

Kvalitetsmålinger på hvitfisk

Margrethe Esaiassen, Karsten Heia, Hilde Herland og Agnar Holten Sivertsen





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



Vi driver forskning, utvikling, nyskaping og kunnskapsoverføring for den nasjonale og internasjonale fiskeri- og havbruksnæringa. Kjerneområdene er avl og genetikk, fôr og ernæring, fiskehelse, bærekraftig og effektiv produksjon samt fangst, slakting og primærprosessering.

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

Internett: www.nofima.no

Rapport

<i>ISBN 978-82-7251-764-8(trykt)</i> <i>ISBN 978-82-7251-765-5 (pdf)</i>	<i>Rapportnr:</i> 14/2010	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Tittel:</i> Kvalitetsmålinger på hvitfisk	<i>Dato:</i> 14.04.2010 <i>Antall sider og bilag:</i> 15	
<i>Forfatter(e):</i> Margrethe Esaiassen, Karsten Heia, Hilde Herland og Agnar Holten Sivertsen	<i>Prosjektnr.:</i> 20901	
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening (FHL)	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Frank Jakobsen	
<i>Tre stikkord:</i> Hvitfisk, kvalitetsmåling, status		
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> <p>For å øke verdiskapingen i fiskerinæringen er det viktig å identifisere hva som utgjør de største kvalitetsutfordringene, hvor eventuelle kvalitetsfeil oppstår og hvordan unngå disse kvalitetsfeilene i fremtiden. For å gjennomføre dette trengs det gode metoder for å måle sentrale kvalitetsparametere. Ferskhets er en viktig kvalitetsparameter til fisk og fiskeprodukter. For alle typer produksjoner vil råstoffets ferskhets være avgjørende både for anvendelsesmulighetene, utbyttet og kvaliteten på sluttproduktet. Kvalitets-/ferskhetsmålemetoder er lite utbredt i industrien, og målinger av én enkelt parameter (kjemisk eller mikrobiologisk) har vist seg å ofte være utilstrekkelig.</p> <p>Det finnes en del vitenskaplig litteratur som beskriver fordeler og ulemper med flere aktuelle metoder, både metoder som vektlegger én og metoder som vektlegger flere parametere. Denne type litteratur er imidlertid lite tilgjengelig for fiskere, fiskeindustrien, grossister, detaljister og konsumenter. I tillegg er det erfaringsdata fra forskningsinstitusjoner som har arbeidet med ulike kvalitetsmålemetoder. I dette forprosjektet er det tatt en gjennomgang av vitenskaplig litteratur og ulike forskningserfaringer med kvalitetsmålemetoder for å gjøre et sammendrag av dette tilgjengelig for norsk fiskerinæring.</p>		

Innhold

1	Innledning	1
2	Ferskhetsmålinger	2
2.1	K-verdi.....	3
2.2	Elektriske egenskaper.....	3
2.3	Flyktige stoff	3
2.3.1	TMA og TVN.....	3
2.3.2	Elektronisk nese	4
2.4	Mikrobiologiske metoder	4
2.5	Sensoriske metoder	5
2.5.1	Kvalitetsindeksmetoden (QIM)	5
2.5.2	Filetindeks	7
2.6	Spektroskopiske metoder.....	8
3	Automatisk deteksjon av kveis	9
4	Blodflekker og dårlig utblødning	10
5	Farge.....	11
6	Kjernetemperatur/isfraksjon	12
7	Påvisning av bein	13
8	Tekstur – bløt muskel	14
9	Litteraturlakgrunn	15

1 Innledning

Noen kvalitetsparametere på hvitfisk er av en slik natur at de har en naturlig varians og noen kvalitetsfeil kan ikke garanteres fraværende. Dette kan utgjøre en utfordring da resultatet av foredlingsprosessen kan avhenge av de varierende råstoffegenskapene, og at spesifikke egenskaper ikke er forenelig med sluttproduktet. For å oppnå en optimal anvendelse av råstoffet og en jevnest mulig kvalitet på sluttproduktet er det viktig å kunne sortere råstoffet instrumentelt med hensyn på aktuelle kvalitetsegenskaper før det går inn i foredlingsprosessen eller ut i markedet.

Denne rapporten gir en oversikt over aktuelle teknikker som kan anvendes for objektiv måling av ulike kvalitetsparametere i en produksjonslinje. Viktig informasjon om disse teknikkene er hvorvidt de kan anvendes på både hel fisk og fileter. Det angis også hvor langt utviklingen av utstyret er kommet. Er det kommersielt tilgjengelig, krever det kun små endringer på noe som er kommersielt tilgjengelig, eller er det et større arbeid som kreves for å kunne bruke det i industriell sammenheng?

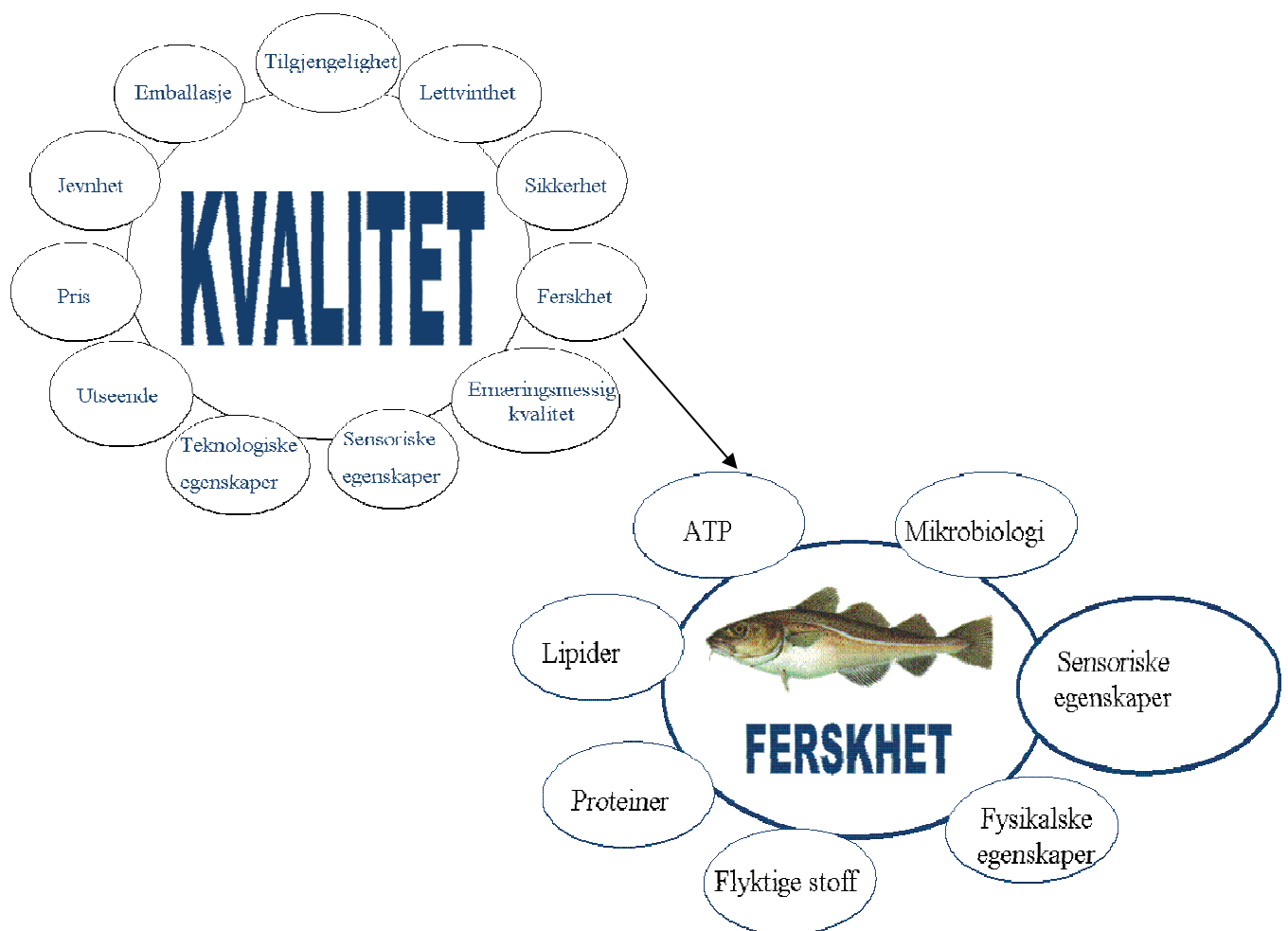
De metoder som blir diskutert her er metoder for å måle fiskens ferskhet, fargefeil på grunn av blod og påvisning av kveis og bein. Videre er måling av kjernetemperatur og isfraksjon diskutert da det er viktige parametere å ha kontroll på i en superkjølingsprosess og/eller tining. Avslutningsvis er det gjort noen betraktninger rundt muligheten for å bruke instrumentelle metoder for å påvise bløt muskel.

Det er kun lagt vekt på metoder som kan anvendes for å analysere rå fisk.

2 Ferskhetsmålinger

Ferskhets er en sentral kvalitetsparameter for fisk og fiskeprodukter (Figur 1). For alle typer produksjoner vil råstoffets ferskhets være avgjørende både for anvendelsesmulighetene, utbyttet og kvaliteten til sluttproduktet. For ferskfiskomsetning er det behov for å fastslå kvalitet og restholdbarhet, og for foredlingsindustrien er det behov for å kvalitetsbestemme råstoffet slik at det kan styres til beste anvendelse med optimale prosessbetingelser.

Foringelse av fisk skyldes et komplekst samspill av kjemiske og mikrobiologiske endringer over tid. Foruten sensoriske vurderinger, er metodene som i dag brukes for å bestemme kvalitet/ferskhets hovedsakelig basert på måling av en parameter. Eksempler på eksisterende metoder er måling av biokjemiske/kjemiske parametre, måling av dielektriske egenskaper, teksturmålinger og registrering av mikroflora. Disse metodene gir en viss informasjon om råstoffendringer, men resultatene er i mange tilfeller ikke entydige og analysene er ofte tidkrevende. Hovedproblemet ved de etablerte metodene er at de i praksis har vist seg å være lite egnet til å beskrive tidlige kvalitetsendringer (de første 0–7 dagene etter fangst) i råstoffet. En god metode for å bestemme ferskhets til fisk bør derfor inkludere måling av flere parametre samtidig.



Figur 1 Kvalitet og ferskhets på fisk

2.1 K-verdi

Energimolekylet i levende celler er ATP. Etter døden gjendannes ikke dette molekylet, men det blir gradvis brutt ned til metabolitter. Ved å måle nivået av ATP og ATP-metabolitter (ADP, AMP, IMP, HxR og Hx) i muskelen kan man beregne K-verdien.

K-verdien kan brukes som en indikator på råstoffets ferskhetsgrad; økende K-verdi betyr redusert ferskhetsgrad. Det har gjennom tidene vært utviklet flere instrumenter og hurtige strips som benytter dette måleprinsippet. Disse metodene omtales både som K-verdi-målere og Hx-sensorer.

K-verdien er imidlertid sterkt avhengig av en rekke flere faktorer enn tid og temperatur, og dette begrenser anvendelsen av denne metoden for ferskhetsbestemmelser. Både sesong, fangstredskap, håndteringsbetingelser og avlivingsmetode påvirker K-verdien i stor grad. Dette medfører at det må etableres modeller for hver art for hver sesong, og for hver arts håndterings- og lagringsbetingelser før K-verdi kan anvendes som ferskhetsmåling.

2.2 Elektriske egenskaper

Når fiskemuskel brytes ned under lagring, endres den elektriske ledningsevnen og motstanden i muskelen. Det er funnet sammenhenger mellom endringer i elektriske egenskaper og lagringstid på fisk. Det er utviklet tre ulike instrumenter som måler ferskhetsgrad på bakgrunn av ledningsevne: Torrymeter (Distell Industries Ltd, Fauldhouse, West Lothian, UK), Fischtester VI (Intellectron International Electronics, Hamburg, Tyskland) og RT-Freshmeter (RT Rafagnatekni, Reykjavik, Island).

Målinger av elektriske egenskaper har den fordel at de er hurtige, rimelige og kan utføres med personell uten omfattende opplæring.

Disse instrumentene har dog ikke oppnådd noen kommersiell suksess. Ulemper med metodene er at de ikke kan brukes på tint fisk eller fisk som har vært lagret i kjølt sjøvann. Vann-isblandinger med høyt saltinnhold og mekanisk skade på fisken medfører også feilaktige resultater.

2.3 Flyktige stoff

Under degradering av fisk vil noen luktstoffer forsvinne, og nye produseres. Gjennom å måle mengden av slike luktstoffer kan man få et mål på ferskhetsgraden/kvaliteten til fisk. Det er per i dag ikke tilgjengelige hurtigmetoder for å analysere slike komponenter

2.3.1 TMA og TVN

Noen dager etter fangst starter mikrobiell nedbryting av fiskemuskel. Som følge av bakterieveksten dannes blant annet trimetylamin (TMA). I norske forskrifter er det satt en grense for hvor høyt nivået av TMA kan være når den ferske fisken skal omsettes (5 mg TMA-N/100g; Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer 1996/667). Etter som TMA ikke dannes i nevneverdig grad før etter en tids lagring, kan det være mer riktig å omtale denne som en

ferringelsesindikator mer enn som en ferskhetsindikator. Metoden kan altså ikke si noe om den ferskeste fisken, men kan si når fisken er uegnet til konsum.

Det er imidlertid verd å merke at bestemmelse av TMA-nivået ikke er egnet som metode for å anslå kvaliteten på oppdrettstorsk. Dette skyldes at oppdrettstorsk inneholder svært lave nivåer av komponenten som TMA dannes fra, sammenlignet med villtorsk.

Under nedbryting av fiskemuskelen dannes det flere nitrogenholdige stoffer enn TMA. Det er også aktuelt å måle Totalt Flyktig Nitrogen (TVN). Norske forskrifter har grenseverdier for hvor høyt TVN-innholdet kan være i fisk til ulike anvendelser.

Ulemper ved bestemmelse av TMA/TVN er at disse ikke dannes i nevneverdig grad før etter en tids lagring. Det kan derfor være mer riktig å omtale disse som forringelsesindikatorer mer enn som ferskhetsindikatorer. Metodene kan altså ikke si noe om den ferskeste fisken, men kan si når fisken er uegnet til konsum. Metodene krever opparbeidelse av prøver og kjemisk analyse, og er dermed lite egnet til kvalitetsstyring underveis i en produksjon.

2.3.2 Elektronisk nese

Lukten som utvikles under forringelse av fisk er sammensatt av flere ulike luktstoffer. Måling av en og en komponent gir usikre estimat av kvaliteten. Måling av flere komponenter samtidig vil sannsynligvis gi bedre estimater. Elektroniske neser er enheter beregnet på å måle flere luktstoffer samtidig. Dette gjennomføres gjennom å ha sensorer for flere ulike luftstoffer. Slike instrumenter er ikke tilgjengelig for fisk på nåværende tidspunkt, men slik instrumentering er brukt i forskningssammenheng.

2.4 Mikrobiologiske metoder

Det finnes retningslinjer for hvor høyt bakterietall det kan være i fisk og fiskeprodukter. Metoden som skal anvendes i følge Mattilsynets "Mikrobiologiske retningslinjer for næringsmiddel" er en metode fra Nordisk Metodikkomité for Næringsmidler, NMKL 96. Retningslinjene sier at kimtallet ikke bør overstige 5×10^5 per g, og skal ikke overstige 5×10^6 per g.

Totalt antall bakterier (totalkim) på en filetp prøve er ikke nødvendigvis beskrivende for kvaliteten til fileten. Det er vist at det er en liten fraksjon av bakteriene, kjent som spesifikke forringelsesbakterier (SSO: Specific Spoilage Organisms) som forringer fisken under lagring. *Shewanella putrefaciens* er identifisert som den viktigste SSO i islagret fisk, mens *Photobacterium phosphoreum* er viktig dersom fisken er pakket i modifisert atmosfære.

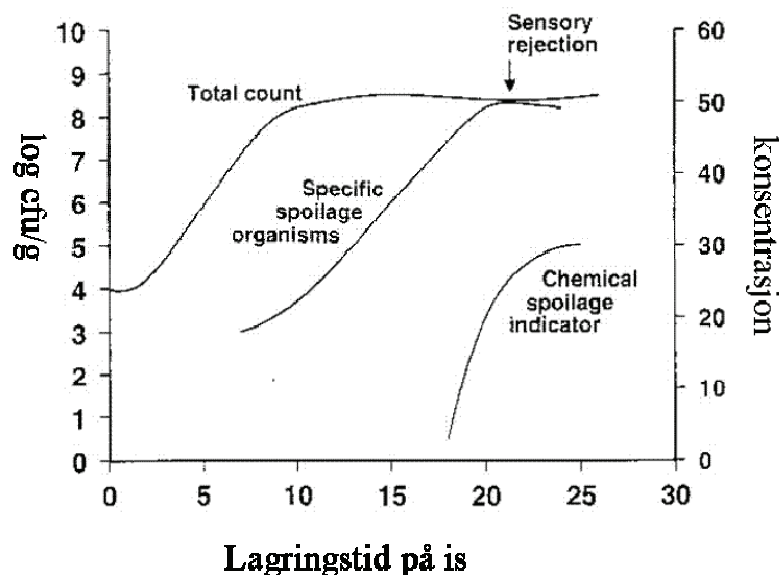
Shewanella, eller andre sulfidproduserende bakterier, bestemmes ved samme metode som man benytter for å bestemme totalkim. Endringen er at man inkluderer jern i agarskålene bakteriene dyrkes på, og så teller man svarte kolonier. Totalkim bestemmes i samme prøve ved å telle alle kolonier.

Det er verd å merke seg at senere tids forskning har vist at *Shewanella* er sjelden tilstede på oppdrettstorsk. Måling av denne bakterien forteller derfor lite om kvaliteten på oppdrettstorsk.

Det er i flere forskningsprosjekter funnet liten sammenheng mellom nivået av bakterier og den sensoriske kvaliteten på fisken. I et pågående prosjekt finansiert av FHF (Forbrukeropfatninger av kvaliteten på fersk fisk, Prosjektnummer 900107) er målet å evaluere og selektere de målemetodene som best beskriver norske forbrukeres oppfatning av kvaliteten på fersk fisk. I dette prosjektet blir det blant annet fokusert på å finne eventuelle sammenhenger mellom mikrobiologiske analyser og sensorisk vurdering samt forbrukeropfatning av fiskens kvalitet.

Figur 2 viser at totalkim og sensorisk forkasting av fisken har liten sammenheng. Videre viser figuren at det er en viss sammenheng med sensorisk forkasting og mengde spesifikke forringelsesbakterier, samt sensorisk forkasting og kjemiske samt indikatorer (TMA/TVN). Ulempen med de kjemiske indikatorene er at de er målbare først seint i lagringsforløpet.

Metoden Colifast er basert på måling av SSO, men det trengs ennå mer dokumentasjon på konklusjonene som kan trekkes ved bruk av Colifast.



Figur 2 Endringer i totalkim (total count), spesifikke forringelsesbakterier (SSO), kjemiske indikatorer og sensorisk forkasting av islagret fisk (Etter Gram og Huss, 1996)

2.5 Sensoriske metoder

2.5.1 Kvalitetsindeksmetoden (QIM)

Kvalitetsindeksmetoden (QIM; Quality Index Method) er en metode hvor det vurderes og settes en tallkarakter på flere kriterier på rå fisk. Summen av tallkarakterene gir kvalitetsindeksen, og denne kan igjen benyttes for å anslå lagringstiden som har gått og gjenværende holdbarhet/restholdbarheten. Den er nyttig ved produksjonsplanlegging, fordi man kan finne alternative anvendelser for fisken avhengig av hvor lenge det er igjen før den må kasseres.

Tabell 1 viser skjema som benyttes ved kvalitetsvurdering av hel torsk. I manualene som er utviklet er det beskrivelser og bilder som viser hvordan karakterskalaen skal benyttes. Per i dag er dette den mest presise ferskhetsmålemetoden som er tilgjengelig. Det er imidlertid en utfordring at store deler av hvitfisk som landes i Norge er hodekappet, siden man finner mye av informasjonen om ferskhet ved å vurdere øyne og gjeller. En annen utfordring er at metoden bør gjennomføres av trent personell.

Norsk fiskerinæring bør skaffe seg kunnskap om metoden som nå får økende utbredelse hos våre kunder, og som i dag benyttes ved auksjonshusene i Europa og ved handel på Internett.

Det er utviklet kvalitetsindeksskjema for en rekke arter, både hel fisk og filet. QIM-Eurofish Foundation (www.qim-eurofish.com) har publisert QIM-manualer for fiskeindustrien på 11 språk, deriblant norsk.

Tabell 1 Skjema for QIM-vurdering av hel torsk

Qim-Parameter		Beskrivelse	Score
Utseende	Skinn	0: Klar, Regnbueskinnende pigmentering 1: Heller uklar/matt, begynner å bli avfarget 2: Matt/uklar (tydelig redusert glans og farge)	
	Rigor (stivhet)	0: I rigor 1: Fast men elastisk (bøyelig) 2: Myk 3: Svært myk	
Øyne	Cornea (rundt pupillen)	0: Klar 1: Regnbuearget (opal-skinnende) 2: Melkeaktig	
	Form (hele øyet)	0: Utstående/konvekse (normale) 1: Flate, litt innsunken 2: Innsunken/konkav	
	Pupil	0: Svart (klar, gjennomsiktig) 1: Ugjennomsiktig (opak) 2: Grå (gråhvit, matt)	
Gjeller	Farge	0: Klar, frisk (jevn) farge 1: Noe avfarget/begynnende misfarging 2: Avfarget, brune flekker 3: Brun og misfarget	
	Lukt	0: Frisk, tank-aktig, metallisk 1: Nøytral, gressaktig, muggen 2: Gjær, brød, øl, sur melk 3: Eddiksyre, svovelaktig, meget sur	
	Slim	0: Klart 1: Melkeaktig 2: Melkeaktig, mørkt, ugjennomsiktig	
Fiskekjøtt (fileter)	Farge	0: Gjennomsiktig, blålig/perlemor 1: Voksaktig, melkeaktig 2: Ugjennomsiktig (opak), gulaktig, brune flekker	
Blod	Farge	0: Rød (frisk naturlig blodfarge) 1: Mørk rød 2: Brunt	
Kvalitetsindeks (0-23)		Sum	

2.5.2 Filetindeks

Filetindeks er en vurderingsmetode som er utviklet av Nofima (Fiskeriforskning) for vurdering av rå filetpøver (Tabell 2). Parameterne som vurderes er filetpalting, lukt, farge og konsistens. Kriteriene lukt, farge og konsistens er gradert i en firedeelt skala; fra 0 (best) til 3 (dårligst). Skalaen for farge og overflate er tredelt, fra 0 (best) til 2 (dårligst). Samlet indeksverdi er summen av snittkarakterene for de fem kriteriene, beste indeksscore er 0 og dårligste 13. I motsetning til QIM er ikke filetindeksskalaen korrelert med lagringstid og restholdbarhet. I prosjekter er det imidlertid funnet en mulig sammenheng mellom filetindeks og når forbrukere forkastet fersk torskefilet. Dette forholdet undersøkes nærmere i et pågående prosjekt.

Tabell 2 Vurderingsskjema for Filetindeks

Parameter	Poengskala og beskrivelse
Lukt	0: Frisk lukt av sjø, blodfersk 1: Nøytral 2: Fiskelukt (TMA) 3: Ammoniakk, sur
Spalting	0: Ingen spalting 1: Begynnende spalting 2: Noe spalting, løs filet 3: Mye spalting, usammenhengende
Farge	0: Fileten har en ensartet fersk, hvit farge 1: Fileten har en gul-/gråaktig (gammel) farge 2: Flekket, tydelig misfarget, gjennomsiktig
Konsistens	0: Naturlig konsistens 1: Fileten er litt bløt 2: Fileten er bløt 3: Fileten er meget bløt
Overflate	0: Tørr, blank overflate 1: Har partier med oppløst overflate 2: Overflaten er meget oppløst

2.6 Spektroskopiske metoder

Det har tidligere vært utført en god del forskning på bruk av objektive målemetoder for ferskhetsbestemmelse representert som lagringstid eller sensorisk kvalitet (kvalitetsindeksmetoden, QIM). Spektroskopi har vist seg å være en lovende teknikk, men har ikke blitt implementert som en kommersiell løsning. Grunnen til at spektroskopi fungerer som ferskhetsmåler er at målingen påvirkes av både strukturen, fargen og den kjemiske sammensetningen til prøven. Alle disse egenskapene til fiskemuskelen endres under lagring på grunn av enzymatisk og mikrobiologisk nedbrytning.

Nofima har arbeidet med å utvikle en ny, ikke-destruktiv og rask metode for å fastslå ferskhetsgraden på fisk. Metoden baserer seg på bruk av synlig (VIS) og nær infrarødt (NIR) lys og resultatene er lovende. I forsøk er det vist at lagringstiden kan bestemmes med god sikkerhet helt fra første dag. Teknikken er basert på at fiskemuskelen vil absorbere og reflektere lys på forskjellig måte utover i lagringsforløpet. Ved å gjennomføre spektroskopiske målinger av råstoff med kjente karakteristikker, som for eksempel sesong og lagringstid, kan det utvikles modeller som igjen benyttes for å anslå lagringstiden for en ukjent prøve. Når man først har modellene, kan en fisk ferskhetsbestemmes i løpet av sekunder. Usikkerheten i målingene ligger på om lag et døgn. Dette er et stort framskritt sammenlignet med kjemiske og mikrobiologiske målinger, både med hensyn til nøyaktighet og tid for måling.

Forskning så langt viser at VIS/NIR spektroskopi kan brukes for å anslå lagringstid i is og sensorisk kvalitet av fersk fisk. Målemetoden må utvikles spesifikt for art, sesong og lagringsmedium. Det er også påvist at ulike bølgelengdeområder gir informasjon om kvalitetsforringelse for ulike arter.

Lysmålinger er hurtige, objektive, og billige. Teknikken har potensial for å kunne anvendes på en produksjonslinje, og det er mulig å anvende måleprinsippet både på filet og på hel fisk.

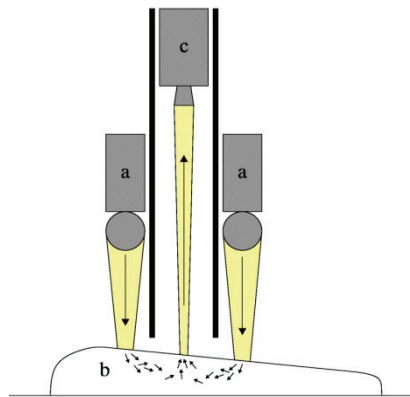
Det er dessverre ingen kommersielt tilgjengelige instrumenter for å ferskhetsbestemme fisk ved hjelp av spektroskopi, men Nofima har utviklet en prototype til dette formålet, kalt FishTube.

Oppsummering og analyse viser at VIS spektroskopi og sensorisk analyse (QIM) gir best karakteristikk av ferskhetsendring over tid. Undersøkelser på torsk viser at ved bruk av VIS spektroskopi kan tidsrelasjonen spores gjennom hele lagringsforløpet, fra avliving og fram til fisken ikke lenger kan benyttes til menneskeføde. Dette er en betydelig forbedring i forhold til de eksisterende metoder. I tillegg er det vist god korrelasjon mellom VIS spektroskopi og kvalitetsindeksmetoden. Denne korrelasjonen styrker relevans og motivasjon for å kommersialisere VIS/NIR spektroskopi for kvalitetsmålinger.

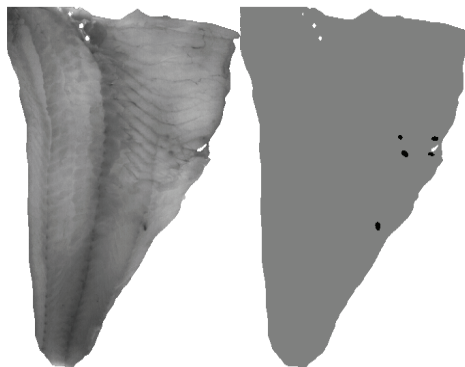
3 Automatisk deteksjon av kveis

Forekomst av kveis i muskelen på hvitfisk er relativt vanlig, men i industrielt bearbeidet råstoff forutsettes det at disse skal detekteres og fjernes. I dag gjøres dette manuelt på lysbord og forutsetter at filetene er skinnfrie. Dette er en svært arbeidskrevende operasjon, og en flaskehals i dagens filetproduksjon. På grunn av torskefiletens lyssprednings-egenskaper er det svært vanskelig å se kveis som ligger et stykke nede i fileten, og deteksjonsraten for manuell inspeksjon på lysbord under industrielle betingelser er rapportert å ligge i området 60–70 %.

Teknologi for å påvise kveis i fiskefilet har vært diskutert og forsøkt utviklet siden midten av 1900-tallet. En rekke forskningsinstitutter og andre miljøer har testet og vurdert ulike teknikker og måleprinsipp, uten at det har vært mulig å finne en metode med tilsvarende kvalitet og effektivitet som ved manuell inspeksjon. Nofima Marin har nylig utviklet et system basert på avbildende spektroskopi og interaktans for automatisk deteksjon av kveis i torskefileter. Systemet kan inspisere torskefileter, med og uten skinn, på industriell hastighet tilsvarende 40 cm/sekund. Tester under industrielle betingelser har vist en deteksjonsrate tilsvarende manuellinspeksjon eller bedre. Figur 3 viser måleoppsett med interaktans, mens Figur 4 viser et eksempel på deteksjonsresultatet.



Figur 3 Oppsett for avbildning av torskefileter (b), oppsettet består av et avbildende spectrometer (c) og to fiberlyskilder (a) montert over et transportband



Figur 4 Enkeltplansbilde (550nm/715nm) av en torskefilet automatisk segmentert fra bakgrunnen (venstre), og deteksjonsresultatet som viser fem detekterte kveis i sort (høyre)

4 Blodflekker og dårlig utblødning

Blodflekker i fileten og dårlig utblødning kan representere et problem ved filetproduksjon. Blod er en god næringskilde for bakterier og kan dermed gi raskere forringelse. Det kan også fungere som en prooksidant og medføre hurtigere harskning, men det er et større problem for feite fiskeslag. Fargemessig er blod i muskel selvsagt et kvalitetsproblem.

For påvisning av blod og blodflekker i fileten finnes det ikke kommersiell teknologi som kan benyttes direkte i prosesslinjen. Imidlertid utvikler Nofima Marin i samarbeid med Baader et system som kan inspisere fileter som passerer på et transportband med inntil 40 cm/s. Dette systemet er basert på avbildende spektroskopi og kan påvise blodflekker inntil 10 mm ned i fileten. Dette systemet er nå under videreutvikling i et FHF-prosjekt for kvalitetsdifferensiering av laksefileter.

I Figur 5 er det vist to eksempler på påvisning av blod i laksefilet. Fileten til høyre har jevnt over høyt innhold av blod, mens fileten til venstre har en blodflekk bak på fileten. Det er tydelig at selv med en enkel analyse av hyperspektrale bilder er det mulig å sortere fileter basert på blodinnhold. Tilsvarende resultater oppnås både på ferske, saltede og røkte fileter.

Anvendelse:

- Muliggjør sortering av ferske fileter basert på innhold av blod og spesielt blodflekker før videre prosessering.
- Til trimming/avskjær.



Figur 5 Fargebilde av to laksefileter med tilhørende blodfremhevet bilde til høyre, bildene er ikke kalibrert for korrekt fargegjengivelse

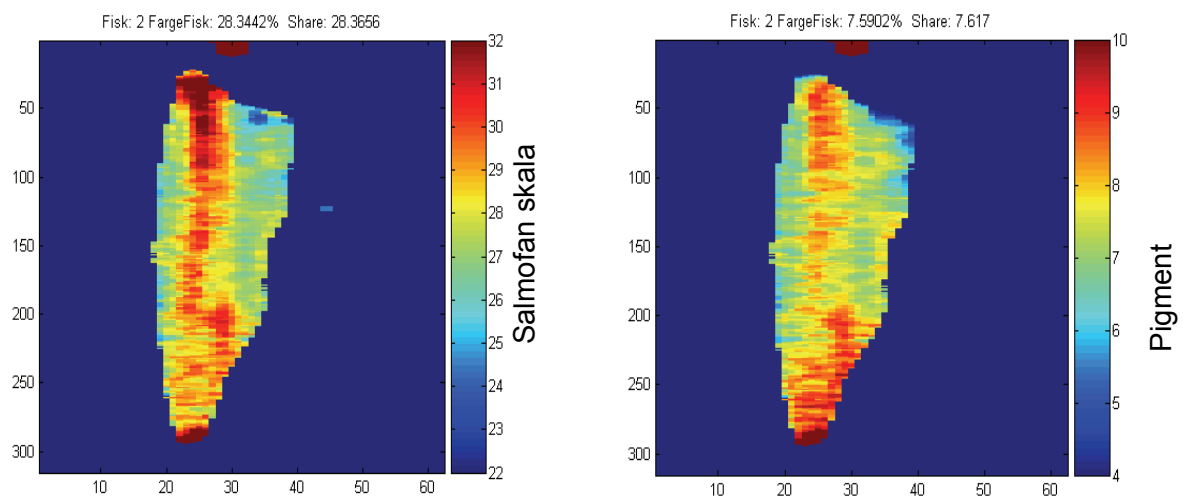
5 Farge

Farge på filet er en viktig kvalitetsparameter. Det forekommer en del naturlig variasjon, samt at blodnivå som nevnt ovenfor kan påvirke hvordan fileten fremstår. Det som er viktigst i denne sammenhengen er at når filetene pakkes bør ikke fileter med veldig ulik farge blandes. Ved å sortere filetene basert på farge før pakking vil effekten av fargevariasjon ut i markedet kunne reduseres.

Det finnes flere ulike systemer for fargemåling som kan tilpasses hvitfiskfiletindustriens behov. Det vil si møte krav til on-line løsning, produksjonshastighet og egnethet for å operere under industrielle forhold.

Photofish systemet hevdes å kunne estimere pigment og farge i henhold til Salmofan. For pigment har det vist en nøyaktighet på rundt ± 0.5 mg/kg.

QMonitor (QVision AS) kan også brukes til å måle pigment og farge i henhold til Salmofan. Systemet er meget godt tilrettelagt for denne type målinger, men må i likhet med Photofish justeres opp mot anvendelse på hvitfisk.



Figur 6 Målt farge (venstre) og pigment (høyre) i en laksefilet (Kilde: Nofima Mat)

6 Kjernetemperatur/isfraksjon

Styring av kjølekjeden er svært viktig for å opprettholde god kvalitet gjennom hele produksjonslinja. Temperaturmålinger gjøres gjerne på stikkprøvebasis og det er vanskelig å få til uten fysisk kontakt med fisken. Det er ikke alltid overflatetemperaturen som er den interessante, men heller kjernetemperaturen. Det å sikre at temperaturen på alle produkter ligger under et visst nivå, eller eventuelt over en bestemt temperatur etter varmebehandling, kan være en viktig kvalitetssikring.

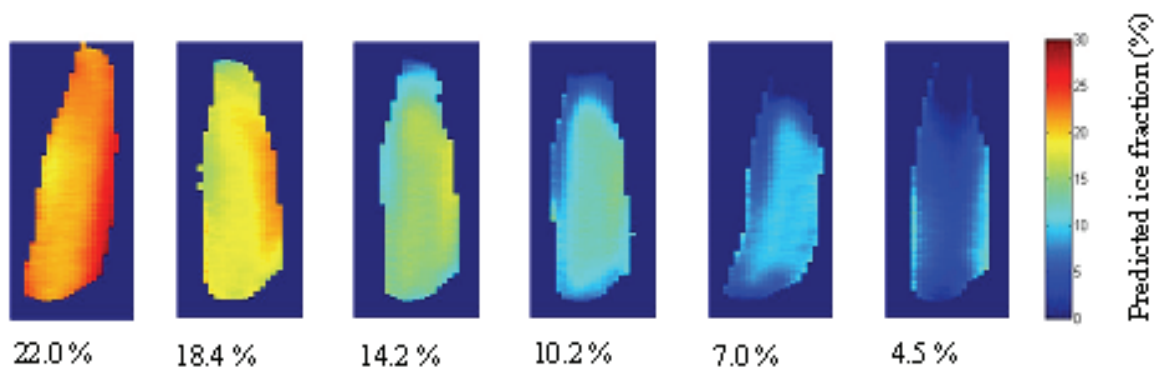
Superkjøling er en teknikk som er i ferd med å bli tatt i bruk på både fisk og kjøtt. Produktene fryses på lave temperaturer i kort tid. En andel av vannet (10–30 %) i fisken fryser til is; dette gir lengre holdbarhet, lavere transportkostnader fordi isen er inne i fisken og ikke rundt, samtidig som kvaliteten ivaretas på en god måte.

Både isfraksjon og kjernetemperatur kan måles ved bruk av NIR spektroskopi. Ved endringer i temperatur eller isfraksjon oppstår det et skift i absorpsjonstoppen for vann, den forskyves. Denne forskyvningen kan måles og brukes til å estimere både isfraksjon og temperatur. Per i dag finnes det ingen kommersielle anvendelser av dette, men vi har gjennom forskningsprosjekter sett at det fungerer bra. Isfraksjon i laksefileter er bestemt med gode resultater basert på QMonitor . Kjernetemperaturmålinger i laksefileter er gjort med samme utstyr med en nøyaktighet på rundt $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ for området 2–12 °C. Det jobbes også med å måle kjernetemperatur på varmebehandlede produkter i området 70–100 °C. Dette er også lovende men noe mer komplisert da selve produktet kan endre seg vesentlig i både utseende, struktur og vanninnhold.

Det er ikke utviklet ferdige løsninger for denne type målinger, men det finnes utstyr på markedet som vil kunne egne seg for måling av isfraksjon og kjernetemperatur, enten over transportbånd eller til måling av stikkprøver.

Anvendelse:

- Full kontroll av kjernetemperatur på alle produkter i linja.
- Kan også måle gjennom en del typer emballasje.
- Rask måling av isfraksjon er nyttig når superkjølingsrutiner skal utvikles og testes ut. Det er viktig å oppnå riktig isfraksjon for optimal effekt.



Figur 7 Avbildning av isfraksjon i laksefileter (Kilde: Nofima Mat)

7 Påvisning av bein

Det finnes i dag teknologi for påvisning av bein i fiskefilet. Teknologien ble utviklet for hvitfiskindustrien i et samarbeid mellom Fiskeriforskning og Marel på begynnelsen av 2000-tallet. Instrumenteringen SensorX (Marel Food Systems, Island) kan påvise bein og beinfragmenter med en diameter ned mot 0,3 mm og lengde ned til 4 mm. Teknologien er i liten grad tatt i bruk av norske filetprodusenter, men har blitt en stor suksess innen filetproduksjon av kylling. I disse dager er SensorX, Figur 8, ett av produktene som Marel selger mest av. Teknologien har de siste årene blitt kraftig forbedret både med tanke på sensorens støynivå og sensitivitet, og det er nå mulig å forbedre sensorenheten slik at enda tynnere bein (0,15–0,2 mm) kan påvises.

De som har testet og eller tatt i bruk denne teknologien har gjort det fordi kundene har krevd garanti for beinfrie produkter. Spesielt for store supermarkedskjeder er dette ønskelig.

Anvendelse:

- Ved å kontrollere alle filetproduktene kan det garanteres beinfrie produkter for de kundene som ønsker det.



Figur 8 Marel's kommersielle maskin, SensorX, benyttes i stor grad innen kontroll av fjærkreprodukter, men var i sin tid var utviklet for påvisning av tykkfiskbein i hvitfiskfilet

8 Tekstur – bløt muskel

Instrumentelle metoder for påvisning av bløt muskel/teknologisk kvalitet i filet som kan brukes i en produksjonslinje, er ikke testet og dokumentert. Både QMonitor (QVision AS) og instrumentering utviklet ved Nofima Marin er potensielle løsninger som kan anvendes til å påvise bløt muskel (Figur 9). Begge instrumentene baserer seg på å utnytte prøvens spredningsegenskaper og tekstur i avbildningsprosessen. Det er grunn til å anta at filetenes tekstur og spredningsegenskaper endres når muskelen er bløt, og at denne endringen er mulig å registrere.

Hvorvidt dette er tilstrekkelig for å påvise og kvantifisere bløt muskel er ikke testet, og hvilken oppløsning som kreves romlig og spektralt på instrumenteringen er heller ikke undersøkt.



Figur 9 QMonitor til venstre og Nofima Marin/Baader sin instrumentering til høyre

9 Litteraturbakgrunn

- Afseth, N.K., J.P. Wold & V.H. Segtnan (2006). The potential of Raman spectroscopy for characterisation of the fatty acid unsaturation of salmon: *Analytica Chimica Acta*, v. 572, pp. 85–92.
- Afseth, N.K., V.H. Segtnan, B.J. Marquardt & J.P. Wold (2005). Raman and Near-Infrared Spectroscopy for Quantification of Fat Composition in a Complex Food Model System: *Applied spectroscopy*, v. 59, pp. 1324–1332.
- Beattie, J.R., S.E.J. Bell, C. Borggaard, A.M. Fearon & B.W. Moss (2007). Classification of adipose tissue species using raman spectroscopy: *Lipids*, v. 42, pp. 679–685.
- Bublitz, C.G. & G.S. Choudhury (1992). Effect of light intensity and color on worker productivity and parasite detection efficiency during candling of cod fillets. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1: 2, pp. 75–89.
- EIMasry, G. & J.P. Wold (2008). High-speed assessment of fat and water content distribution in fish fillets using online imaging spectroscopy. *J Agric Food Chem.*, 56: 17, pp. 7672–7677.
- Esaiassen, M., H. Nilsen, S. Joensen, T. Skjerdal, M. Carlehög, G. Eilertsen, B. Gundersen, & E. Elvevoll (2004). Effects of Catching Method on Quality Changes during Storage of Cod (*Gadhus morhua*). Accepted for publication in *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*.
- Folkestad, A., K. Kolstad, J.P. Wold, K.A. Rørvik, J. Tschudi, K.H. Haugholt (2008). Rapid and non-invasive measurements of fat and pigment concentrations in live and slaughtered Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 280, pp. 129–135.
- Guillen, M.D. & N. Cabo (1997). Characterization of edible oils and lard by Fourier transform infrared spectroscopy. Relationships between composition and frequency of concrete bands in the fingerprint region. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 74, pp. 1281–1286.
- Hafsteinsson, H. & S.S.H. Rizvi (1987). A review of the sealworm problem - biology, implications and solutions. *Journal of Food Protection*, 50: 1, pp. 70–84.
- Heia, K., M. Esaiassen, H. Nilsen & F. Sigernes (2003). Visible spectroscopy – Evaluation of storage time of ice stored cod and frozen stored hake. In *Visible spectroscopy – Evaluation of storage time of ice stored cod and frozen stored hake*. Editors: Lutén, J.B., J. Oehlenschläger & G. Ólafsdóttir, Wageningen Academic Publishers, pp. 201–209.
- Lutén J.B., C. Jacobsen, K. Bekaert, A. Sæbø & J. Oehlenschläger (eds) *Seafood research from fish to dish*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. ISBN-10: 90-8686-005-2. ISBN-13: 978-90-8686-005-0. 567 p.
- Lutén J.B., J. Oehlenschläger & G. Ólafsdóttir (eds) (2003). *Quality of fish from catch to consumer*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 456 p.
- Muller, M. & M.R.L. Scheeder (2008). Determination of fatty acid composition and consistency of raw pig fat with near infrared spectroscopy. *Journal of near Infrared Spectroscopy*, 16, pp. 305–309.
- Nilsen, H. & M Esaiassen (2003). How Fresh is the Fish? - Evaluation of Freshness by Means of VIS/NIR Spectroscopy, Proceedings of the First Joint Trans-Atlantic Fisheries Technology Conference (TAFT), 33rd WEFTA Meeting And 48th Atlantic Fisheries Technology Conference, 11th-14th June 2003, Reykjavik – Iceland, pp. 138–140.

- Nilsen, H. & M. Esaiassen (2004). Predicting sensory score of cod (*Gadus morhua*) from visible spectroscopy. Submitted to *Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie*.
- Nilsen, H., M. Esaiassen, K. Heia & F. Sigernes (2002). Visible/Near-Infrared spectroscopy - a new tool for the evaluation of fish freshness? *Journal of Food Science*, **67**: 5, 1821–1826.
- Nollet, L.M.L. & F. Toldrá (eds) (2010). *Handbook of seafood and seafood analysis*. Boca Raton: CRC Press.
- Ólafsdóttir, G., E. Martinsdóttir, J. Oehlenschläger, P. Dalgaard, B. Jensen, I. Undeland, I.M. Mackie, G. Henehan, J. Nielsen & H. Nilsen (1997). Methods to evaluate freshness in research and industry. *Trends in Food Science and Technology*, **8**, pp. 258–265.
- Ottestad, S., M. Høy, A. Stevik & J.P. Wold (2009). Prediction of ice fraction and fat content in superchilled salmon by non-contact interactance near infrared imaging. *J Near Infrared Spectrosc.* **17**, pp. 77–87.
- Sivertsen, A.H., C.K. Chu, L.C. Wang, F. Godtlielsen, K. Heia & H. Nilsen (2009). Ridge detection with application to automatic fish fillet inspection. *Journal of Food Engineering*, **90**, pp. 317–324.
- Wold, J.P., I.R. Johansen, K.H. Haugholt, J. Tschudi, J.T. Thielemann, V.H. Segtnan, B. Narum & E. Wold (2006). Non-contact transreflectance near infrared imaging for representative on-line sampling of dried salted coalfish (bacalao). *J Near Infrared Spectrosc.*, **14**, pp. 59–66.



ISBN 978-82-7251-764-8 (trykt)
ISBN 978-82-7251-765-5 (pdf)
ISSN 1890-579X