
RAPPORT NR. 2601 | Marcus Hoff Hansen

IKKE-DESTRUKTIV KVALITETSMÅLING AV NORDØSTARKTISK TORSK OM BORD I HAVFISKEFLÅTEN

Sluttrapport 24/3269

TITTEL	Ikke-destruktiv kvalitetsmåling av nordøstarktisk torsk om bord i havfiskeflåten
FORFATTERE	Marcus Hoff Hansen
PROSJEKTLEDER	Marcus Hoff Hansen
RAPPORT NR.	2601
UTGIVELSEÅR	2026
SIDER	11
PROSJEKTNUMMER	55363
PROSJEKTITTEL	Ikke-destruktiv kvalitetsmåling av nordøstarktisk torsk om bord i havfiskeflåten
OPPDRAGSGIVER	Fiskeridirektoratet
OPPDRAGGIVERS REFERANSE	24/3269
ANSVARLIG UTGIVER	Møreforskning

SAMMENDRAG

Prosjektet har som mål å benytte spektroskopi til å utvikle ikke-destruktive metoder for å måle tekstur av filet fra Atlantisk torsk (*Gadus morhua*) fanget om bord norske trålere og måle variasjonen mellom årstider. To tokt med trålere i Barentshavet på forskjellige årstider har blitt gjennomført for å samle inn prøvemateriale og data. Dataene samlet fra tokt og lab-analyse viste større variasjoner mellom årstidene som samsvarer med biologiske faktorer som påvirker torsken som kjønnsmodning og tilgang på mat. Gjenstående arbeid vil være å benytte dataene til å lage en modell som predikterer de teksturrelaterte parameterne fra hyperspektrale bilder og nærinfrarødmålinger av torskefilet.

© FORFATTER/MØREFORSKING

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller framstille eksemplar til privat bruk. Uten særlig avtale med forfatter/Møreforskning er all annen eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt så langt det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

INNHOLD

1. Introduksjon	5
2. Metode.....	7
2.1. Prøveinnsamling	7
2.2. Nærinfrarød	7
2.3. Hyperspektrale bilder	8
2.4. Tekstur	8
2.5. Tørrstoff og aske	8
2.6. Vannbindingsevne	9
2.7. Aminosyresammensettning.....	9
2.8. Statistikk.....	9
3. Resultat og diskusjon	10
4. Referanser	11

1. INTRODUKSJON

Gadiforme arter som Torsk, Hyse og Sei er et viktig fiskeri for Norge med en årlig fangst på over 700 tusen tonn rundvekt og over 15 milliarder NOK i verdi for 2023 (Fiskeridirektoratet, 2024). Kvotene for fisket er delt mellom kyst flåten og den havgående flåten. Sistnevnte er en viktig bidragsyter til helårsdrift av fisket i Norge og sørger for norsk deltagelse i et fiskeri som deles mellom Norge og Russland.

En betydelig utfordring for hvitfisktrålere i den havgående flåten kommer fra at fangstmetoden bringer en stor mengde fisk om bord samtidig, som deretter må behandles raskt for å bevare kvaliteten. På grunn av begrenset kapasitet i prosesseringslinjen kan det derimot ta flere timer å behandle all fisken fra en fangst, noe som kan redusere kvaliteten på deler av fangsten. (Brinkhof et al., 2018; Digre et al., 2017).

I dag praktiseres det ikke noen automatisert kvalitetssortering på individuelle fisker om bord skipet og kvalitetsevalueringer gjøres kun på stikkprøver av fangsten. Dette kan føre til at fisk med kvalitetsfeil, som restblod i fileter, skader fra fangst og parasitter, blandes med fisk av god kvalitet og føre til reklamasjon av produktet (Bao et al., 2021). Automatisk kvalitetssortering ombord i skipets prosesseringsanlegg ville lette noe av arbeidsbelastningen for mannskapet og gi skipene muligheten til å sortere fisk basert på kvalitet, noe som kan gi større verdi og utnyttelse av råmaterialet. Et slikt sorteringssystem ville være avhengig av kraftige sensorer som kan oppdage de viktigste kvalitetsparametere på hodekappet og sløyd fisk ved industrielle hastigheter.

I de siste årene har Nofima i samarbeid med Norsk Elektro Optikk og Maritech AS utviklet teknologi basert på spektroskopi som kan måle kvaliteten av fisk i sanntid (Nofima, 2022). Teknologien består av et hyperspektral-kamera og lyskilde som kan måle lysrefleksjoner innenfor det synlige og nærinfrarøde spekteret. Dette gir innsikt i den kjemiske sammensetningen av fisken og kan brukes til å måle blodflekker i filet på rundfisk og artsgjenkjenning (Skjelvareid et al., 2017). I tillegg finnes det potensiale til å kunne måle flere kvalitetsparametere. Maritech har kommersialisert teknologien i en plattform som heter Maritech EYE som enkelt kan installeres i en produksjonslinje. Derimot er det ingen aktører innen den norske havfiskeflåten som har tatt i bruk teknologien enda, men Maritech Eye har blitt testet om bord en Islandsk tråler for registrering av arter hvor data deles med det islandske fiskeri departementet og brukes som grunnlag til fiskeriforvaltning.

Reproduksjonssyklusen til den nordøstarktiske torskebestanden fører til flere fysiokjemiske endringer gjennom sesongene som har konsekvenser for tekstur, vannbinding og spaltingsgrad av fileten (Eliassen & Vahl, 1982; Ingolfssdottir et al., 1998; Mello & Rose, 2005). Spesielt etter gyting vil torsken ha brukt mye av proteinreservene i musklene til vekst av gonader, noe som fører til at protein i musklene blir byttet ut med vann (Love, 1960). Dette kan resultere i uheldige konsekvenser for kvaliteten på fisken ettersom tekturen blir negativt påvirket av større vannmengde og mindre protein. Gytesesonger for torsk går over tidlig på sommeren og ved dette tidspunktet vil den begynne å spise igjen. Økt inntak av næring vil føre til at bindevevet svekkes og det kan oppstå problemer under filetproduksjon hvor bindevevet er så svakt at fileten går i

stykker under filetering (Love et al., 1972; Love et al., 1976). Det vil derfor kunne være fordelaktig å kunne detektere fisk med dårlige teksturegenskaper slik at disse kan sorters ut på et tidlig stadium.

2. METODE

2.1. PRØVEINNSAMLING

Tokt i vinterhalvåret ble gjennomført i perioden 11.02.2025 – 18.02.2025 om bord tråleren M/Tr Gadus Njord (Nordland Havfisk AS). Totalt ble det samlet inn prøver fra 87 torsk. 10 av prøvene ble fisket ved Sørbakken utenfor Bjørnøya og de resterende ble fisket i områdene rundt Fugløybanken. Rundt 10 til 15 fisk ble samlet inn fra samme hal hvert døgn og ble elektrisk bedøvet og bløgget. Blod laktat, temperatur, vekt, lengde, kjønn, og gonadevekt ble registret etter minst 30 minutter utblødning i rennende sjøvann. Hver fisk ble filetert hvor pH og Nærinfrarøde målinger ble gjort på tykkfisken på fileten før innpakking og lagring på is. Prøvene ble transportert med flyfrakt til Ålesund samme dag som båten ankom havn. På land ble samtlige prøver scannet med Maritech Eye™ og tekstur, vannbindingsevne, tørrstoff og aske ble målt etterfølgende. Gjennom våren 2025 ble aminosyresammensetningen av prøvene målt.

Tokt sommerhalvåret ble gjennomført i perioden 30.09.2025 – 14.10.2025 om bord tråleren M/Tr Havtind (Nordland Havfisk AS). Prøvene ble samlet inn utenfor kysten av Øst-Finnmark nær Russlands grense. Totalt ble det samlet inn prøver fra 60 torsk og de samme analysene som på vintertoktet ble gjennomført i lik rekkefølge.



Figur 1 Måling av prøver om bord M/Tr Havtind

2.2. NÆRINFRARØD

Nærinfrarødmålinger ble utført med bruk av MicroNIR OnSite-W (Viavi Solutions Inc., Arizona, USA) som måler 125 spesifikke bølgelengder av reflektert nærinfrarødt lys i spekteret mellom 908 og 1676 nm. Tre målinger ble utført på tykkfisken av hver prøve om bord i tråler (Pre-rigor) og på land etter 2-8 døgn lagret på is (post-rigor). Instrumentet ble kalibrert med en medfølgende hvitreferanse før hver måling.

2.3. HYPERSPEKTRALE BILDER

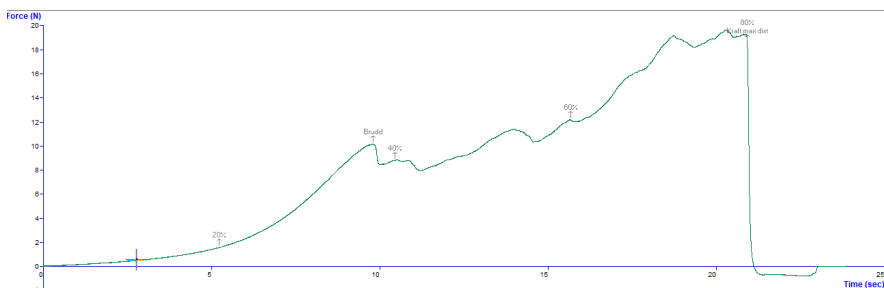
Hyperspektrale bilder ble tatt av filetrøvene på land innen 2-8 døgn etter fangst med Maritech Eye hyperspektralt kamerasystem (Maritech AS, Molde, Norge). Kameraet bestod av et Hyspex Baldur V-1024 N (Norsk Elektro Optikk, Oslo, Norge) som måler 88 spesifikke bølglengder i spekteret 493 nm til 945 nm. Kameraet registrerer 512 piksler linje for linje i x-aksen, mens prøven beveger seg langs y-aksen som gir et to dimensjonalt bilde av prøven og hvor den spektrale informasjonen kan regnes som den tredje dimensjonen. Både filet-siden og skinn-siden av prøvene ble scannet.



Figur 2 Skanning av filetrøver med Maritech Eye

2.4. TEKSTUR

Tekstur på tykkfischen av hver filetrøve ble målt med en TA.XT.plus teksturmåler (Stable Micro Systems Ltd, Surrey, UK). Måleren var utstyrt med sylindrisk probe med diameter på 0,5 tommer. Proben ble kjørt igjennom 80% av filetens høyde og kraften i newton som proben bruker på å penetrere prøven ble registrert ved 40%, 60% og 80% av tykkelsen. I tillegg ble bruddstyrken registrert hvor muskelen gir etter trykket fra proben.



Figur 3 Til venstre: Grafen viser rådata fra teksturmåler. Til høyre: Teksturmåling av filetrøve

2.5. TØRRSTOFF OG ASKE

Vanninnhold i muskel ble bestemt ved å veie opp 5 gram muskelvev i en digel som ble satt i tørkeskap på 105°C over 24 timer. Prøven ble deretter veid igjen og vekttapet registrert som vanninnhold. Prøven ble så satt inn i en askeovn på 550°C over 12 timer og veid igjen for å regne ut askeinnhold. Hver prøve ble målt i triplikat.

2.6. VANNBINDINGSEVNE

Måling av vannbindingsevne i fiskemuskel er modifisert fra metoden til Børresen (1980). Vannbindingsevne ble målt ved å veie inn rundt 2 g oppmalt fiskefilet i et preveid Corning 100µm Cell Strainer filter. Filteret ble plassert på toppen av et 50ml sentrifugerør som ble sentrifugert ved 1280 rpm i 5 min. Filter og prøve ble veid etter sentrifugering og vannbindingsevnen ble beregnet.

2.7. AMINOSYRESAMMENSETNING

0,1 g homogenisert fiskemuskel ble veid inn i et pyrexrør med skrukork, sammen med 100µl intern standard (norvalin 2,5mM) tilsatt 2 ml 6M HCl og homogenisert i 1 minutt. Røret med prøven ble flushet med nitrogengass før korken ble skrudd på. Prøveløsningen ble så hydrolysert på 110 °C, 24 timer. Etter hydrolysen ble løsningen nøytralisert til pH 4,8-5,2 med 2 ml 6M NaOH og tilsatt filtrert vann til totalt 10 ml. Prøven ble så filtrert gjennom et 0,45 µm sprøytefilter, og derivatisert ved hjelp av AccQTag derivatiseringskit fra Waters (Waters Corporation, Massachusetts, USA). 10 µl prøveløsning ble tilsatt i UPLC rør med 70 µl AccQTag Ultra borat buffer og 20 µl AccQTag Ultra reagens og blandet med vortexmixer i 5 sekunder. Prøven ble satt i varmeblokk på 55 °C i 10 minutter, så nedkjølt og analysert på Waters AccQTag Ultra Column 2,1 x 100 mm i henhold til produsentens UPLC program tilpasset kit. Aminosyrekonsentrasjonen ble bestemt ut ifra en standardkurve av «Waters Amino Acid Hydrolysate Standards» (SKU:186009300).

2.8. STATISTIKK

Statistiske forskjeller mellom vinter og sommer -tokt ble utregnet med bruk av One-Way ANOVA i IBM SPSS Statistics versjon 30.0.0.0. Snittverdier er gitt med ± standardavvik.

3. RESULTAT OG DISKUSJON

Undersøkelsen av nordøstarktisk torsk viste tydelige sesongvariasjoner i kvalitetsegenskaper, noe som samsvarer med kjente biologiske sykluser for arten. For eksempel ble det observert at tekstur og vannbindingsevne varierer i takt med gyte- og næringsopptaksperioder. Dette understreker betydningen av å ta hensyn til fangsttidspunkt ved vurdering av råstoffkvalitet.

De spektrale målingene, nær-infrarød spektroskopi og hyperspektral avbildning, ga informative resultater for teksturrelevante variabler. Disse variablene viste seg å være tilstrekkelig sensitive til å kunne danne grunnlag for utvikling av prediktive modeller. Dette åpner for muligheten til å implementere automatisk og ikke-destruktiv kvalitetssortering om bord på havgående fartøy. En slik løsning kan bidra til mer effektiv ressursutnyttelse, jevnere produktkvalitet og redusert risiko for reklamasjoner i verdikjeden.

Det er likevel viktig å påpeke at analysene av de spektroskopiske dataene ikke er fullstendig ferdigstilt på nåværende tidspunkt. Videre kan variasjoner i prøvebehandling både om bord og ved landbasert analyse påvirke resultatene. En komplett gjennomgang av datamaterialet og videre analyser vil være nødvendig for å vurdere metodens robusthet og pålitelighet fullt ut.

Denne rapporten presenterer en forenklet og offentlig tilgjengelig oppsummering av de foreløpige funnene. Mer omfattende data og detaljerte statistiske analyser vil bli publisert i kommende vitenskapelige artikler.

4. REFERANSER

- Bao, M., Cipriani, P., Giulietti, L., Drivenes, N., & Levsen, A. (2021). Quality issues related to the presence of the fish parasitic nematode *Hysterothylacium aduncum* in export shipments of fresh Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*). *Food Control*, 121, 107724. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107724>
- Brinkhof, J., Larsen, R. B., Herrmann, B., & Olsen, S. H. (2018). Assessing the impact of buffer towing on the quality of Northeast Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught with a bottom trawl. *Fisheries Research*, 206, 209-219. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.05.021>
- Børresen, T. (1980). *Nyutviklet metode for bestemmelse av vannbindingsevne og koketap i fiskemuskel*. ((Rep. No. 1/7/2) Tromsø: FTFI).
- Digre, H., Rosten, C., Erikson, U., Mathiassen, J. R., & Aursand, I. G. (2017). The on-board live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) caught by trawl: Fish behaviour, stress and fillet quality. *Fisheries Research*, 189, 42-54. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.01.004>
- Eliassen, J. E., & Vahl, O. (1982). Seasonal variations in biochemical composition and energy content of liver, gonad and muscle of mature and immature cod, *Gadus morhua* (L.) from Balsfjorden, northern Norway [Article]. *Journal of Fish Biology*, 20(6), 707-716. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1982.tb03981.x>
- Fiskeridirektoratet. (2024). *Sluttseddelregisteret*. Retrieved 08.01.24 from <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tall-og-analyse/Fangst-og-kvoter/Fangst/Fangst-fordelt-paa-art>
- Ingolfssdottir, S., Stefánsson, G., & Kristbergsson, K. (1998). Seasonal Variations in Physicochemical and Textural Properties of North Atlantic Cod (*Gadus morhua*) Mince. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 7(3), 39-61. https://doi.org/10.1300/J030v07n03_04
- Love, R. M. (1960). Water content of cod (*Gadus callarias* L.) muscle [Article]. *Nature*, 185(4714), 692. <https://doi.org/10.1038/185692a0>
- Love, R. M., Haq, M. A., & Smith, G. L. (1972). The connective tissues of fish. V. Gaping in cod of different sizes as influenced by a seasonal variation in the ultimate pH [Article]. *International Journal of Food Science & Technology*, 7(3), 281-290. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1972.tb01663.x>
- Love, R. M., Yamaguchi, K., Créac'h, Y., & Lavéty, J. (1976). The connective tissues and collagens of cod during starvation [Article]. *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part B: Biochemistry and*, 55(4), 487-492. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(76\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0305-0491(76)90005-5)
- Mello, L. G. S., & Rose, G. A. (2005). Seasonal cycles in weight and condition in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in relation to fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 62(5), 1006-1015. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.03.008>
- Nofima. (2022). *Kvalitetsmåling på hvitfisk gjennom analyse av spektrale bilder i sanntid*. <https://nofima.no/prosjekt/kvass/>
- Skjelvareid, M. H., Heia, K., Olsen, S. H., & Stormo, S. K. (2017). Detection of blood in fish muscle by constrained spectral unmixing of hyperspectral images. *Journal of Food Engineering*, 212, 252-261. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.05.029>



MØREFORSKING AS
Postboks 5075
6021 Ålesund
Tlf. +47 70 11 16 00
www.moreforsk.no
NO 991 436 502
