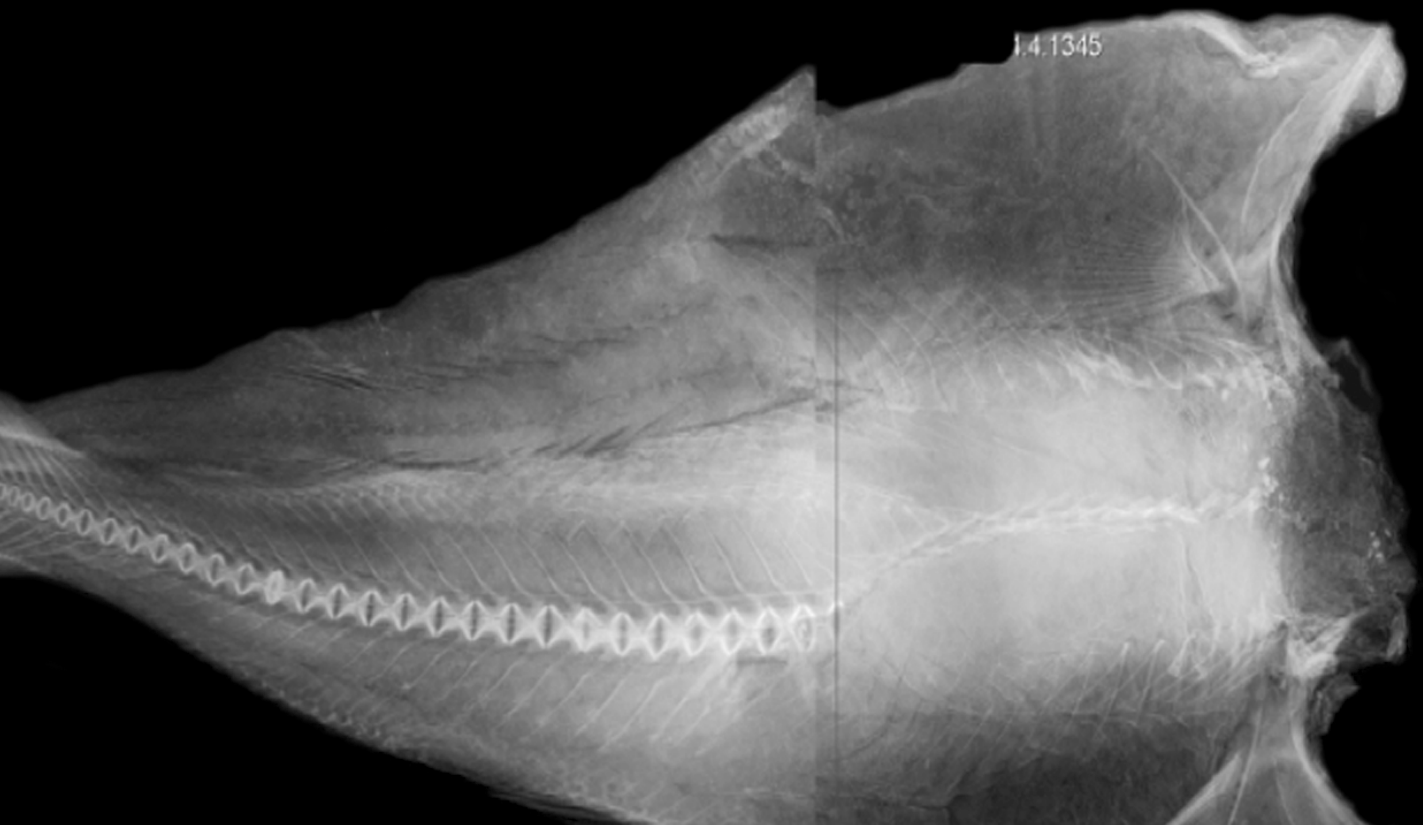


- hele næringens forskningsfond

## HVITERE FISK

Forsøk bekrefter at det er mulig å få noe hvitere fisk og langt høyere utbytte ved å bruke fosfat. Mer overraskende er den lyse og fine fisken forskerne fikk ved å benytte laketrinn i saltingen.



# AUTOMATISERING

**Saltfisk- og klippfisknæringen lar seg automatisere. Vi bringer resultatene fra evaluering av automatisk vannmåling av klippfisk og helt nye forsøk med fjerning av svarthinne og sortering ved maskinsyn.**

# AUTOMATISERING I SALTFISK- OG KLIPPFISKPRODUKSJONEN

I flere år har FHF arbeidet med automatisering i norsk saltfisk- og klippfiskindustri. Det er en årsak til at det meste innen produksjonen av saltfisk og klippfisk foregår manuelt. Operasjonene er mange og de har tradisjonelt blitt sett på som vanskelig å automatisere. Nå er imidlertid de fleste områder kartlagt for hvordan maskinene kan overta jobben som operatører i dag utfører.

**Ved økt automatisering** vil bransjen kunne øke verdiskapingen per ansatt og redusere kostnadene per produsert enhet. Videre vil automatiserte løsninger være et viktig HMS-tiltak ved at man fjerner tunge og gjentakende arbeidsoperasjoner og skaper mer attraktive arbeidsplasser.

I regi av FHF har det vært arbeidet med automatiserte løsninger knyttet til:

- On-line vannmåling
- Kvalitetssortering med maskinsyn
- Fjerning av svarthinne
- Pakking av klippfisk

I denne utgaven av Saltfisk- og klippfisknytt bringer vi resultater fra FoU-prosjekter knyttet til automatisering av on-line vannmåling, kvalitetssortering med maskinsyn og fjerning av svarthinne.

## Satser på fjerning av svarthinne og pakking

FHF har besluttet at det i denne omgang

skal satses videre på to av områdene: Automatiserte løsninger for fjerning av svarthinne og pakking av klippfisk. Dette er blant de mest arbeidskrevende operasjonene i produksjonen.

## Andre FoU-prosjekter

Ellers bringer vi i denne utgaven mye nytt og spennende når det gjelder saltemetoder og tilsetninger. Er tilsetning av fosfat eneste måte for å oppnå en hvitere fisk og et høyere utbytte? Fosfat hjelper godt, men nytenkning med bruk av laketrinn viser seg også å ha god effekt.

Det presenteres også resultater fra FoU-prosjekter knyttet til gjenbruk av salt og forekomsten av rødme i salt og saltfisk. Videre har Nofima Marin AS vist at lagring av hodekappet råstoff gir mer misfarging i nakkene på saltfisk og klippfisk, enn når råstoffet blir lagret med hodet på.

FHF har en søkbar database på [www.fiskerifond.no](http://www.fiskerifond.no) der prosjektrapporter, artikler, foredrag og annen dokumentasjon fra prosjektene legges ut. Dette gir muligheter for å fordype seg ytterligere i forhold til enkeltprosjekter som er omtalt i dette heftet.

## Innhold

- 3 Automatisk vannmåling av klippfisk
- 4 Kvalitetssortering med maskinsyn
- 6 Tilsetning av fosfat i saltfisk
- 7 Oppsiktsvekkende saltemetode
- 8 Forsker på rødme
- 9 Gjenbruk av salt
- 10 Automatisk fjerning av svarthinne
- 11 Hodekappet råstoff gir misfarget nakke

# VANNMÅLING AV KLIPPFISK

- raskt og online med QMonitor



Måling av vanninnhold i klippfisk kan med fordel skje automatisk og online. Det mener Nofima Mat AS som har evaluert QMonitor-instrumentet for FHF (prosjekt 900527). Det må imidlertid tas forbehold om en feilmargin på rundt 1,3 vannprosent, men forskerne mener nytten er større enn feilmarginen.

**Feilmarginen til QMonitor** er imidlertid langt mindre enn det man har notert seg blant vrakerne. Da Nofima målte vrakernes estimater av vanninnhold fikk man et avvik på +/- 2,5 prosent.

Ved hjelp av QMonitor kan først og fremst fisk med høyt vanninnhold sorteres ut og sendes tilbake til videre tørking. Dersom bedriften oppdager at et større parti fisk kommer gjennom tørkemaskinene med for høyt vanninnhold må man se til å forbedre tørkeforholdene for å nå spesifikasjonene.

**Høyere pris og mer fornøyde kunder** Kundetilfredshet er et annet mål. Etter som kundene har ulike krav til vanninn-

hold kan produsentene med online vannmåling av klippfisken selge det riktige partiet til den riktige kunden. Når man bedre kjenner vanninnholdet i produktene kan man oppnå høyere pris, redusere reklamasjoner og få mer fornøyde kunder.

### Ikke destruktiv metode

Måling av vanninnholdet med QMonitor skjer raskt, og transportbåndet kan holde en fart på 2 meter i sekundet. Den er ikke destruktiv, noe både norske og portugisiske laboratoriemålinger er. Ved de tradisjonelle måle metodene skjæres tynne striper på ca 2 mm ut av fisken (cross section) og analyseres.

I Portugal sjekkes vanninnholdet ved at prøven legges på en vekt med integrert varmelampe som tørker fisken mens vekten måles. Når vekten slutter å synke stopper målingen og vanninnholdet beregnes ut fra vekttapet ved tørkingen.

I Norge blir prøvene ofte kvernet for raskere tørking, før de veies og legges i varmeskap på 105°C i minimum 12 timer. Da veies de på nytt, og ut fra vekt tapet beregnes vanninnholdet. Nofima Mat har gjort forsøk med både portugisisk og norsk metode og konkluderer med at det i gjennomsnitt gir de samme resultater.

### QMonitor klar for salg

QMonitor-instrumentet er konstruert og satt sammen for å måle vanninnhold i klippfisk. Det benytter NIR-teknologi til målingene, noe som bidrar til et lite standard-avvik. Måleinstrumentet er nå tilgjengelig for ordinært salg og installasjon i bedriftene.



## MASKINER KAN OVERTA VRAGING I KLIPPFISKNÆRINGEN

Maskiner med eksempelvis online røntgen, 2D og 3D maskinsyn kan overta vrakerens rolle i klippfiskproduksjonen. Det er en foreløpig konklusjon fra SINTEF Fiskeri og Havbruk som har gjennomført et forprosjekt for FHF (prosjekt 900556) og Norges forskningsråd. Teknologien er forsøkt, nå gjelder det å finne leverandører av blant annet online røntgenutstyr og sette sammen en produksjonslinje som virkelig fungerer.

**Klippfiskvrakeren er en ressurs** for bedriften, men utgjør samtidig et sårbart punkt. En skal ha jobbet lenge i produksjonen for, i løpet av sekunder, å avgjøre den ferdige klippfiskens videre skjebne, enten som «superior» eller «primeira». I dagens arbeidsmarked er det heller ikke lett å finne personell som er villige til å ta den interne opplæringen og basere seg på et langvarig arbeidsforhold i bedriften.

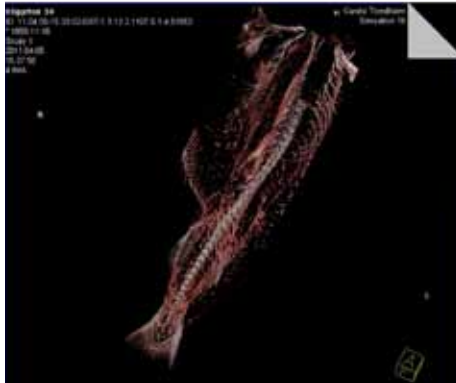
### Maskinelle øyne

Dette er en utfordring de fleste klippfiskbedrifter står overfor og derfor ble SINTEF Fiskeri og Havbruk engasjert til et forprosjekt der formålet var å vurdere om maskinsyn kan erstatte manuell kvalitets-sortering av klippfisk. Resultatene fra dette forprosjektet skal tjene som et beslutningsgrunnlag for en eventuell videre utvikling av en komplett sorteringslinje.

Vanninnhold i klippfisk er et viktig kvalitetskriterium, men dette er imidlertid holdt helt utenfor denne rapporten. Det er tidligere utviklet kommersielt tilgjengelig utstyr (Q-vision) for automatisert måling av vanninnhold i klippfisk, og en evaluering av instrumentet er omtalt på annet sted i dette heftet.

### Måtte inkludere røntgen

Et parti klippfisk ble først klassifisert av en erfaren vraker og dannet utgangspunkt for det som ble forskernes «fasisit». Senere den samme fisken analysert ved bruk av 2D og 3D maskinsyn. Her viste det seg at maskinsyn trolig kan bidra til å sortere med hensyn til de fleste kvalitetsparametere. Lengden av ryggbeinet er en viktig kvalitetsparameter og det ble derfor nødvendig å inkludere røntgen.



Klippfisk scannet i 3D CT-røntgen.

## Maskinsyn

### 2D maskinsyn

2D er ikke stort annet enn et fotografi, slik vi kjenner det i vårt private liv. Digitalt kan imidlertid bildet databehandles for å separere ut det man ønsker.

### Farge

Klippfiskens grunnfarge (minus svarthinne) alene, viste seg å være en for svak egenskap til å kunne brukes for klassifisering. Forklaringen til dette ligger i at metoden baserer seg på gjennomsnittlige fargeverdier (hele fisken minus svarthinne) slik at eventuelle lokale variasjoner i farge på ulike fisker ikke kom fram etter at fargen ble midlet over hele fisken.

### Segmentering

Det var relativt enkelt å segmentere hele klippfisken fra bakgrunnen ved flere fargekanaler eller kombinasjon av disse. Dette er viktig når en skal analysere hele fisken (inklusive svarthinne) som ved for eksempel 2D fasong og klippfiskens oppbygning.

Segmentering av svarthinne fra 2D-bildene var noe mer utfordrende, men ved å velge en riktig tersklingsteknikk ble resultatene meget gode. Scatter-

bildet fra 3D-kameraet var også en effektiv måte å segmentere klippfiskens grunnfarge (minus svarthinne) på.

### Fasong

Klassifisering med hensyn på mulige forskjeller i fasong mellom sortido- og superiorfisk var blant annet basert på geometriske parametere (rundhet, areal, lengde, bredde, og forholdet mellom disse) resulterte i en god nøyaktighet. 90 prosent av fisken ble klassifisert riktig. Mye tyder på at fisk med vridd hale best kan detekteres ved å bruke 3D-kamera, i og med at man både får en effekt i scatterbildet (skinn er forskjellig fra muskel) og på 3D-profilbildet (høydeforskjell).

### Flekker

Fargeanalysen av 2D-bildene var robust nok for deteksjon av flekker (lever- og blodflekker). Delta-E metoden, som beregnet fargeforskjell mellom de «gode» og de «dårlige» pikslene som tilhører flekkene, viste seg å fungere bra. De pikslene som tilhørte flekkene ble automatisk markert i det originale bildet.

### 3D maskinsyn

#### Scatterbilder, hull

Bruk av scatterbilder viste seg å være en effektiv metode for deteksjon av forskjellige typer vev og defekter i overflaten. Forskjeller mellom for eksempel muskel og hull, skinn (vridd hale), eller andre strukturer (vev) kan greit visualiseres.

#### 3D-profilbilder

Foreløpig analyse viser at 3D-bildene kan være et effektivt hjelpemiddel for å detektere ujevnheter i overflaten. Disse kan, i kombinasjon med scatterteknik-

ken, detektere hull og muligens spalter i klippfisker. Metodikken krever videre arbeid før vi kan si noe sikkert om nøyaktigheten av slike målinger.

## Røntgen

### Planrøntgen

Det ble benyttet et Siemens røntgeninstrument ment til medisinsk bruk, og laget en algoritme som regnet ut lengden på ryggbeinet og som deretter sammenliknet denne med lengden av hele klippfisker. Da lengden av ryggbeinet er en viktig kvalitetsparameter, ble det laget et kriterium for automatisk kvalitetsgradering basert på forholdet mellom lengden av klippfisker og lengden på ryggbeinet.

Grensene ble satt ved å sammenligne med «fasit», i dette tilfellet vrakerens gradering av forsøksfisker. Ut i fra det begrensede antallet fisk som ble analysert kan vi konkludere med at både automatisk deteksjon og gradering mellom superior og sortido fungerte godt.

### Online linjescan røntgen

Det ble også tatt bilder med en linjescan røntgenmaskin av typen Ishida IX-GA-2475. Informasjonen ble deretter behandlet av de samme algoritmene for automatisk deteksjon av ryggrad og videre gradering. Resultatet viser at bildekvaliteten er betydelig dårligere på grunn av lavere oppløsningen i på røntgenbildene i linjescanmaskinen. Det ble vanskeligere å detektere riktig lengde av ryggbeinet, men optimalisering av algoritmene vil trolig kunne løse dette problemet.

### CT røntgen

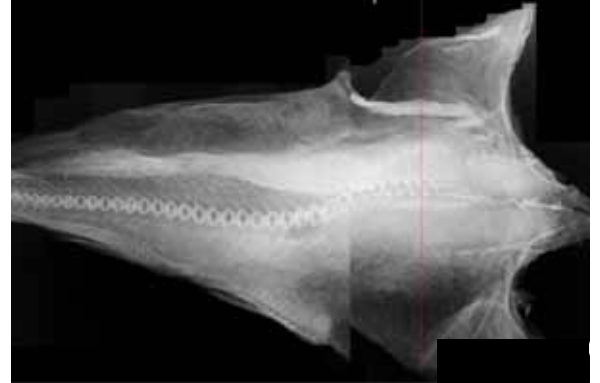
Bruk av CT røntgen er lite aktuelt til vårt formål her fordi en måling per fisk tar 2-5 min og at instrumentet koster flere millioner kroner. Metoden er likevel benyttet her for på generelt grunnlag å kunne vurdere hvilke muligheter en har for å studere ulike organer og for å klassifisere fisk basert 3D bilder.

### Automatisk sortering mulig

SINTEF Fiskeri og Havbruk har i dette forprosjektet vist at det er mulig å detektere og automatisk sortere klippfisk med hensyn på form (omriss), og kvalitetsfeil som blodflekker, leverflekker, misfargede områder, lyshet og farge ved bruk av 2D maskinsyn. Langt ryggbein i den fremre delen av klippfisker, samt spalter/sprekker i fisker, var to kvalitetsfeil som ofte gikk igjen ved manuell nedklassing til sortido. Dette er kvalitetsfeil som ikke enkelt lar seg detektere bare ved bruk av 2D maskinsyn, men som løses med kombinasjonen av teknologi. Dermed kan man konkludere med at det i prinsippet synes mulig å erstatte vrakerne med teknologi for automatisk sortering av klippfisk.

### Oppklaring ved trimming

Vrakeren kommenterte ofte ved manuell sortering at enkeltfisk relativt enkelt kunne oppgraderes til «superior» ved trimming, eller ved å skjære bort enkelte mindre områder med tydelige kvalitetsfeil. Dersom klippfisk skal kunne sorteres automatisk, bør det lages algoritmer som gjør det mulig at fisk med relativt små kvalitetsfeil kan sorters ut for trimming og oppgradering. Noen ganger er det kun en type kvalitetsfeil som fører til nedklassing, mens andre ganger er det to eller flere feil som i sum fører til nedklassing. Sintef ser for seg at problemstillingen kan løses blant annet ved at en kan gjøre det mulig å sette passende grenseverdier for hver enkelt kvalitetsparameter, som eventuelt kan vek-



Over en sortido slik maskinen ser den på røntgen, med for langt ryggbein



Slik ble maskinsynet gjennomført med 2D og 3D kamera i kombinasjon med laser.

Kvalitetsfeil	Prosent av alle feil
Avrevet ørebein	2
Blodflekker	13
Brettet eller vridd fisk	6
Leverflekker	9
<b>Restbein (foran)</b>	<b>21</b>
Rundspord	8
Skade i buk og hale	8
Skade eller stygt nakkekutt	6
<b>Spalter, sprekker eller hull</b>	<b>20</b>
Ujevn eller stygg overflate	7
Tynn fisk	3

**Manuell kvalitetsgradering.** Oversikt over parametre som førte til nedklassing av et parti klippfisk (n=98). Ofte var det flere tilfeller som til sammen medførte nedklassing fra «superior» til «sortido».

tes for en totalvurdering av fisker. Disse grenseverdiene bør være justerbare slik at de kan tilpasses den enkelte bedrifts behov.

## ØKT UTBYTTE MED FOSFAT

### - men reparerer ikke blodfeil på råstoffet

Fosfat gir høyere utbytte, men kan ikke reparere eller fjerne blodfeil på råstoffet. For ferskt råstoff ser det ut til at økt fosfatkonsentrasjon kan påvirke filetfargen ved at det registreres en hvitere og mindre gul overflate. Det fryste råstoffet var hvitere både før og etter salting og tilsetning av fosfat.

**Dette er blant** de foreløpige resultatene i prosjektet «Kvalitetsstabilisering av lettsaltet og fullsaltet torsk» der man ønsker å oppnå mer kunnskap om hvordan fosfattet Carnal 2110, brukt som tilsetningsstoff, påvirker kvalitet og lagringsstabilitet på lettsaltet og fullsaltet torsk.

#### Forskjeller i utbytte

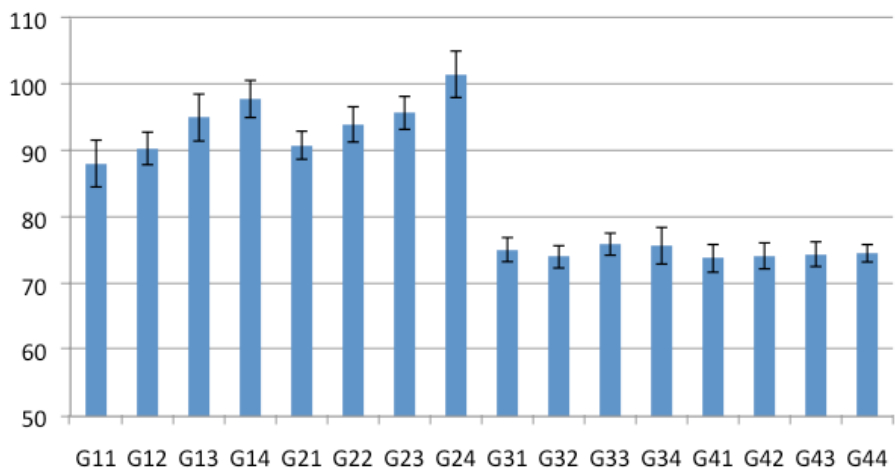
De ulike saltemetodene resulterte i store forskjeller i utbytte. Utbyttet ble som ventet høyere ved bruk av fosfat. For ferskt råstoff som ble injisert var økningen i saltfilet utbytte 5 – 6 % mens for fileter som var kun pickelsaltet med laketilsetning var økningen på 2 – 3 prosent mellom kontroll og høyeste fosfatkonsentrasjon. Utbyttet var vesentlig høyere for saltfisk fra fryst råstoff saltet med injisering, enn for tilsvarende grupper produsert fra ferskt råstoff (7,1 – 7,6 prosent høyere). Også fargen var generelt lysere på det fryste råstoffet både før og etter salting, men (blod)feilene på fisken virket å være tydeligere på saltfisk fra fryst råstoff.

#### Ulike saltemetoder og tilsetninger

Fire ulike saltemetoder har blitt testet ut og for alle saltemetodene har fire grupper blitt produsert. I tillegg til kontrollen (uten tilsetning) ble det brukt 0,4, 0,8 eller 1,6 % fosfat. Alt fosfat ble tilsatt ved å blande det ut i en lake først. Forsøket ble gjennomført både for ferskt og frossent/tint råstoff.

#### Nødvendig kunnskap

Nytteverdien ligger i å kartlegge om fosfatet kan ha positive innvirkning på hvitfarge, harskning (gulning), andre sensoriske egenskaper samt utbytte på sluttproduktet. Dette er nødvendig kunnskap for å



Diagrammet viser resultatene av utbyttemålingene for saltfilet fra fryst råstoff. Fra tabellen ser man hva stolpene i diagrammet representerer. For råstoff som har vært gjennom injisering, lakebad i 24 timer og tørrsaltet, med en tilsats på 1,6 prosent fosfat, gir et utbytte på 101,6 prosent.

Saltemetoder/fosfat konsentrasjon	0 %	0,4 %	0,8 %	1,6 %
Injisering – Pickelsalting (6 liter lake)- Tørrsalting (G1)	G11	G12	G13	G14
Injisering-Lakebad 24 t- Tørrsalting (G2)	G21	G22	G23	G24
Pickelsalting (6 liter lake)-Tørrsalting (G3)	G31	G32	G33	G34
Pickelsalting (3 liter lake)-Tørrsalting (G4)	G41	G42	G43	G44

Tabellen viser de saltemetoder og den tilsetningen av fosfat som ble gjort.

underbygge en eventuell søknad om å få godkjent fosfat som tilsetningsstoff ved produksjon av lett- og fullsaltet fisk.

#### Fosfat under tillatt nivå

I fryst torskfilet er det tillatt å tilsette 0,5g fosfat (P2O5) /100 g ferdigvare. Ser vi på innholdet i fullsaltede prøver fra dette forsøket så er de aller fleste verdiene under dette nivået. I råstoffet er innholdet av fosfat 0,34g/100g mens den høyeste verdien i fosfatbehandlet fisk er 0,52g/100g. Dermed ser det ut til at injisering av lake med 1,6 prosent fosfat gir et fosfatnivå som er rundt det tillatte i fryst torskfilet. Flere forsøk må gjennomføres for å dokumentere opptaket av fosfat i saltfisk.

#### Nye forsøk

Effekten av fosfat blir nå undersøkt på lettsaltede produkter av ferskt og fryst råstoff. En skal videre i prosjektet undersøke nærmere hvordan fosfat påvirker kvaliteten på saltfisk produsert av linefanget råstoff i storskala. Forsøkene i storskala planlagt i oktober 2011 vil gi mer kunnskap om optimal betingelser for fosfattilsetning.

Prosjektet «Kvalitetsstabilisering av lettsaltet og fullsaltet torsk» (prosjekt 900592) gjennomføres av Møreforskning Marin i Ålesund og Nofima Marin i Tromsø. Prosjektet er initiert og finansiert av Fiskeri- og havbruksnærings forskningsfond.



## LYSERE SALTFISK OG ØKT UTBYTTE MED LAKETRINN I SALTEPROSESSEN

Det er mulig å oppnå både hvitere saltfisk og økt utbytte uten bruk av fosfat. Saltemetode kan være like avgjørende som tilsetninger, mener forskere fra Nofima Marin og Møreforskning, som har gjort nye og spennende forsøk på oppdrag fra FHF.

**Hovedmålet med prosjektet** «Hvitere saltfisk og økt utbytte» (prosjekt 900508) er å se på mulighetene til å oppnå en naturlig hvit overflate på saltfisk uten bruk av fosfat. Som en del av prosjektet har forskerne prøvd ut et tjuetalls kombinasjoner av ulikt råstoff, saltemetoder og tilsetninger. Her kom de overraskende resultatene fram.

### Ulik virkning på ulikt råstoff

Det virker på forskerne som om både tilsetninger og saltemetode virker ulikt og gir ulike resultater, avhengig av om råstoffet er ferskt eller har vært frosset. For saltfisk produsert av fersk torsk viser de innledende forsøkene at det er mulig å oppnå hvithet på høyde med det som oppnås med fosfat, ved å benytte saltemetoder med laketrinn i saltprosedyren. Forsøkene viste nemlig at det var mulig å få svært hvit saltfisk ved å benytte laketrinn både før og etter injisering av fisken.

### Lyst med godt utbytte etter lagring

Saltfiskutbyttet på lagret saltfisk var best for fisken som hadde vært injisert med fosfat. Det var imidlertid veldig liten differanse på denne og ferskt råstoff som hadde vært gjennom prosessen med laketrinn. Her ble råstoffet først lagt i tre prosents saltlake i 30 minutter. Deretter ble fisken injisert med 18 prosents saltlake og lagt i 18 prosents saltlake i ett døgn. Så ble det pickelsaltet med tilsetning av 18 prosents saltlake.

### Nye forsøk i pilotskala

Faggruppe konvensjonell og forskerne er enig i at disse resultatene er så interessant at de bør gjennomføres i pilotskala test. Derfor har man bestemt seg for å gå videre med uttesting av



Bilde viser de oppsiktsvekkende resultatene i hvithet på saltfilet fra ferskt råstoff. Til venstre: «Saltemetode – lake 30 min», i midten «Kontroll – Lake» og til høyre «Fosfat». Bildet er tatt etter forsøkslutt, slik at fisken er lagret i fire måneder.

saltemetoden. En slik test vil verifisere resultatene man har kommet frem til i disse mindre forsøkene, og de vil samtidig vise om det er praktisk mulig å gjennomføre for industrien.

### Rangering

Etter forsøkene ble det gjort en rangering av saltfisken fra ferskt råstoff etter hvilke prøver som var hvitest og hvilke prøver som var gulest/mørkest. Tre personer som er vant å bedømme saltfisk vurderte prøvene uavhengig av hverandre.

Fisken med «Saltemetode – lake 30 minutter» ble bedømt som hvitest av alle tre dommere, mens fisken med «Fosfat» ble rangert som nest hvitest. Disse to gruppene skilte seg klart ut fra resten. Den fjerde beste fisken var «Colour Improve» og den neste «Natural White».

Saltfisken saltet med «Kontroll – Inji-

sering» og «Kontroll – Lake» ble bedømt som gulest og mørkest. Tredje gulest var «Saltemetode – lake 24 timer» og fjerde gulest «Saltemetode – ingen lake».

### Fryst råstoff hvitere

Dessverre ble ikke saltfisken fra det frysede råstoffet rangert. Generelt kan man likevel si at saltfisken fra det frysede råstoffet var hvitere enn saltfisken fra det ferske råstoffet. Forskjellen mellom gruppene var heller ikke så stor som for saltfisken fra det ferske råstoffet. De sensoriske og instrumentelle målingene av saltfisken fra fryst råstoff ga noe ulikt resultat og gjør det derfor vanskelig med entydige vurderinger. Men noen av prøvene viste interessante resultat, blant annet: «Natural White», «Saltemetode – lake i 30 minutter» og «Saltemetode – lake i 60 minutter»

## VELLYKKET GJENBRUK AV SALT

Salt kan gjenbrukes i både saltfisk- og klippfiskproduksjon til å produsere fisk av god kvalitet, med høyt utbytte. Det vil bety redusert behov for salt og dermed reduserte kostnader til bedriftene. Forutsetningen er imidlertid at de nye kvalitetsforskriftene for fisk og fiskevarer vil tillate gjenbruk av salt.

**Det er noe av konklusjonene** i et prosjekt (prosjekt 900023) som Møreforskning har gjennomført for FHF og Norges forskningsråd. Møreforskning anbefaler imidlertid kjølelagring av såvel den ferdige saltfisken som gjenbrukt salt.

I gjeldende kvalitetsforskrifter tillates ikke gjenbruk av salt, men mye tyder på at de nye forskriftene vil åpne for det. Forutsetningen vil i så fall være at saltet skal ha rent utseende og ikke inneholde fargede partikler eller fremmede krystaller. I tillegg skal det være fritt for avvikende lukt og ha en tydelig og ren saltsmak.

### Store besparinger

Gjenbruk av salt vil gi produksjonsbedriftene store besparelser. Et anlegg som produserer 3000 tonn saltfisk vil kunne redusere salteforbruket med rundt 20 prosent. Det betyr en innsparing på omlag 550 000 kroner på kostnadene til salt. Det er i denne kalkylen ikke tatt hensyn til interne kostnader i bedriften til lagring og transport av bruksaltet.

### Ingen kvalitetsforskjell

Saltfisk og klippfisk produsert med brukt salt har vært kvalitetsvurdert og analysert for salt- og vanninnhold, rødmidd og det er gjort utbytteberegninger. Det er også gjennomført sensorisk vurdering av utvannet og kokt klippfisk. Resultatene fra undersøkelsene viser at brukt salt ikke ser ut til å ha innvirkning på salt- og vanninnhold i ferdig produkt. Det er ikke registrert kvalitetsforskjeller på fisk saltet med brukt salt. Et sensorisk smakspanel kunne heller ikke registrere forskjeller på om fisken var saltet med brukt eller nytt salt.



### Likt utbytte for saltfisk

Resultatene fra forsøkene viste ingen trender i saltfiskutbyttet om det benyttes nytt eller brukt salt i produksjonen. Det kan imidlertid se ut som om bruk av mindre mengder salt under salting gir høyere utbytte. Dette kan komme av at mindre salt gir mindre press på fisken under salting. Lakeinjisert fisk før salting ga størst utbytte for saltfisk.

### Noe utbytteendring for klippfisk

For klippfiskutbyttet har fisk injisert før salting generelt høyere utbytte. Fisk saltet med nytt salt har det høyeste utbytte med 65,3 prosent, mens fisk saltet med brukt salt har et utbytte på 64,3 prosent. Generelt hadde klippfisk produsert ved lakeinjisering høyere andel av «slakk» fisk. For klippfisk saltet med forskjellige mengder brukt salt er utbytteresultatene noe usikre, men det kan tyde på at en får det høyest utbytte for fisk saltet med 1,3 kg nytt og 0,8 kg brukt salt pr kg fisk. Lavest utbytte får man for fisk saltet med 1,3 kg brukt salt pr kg fisk. Det kan imidlertid ikke trekkes noen slutninger om bruksalt har

## Gode råd ved gjenbruk av salt

- Lakeinjisert fisk er renere og vil «forurense» saltet i mindre grad.
- Brukt salt som skal benyttes til salting av fisk må oppbevares kjølig.
- Brukt salt må dreneres for væske.
- Brukt salt bør brukes til samme type råstoff.
- Bruksalt er trolig mest egnet for bruk under pickelsalting.
- Det anbefales ikke å blande nytt og brukt salt, det vil da ikke være mulig å følge med i antallet ganger saltet (eller deler av saltet) har vært brukt.
- Det anbefales at saltet brukes kun en ekstra gang, med muligheter for en gang til om saltet er rent.
- Det anbefales at saltfisk og klippfisk produsert av brukt salt blir oppbevart under konstant kjøling.
- Det anbefales at fisk saltet med bruksalt også får lengre oppholdstid i saltet, da dette saltet har lavere innhold av kalsium og magnesium.

påvirkning på utbytte verken for saltfisk eller klippfisk.

### Ikke rødmidd og gulning

Det største ankepunktet mot gjenbruk av salt har vært faren for gulning av fisken og fremvekst av rødmidd. Resultatene fra Møreforskning har så langt ikke påvist økende gulning eller synlig vekst av rødmidd. Nå er man i gang med mer omfattende studier av rødmidd som omtales på neste side.



## RØDMIDD UNDER LUPEN

**Forsøk har vist** at forekomsten av rødmidd både i salt og fisk reduseres til omtrent null med gjenbruk av salt. Forskerne har sine klare teorier, men vet ikke sikkert hva det skyldes. Derfor er man i gang med et nytt prosjekt for å skaffe seg mer kunnskap om rødmidd og utviklingen i salt som brukes flere ganger.

Temaet har aktualisert seg ettersom man forventer at de nye Kvalitetsforskriftene for fisk og fiskevarer vil åpne for gjenbruk av salt. Det var i laboratorieforsøk med salting av torskefilet med brukt salt at rødmidd i og på saltfilet var redusert til omtrent null.

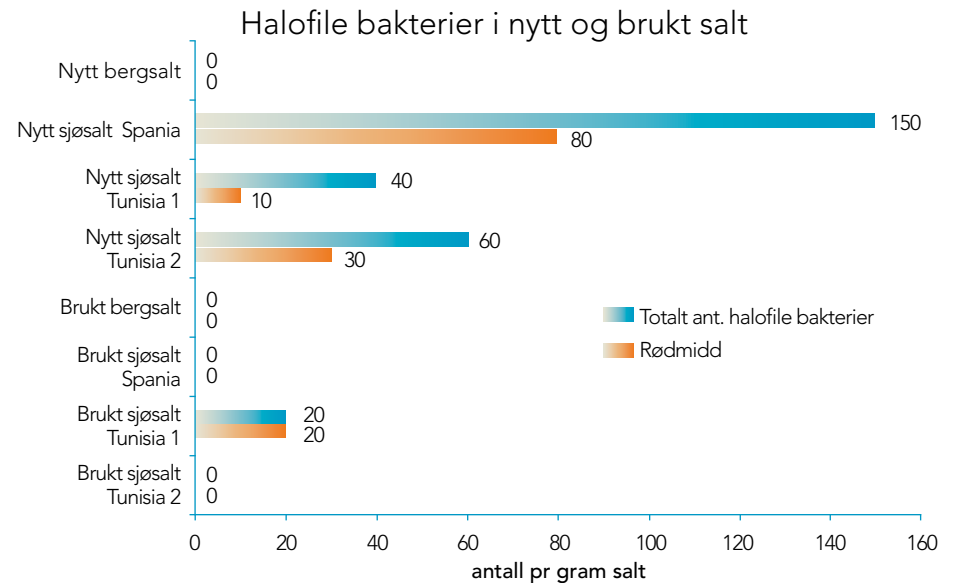
Det har vært gjennomført intervjuer i 13 saltfisk- og klippfisk bedrifter angående rødmidd og brunmidd. Av disse var det bare to som i løpet av de siste fem årene hadde opplevd ett eller to tilfeller av rødmidd. I dag er kjølings- og lagringsrutinene bedre enn tidligere og bedriftene mente at årsaken til forekomstene hang sammen med at fisk var blitt stående i for høy temperatur over tid. Fem bedrifter hadde opplevd noen få forekomster av brunmidd i fisk, men karakteriserte det ikke som noen «oppblomstring» av midten.

### Mangler kunnskap

Hvorfor rødmidd ikke er tilstede i brukt salt vet ikke forskerne sikkert, men lanserer flere teorier. En mulighet er at noen arter rødmidd krever god tilgang på kalsium for vekst, og at saltet etter bruk har et lavere kalsiuminnhold. En annen mulighet er at bakteriene ikke tåler den korte tiden med lavt saltinnhold når fileten mister væske.

### Lavt bakterieinnhold i saltet

Analyser av saltet viser at sjøsalt fra Spania har det høyeste antallet halofile bakterier (såkalte saltelskende bakterier) og rødmidd (henholdsvis 150 og 80 bakterier per gram salt). For bergsalt ble det ikke detektert halofile bakterier i det hele tatt. For sjøsaltet fra Tunisia 1 og 2 er antall bakterier ganske likt, henholdsvis 40 og 60 bakterier per gram. Generelt er bakterieinnholdet for alle prøvene lavt.



### Innledende forsøk

Et innledende forsøk ble gjennomført ved Møreforskning Marins produksjonslaboratorium. Her ble frosset torskefilet tint og saltet med fire forskjellige salt fra GC. Rieber i Ålesund; bergsalt, salt fra Spania og to ulike salt fra Tunis.

Resultatene fra beregningen av utbyttet viser at filet saltet med bergsalt gir høyest utbytte, 76,5 prosent og filet saltet med sjøsalt fra Spania og Tunisia 2 det laveste på henholdsvis 75,7 og 75 prosent.

Kvalitetsvurderinger og instrumentell måling av saltfileter indikerer at filet saltet med bergsalt er den minst hvite, mens filet saltet med Tunisia salt (1 og 2) får den hviteste fargen. Det kunne også se ut som at filet saltet med bergsalt får mer spalting enn filet saltet med de andre tre saltvariantene. Etter at saltet er brukt en gang ser en at det totale antallet halofilebakterier og rødmidd er redusert til tilnærmet ingen for alle saltene.

Fisken blir analysert for rødmidd etter lagring i 6 mnd. Saltet som er brukt vil bli benyttet for videre salting av nye torskefileter.

Etter at saltfiletene er modnet vil man på nytt analysere bakteriene for å

påvise om det er de samme bakteriene som var i saltet.

### Utvikling av hurtigtest

Rødmiddbakterier påvises i dag ved dyrking i laboratorie, en prosess som er tidkrevende. I prosjektet jobbes det derfor med utvikling av en hurtigtest der man i løpet av én dag kunne påvise rødmidd under ulike trinn i fremstilling av klippfisk. En slik test vil for eksempel kunne benyttes til å påvise bakterier før et eventuelt rødlig utslag er synlig på fisken. Testen vil også kunne benyttes til å sjekke kvalitet på ulike salt som importeres og på resirkulert salt.

### Litteraturstudie

Det har også vært gjennomført en litteraturstudie, men det er ikke funnet mye informasjon om hvor i produksjon av salt- og klippfisk rødmidd lettest kontaminerer fisken. Dokumentasjonen som finnes er fra 60 til 80-tallet og da med utgangspunkt i datidens produksjon. Det har skjedd store endringer i så vel produksjon av salt, salt- og klippfisk som kjøling- og lagringsforhold for råstoff og ferdig vare siden den tid. Produksjon av salt er også endret og på 1980-tallet ble det vanlig å vaske saltet før skipping.

*Prosjektet er et samarbeid mellom Møreforskning Marin AS, Høgskolen i Ålesund, og GC Rieber Salt. Det er finansiert av FHF (prosjekt 900395) og Møre og Romsdal Fylkeskommune gjennom Regionalt utviklingsfond.*

## UTFORDRINGER MED AUTOMATISK FJERNING AV SVARTHINNE

Forskerne ved SINTEF Fiskeri og Havbruk har utfordringer med å finne metoder for automatisk fjerning av svarthinna på torsk til saltfisk og klippfisk, og må revidere sin opprinnelige fremdriftsplan. Etter at kald flate tidligere ble identifisert som den mest lovende metoden for fjerning av svarthinna var forskerne inspirert til videre utvikling. Nå viser det seg mer krevende enn forventet å finne et verktøy som fungerer like godt hver gang.

**Automatisk fjerning** av svarthinne er et område som er prioritert hos FHF. Nye forsøk i prosjektet «Automatisk fjerning av svarthinne hos torsk til saltfisk og klippfisk» (prosjekt 900509) vil derfor pågå utover høsten. En kravspesifikasjon er allerede utviklet og vil ligge til grunn for de videre forsøkene.

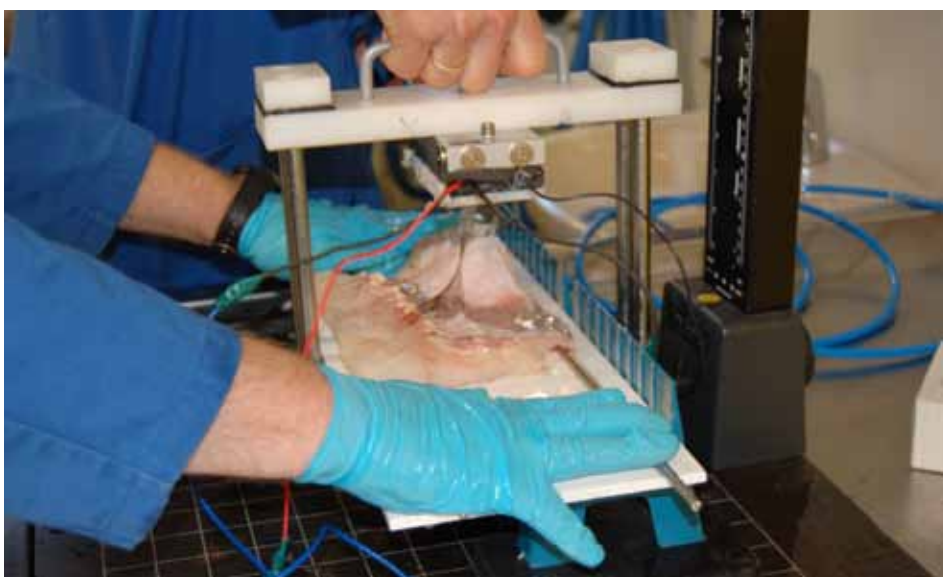
### Flat eller buet?

Forskerne har vurdert om den kalde flaten bør være flat eller buet, men har ennå ikke konkludert med hva som vil være det mest hensiktsmessige. Ingen av de variantene man har forsøkt har gitt gode nok resultater til at man vil gå videre med en enkel løsning. Det planlegges å få gjennomført nye multivariante forsøk i løpet av høsten. Først da mener man å kunne trekke endelige konklusjoner.

De riktige delløsningene i kombinasjon med hverandre må finnes for at et verktøy skal fungere hver gang. Etter som råstoffet varierer både i størrelse og tykkelse, må det være justerbart i forhold til den råstoffkvaliteten som til en hver tid skal prosesseres.

### Utfordring med rensing

Det har vært gjort forsøk med både et peltier-element, der en termoelektrisk flate går ned og drar med seg svarthinna og en buet i form av rørstykker som kjøles ned og knyttes til et roterende verktøy. Bruk av rørstykkene som prototyp på et roterende verktøy ga ikke tilfredsstillende resultat, men viste at valg av materiale på og strukturen i overflaten vil ha betydning hvor godt svarthinna fester seg til verktøyet. En utfordring er derfor å rense verktøyet



Et Peltier-element, her i form av et stempel, går ned mot fisken og drar med seg svarthinna. Slik fungerer teknikken selv om en fremtidig løsning ikke vil se slik ut. Nå gjelder det å finne en løsning som fungerer like godt hver gang og som renser elementene mellom hver fjerning.

for svarthinne etter hver kontakt.

### Oppsummering

Basert på resultatene man har oppnådd med fjerning av svarthinna i laboratorieforsøkene kan følgende oppsummeres:

Forsøkene som er gjennomført har vist at teknikken virker under optimale forhold. Verktøyets ideelle temperatur ser ut til å ligge rundt  $-10^{\circ}\text{C}$  til  $-20^{\circ}\text{C}$ , men kan muligens være påvirket av temperaturen på råstoffet. Temperatur på råstoffet bør i følge Mattilsynet være mellom  $0$  og  $4^{\circ}\text{C}$ , men for fjerning med kald flate bør ikke dette være avgjørende. Et annet moment er nødvendig fuktighet på svarthinna før fjerning. Verktøyets kontakt med svarthinna viser seg å være svært kort, kanskje så lite som tideler av et sekund. Flatetrykket av verktøyet mot svarthinna bør ikke

være for høyt, ettersom det vil forlenge kontakttiden.

Både overflatemateriale og beskaffenhet må søkes. Spesielt er det viktig med hensyn til effektiv rensing av verktøyet og klargjøring for neste arbeidsoperasjon.

Råstoffet varierer i tykkelse og størrelse, men fisk som biologisk materiale varierer også. Et verktøy for fjerning av svarthinna må også ta hensyn til disse parametere.

### Forsøk i stor skala

Opprinnelig var planen å gjennomføre tester ute hos saltfisk- eller klippfiskprodusenter denne høsten. Det føler ikke forskerne vil ha noen hensikt ennå. Først må alle komponenter bringes på plass og se ut til å fungere. Da vil en ha grunnlag for å prøve ut utstyret i større skala.

## HODEKAPPET RÅSTOFF GIR MISFARGET NAKKE

Lagring av hodekappet råstoff gir mer misfarging i nakkene på saltfisk og klippfisk, enn når råstoffet blir lagret med hodet på. Graden av misfarging økte med økende lagringstid for råstoffet og med økende saltetid for saltfisk. Det er blant konklusjonene i et prosjekt som Nofima Marin AS (prosjekt 900511) har gjennomført for FHF.

**Mest misfarging** i nakken hadde fisk som var lagret hodekappet i is og blodvann, etterfulgt av fisk som var lagret hodekappet i is og rent ferskvann.

Misfarging ble også undersøkt av muskelen i loinsområdet på flekket råstoff, saltfisk og klippfisk. Her ble det ikke funnet samme systematiske misfarging som i fiskens nakke.

### Ikke høy bakterievekst

Det ble heller ikke påvist uakseptabel mikrobiologisk kontaminering, og kimtallene var lave selv etter syv døgns lagring. Det eneste som skilte seg noe ut fra det øvrige, var noe forhøyde kimtall (TVC) for råstoffet som hadde vært lagret i is og blodvann.

Det ble også gjort beregninger av produktutbyttet som saltfisk og klippfisk på fisken som var med i forsøket. Her ble det ikke påvist forskjell i utbytte om fisken var lagret med eller uten hode. Derimot var forskjell utbyttet knyttet til tid i lagring, slik at fisk som ble saltet fangstdagen hadde lavere produktutbytte enn fisk som hadde vært lagret i fire og syv døgn før salting.

### Tre ulike kjølemetoder

All fisk med og uten hode ble individuelt merket og lagret kjølt med temperatur rundt 0°C på tre ulike måter; kar med blodvann tilsatt rikelig med is, kar med ferskvann tilsatt rikelig med is og til sist ble ett prøveparti iset i kasser.

Fargemålingene på råstoffet før og etter lagring i ett, fire og syv døgn i de ulike kjøleregimene ble utført etter flekking og umiddelbart før salt-

ing. Målepunktet var i nakkekuttet og i loinsområdet. Målingene ble utført i lysboks med en Minolta CR 400 fargemåler.

### Liten forskjell ved landing

Resultatene viser at det ved måling av nakkene på råstoffet fangstdagen (dag 0) bare var ubetydelig forskjell i beregnet hvithet, avhengig om fisken var landet med eller uten hode. Heller ikke i loinsområdet var det forskjell av betydning med hensyn til hvithet.

Etter ett døgns lagring var det heller ikke forskjeller av betydning. Først ved måling etter fire dager begynte forskjeller å opptre. Forskjellen var da at hodekappet fisk lagret i blodvann og is begynte å bli misfarget i nakken. Det var også en tendens til at råstoff som var lagret med hodet på i is og vann, eller iset i kasser var hvitere i nakken enn hodekappet råstoff lagret på samme måte. Målingene i loins viste ikke tilsvarende forskjeller.

### Misfarging etter syv døgn

Etter syv døgns lagring hadde det etablert seg et tydelig mønster med hensyn til hvithet, der råstoff lagret uten hode i blodvann med is var mer misfarget i nakken enn alle de andre prøvepartiene. Råstoff lagret uten hode i is og vann var også mindre hvit i nakkene enn råstoff som hadde vært lagret på samme måte med hodet på. Råstoff iset i kasser var hvites i nakkene, enten de var lagret med eller uten hode. I sistnevnte prøveparti var fisk med hode på noe hvitere enn hodekappet fisk.

Heller ikke etter lagring i syv dager var det systematiske forskjeller i loins mellom prøvepartiene.

Tilsvarende måling etter 30 døgn i salt viste lite forskjell på fisk som var landet med og uten hode og saltet på dag 0. Saltfisk fra råstoff som var lagret i blodvann ett døgn før salting var mer misfarget enn de andre tilsvarende prøvene. Også saltfisk fra hodekappet råstoff, lagret i is og ferskvann og iset i kasser, var noe mindre hvit enn fisk lagret på tilsvarende måte med hodet på. I loins påviste man ingen tilsvarende forskjell.

### Tydelig på saltfisk

For råstoff lagret i fire døgn før salting var det forskjeller på hvithet i nakkene på saltfisk, både uavhengig av kjølemetode og om råstoffet var hodekappet eller ikke. Saltfisk av hodekappet råstoff lagret i blodvann og is var mest misfarget i nakken. Også saltfisk fra råstoff som var lagret hodekappet i is og vann var nå tydelig misfarget i nakken, mer enn fisk lagret iset i kasser. Saltfisk av råstoff som var lagret med hodet på i fire døgn var mindre misfarget i nakken og aller minst når kjølemediet var is og vann. Heller ikke her viste målingen i loins den samme systematiske forskjellen.

### Klare forskjeller

Målingen av hvithet på saltfisk fra råstoff lagret i syv døgn viste den samme rekkefølge med hensyn til misfarging, men med enda klarere forskjeller. Saltfisk lagret uten hode i blodvann og is var mest misfarget i nakken, etterfulgt av saltfisk fra råstoff som var lagret uten hode i is og vann og deretter fra råstoff uten hode iset i kasser. Saltfisk av råstoff lagret i syv døgn med hodet på var mindre misfarget i nakken, aller minst når kjølemediet var is og vann. Heller ikke her viste måling i loins den samme systematiske forskjellen.



Dette heftet er gir en oversikt over de seneste forskningsprosjekter i regi av FHF i konvensjonell sektor.

Hensikten er at det skal være et nyttig verktøy for aktører i næringen og bidra til implementering av resultater fra prosjektene.

FHF, Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond, skal skape merverdier for sjømatnæringen gjennom næringsrettet forskning og utvikling.

God forankring og engasjement i egen næring er en viktig forutsetning, både for prioriteringene FHF gjør, men også for at resultatene skal kunne implementeres og skape verdier.

Innen konvensjonell sektor er FHF's faggruppe konvensjonell avgjørende for denne forankringen. Faggruppen er rådgivende for FHF's strategier og prioriteringer innen området.

FHF tar også imot innspill fra aktører i næringen, som igjen danner grunnlag for konkrete prosjekter.

---

*Faggruppe konvensjonell, Lorena Gallart Jornet, FoU koordinator FHF.*

*Tlf. 982 22 479, e-post: [lorena.jornet@fhf.no](mailto:lorena.jornet@fhf.no)*

---



FIKSERI- OG HAVBRUKSNÆRINGENS FORSKNINGSPOND

**Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)**

Postboks 429 Sentrum

0103 Oslo

Tlf. 23 89 64 08

E-post: [post@fhf.no](mailto:post@fhf.no)

[www.fhf.no](http://www.fhf.no)