



Rapport <nr/årstall> • Utgitt <måned år>

Litteraturoppsummering

Kvalitetsavvik sildefilet

Leif Akse, Sveinung Birkeland og Bjørn Roth





Nofima er et næringsrettet forskningskonsern som sammen med akvakultur-, fiskeri- og matnæringen bygger kunnskap og løsninger som gir merverdi. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked, og har om lag 470 ansatte. Konsernet har hovedkontor i Tromsø og virksomhet i Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Averøy.

Hovedkontor Tromsø
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: nofima@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Rapport

	<i>ISBN:</i> 978-82-7251-***-*	<i>Rapportnr:</i> nr/årstall	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Tittel:</i> Litteraturoppsummering Kvalitetsavvik sildefilet	<i>Dato:</i> 15.12.2011		<i>Antall sider og bilag:</i> 19
<i>Forfatter(e):</i> Leif Akse, Sveinung Birkeland og Bjørn Roth	<i>Prosjektnr.:</i>		
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond (FHF)	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Lars Lovund		
<i>Stikkord:</i> Sild, kvalitet, fangst			
<i>Sammendrag:</i> <i>I rapporten er det oppsummert tilgjengelig litteratur, i form av rapporter og publiserte artikler, som omhandler effekter av fangstmetoder, sesong, lagring og prosessering på kvalitet av sild. Rapporten danner et grunnlag for prioriteringer og fokusområder i prosjektet «Kvalitetsavvik sildefilet» finansiert av FHF.</i>			

Innhold

1	Oppsummering av noen tidligere prosjekter	1
1.1	Pelagisk kvalitet - fra hav til fat (2003 – 2005)	1
1.1.1	Råstoff, fangstredskap og fangsthåndtering ombord (sild).....	2
1.1.2	Skånsom vakuumpumping av fisk (lossing).....	7
1.1.3	Distribusjon av ferdigprodukt, transport og sporbarhet	8
1.2	MMC - nytt konsept for fangsthåndtering for ringnot-/trål (2009 - 2011)	9
1.3	Kvalitet og mattrygghet i den pelagiske verdikjeden – verdioptimering gjennom økt kompetanse (2007-2009)	9
1.4	«God sild» - NFR-prosjekt 112939/112.....	11
2	Oppsummering av internasjonalt publisert litteratur	13
3	Referanseliste.....	18

1 Oppsummering av noen tidligere prosjekter

Det er utført flere FHF-prosjekter med fokus på kvalitetsforbedring langs hele verdikjeden i pelagisk sektor, fra fangst til distribusjon av ferdige produkter i markedet. Dette notatet oppsummerer hva man fant ut i noen av disse prosjektene, i hovedsak avgrenset til primærleddet: Fangst – håndtering om bord – lossing/mottak:

1.1 Pelagisk kvalitet - fra hav til fat (2003 – 2005)

Det store prosjektet "Pelagisk kvalitet – fra hav til fat" ble gjennomført i tiden 2002 – 2006. Arbeidet, som ble finansiert av FHF, NFR og Innovasjon Norge, var et samarbeid mellom FHL (Pelagisk Forum), Norges Sildesalgslag, fartøy, mottaksbedrifter, eksportører og flere FoU-institusjoner. Sintef Fiskeri og havbruk koordinerte forskningsarbeidet. Hensikten med prosjektet var å øke verdiskaping og lønnsomhet i pelagisk sektor gjennom å sikre optimal kvalitet på pelagisk råstoff til konsum innenfor alle delene av verdikjeden, fra havmiljø til marked. Prosjektet tok opp flere problemstillinger som er relevante utgangspunkt for videre tiltak som kan forbedre håndteringen av pelagisk råstoff om bord på not- og trålfartøy, mellom annet:

- Årsaker til buksprenging i sild
- Effekt av fangstmetoder/forhold mellom redskap og kvalitet
- Utstyr og rutiner i fangsthåndtering om bord
- Skånsom pumping av pelagisk fisk
- Transport av pelagisk fisk

Det eksperimentelle arbeidet fokuserte mellom annet på selve fangstoperasjonen, som utvikling/forbedring av trål for pelagisk fisk. Det ble også gjort forsøk med utstyr/rutiner i trenging/pumping av fangst fra nota og håndtering om bord. Det ble utført arbeid med teknisk forbedring av vakuumpumper for lossing av fangst. Undersøkelser utført av Sintef Fiskeri og Havbruk dokumenterte hvordan kvalitetsfeil på råstoff og produkter henger sammen med operasjoner som fangst, ombordhåndtering, pumping, transport, mv.:

1.1.1 Råstoff, fangstredskap og fangsthåndtering ombord (sild)

Uansett redskapstype skjer det stressrelatert kvalitetsreduksjon (bløt fisk, filetspalting, høy dødelighet) i fangstfasen. Stressrelatert kvalitetsreduksjon har stor betydning for kjøpers kvalitet- og prisvurdering.

Veliyulin E. et al. (2005) undersøkte buksprenging i sild ved å studere intakt fisk over tid ved hjelp av MRI (Magnetic Resonance Imaging) og NMR (Nuclear Magnetic Resonance) spektroskopi. Forsøkene gav ny kunnskap ved å påvise at buksprenging vanskelig kan ha sitt opphav i magesekken, da dette organet var tilnærmet intakt selv etter 40 timer ved romtemperatur. Det er sannsynligvis annen proteolytisk aktivitet enn pepsin som er aktivt under buksprenging av sild. Med genetisk (DNA) analyse er det påvist gelatin- og myofibrillprotein-nedbrytende aktiviteter i flere sildeekstrakter fra buk- og tarmsystem. Arbeidet viser at tarmregionen begynte å løsne og fløt ut fra fisken, samtidig som buken (muskel og skinn) mistet sin integritet ved å sprekke og til slutt forsvinne. Disse resultatene bekrefter de biokjemiske analysene som Felberg (2005) oppnådde i sine undersøkelser og hypotesen om en mulig lekkasje av trypsin-lignende enzymer.

Både for fiskere og industrien er åte i silda og kvalitetsforringelsen som skjer som følge av dette (buksprenging) et stort problem som det er vanskelig å forholde seg til med hensyn til å gradere og typebestemme innholdet av åte. En relevant og enkel metode for å måle åteinhold om bord på båten er derfor ønskelig. Resultatene i disse forsøkene viser at problemstillingen rundt åteinhold og buksprenging kan være mer komplisert enn først antatt. Det er sannsynlig at forskjellige type åte påvirker på ulik måte utviklingen av buksprenging, både over tid og i intensitet.

En utfordring med hensyn til å utvikle en DNA basert metode for enzybestemmelse som kan brukes om bord på fartøy er f.eks. kvaliteten på åten (fordøyelsesgrad) og hvor kontaminert åten er med for eksempel andre typer åte. Metode for ekstrahering av DNA med god kvalitet og prøvebehandling uten kontaminering av prøven er også utfordringer for slike analyser om bord på fartøy.

Martinez & Digre (2006) undersøkte muligheten for utvikling av hurtigtest (et kit) som fiskerne kan benytte *in situ* for objektiv vurdering av enzymaktivitet i pelagiske fangster, i dette tilfelle sild. De fant at det er mulig å lage et kit for å måle pepsinaktivitet og et kit for å måle pepsin-proteinet i sild. Imidlertid er

enzymaktiviteten påvirket av flere variabler enn kun pepsinet. Blant annet har følgende parametere betydning for enzymaktiviteten og måling av denne: inkubasjonstid og temperatur, prosedyre for måling av produktet fra pepsinaktivitet og frysing/tining av ekstrakt faktorer.

Prosjektet "Hurtig metode for å estimere buksprenging i pelagisk fisk" (FHF 900656) viderefører dette arbeidet (Sintef FH, Raza Slitytze, 2011 - 2013). I dag har flåten krav på seg om å rapportere inn mengden åte i fangsten på en subjektiv skala (1-4) som ikke gir et riktig bilde av faren for buksprenging. Derfor ønsker fiskerne en objektiv metode for å predikere buksprenging. Som resultat av flere prosjekter har SINTEF Fiskeri og havbruk identifisert enzymatiske aktiviteter som lekker fra fiskens fordøyelsessystem og forårsaker sprengingen. Det er testet en to lovende varianter av analyser som skulle identifisere tilstedeværelse av proteolytisk aktivitet.

- *Petriskåler med gelatin*: Aktivitetene man har funnet i ventral muskel viser seg å bryte ned gelatin. Hvis ett ekstrakt av bukmuskel synlig bryter ned gelatin, vil det si at en har sterke proteaser tilstede, noe som indikerer lekkasje av fordøyelsesenzymer siden muskelen selv ikke inneholder slike sterke proteinnedbrytende enzymer.
- *ATP-luminometer*: Måler mengde ATP i en prøve ved hjelp av luciferase, som produserer 1 foton (1 lysenhet) per ATP molekyl. Hvis proteaser er tilstede i prøven vil disse kunne bryte ned luciferasen og derfor hemme lysproduksjon.

SINTEF FH fikk så tilfredsstillende resultater ved bruk av ATP luminometer-metoden at man har besluttet å konsentrere seg kun om denne teknikken i det videre arbeidet.

- Utstyret er kommersielt tilgjengelig (brukes til hygieneformål i industrien) og krever bare noen få modifiseringer; det tar liten plass; er enkelt å bruke (det er designet for å kunne brukes av renholdspersonale) og det krever svært lite opplæring.
- Resultatene er objektive; målingen tar ca. 10 sekunder per prøve og data kan registreres automatisk og logges til en PC, hvilket gjør det mulig at resultater lagres sammen med sporbarhetsdata. Det eneste man må gjøre for å kunne

måle proteaseaktiviteten er å lage et ekstrakt av fisken, og SINTEF FH har utviklet en enkel metode for å utføre dette.

Digre et al. (2002) rapporterer forsøk/resultater fra tokt med 3 fartøy med ulike fangst-redskaper (ringnot, trål og kystnot) i fiske etter NVG-sild i oktober 2004.

Hensikten var mellom annet å:

- Sammenligne fangstprosessen hos de 3 fartøygruppene: Kystnot, ringnot og trål.
- Sammenligne tradisjonell trålpose med skånsom trålpose (T90) i forhold til kvaliteten på pelagisk fisk.

Kystnotbåten var 21,3 m lang og hadde 150 m³ lastekapasitet i RSW-tanker. Tråleren var 53 m lang og hadde 752 m³ lastekapasitet i RSW-tanker. Ringnotbåten var 73,3 m lang og hadde 1800 m³ lastekapasitet i RSW-tanker. Sildetoktene ble utført med utgangspunkt i Bodø 18. oktober 2004. Fangsten ble levert på Møre 22. oktober.

De første sildeprøvene ble tatt ut fra silekassen med det samme fisken kom om bord. Fra hver fangst ble 30 NVG sild analysert om bord med hensyn til:

- Biologiske data (lengde, vekt, kjønn og gonadevekt)
- Muskel-pH ved avliving
- Kjernetemperatur
- Åteinnhold og bukhinne ble vurdert

I tillegg ble et antall fisk fra hver redskapstype også vurdert i forhold til fangstskader, basert på kriterier som ble utarbeidet i prosjektet.

Neste uttak av sildeprøver var ved landing av fangsten, da det ble tatt ut 20 fisk av hver gruppe (5 grupper sild). Disse fiskene ble frosset inn og tatt med til laboratoriet i Trondheim hvor følgende ble utført; fargemåling, pH-måling, visuell vurdering av blod-flekker og gaping. Biologiske data (lengde, vekt, kjønn, gonadevekt) og kjemisk sammensetning (fettinnhold og vanninnhold) ble også analysert.

Rapporten presenterer mange resultater fra målingene og analysene både om bord og på land. Sammenfattet oppsummeres resultatene fra sammenligningen mellom redskapene som følger:

- Indikasjon på at fiske etter sild med trål er en tøffere fangstprosess enn notfiskeri, ved at trål gir mer utmattet fisk og en større andel død fisk.
- Trålfanget fisk hadde ikke flere ytre skader eller dårligere filetkvalitet enn fisk fanget med not.
- Indikasjon på at sild (og makrell) fangstet med den forbedrede T-90 trålposen ga noe mindre skader sammenlignet med fisk fangstet med tradisjonell trålpose.

Pumping og dekkarrangement på ringnotbåten:

Kvalitetsreduksjon i form av skader/merker i skinn og finner, bloduttredelser og klemskader kan relateres til følgende: Hurtig tørking og pumping, logistikk-kjede ombord som ikke er tilpasset skånsom behandling av fisk, som silekasser med unødvendig fallhøyde, rør med 90° bend, fordelingskasser og renner med skarpe kanter.

Løftehøyden under pumping må holdes så lav som mulig. Etter avsiling av pumpevannet er det friksjon mot underlaget i silekasse/renner, kanter/vinkler i renner/rør og frie fall som i størst grad bidrar til å skade silda. Transportband og fleksible slanger i stedet for renner kan avhjelpe noe av dette.

Kjølekjede om bord på ringnotbåten:

Silda hadde en gjennomsnittstemperatur på 9,8 °C ved ombordtaking. Temperatur i RSW-vannet var ca. -1 °C. Mellom hvert kast stabiliserte temperaturen i fisken seg etter 1 – 6 timer på <0 °C. Ved hvert nytt kast steg temperaturen i tankene til mellom 5 og 10 °C når fisk/vann ble pumpet opp i tankene. Ved lossing hadde temperaturen i silda stabilisert seg til <0 °C.

Kvalitetsmålinger på NVG-silda:

Slaktedata: Det var ikke signifikant forskjell i størrelsesfordeling på silda i fangstene fra kystnot, ringnot eller trål. Hunsilda hadde en gonadeindex på 14 % og hansilda 8 %. Gjennomsnittlig fettprosent var 16,7 % og vanninnhold 65,6 %. Det var noe åte i

silda. Vurdering av bukhinna viste noe tæring på 5 % av silda mens resten hadde fast, fin hinne.

Dødelighet ved ombordtaking: det var høyest andel levende sild fra redskapstypene kystnot og ringnot (60-80 % levende og 40-20 % død). I trålfangstene var 100 % av silda død ved ombordtaking, både fra tradisjonell og forbedret (T90) trålpose.

Rigor mortis: Sild fra alle redskapstypene begynte å gå inn i rigor etter ca. 4 timer. Indikasjoner på at sild fra trål gikk raskere i rigor, enn sild fra kystnot. Dette kan ha sammenheng med grad av utmattelse av fisken under fangst og pumping. Individvariasjonen var imidlertid stor slik at forskjellene ikke var signifikante.

Muskel pH: Initiell pH (målt i muskel ved ombordtaking) var signifikant høyere i sild fra kystnot og ringnot, enn fra trål. Gjennomsnittlig initiell pH-verdi varierte fra 6,9 (kystnot) til 6,3 (trål). Initiell pH i ustresset sild ble målt til 7,8. Når det gjelder slutt-pH i silda 8målt senere) lå den i snitt på 6,3.

Fangstskader: Følgende skadetyper ble vurdert: Skade i skinn, Skade i finne, klemskade, bloduttredelser (skinn, øye, gjellelokk, finner). Det var silda fra kystnot som hadde flest fangstskader. Her hadde 2,5 % skade i skinn, 2 % skade i finner, 3,5 % klemskade, 3 5 bloduttredelse skinn, 0,5 % bloduttredelse øyne, 17,4 % bloduttredelse gjellelokk og 13,4 % bloduttredelse finner.

Spalting og blodflekker på fileten: Sildefiletene hadde svært lite spalting (vurdert med skinn). Det var imidlertid høye forekomster av blodflekker, vist i tabellen nedenfor (0=ingen blod-flekker, 1=noen få, små flekker, 2=store eller mange flekker (>5).

Parameter	Skala (0 – 2)	Kystnot (%)	Ringnot 1 (%)	Ringnot 2 (%)	Trål trad. (%)	Trål T-90 (%)
Blodflekker	0	10	30	30	15	15
	1	45	60	45	55	75
	2	45	10	25	30	10

Filetfarge: Verdiene L^* , a^* og b^* ble målt. Filet fra ringnot var lysere (høyere L^* -verdi) enn sild fra kystnot og trål. Det var ikke forskjell i a -verdiene (rødhet) og b -verdiene (gulhet).

1.1.2 Skånsom vakuumpumping av fisk (lossing)

Janson (2006) studerte forbedringspotensialer både for vakuumpumper og rutiner ved lossing av fangst (sild). Prøvetaking på land viste større frekvens av skader som avkappet hode og knekte rygger, enn ved tilsvarende prøvetaking om bord før lossing ved hjelp av vakuumpumpe. Det vil si at det i logistikken fra båt til mottak ved landanlegg skjedde en kvalitetsforringelse, som kan relateres til pumpeutstyret, som ventiler/klaffer, men også til innløp/utløp til vakuumkanteret.

Et annet forhold, som ble erfart ved levering til anlegg med begrenset kapasitet i mottaket, var at ved bruk av store lossepumper måtte disse stoppes før vakuumkanteret var tømt for fisk. Dette øker risikoen for at fisk blir kappet, siden ventilene på trykksiden lukkes mens det er fisk i rør og kammer.

MMC Tendos har utviklet et nytt pumpesystem som skal minimere skadeomfanget på pelagisk fisk (MMC 2009). Det ble gjort innledende forsøk med denne teknologien om bord på en ringnotbåt.

- Klaffer og ventiler i vakuumpumper påfører fisk skader som forringer kvaliteten, som klemskader og kapping av fisk.
- Andre forhold ved pumping fra båt til landanlegg, f.eks. start/stopp av vakuumpumper fører også til slike skader.
- Åtefisk er særdeles følsom. Skånsom pumping under lossing vil redusere skader og kvalitetstap på slikt råstoff.
- "Uforutsette hendelser" som utstyr som svikter i kritiske faser (tørking, pumping, kjøling, mv.) har mye å si for kvalitetsproblemer på pelagisk fisk.

(Digre, Jansson, Martinez, Aursand, Levsen, Lunestad, Eyjolfsson, Kjerstad; 2006).

Digre et al. (2006) identifiserer i sluttrapporten fra prosjektet "Hav til fat" et potensiale for økt kvaliteten og verdiskaping fra pelagisk fisk ved å forbedre mottaksanleggets manuelle sorteringsstasjoner. Potensialet for verdiskaping ligger først og fremst i å øke presisjonen av sortering i vektclasser, forbedret utsortering av skadet fisk og redusert innblanding av andre fiskeslag. Mulighetene for å automatisere/robotisere

sortering av pelagisk fisk (sild) ble undersøkt, og konklusjonen er at dette teknisk sett kan la seg gjøre.

1.1.3 Distribusjon av ferdigprodukt, transport og sporbarhet

Aursand & Senneset (2006) har studert transport av sild og makrell fra fiskemottak i Norge til sluttkunde, med fokus på å bevare kvaliteten på produktene.

Ved transport av pelagisk fisk ligger de største utfordringene i å begrense antall skader på kartonger/paller, opprettholde jevn og lav temperatur, sporbarhet samt hygiene.

Temperaturen i en biltransport fra Lofoten til Nederland ble logget til å ligge på $-24^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$, med unntak av ved lasting da den steg til $-22,5^{\circ}\text{C}$. I tillegg ble brekkasje på to paller fra samme last kartlagt. Emballasjen var plast, og hele 30 % av alle blokker (à 20 kg) ble skadd under lasting, transport eller lossing.

En intervjurunde til produsenter, eksportører, transportører og marked ble foretatt for å avdekke hvilke utfordringer som av industrien ble sett på som de mest problematiske. Brekkasje ble oftest nevnt, både av produsenter og marked. Av årsaker til dette ble nevnt bruk av svake/billige paller, samt splitting av paller. I tillegg at lasten generelt ble håndtert med liten grad av skånsomhet. Temperatur ble sagt ikke å være et problem.

Forås E. (2008). Målet i prosjektet "Elektronisk sporbarhet basert på TraceCoreXML i pelagisk næring" var å utvikle og teste elektronisk sporbarhet i en valgt kjede i pelagisk næring, fra fangst til marked. Dette ble gjort gjennom en innledende fase med utvikling av en prototyp, og en driftsfase for å høste erfaringer i forhold til fordeler og ulemper. Protokollen TraceCore XML fra EU-prosjektet Trace ble valgt som retningsgivende løsning for elektronisk utveksling. For standardisert identifisering av sporbare enheter ble løsningen fra GS 1 (Global Standard 1) benyttet både i primær og sekundærleddet i prosjektkjeden.

Konklusjonen er at GS 1 var anvendelig i alle ledd i pilotkjeden. De valgte løsningene for primærleddet med Sluttseddel og Sluttseddellinje som henholdsvis logistikkenhet og vareenhet gir mulighet for tilstrekkelig sporing for å oppfylle kravene i havressursloven. Sekundærleddet anbefales å benytte identifisering og merking etter gjeldende retningslinjer fra GS 1 for vareproduserende industri.

Resultatene fra prosjektet viser at den pelagiske versjonen av TraceCore XML kan benyttes i den pelagiske kjeden. Erfaring fra drift i primærleddet viser at det er mulig å benytte en nettsentrisk løsning (GTNet) for informasjonsutvikling. Prosjektet oppnådde ikke resultater som gjorde det mulig å evaluere informasjonsutveksling ved hjelp av TraceGore XML i sekundærleddet.

1.2 MMC - nytt konsept for fangsthåndtering for ringnot-/trål (2009 - 2011)

I tre år samarbeidet bedriften MMC-Tendos med Sintef om utvikling av et forbedret pumpesystem for ombordlasting av sild og makrell fra ringnot. I dag skjer dette vanligvis ved hjelp av skovlpumper som suger og trykker fisken ombord gjennom en pumpeplange. Fisken går opp i en silekasse der pumpevann og fisk skilles, og vannet renner ut gjennom en rist mens fisken går ned i en lagringstank.

Undertrykk: Det nye i MMC sitt system er at skovlepumpen erstattes gjennom å laste fisken ved hjelp av undertrykk. I det nye systemet skapes det undertrykk i lagringstanken som frakter fisken gjennom et lukket system – helt fra fisken hentes opp fra sjøen, via silekasse og ned i tank. Dermed kan fisken suges opp fra nota og om bord.

Det nye utstyret innebærer at fisken får en mer skånsom behandling og unngår slag fra skovler i pumpa. Fisken fraktes til tankene med forhåndskjølt vann. Tankene har en form som fører den kalde vannstrømmen gjennom fisken, og som gir god fordeling av det kalde vannet. Det forventes at skånsom behandling i lag med god kjøling vil høyne kvaliteten på fisken betraktelig. En ny ringnotsnurper har fått installert det nye pumpeutstyret.

1.3 Kvalitet og mattrygghet i den pelagiske verdikjeden – verdioptimering gjennom økt kompetanse (2007-2009)

Prosjektet "Kvalitet i den pelagiske kjeden – verdioptimering gjennom økt kompetanse" ble gjennomført i perioden 2007 – 2009 (Aursand et al. 2009). Prosjektet var finansiert av NFR og FHF, med Pelagisk forum som prosjektleder, og med Sintef Fiskeri og havbruk, NIFES og Møreforskning som forskningspartnere. Prosjektet hadde som mål å sikre optimal kvalitet på pelagisk råstoff fra hav til marked gjennom utvikling av objektive målemetoder.

Resultater fra dette prosjektet er nyttig grunnlag for videre arbeid med håndtering av pelagisk råstoff, mellom annet:).

Objektiv metode for å identifisere åtetyper og proteinnedbrytende enzymatisk aktivitet.

Det er utviklet en objektiv og brukervennlig metode for å måle proteaseaktivitet i bukvevet på pelagisk fisk, som kan brukes av både fiskere og fiskemottak for å vurdere kvalitet på fangsten. En modifisert bruk av ATP-luminometer har vist seg å kunne estimere buksprenging. Instrumentet har blitt testet på forskningstokt og viste seg å være godt egnet for bruk om bord. Data kan logges automatisk og lagres på en PC, og kan derfor lagres sammen med sporbarhetsdata (Aursand et al. 2009).

NMR og NIR teknologi for fettmåling i pelagisk fisk ombord på fartøy og på landanlegg.

NIR er en rask (1-2 sek) ikke destruktiv og objektiv måte for å bestemme vann, fett og protein i de fleste typer mat. NIR gir hurtig optiske målinger som enkelt kan sammenlignes med kjemiske målemetoder. Dette gjør at teknologien er godt egnet til on-line målinger, og det finnes allerede instrumenter som kan implementeres på landanlegg. I prosjektet er det i tett samarbeid med brukere og utstyrsleverandører utviklet en fettmåler basert på NIR-teknologi, kalt Qpoint. Metoden har god korrelasjon med kjemiske målinger (0,91). Qpoint tilfredsstillende strenge industrielle krav, har ingen negative miljøeffekter, er ikke-destruktiv for fisken, er enkel og rask (1 sek/fisk), utstyret er robust i tøffe omgivelser og kan enkelt transporteres. Qpoint blir i rapporten anbefalt som godt egnet for bruk om bord på pelagiske fartøy og på landanlegg. Data kan registreres automatisk og logges til PC, og kan dermed lagres sammen med sporbarhetsdata (Aursand et al. 2009).

NMR teknologi er også testet for å måle fettinnhold i sild. Kortest oppnådd måletid med NMR system var 11 sekunder. NMR resultatene ble sammenlignet med kjemiske analyser av gjennomsnittlig fettinnhold i samme fiskeindividene. Resultatene viste at lokal NMR fettmåling utført over lateral-linjen midt på fisken korrelerte bra med fettinnholdet bestemt kjemisk ($R^2=0,83$).

Dokumentasjon av hygiene og betydningen av *Listeria monocytogenes* i primærleddene.

Mikroorganismer som bakterier, sopp og virus forringer kvaliteten på sjømat. Fokus på god mikrobiologisk hygiene gjennom hele verdikjeden kan sikre bedre kvalitet og trygge, sunne produkter. Dette delprosjektet har undersøkt forekomster av bakterier som reduserer kvalitet, bakterier som indikatorer for hygienestatus. Også *Listeria monocytogenes* er undersøkt som en mulig patogen bakterie. Undersøkelser er gjort på fisk og produksjonsvann, samt på utstyr for fangst og produksjon.

Prosjektet har bidradd med ny kunnskap om generell hygienestatus i pelagisk industri og forekomst av *Listeria monocytogenes*. Det ble dokumentert gjennomgående god hygiene på fartøy og landanlegg. I prosjektperioden er det skaffet til veie ny informasjon om mikrobiologi og hygiene i norsk pelagisk sektor, som ikke tidligere var tilgjengelig. Denne informasjonen er blitt brukt i dialogen med andre lands matvaremyndigheter (Aursand et al. 2009).

1.4 «God sild» - NFR-prosjekt 112939/112

Prosjektet «God sild» ble gjennomført i perioden 1997-1998 og var et samarbeid mellom Austevoll Fiskeindustri og Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Prosjektets hovedmål var å «øke verdiskapingen ved Austevoll Fiskeindustri AS gjennom produksjon og markedsføring av sild med bedre filetkvalitet». Det beskrives tre delmål i prosjektet:

1. Å oppnå bedre filetkvalitet gjennom utprøving av kombinasjoner av behandlingsmetoder for sild i nedkjølt vann og under filetering
2. Å dokumentere eventuelle smaksmessige og visuelle endringer i filetkvalitet som følge av ulike råstoffbehandlinger
3. Å dokumentere variasjon i kvaliteten av sildefilet med hensyn til farge, næringsinnhold og nivå av harskningsprodukter

Det ble også gjennomført to modellforsøk i prosjektet der målet var å (i) undersøke effekten av bløgging på farge og oksidasjon i sildefilet og (ii) undersøke om saltinnholdet i vannet silda lagres i fra fangst til levering påvirker farge og oksidasjonsstabilitet.

Modellforsøk med bløgging av sild

Fangsten som inngikk i forsøket ble tatt i mars 1997. Silda var delvis utgytt og inneholdt 8 % fett.

Sild ble tatt direkte fra nota og overført til forsøksenheter på dekk. Halvparten av silda ble bløgget, mens den andre halvparten ble beholdt ubløgget, før de ble

overført til tanker med enten ferskvann, sjøvann (3.5 % salt) eller oppsaltet sjøvann (15 % salt) før levering på anlegget. Silda ble der filetert, frosset i tunnel og lagret ved -30 i 8 måneder før analyse.

Forsøket viste at økende saltholdighet i lagringsvannet stimulerte harskningsprosessen, og bløgget sild ble mindre harsk (målt som TBA) enn sild som ikke var bløgget. Bløgget sild hadde en filet som var lysere og som inneholdt mindre blodrester sammenlignet med ubløgget sild. Bløgget sild hadde også mindre innslag av rød og gul farge i fileten enn ubløgget sild.

Det ble ikke funnet effekter av de ulike behandlingene eller fryselagring på filetenes tørrstoff-, fett-, protein- og askeinnhold, eller på nivåene av C og E vitamin.

Kvalitet av filet fra sild fanget gjennom sesongen

Filet fra sild fanget mellom 2. september 1997 og 5. mars 1998 inngikk i forsøket. Resultatene viste at fettinnholdet var høyest i perioden september-november (14-17 %) og lavere i perioden januar-mars 1998 (7-13 %), der sild fanget i mars hadde desidert lavest fettinnhold (7 %). Samtidig med en nedgang i fettinnhold gjennom forsøksperioden, ble det også observert en omfordeling av fettsyrene i fileten, der andelen av langkjedete monoener økte på bekostning av palmitinsyre (16:9), EPA (20:5 n-3) og DHA (22:6 n-3). Disse endringene førte til at innholdet av omega-3 fettsyrer sank fra 4.3 g/100 g filet i september til 1.4 g/100 g filet i mars.

Innholdet av TBA (grad av oksidasjon) var lavest i perioden september-oktober, og høyere i perioden november-mars. Det ble også funnet en sammenheng (negativ korrelasjon) mellom peroksidverdi og TBA og nivået av vitamin E i fileten, som indikerer at vitamin E er en antioksidant som forbrukes når oksidasjon forekommer.

Det ble observert at sildefilet ble mindre lys, rødere og gulere utover i forsøksperioden. Filetens lyshet var signifikant positivt korrelert med filetens fettinnhold, dvs. at økende fettinnhold førte til lysere fileter. Filetens rødhet var negativt korrelert med fettinnhold, som viser at økende fettinnhold fører til redusert rødhet av fileten. Det ble ikke funnet noen sammenhenger mellom filetfarge og nivå av oksidasjonsprodukter. Dette viser at filetfargen først og fremst påvirkes av den biologiske variasjonen i filetens næringsinnhold (fett), og påvirkes i mindre grad av prosessering og fryselagring. Dette sammenfaller med industriens erfaringer med at misfarging av sild først og fremst forekommer i sild fanget sent på sesongen (lavt fettinnhold).

2 Oppsummering av internasjonalt publisert litteratur

Hattula et al. (1995). Effects of catching method on different quality parameters of Baltic herring (*Clupea harengus L.*).

Formål

Formålet med dette studiet var å undersøke effektene av ulike fangstmetoder som trål, garn og kilenot/trap-net på relative mengder levende fisk etter fangst, utvikling av rigor mortis (rigor index), ATP katabolitter og sensorisk kvalitet i sild 2, 4 og 6 timer etter fangst.

Resultater

Økende tråletid, fra 2 til 4-5 timer, førte til en reduksjon i den relative mengden med levende fisk etter fangst. Det ble også observert store variasjoner i overlevelse mellom ulike dager det ble trålet på. Overlevelsen varierte mellom 22-98 % ved 2 timers tråling og mellom 5-62 % etter 4-5 timer med tråling. I forhold til overlevelse etter bruk av garn og kilenot ble det ikke oppgitt noen resultater i denne studien.

Silda gikk inn i rigor omtrentlig 2 timer etter fangst, uavhengig av fangstmetode.

K-verdien beskriver innholdet av ATP katabolitter, og blir brukt som et mål på kvalitet. Det ble ikke funnet forskjeller i K-verdi som funksjon av fangstmetode, men K-verdien økte med økende lagringstid etter fangst for alle prøvene.

Sensoriske triangel-tester viste ingen forskjell i de sensoriske egenskapene i kokt sild fanget med ulik metode.

Konklusjon

Forskjellen mellom sild fanget med trål, garn og kilenot var minimale, men en viss forskjell ble funnet i relativ mengde overlevende fisk etter bruk av de ulike metodene.

Nielsen & Hyldig (2004). Influence of handling procedure and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (*Clupea harengus L.*).

Formål

Formålet med studiet var å undersøke påvirkningen av ombordlagring (lagret i tank; RSW/CSW vs. lagret på is) og biologiske faktorer på QIM (Quality Index Method, sensorisk kvalitet) hos trålfanget sild.

Resultater

Ombordlagring på is viste seg å føre til en tydelig bedre sensorisk kvalitet (QIM) sammenlignet med ombordlagring i tank, der sistnevnte førte til en dårligere sensorisk score for alle de undersøkte sensoriske responsene. Blant annet utvikling av uønsket lukt, misfargede gjeller og matt skinn var et større problem i tanklagret råstoff.

Biologiske faktorer som høyt fettinnhold og høy vekt av fisken samsvarer med gyteklar sild. Denne silda ble vurdert til å ha høyere kvalitet av et sensorisk panel ved bruk av QIM, sammenlignet med små ikke gyteklare sild med lavt fettinnhold. Fettinnhold er den dominerende biologiske faktoren og påvirker de fleste sensoriske egenskapene som ble vurdert i en positiv retning. Det ble også funnet en klar sammenheng mellom myk tekstur og "belly bursting".

Konklusjon

Metode for ombordlagring av sild kan ha stor effekt på den sensoriske kvaliteten, der lagring på is vurderes som bedre for å bevare kvaliteten sammenlignet med lagring på is. Stor gyteklar sild med høyt fettinnhold vurderes til å ha en bedre sensorisk kvalitet sammenlignet med liten umoden sild med lavt fettinnhold.

Nielsen et al. (2005). Sensory properties of marinated herring (*Clupea harengus*) processed from raw material from commercial landings.

Formål

Formålet med studiet var å undersøke påvirkningen av ombordlagring (lagret i tank; RSW/CSW vs. lagret på is) på sensorisk profil (deskriptiv analyse, 16 egenskaper) av marinert sild fra kommersielt trålfangst.

Resultater

Metode for ombordlagring påvirket den sensoriske profilen av marinert sild. Studien viser at kvaliteten av marinert sild fra råstoff ombordlagret på is har en høyere kvalitet sammenlignet med marinert sild fra råstoff ombordlagret i tank (RSW/CSW). Islagret og marinert filet hadde høyere sensorisk score på typiske egenskaper for fersk sild og saftighet sammenlignet med de som hadde vært lagret i tank.

Konklusjon

Metode for ombordlagring påvirker den sensoriske profilen også i marinert sild, ikke bare i ubehandlet rå fisk.

Hamre et al. (2003). Seasonal development of nutrient composition, lipid oxidation and colour of fillets from Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.).

Formål

Formålet med studiet var å undersøke sammenhengen mellom innhold av antioksidanter i frossen sildefilet, fettoksidasjon og filetfarge gjennom sesongen.

Resultater

Oksidasjon av fett i filetene var avhengig av mengde vitamin E (antioksidant) til stede i muskelen. Høyere innhold av vitamin E førte til at oksidasjonen av fett utviklet seg saktere sammenlignet med lavere nivåer. Det ble også funnet at sildefilet fra fisk fanget seint i sesongen hadde økende grad av fettoksidasjon sammenlignet med sildefilet fra fisk fanget tidlig i sesongen.

Filetene var lysere, mindre røde og gule i den fremre delen sammenlignet med i den bakre delen av fileten. Dette forklares med at i den bakre delen så utgjør brun muskel en større andel av den totale muskelmassen, og dermed påvirker muskelens lyshet, rødhet og gulhet.

Filetene ble mørkere, rødere og gulere utover i sesongen.

Det ble ikke funnet noen klar sammenheng mellom oksidasjon av fett og utvikling av filetfarge, og at tilstedeværelse av vitamin E ikke beskyttet filetene mot utvikling av uønsket farge i filetene.

Konklusjon

Det konkluderes med at utviklingen av uønsket filetfarge («colour deterioration») ikke var forårsaket av oksidasjon av fett, men heller forårsaket av endringer i innholdet av fett i muskelen, der mindre fett førte til redusert lyshet og mer transparente fileter der den brune muskelen og blodflekker ble mer synlige, og dermed påvirket fargen i negativ retning.

Nielsen et al. (2004). Sensory properties of marinated herring (*Clupea harengus*) – influence of fishing ground and season.

Formål

Formålet med studien var å beskrive de sensoriske egenskapene av marinerte sildeprodukter fra råstoff fanget på ulike lokasjoner og ved ulike årstider. Fokus var på korrelasjonen mellom ulike biologiske parametere og sensoriske egenskaper.

Resultater

Det ble funnet en klar sammenheng mellom fettinnhold og vannbindingsevne i filetene, der vannbindingsevnen økte med lavere nivåer av fett i muskelen. Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom fangststed og årstid på filetenes vannbindingsvener.

Filetenes utseende, ved bruk av QIM for sildefilet, ble ikke funnet å bli påvirket av fangststed og årstid. Parameterne som ble vurdert var skinnets utseende og filetenes farge, innslag av gule områder i kjøttet, blodflekker og gaping.

Sildas kroppsvekt (størrelse) var relatert til filetenes utseende. Stor sild hadde mer blodflekker i fileten, mørkere farge og mer gaping sammenlignet med mindre sild. Det ble også observert at utgytt sild, med dårligere kondisjon på grunn av at energilagrene er mer eller mindre tømte, hadde en dårligere kvalitet enn sild som ikke hadde gytt. Filet fra utgytt sild hadde mer blodflekker og større innslag av gule flekker enn fileter fra sild som ikke hadde gytt.

Det ble også funnet at fettinnholdet påvirket filetenes utseende, ved at økende fettinnhold førte til økende gaping og innslag av gule flekker.

Fangststed og årstid hadde liten effekt på de 16 sensoriske egenskapene for lukt (5), smak (6) og konsistens (5) som ble vurdert ved bruk av et sensorisk panel. Når det gjald biologiske parametere så ble det funnet en sammenheng mellom sildas størrelse (kroppsvekt) og egenskapene hardhet, saftighet, elastisitet og kornethet. Økende kroppsvekt førte til hardere, mer saftige og mer elastiske fileter med redusert kornethet sammenlignet med lavere kroppsvekt. Økende fettinnhold førte også til mer uttalt lukt og smak av sild, saftigere konsistens sammenlignet med lavere fettinnhold. Uansett, så påpekes det av forfatterne at de forskjellene som ble funnet i sensoriske egenskaper i studiet er veldig små, og sannsynligvis har liten betydning for forbrukerne.

Konklusjon

Små variasjoner ble funnet i sildefiletens utseende ved marinering umiddelbart etter avlaving av silda, men fangststed og årstid synes å ha liten betydning for marinerte

fileters utseende. De sensoriske egenskapene ble i all hovedsak påvirket av sildas størrelse (kroppsvekt) og det ble funnet en tydelig sammenheng mellom fettinnhold, vanninnhold og vannbindingsevne.

Studien indikerer at variasjonene i sildefiletenees kvalitet som oppleves av industrien ikke i all hovedsak er en effekt av varierende fangststed og årstid.

3 Referanseliste

Digre H., Jes Hansen U. (2005) Pelagisk kvalitet fra hav til fat; forholdet mellom redskap og kvalitet på pelagisk fisk. Rapport 850145.02, Sintef Fiskeri og havbruk 2005.

Felberg H.S., Martinez I. (2005) Degrading enzyme activities in herring (*Clupea harengus*) muscle and stomach. 35th WEFTA Conference; September 19-22 2005.

Hamre K., Lie Ø., Sandnes K. (2003). Seasonal development of nutrient composition, lipid oxidation and colour of fillets from Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.). 82 441-446.

Hamre K., Sandnes K. 2. Faglig beskrivelse. «God sild». Rapport NFR-prosjekt 112939/112. Pp 1-52. Udatert.

Hattula T., Luoma T., Kostianen R., Poutanen J., Kallio M., Suuronen P. (1995). Effects of catching method on different quality parameters of Baltic herring (*Clupea harengus*). Fisheries Research, 23 209-221.

Nielsen D., Hyldig G. (2004). Influence of handling procedures and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (*Clupea harengus* L). Food Research International, 37 975-983.

Nielsen D., Hyldig G., Nielsen HH., Nielsen J. (2004). Sensory properties of marinated herring (*Clupea harengus*) – influence of fishing ground and season. Journal of Aquatic Food Product Technology, 13 (3) 3-24.

Nielsen D., Hyldig G., Nielsen J., Nielsen HH. (2005). Sensory properties of marinated herring (*Clupea harengus*) processed from raw material from commercial landings. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85 127-134.

Veliyulin E., Falc E., Martinez I., Digre H. (2005) Undersøkelse av buksprenging i pelagiske fiskearter ved hjelp av ikke-destruktive metoder. Rapport STF80 A055046. Sintef fiskeri og havbruk 28.09.2005

Martinez I., Digre H. (2006) Pelagisk kvalitet – Kit for måling av enzymaktivitet i pelagiske fangster. Rapport STF 80A. Sintef fiskeri og havbruk 21.02.2006.

Aursand I.G., Senneset G. (2006) Transport av pelagisk fisk. Rapport SFH80 A063013, Sintef Fiskeri og havbruk 18.01.2006.

Digre H., Jansson S., Martinez I., Aursand I.G., Levsen A., Lunestad B.T., Eyjolfsson B., Kjerstad M. (2006) Pelagisk kvalitet fra hav til fat – **sluttrapport** for prosjektet. Rapport SFH80 A065002, Sintef Fiskeri og havbruk 11.01.2006.

Forås E. (2008) Utvikling av elektronisk sporbarhet basert på TraceCoreXML i pelagisk næring. Rapport pros. nr 840184, Sintef Fiskeri og havbruk 05.04.2008.

MMC (2009) Nytt konsept for fangsthåndtering til ringnot-/trålfartøy (Lasting, avsiling, fordeling til rom, RSW, lossing, tankvask, automasjon).

Aursand I.G., Veliyulin E., Felberg H.S., Lunestad B.T., Bjørkevoll I, Wold J.P. (2009) **Sluttrapport:** Kvalitet og mattrygghet i den pelagiske verdikjeden, verdi-optimalisering gjennom økt kompetanse. Rapport SFH80 A905013, Sintef Fiskeri og havbruk 25.03.2009.

Se også:

Digre H., Aursand Grong I. (udatert) Elektronisk kvalitetshåndbok, pelagisk industri. Sintef Fiskeri og Havbruk.

Norges Sildesalgslag (2009) Egenkontrollplan for "M/S Fisk" (eksempel). Sildelaget, Bergen, januar 2009.