenomen. Resultatet regnes ut fra differensen mellom prøver med og uten tilsatt substrat. Slike negative verdier kan skyldes at muskelproteiner som var tilstede i ekstraktet brytes ned av enzymer, og at disse enzymene, på en eller annen måte, ble hemmet av substratproteinene (hemoglobin og kasein). Denne forklaringen er usikker, men det er i alle tilfelle verdt å merke seg at kun *en* prøve; M 1091, gir et helt klart negativt utslag (litt av samme tendens også for M 1161), og at dette utslaget bare observeres ved nøytral og basisk pH.

Helt klare positive proteaseaktiviteter ble først og fremst registrert ved sure betingelser for prøvene K 1093 og M 1083. Disse prøvene var fra bløtt nyrevev tatt ut etter 3 ukers lagring.

For gruppe K 109 ser vi at enzymaktiviteten er 1,88 for prøve tatt fra "mucoso-område" (K 1091), 1,00 i prøve tatt fra "ikke mucoso-område" (K 1092) og 3,76 i prøve tatt fra bløtt nyrevev (K 1093). Den samme tendensen finner vi i prøve M 108 der de samme respektive verdiene er 1,47, 0,98 og 2,94. Det ser dermed ut til at det er proteaseaktivitet i fisken tidlig i lagringen og spesielt i nyrevevet.

Pga. eksperimentelle problemer måtte noen prøver måles om igjen (merket *). Det betyr at prøvene er frosset og tint en gang ekstra. Dette er selvsagt uheldig, men det er ikke grunn til å tro at det har hatt stor betydning for resultatet.

Tabell 11 Proteaseaktivitet i tørrfisk målt ved sur- (pH ca 4.3), nøytral- (pH ca 6.4) og basisk pH (pH ca 8.75). Som substrat ble brukt 2 % hemoglobin (sur- og nøytral pH) og 2 % kasein (basisk pH). Målingene ble utført etter en times inkubasjon ved 25°C. Aktivitetene er angitt som μmol Tyr ekv./g x time (Gildberg & Raa, 1983). Prøver til analyse ble tatt ut fra "mucoso-område" ved gattboret, fra "ikke mucoso-område" (loins) og fra bløtt nyrevev fra både mucoso-gruppen (Gr. M) og kontrollgruppen (Gr. K). Resultatene er baser på 2 fisk per gruppe.

| | | pH ca 4,3 | | pH ca 6,4 | | pH ca 8,8 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Gr. M** | **Gr. K** | **Gr. M** | **Gr. K** | **Gr. M** | **Gr. K** |
| | **"Stor fisk"** | | | | | | |
| *Etter 3 ukers tørking* | "Mucoso område" | 1,47 | 0,96 | 0,73 | 1,44 | 1,22 | 0,96* |
| | "Ikke "mucoso-område" | 0,98 | 0,96 | 0,98 | 0,48 | 0,49 | 0,96 |
| | Bløtt nyrevev | 2,94 | | 0,49 | | 1,22 | |
| | | | | | | | |
| | **"Liten fisk"** | | | | | | |
| *Etter 3 ukers tørking* | "Mucoso område" | 0,24 | 1,88 | 1,18 | 1,41 | 0,47 | 0,47 |
| | "Ikke "mucoso-område" | 0,96 | 1,00 | 1,20 | 0,00 | 1,20 | 1,18* |
| | Bløtt nyrevev | | 3,76 | | -0,24 | | 0,47 |
| | | | | | | | |
| | **"Stor fisk"** | | | | | | |
| *Etter 6 ukers tørking* | "Mucoso område" | 0,00 | 0,72 | -0,23 | 0,24 | 1,13 | 0,72 |
| | "Ikke "mucoso-område" | 0,23 | 0,49 | 0,00 | 0,49 | 0,91 | 0,98 |
| | | | | | | | |
| | **"Liten fisk"** | | | | | | |
| *Etter 6 ukers tørking* | "Mucoso område" | 0,23 | 0,49 | 0,91 | 1,47 | 0,45 | 0,49 |
| | "Ikke "mucoso-område" | -0,48 | 0,74 | 0,48 | 1,47 | 0,96 | 0,74 |
| | | | | | | | |
| *Etter 10 ukers tørking* | **"Stor fisk"** | | | | | | |
| | "Mucoso område" | 0,00 | 1,65 | -0,71 | 1,41 | -0,47 | 0,71 |
| | "Ikke "mucoso-område" | 0,25 | 0,72 | 0,50 | 0,48 | 1,00 | 0,72 |
| | | | | | | | |
| *Etter 10 ukers tørking* | **"Liten fisk"** | | | | | | |
| | "Mucoso område" | 0,00 | 0,50 | -1,65 | 0,25 | -1,41 | 0,00* |
| | "Ikke "mucoso-område" | 0,72 | 0,48 | 0,96 | 0,24 | 1,44 | 1,20 |
| | | | | | | | |

*Målinger utført etter at prøve var frosset og tint to ganger

## 4.4 Analyse av TVN

Muskelprøver ble tatt ut etter 3, 6 og 10 ukers henging og fryst inn ved -80°C. Alle prøvene ble så tatt ut og analysert samtidig. Som vi ser av tabell 12 er TVN verdiene høye allerede etter 3 ukers henging. For alle gruppene ligger nivået på 170-180 mgN/100g. Etter 6 ukers henging har mengden TVN økt betydelig. Mucoso-gruppen ligger på 270- 325 mgN/100g mens kontrollgruppen har verdier på rundt 350 mgN/100g. For mucoso-gruppen er verdiene høyere for muskel tatt fra "mucoso-område" enn fra annet område. Denne forskjellen ses ikke for kontrollgruppen. Prøver av tørrfisk tørket i 10 uker viser at TVN verdiene har sunket til 40-100 mgN/100g for mucoso-gruppen og 50-120 mgN/100g for kontrollen. Her er det for alle gruppene målt høyere verdier i "mucoso-muskel" enn i annen muskel. De høye TVN verdiene indikerer kraftig mikrobiell aktivitet. Denne aktiviteten ser ut til først å øke kraftig fra henging og frem til uttak etter 6 uker, for så å avta etter dette. I de mer fuktige mucoso-områdene ser det ut til at mikrobiell aktivitet holder seg lengst siden TVN-verdiene er nesten dobbelt så høye som for andre områder på fisken etter 10 ukers henging.

Tabell 12 Totalt flyktig nitrogen (mgN/100g) i tørrfisk etter 3, 6 og 10 ukers henging for mucoso (M) og kontroll-gruppe (K). Muskelprøver tatt ut fra "mucoso-område" ved gattboret/ryggbeinet og fra "ikke mucoso-område" (loins). For uttak etter 3 uker ble prøvene analysert samlet.

| **Uttak etter 3 uker** | **"Mucoso-område"** | **"Ikke mucoso-område"** |
|---|---|---|
| M 108 | 171,3 | 171,3 |
| M 114 | 175,8 | 175,8 |
| K 109 | 183,5 | 183,5 |
| K 115 | 171,3 | 171,3 |
| | | |
| **Uttak etter 6 uker** | | |
| M 110 | 326,5 | 266,2 |
| M 115 | 297,5 | 278,3 |
| K 106 | 347,4 | 350,2 |
| K 112 | 351,8 | --- |
| | | |
| **Uttak etter 10 uker** | | |
| M 109 | 74,1 | 41,5 |
| M 116 | 99,6 | 81,9 |
| K 101 | 120,6 | 49,8 |
| K 116 | 118,6 | 60,0 |

## 4.5 Hengeforsøk i bedrift

Etter planen skulle hver av de 3 bedriftene som var med i forsøket henge 5 grupper á 20 fisk. Dette var det bare Glea AS ved Ansgar Pedersen som gjennomførte. Vi gikk gjennom fisken hos Brødrene Arntzen i Sørvågen. Brødrene Arntzen hadde hengt 2 grupper som vi også gikk gjennom. Problemet for det meste av Lofoten var makk der rundt 30 % av fisken hadde større eller mindre makkskader. Fisken som ble hengt hos Rolf Jentoft ble øydelagt av makk, det samme var i stor grad tilfellet hos Brødrene Arntzen. Ansgar Pedersen og Jens Jentoft var med og vraket fisken. Først ble antall fisk med mucoso bestemt før en generell vraking ble foretatt.

### 4.5.1 Fisk fra Glea AS på Røst

Gruppe 1-5 hengt 14. april, gruppe 6 hengt 1. april.

Gruppe 1: Garnfisk sløyd på land
Fisk totalt 18
Fisk med mucoso 15

Prima fisk 12
Sekunda fisk 3
Typo B 3

Gruppe 2: Garnfisk sløyd om bord og ført i vann
Fisk totalt 20
Fisk med mucoso 16

Prima fisk 4
Sekunda fisk 9
Typo B 7

Gruppe 3: Linefisk sløyd på land
Fisk totalt 20
Fisk med mucoso 2

Prima fisk 18
Sekunda fisk 2

Gruppe 4: Juksafisk ført i vann og lagret tørt over natt
Fisk totalt 16
Mucoso fisk14

Sekunda fisk 14
Typo B 2

Gruppe 5: Juksafisk ført i vann og lagra i kar med vann i 2 døgn før henging
Fisk totalt 13
Mucoso fisk 13

Sekunda fisk 10
Typo B 3

Gruppe 6: Juksafisk ført i vann og lagra tørt over natt
Fisk totalt 20
Fisk med mucoso 17

Prima fisk 10
Sekunda fisk 10

Sammenligner en gruppe 1 og 2 så er frekvensen av mucoso lik, men kvaliteten på garnfisk som ble sløyd på land var betydelig bedre enn den som ble sløyd om bord og ført i vann.

Kvalitetsreduksjonen (nedklassingen fra prima) kom av at det ble registrert kraftigere mucoso og fruloso i fisk ført i vann.

Gruppe 3 "Linefisk sløyd på land" gav det beste resultatet av alle gruppene. Kun 2 av 20 fisk hadde mucoso og 18 fisk hadde prima kvalitet. Det ble kommentert at sterk fisk (fisk uten blod og skader) ble mindre utsatt for mucoso, noe dette forsøket indikerer.

Juksafisk ført i vann og hengt samme dag gav noe bedre kvalitet enn fisk ført i vann og lagret i vann i 2 døgn før henging. Likevel hadde nesten all fisk mucoso.

Gruppe 4 og 6 er like foruten hengetidspunktet. Gruppe 6, hengt 1. april, har litt større andel mucoso, men kvaliteten på gruppen var generelt betydelig bedre enn gruppe 4 som ble hengt 14. april.

### 4.5.2 Fisk fra Brødrene Arntzen AS, Sørvågen

Gruppe 1: Snurrevad, ikke ført i vann og hengt samme dag
Fisk totalt 14
Mucoso fisk 3
Makkfisk 9

Prima 2
Typo B 3
Typo BB (pga. makk) 9

Gruppe 2: Snurrevad ikke ført i vann, lagret i vann 2 døgn før henging
Totalt 12
Mucoso fisk 2
Makk fisk 8

Prima 2
Sekunda 2
Typo B 6
Typo BB 2

Her ble fisken i stor grad ødelagt av makk. Mengden mucosofisk er om lag den samme i begge gruppene, men der det var makk så det ikke ut til å være mucoso ble det sagt. Det ble registrert noe mer typo BB i fisk som var hengt samme dag enn fisk lagret i vann før henging.

### 4.5.3 Fisk fra Lofoten Sjøprodukter, Mortsund

Gruppe 1: Garnfisk ført i sjøvann, lagra 2 t tørt før henging
Totalt 21
Mucoso fisk 10 (litt mucoso/fruloso)
Makk fisk 7

Prima 4
Sekunda 10
Typo B/BB 7

Gruppe 2: Garnfisk ført i sjøvann, lagra 24 t i sjøvann før henging
Totalt 29
Mucoso fisk 12 (B)
Makk fisk 16 (BB)

Prima 1
Typo B 12
Typo BB 16

Forsøkene ved Lofoten Sjøprodukter indikerer store forskjeller i kvalitet mellom ulike lagringsmetoder for garnfisk. Fisk lagret tørt i 2 timer før henging hadde 66 % prima/sekunda fisk og 33 % Typo B/BB. Tilsvarende for fisk lagret i sjøvann i 24 timer før henging var 3 % prima/sekunda fisk og 97 % Typo B/BB. Andel makkfisk var betydelig høyere for gruppen lagret i sjøvann, 33 % mot 55 %, mens andel mucoso var om lag den same for begge gruppene, henholdsvis 41 % mot 48 %. En årsak til resultatene vi ser, kan være at fisk som ligger i sjøvann tar opp vann pga osmotiske effekter og dermed blir fisken tyngre å tørke. Dette kan gjøre den mer utsatt for mucoso/surning og makkangrep.

# 5 Oppsummering

I dette forsøket har det blitt forsøkt å fremprovosere mucoso ved kunstig tørking av fisk. Tanken var å analysere på mucosoen idet den ble dannet. Dette lot seg dessverre ikke gjøre i dette forsøket fordi vi ikke fikk dannet mucoso. Dette skjedde mest sannsynlig fordi fisken tørket for raskt (surnet for lite). Vi registrerte kun mulig påbegynt mucoso etter 3 ukers tørking og ikke etter dette. Likevel har vi fått interessante resultater ved å analysere på fiskemuskel tatt fra områder på fisken som er utsatt for mucoso (gatt og langs ryggbeinet), og sammenlignet resultatene med prøver av muskel fra andre områder (loins).

Høye kimtallsverdier ble målt gjennom hele lagringsperioden der muskel fra "mucoso-område" hadde høyere bakterieinnhold enn hadde muskel fra ikke "mucoso-område" (tabell 13-15). Bakterieinnholdet kom opp i rundt 400 millioner per gram ved uttak etter 10 uker (tabell 15). Fisken luktet kraftig ammoniakk etter 3 og 6 ukers lagring, noe som bekreftes i TVN-analyser. Verdier på hele 350 mgN/100g ble målt etter 6 uker (tabell 14).

Av tabell 13-15 ser vi en klar trend til at stor fisk (rundt 3 kg) har et høyere bakterieinnhold gjennom tørkeprosessen enn fisk av mindre størrelse (rundt 2 kg). Denne trenden blir også registrert for pH og til en viss grad for TVN-verdier. Resultatene henger nok sammen med at stor fisk tørker saktere enn mindre fisk, med dertil større muligheter for mikrobiell aktivitet.

Tørrfisk som stadig blir oppbløtt opp under henging får et økende kimtall under tørking (mucoso-gruppen). Det motsatte observeres hos fisk som tørker under ideelle forhold. Forskjellen i bakterieinnhold var opp mot 4 logenheter (10000 ganger høyere for bløytt fisk) mellom disse 2 gruppene etter 10 ukers tørking (tabell 15). Det er dermed en god overensstemmelse mellom mucoso som skjer ved dårlig tørk spesielt på stor fisk og de mikrobiologiske resultatene som har blitt registrert i dette arbeidet.

Tabell 13 Analyser etter 3 ukers tørking. Muskelprøver ble tatt fra "ikke mucoso-område (loins), "mucoso-område" (muskel ved gatt og ved ryggbeinet) og nyrevev/blodrygg. Totalt kimtall vist i bakterier/g muskel, TVN i mgN/100g og proteaseaktivitet i umol ekv./g x time. Vekt på "stor fisk" var om lag 2,5-3,0 kg mens vekten på "liten fisk" var om lag 1,5-2,0 kg (vekten av råstoff - sløyd hodekappet).

| | | **"Stor fisk"** | | | | **"Liten fisk"** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Kimtall* | *pH* | *TVN* | *Protease* | *Kimtall* | *pH* | *TVN* | *Protease* |
| **Mucoso-gruppe** | Loins | $2{,}1 \times 10^5$ | 7,31 | 171,3* | 0,98 | $9{,}1 \times 10^5$ | 7,64 | 175,8* | 0,96 |
| | Gatt/ryggbein | $4{,}0 \times 10^6$ | 8,31 | | 1,47 | $7{,}8 \times 10^5$ | 7,80 | | 0,96 |
| | Nyrevev | $5{,}0 \times 10^7$ | 8,10 | | 2,94 | --- | --- | | --- |
| **Kontroll - gruppe** | Loins | $3{,}6 \times 10^6$ | 7,47 | 171,3* | 0,96 | $3{,}3 \times 10^6$ | 7,40 | 183,5* | 1,00 |
| | Gatt/ryggbein | $6{,}0 \times 10^6$ | 7,70 | | 0,24 | $2{,}9 \times 10^6$ | 7,56 | | 1,88 |
| | Nyrevev | --- | --- | | --- | $1{,}0 \times 10^7$ | 8,20 | | 3,76 |

* Muskelprøver fra både loins og gatt/ryggbeinsområde analysert samlet

Tabell 14 Analyser etter 6 ukers tørking. Muskelprøver ble tatt fra "ikke mucoso-område (loins) og "mucoso-område" (muskel ved gatt og ved ryggbeinet). Totalt kimtall vist i bakterier/g muskel, TVN i mgN/100g og proteaseaktivitet i umol ekv./g x time. Vekt på "stor fisk" var om lag 2,5-3,0 kg mens vekten på "liten fisk" var om lag 1,5-2,0 kg (vekten av råstoff - sløyd hodekappet).

| | | **"Stor fisk"** | | | **"Liten fisk"** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Kimtall* | *TVN* | *Protease* | *Kimtall* | *TVN* | *Protease* |
| **Mucoso-gruppe** | Loins | $1,0x10^7$ | 278,3 | 0,23 | $5,0x10^5$ | 266,2 | - 0,48 |
| | Gatt/ryggbein | $2,6x10^7$ | 297,5 | 0,00 | $7,5x10^5$ | 326,5 | 0,23 |
| **Kontroll - gruppe** | Loins | $2,0x10^7$ | 350,2 | 0,49 | $3,1x10^4$ | 351,8 | 0,74 |
| | Gatt/ryggbein | $1,1x10^7$ | 347,4 | 0,72 | $3,5x10^5$ | --- | 0,49 |

Tabell 15 Analyser etter 10 ukers tørking. Muskelprøver ble tatt fra "ikke mucoso-område (loins) og "mucoso-område" (muskel ved gatt og ved ryggbeinet). Totalt kimtall vist i bakterier/g muskel, TVN i mgN/100g og proteaseaktivitet i umol ekv./g x time. Vekt på "stor fisk" var om lag 2,5-3,0 kg mens vekten på "liten fisk" var om lag 1,5-2,0 kg (vekten av råstoff - sløyd hodekappet).

| | | **"Stor fisk"** | | | | **"Liten fisk"** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Kimtall* | *pH* | *TVN* | *Protease* | *Kimtall* | *pH* | *TVN* | *Protease* |
| **Mucoso-gruppe** | Loins | $2,7x10^5$ | 8,11 | 81,9 | 0,25 | $7,0x10^4$ | 7,89 | 41,5 | 0,72 |
| | Gatt/ryggbein | $4,0x10^8$ | 8,32 | 99,6 | 0,00 | $6,1x10^7$ | 8,11 | 74,1 | 0,00 |
| **Kontroll - gruppe** | Loins | $4,0x10^4$ | 7,56 | 49,8 | 0,72 | $1,0x10^4$ | 7,76 | 60,0 | 0,48 |
| | Gatt/ryggbein | $3,0x10^4$ | 7,80 | 120,6 | 1,65 | $3,5x10^5$ | 8,06 | 118,6 | 0,50 |

Bakterier ligger i høye konsentrasjoner i tørrfisken og kan da aktiveres ved tilførsel av vann og forhøyet temperaturer, spesielt tidlig i tørkeperioden. Målinger av pH, proteaseaktivitet og TVN er i samsvar med kimtallsmålinger som indikerer høy mikrobiologisk aktivitet i fisken, og at det i "mucoso-områder" på fisken blir registrert forhøyede verdier. Ut fra de analysene som har blitt gjennomført har vi tydelige indikasjoner på at dannelsen av mucoso kan være knyttet til bakterievekst i fiskemuskelen. Mucoso dannes når fisken ikke tørker raskt nok og henger ved for høye temperaturer. Nyrevevet ser også ut til å spille en sentral rolle fordi dette ser ut til å holde seg fuktig lengre enn fiskemuskelen. Når svømmeblæra er lukka blir det dannet ansamlinger av nyrevev og vann bak i gattboret og fremme i nakken. Dette er de områdene der det oftest blir registrert mucoso.

Hengeforsøkene utført i bedriftene viste at føring i vann er ugunstig sammen med sløying om bord. Fisken åpnes og bakterier og blodvann trekkes inn i fisken over flere timer før fisken kommer i land og blir hengt. Fisken tar opp vann under lagringen i vann og med vannet tilføres bakterier og blodvann også inn i muskelen. I tillegg tørker fisken saktere fordi den inneholder mer vann, med dertil økt bakterievekst.

# 6 Konklusjon

Analyser av bakterietall, pH, TVN og proteaseaktivitet, samt sensoriske analyser, tyder alle på bakterievekst først i nyrevevet, så i omliggende muskel, kan være en viktig årsak til dannelsen av mucoso. Gjennom en simulering av fuktig og mildt vær ved bruk av en industritørke ble det registrert en høyere bakteriell aktivitet i denne fisken enn i fisk tørket utendørs. At fisken likevel ikke utviklet mucoso kan komme av at fisken tørket for raskt selv i industritørken. Antallet fisk i våre undersøkelser var for lite til å kunne dra sikre konklusjoner.

Problemet med varmt og fuktig klima er ikke noe å gjøre med, men å hindre at det regner direkte på fisken vil kanskje kunne medføre reduksjon av mengde mucoso som dannes. Åpning av svømmeblære for å tørke ut nyrevevet vil kunne være fordelaktig fordi bakterier ser ut til å vokse i bløtt nyrevev og spres videre til omliggende muskel. Å åpne svømmeblæren bør kun gjøres dersom fluemakk i fisken ikke er et problem.

Det ser ut til at sløying om bord og føring i vann er ugunstig i forhold til dannelse av mucoso. Best kvalitet gav fisk som var ført til land tørt og sløyd på land og hengt på hjell samme dag. Flere forsøk blir gjennomført neste sesong der en gjør mer omfattende forsøk med henging av ulike grupper tørrfisk, spesielt med tanke på effekten av føring og oppbevaring av råstoff i sjøvann før henging på tørrfiskkvaliteten.

# 7 Referanser

Gildberg, A. og Raa, J. (1983). Purification and characterization of pepsins from the Arctic fish capelin *(Mallotus villosus)*. Comp. Biochem. Physiol., 75A, 337-342.

Gram, L., Trolle, G. og Huss, H.H. (1987). Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 °C) and high (20 °C) temperatures. International Journal of Food Microbiology 4, 65-72.

Huss, H.H. (1983). Fersk fisk. Kvalitet og holdbarhed. Fiskeriminiseriets Forsøgs-laboratorium.

Fiskeriforskning

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

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

Internett: www.fiskeriforskning.no

ISBN-13 978 82-7251-587-3
ISBN-10 82-7251-587-3
ISSN 0806-6221