

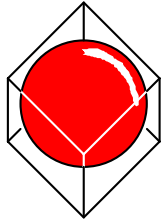
Rapport nr. Å0506

**FANGSTBEHANDLING OG DOKUMENTASJON  
AV RÅSTOFFEGENSKAPER TIL  
DYPHAVSARTER**





Margareth Kjerstad  
Ålesund, mars 2005





# RAPPORT

<b>Tittel:</b> Fangstbehandling og dokumentasjon av råstoffegenskaper til dyphavsarter	<b>ISSN 0804-5380</b> <b>Rapport nr.:</b> Å0506 <b>Prosjekt nr.:</b> 54310
<b>Oppdragsgiver (navn og adr.):</b> Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfond Akersgaten 13, Postboks 429, Sentrum  Innovasjon Norge St. Olavsplass 1, Postboks 166 6001 Ålesund	<b>Dato:</b> Mars 05  <b>Antall sider:</b> 21  <b>Referanse oppdragsgiver:</b> Terje Flatøy Øyvind Haga
<b>Tlf./Fax.:</b> 2200 2845 / 2242 8919 7011 6450 / 7011 6490	
<b>Forfatter:</b> Margareth Kjerstad	<b>Signatur:</b> 
<b>Rapport godkjent av:</b> Iren Skjåstad Stoknes	<b>Signatur:</b> 
<b>Sammendrag:</b> Den overordnede målsettingen med prosjektet har vært å bidra til å øke utnyttningen av dyphavsarter gjennom å utvikle fangstbehandling og dokumentere råstoffegenskaper. Rapporten oppsummerer resultater fra 3 delarbeid innenfor prosjektet "Fangstbehandling og dokumentasjon av råstoffegenskaper for dyphavsarter".  En har fokusert på artene dypvannshå, brunhå, islandshå, isgalt og mora. Artene ble valgt på bakgrunn av at de inngår som en viktig del av fangstgrunnlaget på Hatton bank.  Arbeidet er gjennomført i samarbeid med utstyrslleverandørene Peterson Emballasje og Formvac, ulike linebåtrederi og forskningsinstituttet Matforsk.  I prosjektet har en optimalisert fangstbehandling av dypvannhai gjennom utvikling og uttesting av fryseformer for hårygger og ny emballasje for hailever. NIR-On-Line metode er testet ut for blåkveite med lovende resultat. Råstoffegenskapene til artene er kartlagt både gjennom kjemiske analyser og produktmessige egenskaper. Dyphavsartene har gode råstoffegenskaper. Kvikksølvinnholdet i enkelte arter er imidlertid noe høyt i forhold til EU sine grenseverdier.	
<b>Emneord:</b> Dyphavsarter, dypvannshå, brunhå, islandshå, isgalt, mora, fangstbehandling, råstoffegenskaper, biprodukt.	
<b>Distribusjon/Tilgang:</b> Åpen	



## INNHOLDSLISTE

1.	INNLEDNING .....	3
2.	MÅLSETNING .....	5
	2.1 Hovedmål og delmål .....	5
3.	GJENNOMFØRING .....	5
4.	RESULTAT .....	6
	3.1. Kort oppsummering av resultat fra delrapportene.....	6
	3.1.1. Fangstbehandling av dyphavshavsarter.....	6
	3.1.2. Uttesting av NIR-On-line metode for blåkkeite.....	8
	3.1.3. Råstoffegenskaper .....	10
4.	DISKUSJON .....	14
5.	KONKLUSJON .....	21
6.	REFERANSER .....	23
7.	VEDLEGG .....	26

## FORORD

Prosjektet ”Fangstbehandling og dokumentasjon av råstoffegenskaper til dyphavsarter” er initiert og gjennomført i forbindelse med Handlingsplanen for dyphavsarter. Arbeidet er finansiert gjennom FHF-fondet/Innovasjon Norge, der Øyvind Haga har vært vår kontaktperson.

Takket være at mange har vært involvert i prosjektet og bidratt til en vellykket gjennomføring har arbeidet gitt mye ny viten om dyphavsarter. Mange fortjener en stor takk!

Ann Helen Hellevik har hatt hovedansvaret for den praktiske gjennomføringen av arbeidet med fangstbehandlingen. Kjell Opsvik ved Formvac AS har utviklet fryseformer og Britt Unni Rørstad ved Peterson Emballasje AS bidro med en ny type emballasje. Forsøkene ble utført om bord i linebåten M/S Loran. Båten var innleid sammen med forskningsfartøyet G. O. Sars under det internasjonale MAR-ECO toktet langs den Midt-Atlantiske rygg sommeren 2004. M/S Loran har gjennom mange år vært pådrivere for fangstbehandling av dyphavsarter. Uten deres innsats hadde en ikke kommet langt i kommersialiseringen av dyphavsartene. En stor takk til mannskapet om bord i M/S Loran for tilrettelegging og gjennomføring av forsøkene gjennom mange år.

I uttesting av NIR On-Line metode har Inge Fossen hatt ansvaret fra Møreforskning sin side. Jens Petter Wold og Bjørg Narum ved Matforsk har testet ut metoden for blåkkeite.

Wenche Emblem Larssen har hatt ansvaret for den praktiske gjennomføringen av kartleggingen av råstoffegenskapene til dyphavsartene. Mine kollegene Jan Erich Rønnerberg, Andreas Wammer, Ann Helen Hellevik har bidratt med praktisk hjelp til forsøkene og Marianne Synnes i rapporteringen.

Autolinebåtene M/S Loran, M/S Geir, M/S Torita og M/S Gayser Sr har bidratt til innsamling av råstoffet til prosjektet.

Ålesund mars 2005

Margareth Kjerstad  
Prosjektleder

# 1. INNLEDNING

En vanskelig ressursituasjon i norske farvann og lovende resultat fra tidligere norske forsøksfiske med liner og trål etter dyphavsarter på Hatton bank førte til økende interesse for å utvikle fiske og omsetning av dyphavsarter fra Nord-Atlanteren i 2000. I regi av Møreforskning og en styringsgruppe med næringsrepresentanter ble det utviklet en Handlingsplan for dyphavsarter i norsk fiskerinæring i perioden 2001-2003. Målet med strategiarbeidet var å synliggjøre mål og utviklingsoppgaver, samt å få til offentlig finansiering av aktivitetene.

For å nå de skisserte målene i utviklingsarbeidet for dyphavsartene var det en forutsetning at en arbeidet langs hele verdikjeda. En langsiktig finansiering til utviklingsaktivitetene har medført at en har løst oppgaver innen fiske, ressurs, fangstbehandling, opplæring, produkt og råstoffegenskaper og markedsarbeid parallelt. Denne rapporten fokuserer på oppnådde resultater innenfor områdene råstoffegenskaper og fangstbehandling.

## **Råstoffegenskaper**

Kunnskap om den kjemiske sammensetningen av muskelkjøttet til dyphavsarter er viktig for å finne rett anvending av råstoffet. Lite arbeid er gjennomført innen dette feltet. Råstoffegenskapene til ulike arter varierer og gjør artene aktuelle for forskjellige marked og produkt. Innen enkelte arter finn en også store individuelle variasjoner. Dette kan være relatert til biologiske forhold som næringstilgang, kjønnsmodning og alder. Kartlegging av råstoffegenskaper har vært viktig i utviklingsarbeidet. Arbeidet har blitt gjennomført i samarbeid mellom ulike rederi, ustyrslleverandører, produksjonsbedrifter og Møreforskning.

### Oppnådde milepæler for kartlegging av råstoffegenskapene til dyphavsarter:

- Gjennomført kjemisk analyser av fiskemuskel til mange arter.
- Kartlagt råstoffegenskaper gjennom sensoriske tester etter enkelt- og dobbelfrysing.
- Produksjon og utessting av ”refreshed” og dobbeltfrosne fileter av mora, havmus og isgalt.
- Kjemisk analyser av haileverølje for dyphavshaiene.
- Utarbeidet produktdataark for de viktigste artene.
- Kjemisk analyse av ulike biprodukt fra dyphavsarter.

For enkelte av dyphavsartene er kjemisk sammensetning (vann, protein og fettinnhold) kjent, for andre finnes det ikke dokumenterte analyseverdier. Det gjeld også innhold av tungmetall, som kvikksølv, som kan være et problem ved omsetting av hai. Produktmessige egenskaper som farge, vannbindingsevne, koke- og tinetap og lagringsevne for dyphavsartene er lite undersøkt. Fra andre fiskearter kjenner en til at alder, moding, gyting og ulike årstider kan gi sesongmessige variasjoner i kvaliteten i fiskekjøttet. Det finnes minimale opplysninger om slike kvalitetsvariasjoner i dyphavs fisk fra Nord-Atlanteren.

I dyphavs fiske vil en trolig ha innslag av fisk med stort vanninnhold i kjøttet i fangstene gjennom hele fangstsesongen. Det er derfor viktig å få avklart hvilke arter en har problemer med, og å finne evt. årsaker til at fisk i perioder har et større vanninnhold i kjøttet. Resultat fra kjemiske analyser i relasjon til størrelse, alder, kjønn og modning kan gi svar på dette. For blåkkeite, er det et problem at enkelte individ har blitt betegnet som ”vasskkeite”. Vanninnholdet i disse er høyere enn normalt og det oppstår ofte reklamasjoner på parti med stor innblanding av slik fisk. Fenomenet er ikke undersøkt i særlig grad og årsaka og

omfanget er ikke kjent. Nær Infrarød Refleksjon (heretter kalla NIR) er en ikke-destruktiv ”on-line” metode for måling av for eksempel vann, fett og protein.

### **Fangstbehandling**

For å kunne utnytte verdipotensialet i dyphavsfiske må mannskapet ha kunnskap om artene som inngår i fangstene. En får mange arter i fangstene, de er ukjente og har et helt annet utseende og kroppsform enn tradisjonelle fiskeslag. Ulike markeder skal ha artene produsert på ulike måter. Lønnsomheten i fisket er helt avhengig av at mannskapet vet hvordan de skal kappe, sortere, merke og emballere hver enkelt art. For isgalt, skjellbrosme og mora er det gjennomført vellykkede forsøk med avskjelling, filetering og utbyttmålinger under toktene og under produksjonsforsøk hos landbedrifter. Håarter utgjør en stor andel av fangstene i djuphavsfiske. Produksjon av hai er tidkrevende, vanskelig og fiskerne mangler erfaring med denne produksjonsformen. Optimalisering av dette prosessstrinnet har derfor fått stort fokus i utviklingsarbeidet. Arbeidet har blitt gjennomført i samarbeid mellom ulike rederi, ustyrsleverandører og Møreforskning.

#### Oppnådde milepæler for produksjon av dyphavshaiene:

- Avdekket produktspesifikasjoner og avklart hvordan ryggene skulle pakkes og merkes.
- Produksjon av haileverolje i oljanlegg om bord.
- Utarbeidet omregningsfaktorer for alle konsum- og biprodukter for de viktigste dypvannshaiene.
- Lykkes med maskinell skinning av hairygger på tokt med M/S Loran
- Opplæringsmateriell og kurs for fangstbehandling for mannskap om bord i 4 båter som deltok på SND sitt garantifiske i 2001.
- Utvikling av ny emballasje for hairygger.
- Lykkes med maskinell filetering av hai under garantifiske.

Under det internasjonale toktet MAR-ECO langs den Midt-Atlantiske rygg deltok linebåten M/S Loran. Møreforskning hadde med personell som skulle ha ansvar for fangstbehandlingen. Tidligere forsøk med hårygger vist at det fortsatt var behov for å effektivisere produksjonen av hårygger (Kjerstad m.fl., 2002). Enkelte norske båter hadde fått reklamasjoner på at ryggene var skeive. I Spania skjærer en koteletter av frosne rygger. Skeive rygger gir stygge koteletter. For å forbedre dette måtte nye innfrysingsmetoder testes ut. Videre har noen eksportører fått tilbakemeldinger om at fargen på frossen og tint brunhå holder seg dårligere enn for dypvannshå. Etter tining blir rødfargen i brunhåkjøttet litt rosa- og brunaktig, i forhold til dypvannshåen som beholder den friske rødfargen i de røde muskelstripene. Dette kan medføre at enkelte importører hevder at brunhåryggene er gamlere og av dårligere kvalitet enn rygger av tint dypvannshå. Dette forholdet er tidligere ikke blitt undersøkt.

Haiene har en stor lever som kan være kommersiell interessant. Bortsett fra M/S Loran som produserer haileverolje, er andre båter ikke utrustet for å ta vare på lever. Problem med innfrysinga av levra er relatert til stort oljeinnhold. Innfrysingsforsøk ombord i to linebåter i 2001 viser at en får til å fryse inn levra i vertikalfryser (Kjerstad m. fl., 2002). En fekk imidlertid problem med av det ble litt avrenning av olje på kartongene under avriming av fryserne og under transport og lagring i fryserom. Levra bør trolig pakkes i spesialutviklet emballasje for å hindre avrenning (”svetting” på kartongene).



## 2. MÅLSETNING

### 2.1 Hovedmål og delmål

#### Hovedmål:

Bidra til å øke utnyttningen av dyphavsarter gjennom å utvikle fangstbehandlingen og dokumentere råstoffegenskaper.

#### Delmål:

- A) Finne optimale metoder for fangstbehandling av dyphavsarter og biprodukt.
- B) Undersøke om NIR On-line metode kan benyttes for å bestemme kjemiske parametere i fiskemuskel hos dyphavsarter (tilpasse og kalibrere metoden).
- C) Benytte kjemiske analyser for å beskrive råstoffegenskaper, kjemisk sammensetning og variasjoner i dyphavsarter.

Det er utarbeidet delrapporter for alle delmålene. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra alle delrapportene.

## 3. GJENNOMFØRING

### 3.1. Materiale og metode

Under delarbeidet med NIR- målinger og kartlegging av fangstbehandling er det brukt frosset råstoff fra blåkeite, isgalt, mora, brunhå, dypvannshå og islandshå. Råstoffet er fisket i forskjellige årstider og fangstområder.

Under toktet med M/S Loran ble det gjort forsøk med ferskt råstoff av brunhå, dypvannshå og hailever.

For å måle utbytte og kvalitet av råstoffet i forsøka er det etablert mange måle- og analysemetoder. Det er også innført rutiner for prøveuttak for de forskjellige analysene. De fleste analysene baserer seg på standard metoder for analyse av næringsmidler.

### 3.2. Gjennomføring

Prosjektet "Fangstbehandling og dokumentasjon av råstoffegenskaper til dyphavsarter" har hatt finansiering fra FHF fra 2002 til 2005. Arbeidet er et delprosjekt i Handlingsplanen for dyphavsarter og er en videreføring av tidligere arbeid innen fangstbehandling, produksjon og råstoffegenskaper for dyphavsarter. Møreforskning har stått for gjennomføringen av prosjektet.

Prosjektet har blitt litt forsinka, men har oppnådd målsetningene i framdriftsplanen. Prosjektet har gitt ny viten om dyphavsartene som kan være nyttig både for kommersiell flåte, industri, eksportledd og FoU-miljø.

## 4. RESULTAT

### 3.1. Kort oppsummering av resultat fra delrapportene

Det er utarbeidet tre delrapporter i prosjektet.

#### *Delrapport 1:*

Uttesting av NIR-On-line metode for blåkkeite.

Rapport utarbeidet av Jens Petter Wold og Bjørg Narum. Matforsk AS  
Møreforskning Ålesund, rapport nr Å0503

#### *Delrapport 2:*

Råstoffegenskaper til dyphavsarter.

Wenche Emblem Larssen og Margareth Kjerstad  
Møreforskning Ålesund rapport Å0504.

#### *Delrapport 3:*

Fangstbehandling av dyphavsarter.

Ann Helen Hellevik og Margareth Kjerstad. Møreforskning Ålesund rapport Å0505.

Denne rapporten oppsummerer resultat fra disse delrapportene.

#### 3.1.1. Fangstbehandling av dyphavshavsarter

##### **Mål**

Målet med delprosjektet var å optimalisere fangstbehandlingen av dyphavsarter. I samarbeid med ulike rederi, utstyrsleverandører har en i tidligere prosjekter ved Møreforskning oppnådd gode resultater innenfor fangstbehandling av artene. Produksjon av dypvannhai er en utfordring for de norske båtene. En får mange arter i fangstene, de har en stor størrelse og har et sandpapiraktig skinn som setter seg fast i tanker og produksjonsband. For å oppnå gode priser i markedet skal haiene kappes, skinnes, innfrysnes og merkes på en rett måte.

En har lyktes med maskinell skinning og filetering av hai, men det er fortsatt behov for å effektivisere produksjonen av hairygger. Tidligere innfrysingsforsøk av hairygger viste at det var potensial for forbedringer både med hensyn til innfrysningstida og form på ryggene (Kjerstad m.fl., 2002). For å forbedre dette måtte nye innfrysingsmetoder testes ut. Bedriften Formvac AS utarbeidet fryseformer for hairyggene som skulle optimalisere innfrysningstida og fasongen på ryggene. Vider ble det utført fargemålinger av frossen og tint dypvannshå for å karlegge om fryseprosessen hadde negativ innvirkning på fargen på hairyggene.

Leveren til dypvannshaiene og havmusartene inneholder squalen og alxocylglyceroler som er interessante komponenter i farmasøytisk industri. Gode logistikk-løsninger for å ta vare på lever kan øke lønnsomheten i dyphavsfiske. Det var en målsetning å utvikle og teste ut nye emballasjemetoder for innfrysing av lever fra dyphavsfisk.

##### **Gjennomføring**

For å imøtekomme markedets krav om beine hairygger ble det utarbeidet en innfrysingsform i samarbeid med bedriften Formvac AS. I samarbeid med mannskapet ombord i M/S Loran ble det avklart å utvikle former som kunne benyttes i horisontalfryser. Møreforskning utførte målinger av lengde, bredde og høyde av store hairygger som vi hadde på fryselager, for å

tilpasse formene til størrelsen på ryggene. Målet var at formene skulle lede godt kulde og i tillegg være lette å håndtere og stable. Det ble laget en prototyp med plass til 3 rygger i hver form.

Rygger av dypvannshå ble fryst inn på forskjellige måter, i spesialutviklet fryseform i horisontalfryser, i kartong i horisontalfryser, i kartong i tunnelfryser og i kartong i fryserommet. Alle kartonger ble deretter lagret i fryserommet ombord. Temperaturen gjennom lagring ble registrert med Kooltrak loggere programmert til å måle temperaturen hver time. Det ble benyttet Easy view loggere til måling av kjernetemperatur ved innfrysing av dypvannshårygger. Disse ble programmert til å logge temperaturen hvert 5 minutt. Kooltrak loggere ble benyttet ved logging av temperatur ved innfrysing av lever og ved logging av temperatur inne i emballasjen for rygger. Disse ble programmert til å måle temperaturen hver time.

En undersøkte innfrysingseffekten til fryseformene og sammenlignet med vanlig pakke-metode der ryggene blir lagt i plastposer i kartongen og fryst inn i horisontalfryser med lokk. Ryggene ble pakket i plastposer før de ble lagt i formene. Parallelt ble det pakket rygger i plast og lagt i kartong. Kjernetemperaturen på dypvannshå ryggene ble målt av loggere under innfrysing. Det ble utført 4 logginger ved innfrysing av rygger i former og 4 målinger av rygger fryst inn i kartong.

Bedriften Peterson Emballasje ble kontaktet og forespurt om de hadde egnet emballasje for hailever. Kartonger med et tynt plastbelegg på innsiden ble testet ut under toktet. Leveren ble samlet opp i koger for deretter å fryses i "innerposer" i vertikal fryser. Deretter ble leverblokkene pakket i kartongene. Ved å lagre disse leverkartongene under press ved stabling i fryserommet ville en kunne se om olje fra leveren trekker ut i kartongen (kartongen "svetter"). Båten losset ca 1 mnd etter innfrysingen om bord og kartongene ble deretter plassert på fryselager ved ca -30°C. Etter 2 mnd på fryselager ble blokkene tint og fryseforsøket avsluttet. Det ble utført innfrysing av lever fra artene dypvannshå, havmus og lange. Dessverre viste det seg at en fikk problem med loggerne, en fikk derfor bare temperaturavlesninger for langelever.

Det ble undersøkt om forskjellige innfrysingsmetoder gir ulik fargeforandring i muskelkjøttet under frysing. Det ble utført 10 fargemålinger med instrumentet "Minolta Chromameter CR 200" på rød muskel og 10 målinger på hvit muskel av hver rygg av dypvannshå, samt 6 til 10 målinger på tverrsnittet i nakkekuttet på 3 rygger. Målingene ble utført på maskinelt skinna rygger før innfrysing og på tinte rygger etter ca 3 mnd frysing.

Møreforsking har fått midler fra FHF til å utarbeide en Håndbok for dyphavsarter. Det ble tatt bilder av fangstprosess, arter og produkt til Håndboken. Det var tilrettelagt med eget fotobord og spesial blitser for å kunne ta bilder av god kvalitet. Videre fryste en inn rund fisk av 12 dyphavsarter til Møreforsking sine bioteknologiske undersøkelser. Målet med undersøkelsene var å gjennomføre screening av bioaktive effekter av ulike arter og biprodukt.

## **Resultat**

En har hatt problem med å få en rett fin form på frosne hårygger. For å forbedre dette ble det utviklet og testet ut en ny fryseform. Ryggen var produsert på vanlig måte og pakket i plastposer i fryseformene. M/S Loran har en liten horisontalfryser. Det gikk to former i hver hylle på platefryseren. Forsøka viste at ved innfrysing i formene unngår en helt problemet med "banan-rygger". Ryggene ble rette og det vil være lettere å sage koteletter av fryste rygger.

Det ble gjennomført temperaturmålinger for å undersøke om fryseformene reduserte innfrysningstida for hårygger. Ved vanlig pakkemetode om bord viste målingene at det tok 8 til 9 timer før kjernetemperaturen i håryggene som var pakket i kartong, nådde ønskelig maksimumstemperatur på  $-20^{\circ}\text{C}$ . Fryseforsøket ble utført da M/S Loran var i den sydligste delen av toktområdet på den Midt Atlantiske rygg (Nord for Azorene). I dette området lå sjø- og luft temperaturen i overkant av  $20^{\circ}\text{C}$ . Dette resulterte i at temperaturen i haikjøttet var  $20^{\circ}\text{C}$  før forsøket startet. Dette gir lengre innfrysningstid enn i kaldere farvann. I fryseformene tok det bare 2 til 3 timer fra ryggene hadde redusert kjernetemperatur fra  $20^{\circ}\text{C}$  til  $-20^{\circ}\text{C}$ . Fryseformene har derfor forbedret innfrysningstida betraktelig.

Ulike levertyper krever forskjellige innfrysningstider og lengre tid enn for eksempel kappa og sløyd fisk. Det har vært problem med emballering av lever med høyt oljeinnhold. Forsøk har vist at fryst oljerik lever ikke blir helt frossen og at en får lekkasje av olje gjennom kartongen når en benytter samme emballasje som for kappa og sløyd fisk (Innerpose og pappkartong). Ved uttesting av spesialemballasjen fra Peterson ble det ikke registrert noen "svetting" på emballasjen under lagring ombord eller ved lossing. Etter ca to mnd. fryselagring ble det observert litt "svetting" i to hjørner av i alt 6 kartonger Resultatene tyder på at denne kartongen holder godt på evt. oljelekkasje fra levra.

Fargemålinger av ferske og tinte hårygger ble gjennomført for å dokumentere om fryse- og tineprosessen hadde negativ påvirkning på fargen på ryggene. Målsetningen var at fargemålingen av håryggene skulle utføres på brunhå, men da det var lite av denne arten i fangsten, ble målingene utført på dypvannshårygger. Ulike innfrysingsmetoder ble testet ut for å se om dette hadde noen påvirkning på fargen på ryggene. Ryggene ble fryselagret ved samme temperatur. Resultatene viser at ulike typer innfrysing av dypvannshårygger ikke ser ut til å ha særlig innvirkning på fargeforandringer under fryselagring. Fargemålingen på fersk råstoff viste at fargen i de røde muskelstripene varierer før innfrysing. Variasjonen er imidlertid ikke så stor at den er mulig for øyet å oppfatte. Målingene viser at det for alle typer innfrysing blir en nedgang både i hvit- og rødfargen på skinnsiden av ryggene etter 3 mnd. fryselagring.

### **3.1.2. Uttesting av NIR-On-line metode for blåkveite**

#### **Mål**

Målet med delprosjektet var å utvikle NIR On-line metode for å kartlegge råstoffegenskapene til dyphavsarter. Metoden blir i dag brukt i kjøttindustrien og forskningsinstituttet Matforsk jobber med å overføre bruksområder til fiskeindustrien. NIR-instrument finnes nå i et lite format som kan måle svært nøyaktig innhold av ulike komponenter. Kalibrering og tilpassing av instrumentet til nye produkt er imidlertid tidkrevende. Etter en periode med kalibreringer og uttesting av teknisk utstyr på land, var målsetningen å teste ut metoden på fiskefeltet under tokt/garantifiske. Matforsk ble leid inn for å finne egnet NIR-utstyr og gjennomføre forsøkene.

Målsetningen var å utføre NIR-målinger på de viktigste dyphavsartene. Aktører i markedet hevdet at blåkveite fra Hatton bank hadde et større vanninnhold enn fra øvrige fangstfelt, noe som resulterte i lavere fangstinntekter. Siden fiskerne hadde problemer med omsetting av blåkveiter fra Hatton bank, ble denne arten prioritert i NIR-målingene. Dersom forsøket gav gode resultat skulle andre arter analyseres på tilsvarende måte.

## Gjennomføring

En diskuterte hvilke metode som skulle brukes i NIR målingene. Målsetningen var at metoden som ble valgt var lett å gjennomføre under produksjon om bord i båtene. Tanken var at dersom metoden var god, kunne fiskerne utføre målingene i kommersielt fiske. Fett, protein og vanninnholdet i fiskemuskel varierer i ulike deler av fiskekroppen. Det var derfor viktig å utvikle en metodikk hvor en tok målingene på samme sted på hver enkelt fisk. For blåkveite produseres det to produkt; japankutta fisk og hoder. Blåkveitehodene skråkuttet og inneholder derfor mye nakkekjøtt. En mente at det ville være mer praktisk for fiskerne å gjennomføre målingene på hodene enn på japankutta fisk. En valgte derfor å utføre NIR-målingene i nakkekjøttet på hodene.

NIR-instrumentet var utlånt fra TINE til Matforsk til forsøket med blåkveite. Instrumentet var av typen CDI (Control Development Inc.), med en egen probe som er koblet med en optisk kabel. Målingene kan gjøres svært hurtig ettersom det er basert på såkalt diode array teknologi, dvs at hele NIR spekteret blir målt i løpet av millisekunder. I dette forsøket ble det målt 100 spektra fra hver prøve, hvorpå det automatisk ble beregnet et gjennomsnitt. Analyseområdet er fra 923 til 1717 nanometer (nm), med 6.25 nm mellom hver avlesning, dvs at det blir målt NIR spektra med 128 datapunkter. Instrumentet er forholdsvis hendig, en liten boks som kan flyttes på. Selve proben var også grei å betjene. Den måler refleksjonsspektra fra et sirkulært område med diameter på ca 3 cm. Instrumentet er håndholdt og fleksibelt.

Før en kunne starte målingene måtte en kjøre gjennom en del tester for å sjekke at instrumentet virket som det skulle. Dessverre fant en ved flere anledninger at instrumentet var ustabil. To ulike fenomener eller "bugs" ble oppdaget. Det ene var at instrumentet plutselig genererte spektra som var svært støyfulle. Dette var lett å oppdage. Instrumentet måtte da slås av og på og kalibreres på nytt. Det andre var at det til tider "hengte seg opp" og flere prøver etter hverandre fikk identiske spektra, til tross for at det var til dels svært ulike prøver. Dette var vanskelig å oppdage under arbeidet fordi NIR spektra er visuelt meget like. For noen prøver ble dette dessverre oppdaget etter at prøvene var sendt til analyse. Disse prøvene er fjernet fra datamodellene.

Blåkveitehoder ble bestilt fra en kommersiell linebåt som fisket i Barentshavet. Kvaliteten på fiskehodene var dessverre dårlig. De var tilsølt av blod og innvoller og var trolig litt harske. En valgte likevel å utføre forsøket, for NIR er ikke sensitiv i forhold til oksidasjonsprodukter. Imidlertid kan oksidasjon føre til strukturelle endringer i muskelen. I tillegg samlet en linebåt som fisket ved Grønland inn prøver av rund blåkveite som ble karakterisert som "vasskveite". Ved å inkludere prøver med variasjoner i vanninnholdet, ønsket en å kalibrere NIR-apparatet for blåkveite av ulike kvaliteter. For å få en frisk og fin snittflate for NIR analysen ble en ca 2 mm tykk skive skåret vekk og fjernet fra hodene. Fra hvert hode ble det skåret prøver som var 3 – 4 cm tykke. Ved NIR målingene ble proben satt opp på fiskestykkene med 3 cm avstand mellom prøveoverflate og instrument. Det var viktig å sørge for at lysstrålen ikke lyste utenfor prøvene. Dette viste seg å være vanskelig på de minste prøvene, da disse av størrelse var svært små. En del brusk som kom innenfor måleområdet kan ha medførte støy i NIR-målingene. I tillegg til fiskehodene skjærte en opp runde vasskveiter i skiver og analyserte. Disse hadde utvilsomt et større vanninnhold enn fiskekjøttet fra hodene. Modellene som er laget inneholder data fra 54 homogeniserte prøver og 35 hele prøver; skåret som skiver fra nakkekuttet.

Det er ikke trivielt å tilpasse et NIR instrument til rutineanalyser. Det er primært kalibreringsarbeidet som tar tid. Trolig må man for hvert fiskeslag (med mindre fiskekjøttets beskaffenhet er meget lik) lage en egen kalibrering. En kalibrering lages ved å måle NIR

spektra på en rekke prøver ( gjerne 50 stk.) som spenner ut den relevante variasjonen i kjemisk sammensetning, men også annen type variasjon som kan påvirke spektrene så som temperatur, årstidsvariasjon (som kan slå inn på muskelens struktur). Kjemisk sammensetning måles våtkjemisk, og NIR spektrene kalibreres mot disse ved bruk av multivariat regresjon (for eksempel PLS eller PCR).

## Resultat

NIR målingene i seg selv gir ikke kvantitativ angivelse av fett vann og protein. Det må lages kalibreringer mot de kjemiske analysene. Dette er gjort med PLS regresjon (Partial Least Squares), en metode som er vanlig for dette formålet. Modellene er validert ved full kryssvalidering, det vil si: Man tar ut en prøve av datasettet, lager en modell basert på de gjenværende prøvene, og bruker så denne modellen til å prediktere/estimere kjemisk sammensetning på den som er tatt ut. Dette gjøres for alle prøvene, og man ender opp med estimerte verdier for alle prøver som gir grunnlag for beregning av korrelasjon og prediksjonsfeil.

Modeller for homogene og intakte prøver ble laget hver for seg. Det er rimelig å anta at målinger på homogene prøver vil gi de beste resultatene. Dessverre var det slik at målingene på de intakte ekstreme vasskveiteprøvene gikk tapt på grunn av en feil i software/hardware (som nevnt over). Det betyr at spennet i kjemiske verdier ble forskjellig for de to datasettene.

Tabell 1. Kalibrering for homogenisert blåkkeite.

Variabel	RMSEP	Korrelasjon	Antall PC	Slope	Variasjonsbredde
Fett	1,42	0,96	5	0,93	0.5 – 18.7
Vann	1,45	0,98	6	0,98	56.85 – 92.4
Protein	1,06	0,92	2	0,86	6.55 – 18.55

RMSEP: Roten av den gjennomsnittlig kvadrerte feilen i prediksjonen  
 Korrelasjon: Samvariasjon mellom kjemi og instrumentavlesning  
 Antall PC: Det antall prinsipale komponenter som trengs for en optimal modell  
 Slope: Stigningskoeffisienten (bør være så nær 1 som mulig)  
 Range : Laveste og høyeste kjemiske verdi for hver enkelt variabel

Tabell 2. Kalibrering for intakte blåkkeiteprøver.

Variabel	RMSEP	Korrelasjon	Antall PC	Slope	Variasjonsbredde
Fett	1.51	0.72	8	0.65	10.35 – 18.7
Vann	1.50	0.75	9	0.65	62.4 – 75.5
Protein	- modell	-modell			

Kalibreringene for de homogene prøvene viste gode sammenhenger mellom NIR spektra og kjemiske analyser (Tabell 1). NIR måling direkte på nakkekjøttet gav en dårligere modell enn for homogenisert blåkkeite (Tabell 2). Spesielt er korrelasjonene redusert, trolig som et resultat av at de mest vannrike prøvene gikk tapt. RMSEP er imidlertid omtrent den samme. For protein ble det for intakte prøver ikke oppnådd noen modell, dvs. en svak sammenheng mellom NIR og kjemiske analyser.

### 3.1.3. Råstoffegenskaper

#### Mål

Målsetningen med delprosjektet var å gjennomføre en grundig kartlegging av råstoffegenskapene til utvalgte dyphavsarter. Artene ble valgt på bakgrunn at de utgjør en stor andel

av fangstgrunnlaget på Hatton bank og ut fra tidligere erfaringer med råstoffegenskapene til disse artene. Det er gjort lite kartlegginger av råstoffegenskaper til dyphavsarter både nasjonalt og internasjonalt. I prosjektet var målsetningen å skildre råstoffegenskapene på bakgrunn av både kjemiske analyser og produktmessige egenskaper.

## Gjennomføring

For å kartlegge om det er forskjeller i kvalitet i fiskekjøttet i ulike årstider ble det samlet inn materiale fra to årstider, vår og sommer. Under toktet sommeren 2002 ble det for hver art samlet inn 20 runde fisk til analyse av kjemisk sammensetning og råstoffegenskaper. Denne innsamlingen ble supplert med prøver fra tokt i 2003, for å få analysene av de ulike artene komplette. Prøvene ble samlet inn av autolinebåtene M/S Loran og M/S Geir. I tillegg fikk en M/S Torita til å levere isgalt og islandshå fra Øst Grønland og M/S Gayser Sr tok prøver av isgalt fra Barentshavet. En sammenlignet kvikksølvinnholdet i fisk fanget i ulike områder.

Kartlegging av råstoffegenskapene ble gjort på følgende arter:

Isgalt, mora, brunhå, dypvannshå og islandshå.

Følgende parametere ble notert for hvert individ i undersøkelsen:

Lengde, vekt, kjønn, kjønnsmodning, dyp, fangststed og årstid.

Råstoffet ble analysert på følgende kjemiske parametere:

Vann, fett, protein, aske og kvikksølv.

Følgende råstoffegenskaper ble vurdert/analysert:

Tinetap, vannbindingsevne, koketap, farge og lagringskapasitet.

## Resultat

Fargemålingene viser at brusfiskene har en lysere farge i fileten enn beinfiskene. Tabell 3 viser at lysheten (L-verdien) i filetene fra dyphavsartene varierte fra 57,7 til 66,5. Isgalt har den mørkest fargen med en L-verdi på rundt 57. Dette kommer av den fine rosa marmoreringen som en finner i isgaltmuskelen. Med hensyn til sesong så kan vi ane en liten stigning i lysheten i fileten fra vår til sommer, både når det gjelder dypvannshå, brunhå og mora. Men det er ingen klar grenser.

Tabell 3. Oversikt over resultatene fra fargemålinger og kjemiske analyser for dypvannsartene<sup>1</sup>.

Råstoffegenskaper	Dypvannshå	Brunhå	Islandshå	Isgalt	Mora
Lyshet i fileten	63,7	66,7	64,7	57,7	62,2
Vann %	80,6	81,6	81,8	83,4	81,2
Aske %	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9
Vannbindingsevne %	71,5	66,8	79,8	60,1	74,1
Koketap %	45,5	42,9	43,3	49,5	34,3
Protein g/100g	20,8	20,7	18,0	15,9	17,9
Fett g/100g <sup>2</sup>	0,9	0,9	0,7	0,6	0,4

Vanninnholdet i fiskekjøttet til de fem artene varierte fra 80,1 til 83,7%. Isgalten har det høyeste vanninnholdet og dypvannshå det laveste, men forskjellene er veldig små. Det er heller ikke mulig å se noen sesongvariasjoner i vanninnholdet hos artene. Dersom en ser på

<sup>1</sup> I tabellen presenteres gjennomsnittsverdien av målingene som er tatt i ulike fangstsesonger.

<sup>2</sup> Fettanalysene er utført i et tilknyttet prosjekt i Møreforskning (Økland m.fl., 2004).

standardavviket, ser en at individforskjellene innen artene, faktisk er større enn forskjellene mellom sesongene.

Askeinnholdet er svært likt fra art til art, og ligger fra 0,8-1,2 % av totalvekten. Hos dypvannshå ble det målt askeinnhold fra 38 individ. Her kan en se en liten økning i askeinnhold innad arten fra vår til sommer. Hos resten av artene så er det relativt jevnt askeinnhold gjennom hele sesongen.

Vannbindingsevnen varierte gjennomsnittlig mellom 60 og 75%. Isgalt og brunhå har lavest vannbindingsevne. Spesielt på vårsesongen kommer dette godt frem. En kan se en stigning i vannbindingsevne for alle artene, utenom dypvannshå, fra vår til høst. Spredning innenfor samme art er størst hos brunhå der standardavviket er helt oppe i 9,62.

Koketapet for dyphavsartene varierte mellom 33 og 50%. Isgalt har vesentlig høyere koketap enn de andre artene og mora skiller seg ut med koketap helt nede i 33%. Haiartene ligger mer på samme nivå, med et koketap mellom 41-44%. I forhold til sesong, ser en at dypvannshå har et litt høyere koketap om høsten i forhold til vår. Brunhå hadde stor spredning innad i arten, med et standardavvik helt oppe i 8,5.

Proteininnholdet varierte mellom 15,78 og 21,7 g/100g i de fem artene. Isgalt har den laveste verdien og dypvannshå den høyeste. Mora har også minst variasjon i proteininnholdet i ulike årstider, men alle artene grupperer seg fint uten alt for stort spenn. Brunhå er igjen den arten med mest spredning mellom individene. Dette skyldes nok den store variasjonen innad i arten. En protein/vekt relasjon ble gjort for å se om der er noen sammenheng mellom størrelsen på fisken og det totale proteininnholdet. En så at uavhengig av størrelse, grupperer artene seg fint innefor samme område. Standardavvikene er også lave og flesteparten er <1.

Fettanalysene viser at alle artene har et magert fiskekjøtt. Haiartene har et litt høyere fettinnhold enn hvitfiskartene.

Tabell 4 viser at et oppnådde et utbytte for skinn- og beinfri filet på 11,6 % av rundfiskvekten for dypvannshå, 13,2% for brunhå, og islandshå, 19,5% for isgalt og 29,9% for mora. Filetutbyttet for isgalt er lavt i forhold til andre hvitfiskarter. Dette skyldes først og fremst det store hodet og den smale langstrakte kroppsformen.

Tabell 4. Oversikt over utbytte, tinetap og lagringskapasitet for dypvannsartene.

	Dypvannshå	Brunhå	Islandshå	Isgalt	Mora
Utbytte, filet u/skinn og bein	11,6 %	13,1 %	13,2%	19,5 %	29,9 %
Tinetap %	13,6 %	18,1 %		10,4 %	13,3 %
Lagringskapasitet filet vakuumpakket enkeltfryst (4°C)	10 dager	17 dager	10 dager	10 dager	17 dager
Lagringskapasitet filet vakuumpakket dobbelfryst (4°C)	10 dager	17 dager	10 dager	7 dager	14 dager

Tinetapet ble beregnet ut i fra vekttap på dobbelfryst filet. Vekttapet fra enkeltfryst, er ikke beregnet siden dette var rund fisk tint i vann. Tinetapet varierte mellom 10 og 18%. Brunhå hadde høyest tinetap med hele 18,1 % vektreduksjon fra fryst til tint filet, mens isgalt hadde klart lavest tinetap på rundt 10%.



Lagringsforsøkene for enkelt og dobbeltfrysede fileter viser ulike resultat for de enkelte artene. For dypvannshå, brunhå og islandshå fikk en samme lagringstid for både enkelt- og dobbeltfryst fileten. Filetene av dypvannshå tålte 10 dagers lagring, brunhå, 17 dager og islandshå 10 dager før de overskred Næringsmiddeltilsynet sin kimalt grense. Enkeltfrysede fileter av isgalt tålte 10 dager lagring, mens dobbeltfrysede tålte 7 dagers lagringstid. Morafilet hadde en holdbarhet på 17 dager for enkeltfryst, og 14 dager for dobbeltfryst fileten. Resultatene viser at mora og brunhå har vesentlig bedre holdbarhet for begge produktvariantene enn de øvrige artene.

Det ble kjørt en rekke relasjonsanalyser for å se sammenhenger i de kjemiske analysene og for å teste ut metodikken. Det er sterk korrelasjon mellom vanninnhold og proteininnhold. En kan også ane korrelasjon mellom vannbinding og protein, vannbinding og vanninnhold og mellom vannbinding og koketap på enkeltfrossen fisk. Korrelasjonene mellom protein og koketap og vanninnhold og koketap er derimot svært dårlig. Det ble benyttet en geometrisk trendlinje til alle relasjonene.

EU sin grenseverdi for kvikksølvinnhold i fisk ligger på 0,5 mg/kg, men for noen arter er grensen satt til 1,0 mg/kg (Direktiv 2001/22/EC). Tabell 5 viser våre gjennomsnittsverdier, med standardavvik sammen med EU sin øvre grenseverdi. Statens Forurensingstilsyn har ulike tilstandsklasser for kvikksølv i fisk. Kvikksølv verdier over 1 mg/kg ansees som dårlig og svært dårlig (SFT veiledning 97:04).

Tabell 5. Våre snittsverdier, standardavvik, og EU sin øvre grenseverdi for kvikksølv. (H: Hatton bank, G: Grønland, B: Barentshavet).

Art	Gjennomsnittsverdier Mg/kg	Standardavvik	EU sin øvre grenseverdi mg/kg
Brunhå	1,44	0,49	1,0 (all sharks)
Dypvannshå	2,93	0,63	1,0 (portuguese dogfish)
Isgalt H	1,09	0,46	1,0 (grenadier)
Isgalt B	0,29	0,16	1,0 (grenadier)
Isgalt G	0,50	0,48	1,0 (grenadier)
Mora	0,65	0,32	0,5
Islandshå H	0,9	0,42	1,0 (all sharks)
Islandshå G	0,33	0,2	1,0 (all sharks)

Våre kvikksølvanalyser ble målt i fileten. Tabell 5 viser at bruskfisken i prosjektet generelt har et høyere kvikksølvinnhold enn beinfiskene. Dypvannshåen er den arten med det klart høyeste nivået, med en gjennomsnittsverdi på hele 1,93 mg/kg over EU sin grenseverdi for kvikksølv. Innholdet i brunhå er også høyt og ligger gjennomsnittlig 0,44 mg/kg over grensa. Islandshå er imidlertid innenfor grenseverdien.

Dersom en sammenligner isgalt fanget ved Hatton bank, med isgalt fanget i de to andre fangstområdene er det klare forskjeller. Isgalt fra Hatton bank var gjennomsnittlig på 3,8 kg og hadde et kvikksølvinnhold på 1,1 mg/kg. Fisken fra Grønland hadde en gjennomsnittsstørrelse på 1,7 kg og hadde et kvikksølvinnhold på 0,5 mg/kg, mens fisk fra Barentshavet var gjennomsnittlig 2 kg og med et kvikksølvinnhold på 0,3 mg/kg. Fisk fra Hatton bank hadde altså 0,8 mg/kg høyere kvikksølvinnhold enn fisk fra Barentshavet og 0,6 mg/kg mer enn fisken fra Grønland. Ulik størrelse på fisken fra de ulike områdene kan være en av årsakene. Isgalten fra Hatton bank og Grønland var stort sett hunner. Produksjonsforsøk fra Hatton bank har vist at isgalt hunner er vesentlig større enn hannene (Kjerstad og Hellevik, 2000). En hadde dessverre ikke informasjon om kjønnsfordeling til isgalten fra Barentshavet.

Dersom en sammenligner en fisk på 2 kg fra de tre områdene, kommer en frem til følgende kvikksølvinnhold; Hatton bank: 0,6 mg/kg, Grønland: 0,3 mg/kg og Barentshavet: 0,2 mg/kg.

Det er også forskjeller i kvikksølvinnholdet i islandshå fanget ved Grønland og Hatton bank. Kvikksølvinnholdet i islandshåen fra Hatton bank har et gjennomsnittlig nivå på 0,9 mg/kg, mens gjennomsnittsverdien ved Grønland er bare 0,3 mg/kg. Dette er til tross for at fisken fanget ved Hatton bank både er mindre og med flest hunnkjønn, som ofte vokser raskere enn hannkjønn.

## 4. DISKUSJON

### Et skritt videre i fangstbehandling for dypvannshaiene

Forsøket med innfrysing av hårygger i fryseformer var vellykka. Denne innfrysingsmetoden gav vesentlig bedre utseende og beine fine rygger, enn ved pakking og innfrysing i kartong. Formene var lette å arbeide med og stable og var passe stive. Siden M/S Loran har en liten type horisontalfryser gikk det bare to former i hver hylle på platefryseren. En fikk dermed bare fryst inn 6 rygger samtidig i hver hylle. Når mannskapet pakker ryggene på vanlig måte fryser de inn to kartonger i hver hylle. Ved fullpakket kartong har en plass til ca 15 rygger over 2 kg. Ved denne metoden greier en å fryse inn ca 30 rygger pr hylle i horisontalfryseren. Kapasiteten blir dermed mindre med fryseformene. Dersom båtene skal ta i bruk fryseformene bør de optimaliseres. Den største utfordringen er å utvide størrelsen slik at de kan ta flere rygger. En mulighet er at en får utformet en fryseform som kan benyttes i vertikal fryser. Alle linebåtene har vesentlig større frysekapasitet i vertikal- enn horisontalfrysere.

Prinsippet med platefrysing er at det skal være kontakt mellom fryser og fisken. Når en fryser inn ferdig pakkede hårygger i kartong med lokk, oppnår en ikke kontaktfrysing. Det blir luftlommer i kartongen som isolerer og forlenger innfrysningstida. Dette har medført at det tar lengre tid å fryse inn ryggene. I våre forsøk med denne pakkemetoden gikk det 8-9 timer før en oppnådde ønsket temperatur på  $-20^{\circ}\text{C}$ . I tidligere fryseforsøk om bord i M/S Loran har en avdekket at når ryggene blir pakket i kartonger med lokk tok det mellom 7 og 9 timer før en oppnådde en kjernetemperatur i ryggene på  $-20^{\circ}\text{C}$ . Når en fryste inn kartongene uten lokk reduserte en innfrysningstida til knappe 4 timer (Kjerstad m. fl., 2002). For å ivareta kvaliteten på fisken bør innfrysningstida være kortest mulig. I forsøkene med fryseformene oppnådde en dette. Her tok det mellom 2-4 timer å redusere temperaturen fra  $20^{\circ}\text{C}$  til  $-20^{\circ}\text{C}$ . En kortere innfrysningstid kan øke kapasiteten ved en større "turn over" i horisontalfryseren.

Et annet moment ved frysing i former er at en får et produksjonstrinn ekstra. Ryggene må tas igjen og pakkes etter innfrysingen. En får heller ikke plass til like mange formfryste rygger i kartongen som ved pakking av ryggene i kartong før frysing. Ryggene får et finere utseende, men båten vil ha ekstra kostnader med å investere i fryseformer og større forbruk av emballasje. Prisen for prototypen er ca 140 kr stk eks. moms. Prisen vil imidlertid reduseres om båten kjøper mange former. I samband med utviklingsprosjektene har Peterson emballasje utviklet en egen kartong for håryggene (Kjerstad, m.fl., 2002). Denne emballasjen er dyrere enn kartongene en bruker på kappet og sløyd fisk. I tillegg blir hver enkelt rygg pakket i plastposer. Haiproduksjonen er en nisjeproduksjon i forhold til hvitfisken. Det er derfor et prisspørsmål for fiskerne om det er lønnsomt å investere mye i produksjonen av hai. Det er avgjørende om markedsprisen for håryggene gjør slike investeringer lønnsomme. I 2003 oppnådde fiskerne mellom 14-17 kr/kg for ryggene. Dette prisnivået gjør det trolig lite interessant for fiskerne å ha ekstrakostnader under produksjon av rygger.

Lever av bruskfisk er det viktigste biproduktet i dyphavsfiske. Markedsmessig er haileveren interessant pga. høyt innhold av hydrokarbonet squalen og havmusleveren inneholder mye alcoxyglycerol i oljen. Begge komponentene blir brukt i kosmetikk- og farmasøytisk industri. Markedet for haileverolje har vært stigende, og prisen er avhengig av squalenprosenten i oljen. Leveren utgjør opptil 25 % av kroppsvekta til dypvannshaiene og 20 % til havmusartene (Kjerstad og Hellevik, 2000). Lønnsomheten i dyphavsfiske er avhengig av at en utnytter flest mulig arter og interessante biprodukt. I 2001 var for eksempel levra til brun havmus tre ganger bedre betalt enn kjøttet. I 2005 kan fiskerne oppnå 18 kr/kg for brunhå lever.

Leveren til hå- og havmusartene er oljerik. Stort oljeinnhold i levra krever lang innfrysningstid. Tidligere forsøk om bord i linebåter har vist at en har problem med lekkasje av leverolje på emballasje og på andre kartonger i fryserommet. Innfrysing av lever skjer ved at levra blir helt ned i plastposer i frysecellene i vertikalfryseren. Når innfrysinga er ferdig blir fryserne avrimet i en kortere periode for å få produktene ut. Avriminga medfører ofte at overflata på leverblokken blir myke og en får avrenning av olje. Denne oljen smitter over i ytteremballasjen i fryserommet. En har også opplevd at olje "klemmes" ut av leveren ved stabling av kartonger i fryserommet. Utfordringa var å finne løsninger til hvordan en kunne unngå denne oljelekkasjen. Peterson sin emballasje med plastbelegg fungerte fint for lever. Forsøka viste at det var minimalt med oljelekkasje på kartongen etter flere måneders lagring. Spesialemballasjen synes å fungere bedre for lever enn ordinær emballasje for kvitfisk. Den kan likevel med fordel gjøres en større undersøkelse enn det som ble gjort under toktet. Spesialemballasjen vil koste ca 0,35 kr mer enn vanlig emballasje.

Fargemålingene viser at innfrysingsmetoden ikke har noen vesentlig betydning på fargen på opptinte rygger. Rødt muskelkjøtt i hairyggene hadde en lyshet (L-verdi) mellom 11 og 16,3 i ferskt råstoff og mellom 3,8 og 4,5 i tinte rygger. I alle parallellene så en at rødfargen ble svakere og dårligere etter 3 måneders frysing enn den var på ferskt råstoff. En så den samme tendensen med det hvite muskelkjøttet, også her ble fargen svakere etter opptining. I målingene i tverrsnittet i nakkekuttet var hvitfargen mindre hvit enn i de hvite muskelstripene på overflata av ryggen. I delprosjekt 2 i prosjektet, målte en lysheten på fileten på brusksiden av filetet (ryggsiden). For tint dypvannshå og brunhå ble L-verdien målt til 63 og 66 (Emblem og Kjerstad, 2005). Dette er i samsvar med våre målinger. Brannan og Gormley (1999) fant en L-verdi for brunhå på 78 og 70 for dypvannshå. Dette er lysere enn i våre målinger.

Dersom en sammenligner våre fargemålinger med torsk, så vil vi se at torsk har en L-verdi på ca 55 og er dermed mørkere i muskelen enn alle våre arter (Willemssen, 2001). Dypvannshå har altså en hvit og fint fiskekjøtt som gir et positivt synsinntrykk. Dette er en viktig råstoffegenskap som blir fortrukket i markedet.

### **Kan NIR-On-line metode bli et praktisk redskap innen fangstbehandlingen?**

Blåkveite fanga på Hatton bank har en større snittstørrelse enn på andre tradisjonelle blåkveitefelt. I 2001 hadde lineflåten problem med å omsette blåkveite fanga på Hatton bank. Markedet hevdet at kveita har et høyere vanninnhold enn blåkveite fanga i andre farvann. Prisreduksjon på grunn av spekulasjoner om dårlig kvalitet representerer store økonomisk verdier for flåten. Gjennom prosjektet skulle en finne fram til objektive metoder for kvalitetsvurdering av blåkveite som kunne nyttes under fangstbearbeidinga om bord. Målet var at etter en periode med kalibreringer og uttestinger av teknisk utstyr på land, skulle denne metoden benyttes direkte på fiskefeltet. Dersom metoden fungerer optimalt kan en få mulighet til å sortere ut fisk med større vanninnhold enn det markedet aksepterer. Fisken kan

da vrakes eller pakkes og merkes med dårligere kvalitetsgradering. Blåkveite med stort vanninnhold er blant annet ikke egnet til røyking, men er fullt ut akseptabel til mer ”naturelle” produktvarianter.

Siden det ikke ble avviklet garantifiske i 2002 fikk en ikke mulighet for å gjennomføre prøvetaking og uttestinger om bord. En inngikk avtale med Matforsk om uttesting av NIR-On-line metode for blåkveite. Prøver av blåkveitehoder ble samlet i ulike fiskeriområdet for å kalibrere utstyret for arten.

Uttestinga viste at kalibreringene for de homogene blåkveiteprøvene hadde en god sammenheng mellom NIR spektra og kjemiske analyser. De høye korrelasjonene for fett og vann er positive, men kommer også av at spennet i fett og vann her er meget stort. Slope er i nærheten av 1 og det tyder på at kalibreringene trolig vil være robust. Det er selvsagt interessant å se på prediksjonsfeilen (RMSEP). Vi sier gjerne at nøyaktigheten ligger på  $\pm 1$  RMSEP. Altså hvis man måler med NIR og får ut verdien 10% fett, kan man anslå det som  $10 \pm 1.42\%$  i dette tilfellet. I forhold til å påvise vasskveite er dette trolig en tilfredsstillende nøyaktighet.

De ekstreme vasskveitene skiller seg godt ut fra de andre prøvene. De kjemiske analysene viste at kveitene inneholdt rundt 90% vann, og kun 0.5% fett. Proteininnholdet var også vesentlig lavere enn i de andre prøvene. Konsistensen på muskelprøvene var vassen. NIR målinger ble gjort på utvalgte koteletter fra disse fiskene. Disse blåkveitene var trolig ekstreme varianter av vasskveite. Dersom dette er representativt for vasskveite kontra vanlig blåkveite, vurderer vi NIR som en god metode for å skille det ene fra det andre. Resultatene på homogene prøver viser at NIR instrumentet måler den variasjonen vi er ute etter å registrere. NIR måling direkte på nakkekjøttet gav en dårligere modell enn for homogenisert blåkveite. Spesielt er korrelasjonene redusert, trolig som et resultat av at de mest vannrike prøvene gikk tapt. RMSEP er imidlertid omtrent den samme.

Dersom en skal benytte NIR-On-line metode i det videre arbeidet, bør en arbeide mer med metodikken, spesielt for måling av skjæresnittet i hodene. Det kan hende at snittflaten som ble målt under dette forsøket ikke var representativ for fettinnholdet i prøvene, selv om man skulle anta det fordi prøvene i seg selv var så små. De to største usikkerhetene med målinger på intakte prøver var:

- At noen prøver var svært små og at spektrene derfor kan ha blitt målt delvis utenfor prøven.
- At en del av den eksponerte prøven var bein/brusk.

Dersom man kan finne et annet, helst noe større område av rent kjøtt der man vet at kjemien korrelerer med det gjennomsnittlige, så vil det trolig forbedre resultatene. Målingene blir sikkert lettere å gjennomføre på ferske hoder på fiskefeltet. Blåkveita som fanges på Hatton bank har en spesielt stor størrelse. Dette gjør det lettere å måle i kappesnittet i hodet fra denne fisken, kontra mindre hoder fra andre fiskefelt.

### ***Evaluering av instrumentering***

For å få gode og representative NIR-målinger på hel fiskemuskel anbefaler Matforsk å bruke probe som måler i transflekstans modus. Det vil si at lyset sendes inn i muselen i ett område og måles i et annet. Det betyr at lyset tvinges til å vandre et stykke inn i prøven før det måles. På denne måten måler man dypt inn i prøven i stedet for bare på overflata. Det finnes ikke mange egnede prober på markedet. De er gjerne for små for denne applikasjonen. Et godt alternativ vil være å designe en egen probe. Dette kan for eksempel Sintef IKT være hjelpelige med. En probe for saltfisk er for eksempel under utvikling. Dersom det investeres i utstyr konkluderte Matforsk med at det er mest hensiktsmessig å kjøpe et system

med kjøling. Det vil sørge for god instrumentell stabilitet og bedre langsiktig sikkerhet i prediksjonene.

Resultatene viser at instrumentet gir rimelig gode kalibreringer på homogene prøver. Dvs at det registrerer den relevante informasjonen vi er ute etter. De store svakhetene er:

- Ustabilitet i forhold til støy.
- Ustabilitet i forhold til at det henger seg opp.

Feilene kan trolig utbedres av instrumentleverandøren. Matforsk sin erfaring med den tyske agenten var imidlertid ikke tilfredsstillende. En fikk lite informasjon og hjelp i forhold til de problemene som oppstod. Det kan hende at en var uheldige med akkurat dette instrumentet. TINE, som eier instrumentet, har hatt nøyaktig de samme problemene. Men vi vet av andres erfaringer at instrumentet virker bra. Matforsk har vært i kontakt med to andre brukere som ikke har hatt de samme problemene. De er imponert over instrumentet. Dette er erfaringer fra miljøer som har meget god innsikt i optisk instrumentering og bruk av det. Dersom det skulle bli snakk om å investere i et NIR-instrument for målinger om bord, så anbefaler Matforsk derfor CDI sitt instrument.

Dersom en skal benytte NIR målinger i produksjonen er det nødvendig å gjennomføre kalibreringer for hver art. I tillegg må en oppdatere kalibreringene over tid. Dette kan gjøres ved at man jevnlig (for eksempel to ganger i året) sender inn noen prøver til kjemisk analyse og legger disse inn i kalibreringen. Det finnes gode rutiner for både kalibrering og oppdatering av modeller, Matforsk kan gi gode råd i forhold til rutinemessig bruk av NIR. Ustabilt målinger og lave budsjettammer i prosjektet, medførte at en dessverre ikke hadde muligheter for å kjøpe og teste ut NIR apparatet under toktet med Loran. Til tross for lovende resultat ble NIR metoden derfor ikke testet ut for de øvrige dyphavsartene.

### **Nyttig og ny kunnskap om råstoffegenskapene til dyphavsartene**

Prosjektet har gitt mye ny informasjon om kjemisk innhold, egenskaper og lagringskapasitet for artene. Oppsummerte resultat for alle artene er presentert i faktaark i vedlegget. Alle artene har fine filetprodukter som har et potensiale i markedet. Haiproduktene er spesielle med det flotte utseende med rød- og hvite muskelstriper. Haikjøttet har en litt søtaktig smak. Mora har en flott hvifarge, finfibra kjøtt og flott smak. Isgaltfileten utmerker seg med en fast fin konsistens, litt mørke farge og en skalldyraktig smak.

Fargemålingene viste at brusfisker generelt har en lysere farge i fileten enn beinfiskene. Lysheten (L-verdien) i filetene fra dyphavsartene varierte mellom 57,7 til 66,5. Med hensyn til sesong så kan vi ane en liten stigning i lysheten i fileten fra vår til sommer, både når det gjelder dypvannshå, brunhå og mora. Tidligere fargemålinger på filet produsert fra kappa/sløyd isgalt viste en L-verdi på gjennomsnittlig 56 (Fjørtoft og Hellevik, 2001). For dypvannshå og brunhå ble L-verdien målt til 63 og 66. Brannan og Gormley (1999) fant en L-verdi for brunhå på 78 og 70 for dypvannshå. Dette er lysere enn i våre målinger. Håartene har en rødlig marmorering på skinnsiden av fileten, men våre målinger er gjort på den hvite filetsiden. Tilsvarende målinger gjort på torsk gav en L-verdi på ca 55, altså mørkere en alle våre arter (Willemsen 2001). Dyphavsartene har altså en hvit og fin filet som gir et positivt synsinntrykk. Dette er en viktig råstoffegenskap som blir fortrukket i markedet.

Vanninnholdet i dyphavsarten varierte fra 80,1 til 83,7%. Isgalten har det høyeste vanninnholdet og dypvannshå det laveste, men forskjellene er små. En så ikke noen sesongvariasjoner i vanninnholdet hos artene, men det var store individuelle forskjeller. Det har tidligere vært spekulert på om rognutvikling har betydning for vanninnholdet i fiskemuskel.

I denne undersøkelsen har det ikke vært mulig å finne en slik sammenheng. I andre analyser ved Møreforskning varierer vanninnholdet for de 5 artene mellom 79,9 og 84,1%. Her har islandshå de høyeste verdiene og brunhå de laveste (Remme et al 2003). Brannan og Gormley (1999) målte vanninnholdet i tint brunhå og dypvannshå til 82,7 og 82%. Til sammenligning så ligger vanninnholdet i torsk rundt 81 % og 75,7% i pigghå (Willemsen, 2001, EFF, 2000).

Askeinnholdet ble målt til 0,8-1,2 % av totalvekten. Askeinnholdet i dypvannshå og brunhå er i samsvar med Brannan og Gormley (1999) sine målinger. Til sammenligning har torsk et askeinnhold på 1,3 % (Willemsen, 2001). Bare hos dypvannshå kunne en se en økning i askeinnhold innad arten i ulike sesonger.

Vannbindingsevnen varierte gjennomsnittlig mellom 60 og 75%. En observerte en stigning i vannbindingsevne for alle artene, utenom dypvannshå, fra vår til høst. Tendensene viser at en høy vannbindingsevne, protein- og vanninnhold gir en lavere vannbindingsevne. At standardavviket er stort på samtlige av artene viser den store variasjonene mellom individene, samtidig som det kan sette spørsmålsteget ved metodikken. Tendensene er tydelige, en høy vannbindingsevne, protein- og vanninnhold gir en lavere vannbindingsevne. Vannbindingsevnen er generelt dårlige på frossen råstoff enn ferskt. Tidligere forsøk på torsk viser en vannbindingsevne på 68,7 % (Willemsen, 2001).

Koketapet for dyphavsartene varierte mellom 33 og 50%, isgalt har det høyeste og mora det laveste. Koketapet i haiartene var mellom 41-44%. Til sammenligning er koketapet til torsk målt til ca 40% (Willemsen, 2001). Som for vannbindingsevnen, er standardavvikene generelt høye. Dette er ikke overraskende siden vannbindingsevne og koketap går hånd i hånd når en analyserer, høyt koketap er lik lav vannbindingsevne. Tinetapet ble beregnet ut i fra vektapp på dobbelfryst filet. Vektappet fra enkeltfryst, er ikke beregnet siden dette var rund fisk tint i vann. Tinetapet varierte mellom 10 og 18%. Brunhå hadde høyest tinetap med hele 18,1 % vektreduksjon fra fryst til tint filet, mens isgalt hadde klart lavest tinetap på rundt 10%.

Proteininnholdet varierte mellom 15,78 og 21,7 g/100g i de fem artene. Isgalt har den laveste verdien og dypvannshå den høyeste. Målingene av dypvannshå og brunhå er i samsvar med Brannan og Gormley (1999) sine resultat. Til sammenligning er proteininnhold for torsk og pigghå målt til 18,1 og 17,9 g/100gr (EFF, 2000). Av de undersøkte artene er mora som ligger nærmest proteininnholdet til torsk. Mora har også minst variasjon i proteininnholdet i ulike årstider, men alle artene grupperer seg fint uten alt for stort spenn.

Tidligere fettanalyser har avdekket at dyphavsartene har en relativt lavt fettinnhold. En antok av den grunn at fettinnholdet ikke ville variere vesentlig i ulike årstider. Under et parallelt prosjekt hos Møreforskning som fokuserte på biprodukt i dyphavsarter ble fettinnholdet i muskelen til de fem artene målt. En fant et fettinnholdet på 0,6% i isgalt, 0,4% i mora, 0,7% i islandshå og 1% i dypvannshå og brunhå (Økland m.fl., 2004). Brannan og Gormley (1999) fant et litt lavere fettinnhold i dypvannshå og brunhå på henholdsvis på 0,6 og 0,5%. Til sammenligning har torsk og pigghå et fettinnhold på 0,3 og 6,4% (EFF 2000). Torsken har om lag samme fettinnhold, som isgalt og mora, mens pigghå har et vesentlig høyere fettinnhold enn dypvannshaiene.

Hai har generelt et lavere utbytte enn hvitfisk pga kroppsform og stor lever. Utbyttet for skinn- og beinfri filet ble målt til 11,6 % av rundfiskvekten for dypvannshå, 13,2% for brunhå, og islandshå, 19,5% for isgalt og 29,9% for mora. En fikk imidlertid et lavt utbytte for haiartene i forhold til tidligere forsøk. I 1999 ble det gjort flere utbyttemålinger om bord i linebåten M/S Loran. Hai ble manuelt filetert, mens hvitfisken ble maskinelt filetert. En

oppnådde følgende utbytte for skinn- og benfri filet; 17,6% for dypvannshå, 20,8% for brunhå, 15,6% for islandshå, 21,4 % for isgalt og 30% for mora (Kjerstad og Hellevik, 2000). Et annet forsøk med maskinell filetering av hai om bord i linebåten M/S Geir oppnådde en et utbytte på 16,7% for dypvannshå, 18,4% for brunhå og 15,6% for islandshå (Kjerstad og Huse, 2002). Filetutbyttet for isgalt er lavt i forhold til andre hvitfiskarter. Dette skyldes først og fremst det store hodet og den smale langstrakte kroppsformen. Mora har et litt lavere filetutbytte enn torsk, som ofte ligg mellom 30-36% av rundfiskvekta (Kjerstad m.fl., 2001). Det lave filetutbyttet for hai i våre forsøk skyldes trolig at fisken hadde vært frossen, i forsøkene om bord i båtene var fisken helt fersk. Filetering av frossen råstoff gir en bløtere konsistens i fiskekjøttet og vanskeliggjør den manuelle skjæringen. Drypptap fra tineprosessen vil også bidra til å redusere utbyttet.

Forsøka har vist at dyphavsartene har en tilfredsstillende og for enkelte arter svært god lagringsevne for både for enkel- og dobbeltfryst filet ved lagring i kjølerom i 4°C. Mora og brunhå utmerker seg med spesiell lang lagringstid. Brunhå tåler 17 dager lagring både for enkelt- og dobbeltfryste fileter, mens mora tålte 17 dager for enkelt- og 14 dager for dobbeltfryst filet. Dersom en sammenligner våre tall med tidligere forsøk og andre arter, så ser en at kjølelagra isgalt på is, nådde grenseverdien etter 8 døgn, mens kjølelagra torsk nådde grenseverdien etter 3-8 døgn (Fjørtoft og Hellevik, 2001). Våre fileter var vakuumpakka. Vakuumpakket fiskefilet skal normalt ha en noe lenger holdbarhet enn isa produkt (Anon., 2004D). Våre lagringsforsøk er i overensstemmelse med dette.

Enkelte store haiarter har et stort innhold av kvikksølv (FAO, 1997). I markedsarbeidet for dyphavsarter har en fått opplysninger om at enkelte marked har problemer med å omsette dypvannshai pga stort kvikksølvinnhold (Fjørtoft og Kjerstad, 2001). Det ble derfor tatt kvikksølvanalyser av alle artene fra Hatton bank, i tillegg målte en innholdet i isgalt fra Barentshavet og Grønland, samt islandshå ved Grønland. Dette ble gjort for både og kunne sammenligne artene seg i mellom og for å kunne sammenligne områdene fisken ble fanget i.

Dypvannshaiartene generelt har et høyere kvikksølvinnhold enn benfiskene. Kvikksølvinnholdet er desidert størst i dypvannshå, med en snittverdi på 2,93 mg/kg, men også brunhå har verdier langt over den akseptable minimumsverdien på 1 mg/kg. Andre norske kvikksølvanalyser av hai fra Hatton bank viser snittverdier i kvikksølvinnholdet på ca 1,9 mg/kg i dypvannshå 0,9 i brunhå og 0,5 i islandshå (Kjerstad 1998). Det er individuelle forskjeller, men resultatet samsvarer med våre resultat med hensyn til hvilke arter som har de høyeste og laveste verdiene. Kvikksølv/vekt relasjon i analysene viser tendens på at jo større fisken er, jo høyere er kvikksølvkonsentrasjonen. Lang levetid for artene medfører derfor at kvikksølvinnholdet stiger med økende vekst og alder.

Analysene viser at det er forskjeller i kvikksølvinnholdet i fisk fanget i ulike fangstområder. For både islandshå og isgalt er kvikksølvinnholdet størst i prøver fra Hatton bank. For islandshå fanga på Hatton bank er kun hai under 1 kg rundvekt som ligg under akseptabel kvikksølvgrense. Islandshå fra Grønland derimot ligger langt under grensa (ca 0,3 mg/kg) for alle størrelser (Opptil 3,5 kg). Kvikksølvanalysene av isgalt viser klare forskjeller for de tre fangstområdene. Isgalt fra Hatton bank har det største innholdet, her har 6 av 9 prøver høyere nivå en maksimumsgrensen. Isgalt fra Grønland har et lavere innhold, der 8 av 9 prøver er innenfor akseptabelt nivå. Isgalt fra Barentshavet har et vesentlig lavere kvikksølvinnhold enn de andre fangstområdene.

Dersom en sammenligner isgalt fanget ved Hatton bank, med isgalt fanget i de to andre fangstområdene er det klare forskjeller. Isgalt fra Hatton bank var gjennomsnittlig på 3,8 kg

og hadde et kvikksølvinnhold på 1,1 mg/kg. Fisken fra Grønland hadde en gjennomsnittsstørrelse på 1,7 kg og hadde et kvikksølvinnhold på 0,5 mg/kg, mens fisk fra Barentshavet var gjennomsnittlig 2 kg og med et kvikksølvinnhold på 0,3 mg/kg. Fisk fra Hatton bank hadde altså 0,8 mg/kg større kvikksølvinnhold enn fisk fra Barentshavet og 0,6 mg/kg mer enn fisken fra Grønland. Ulik størrelse på fisken fra de ulike områdene kan være en av årsakene til forskjellene. Isgalten fra Hatton bank og Grønland var stort sett hoer. Produksjonsforsøk fra Hatton bank har vist at isgalt hunner er vesentlig større enn hannene (Kjerstad og Hellevik, 2000). En hadde dessverre ikke informasjon om kjønnsfordeling til isgalten fra Barentshavet. Dersom en sammenligner en fisk på 2 kg fra de tre områdene, kommer en frem til følgende kvikksølvinnhold; Hatton bank: 0,6 mg/kg, Grønland: 0,3 mg/kg og Barentshavet: 0,2 mg/kg.

Dersom en sammenligner beinfiskene fra Hatton bank, så ser en at isgalten har gjennomsnittlig høyere kvikksølvinnhold enn mora. Dette kan skyldes at isgalten har større individvekt enn moraen. Kvikksølvanalyser av andre hvitfiskarter viser et lavere nivå. Julshamn og Klungsøyr (2004) fant et kvikksølvinnhold på 0,04 mg/kg våtvekt for sei og torsk, 0,13 for lange, og 0,22 for uer. Fisken var fanga i en forurensa fjord utenfor Fedje. Disse analysene viser et vesentlig lavere kvikksølvinnhold enn i våre hvitfiskarter. Årsaken til dette er trolig den lange levealderen for dyphavsfisken. Tidligere undersøkelser fra Rockall Trough som ligger rett sørøst for Hatton bank ble det gjennomsnittlig kvikksølvinnholdet i isgalt målt til 0,34 mg/kg. Altså betydelig lavere enn våre målinger. Totallengden på denne fisken var mellom 45cm og 85cm (Cronim et al 1997). Ved hjelp av en omregningsfaktor (gattlengde =  $-5,736 + 0,516 \cdot \text{totallengde}$ ) omtalt i Fossen et al (2003), ser vi at denne fisken har en gattlengde på mellom 17,5cm og 38,1cm. Vår fisk fra samme område har en gattlengde mellom 26,5 og 43,5cm, altså noe høyere. Men forskjellen fra 0,34 til 1,1 mg/kg er likevel stor.

Årsaken til at fisk fra Barentshavet og Grønland ligger så langt under kvikksølvnivået i forhold til fisk fra Hatton bank er vanskelig å forklare. Et moment kan være at forurensing og utslipp av kvikksølv kan være større i dette området, men en har ikke holdepunkter for dette. Richartz og Cocoran (2004) hevder at forurensingen på det "åpne" Atlanterhavet er generelt mindre enn i mer kystnære områder ved Irskehavet og Biskayabukta. Økende kunnskaper om skadevirkninger av ikke nedbrytbare miljøgifter har medført at utslippene av disse stoffene er redusert. Dette har mellom annet ført til kvikksølvinnholdet i marine organismer i Nordsjøen er synkende (Misund, 2002). Det internasjonale fokuset på skadevirkningene av kvikksølv gjør at en kanskje kan forvente en liknende utvikling i andre havområder. Videre arbeidet må derfor gjennomføres for å få avklart de store forskjellene i kvikksølvinnholdet i de ulike fangstområdene.

Menneske har begrenset evne til å håndtere kvikksølv, derfor akkumuleres stoffet i kroppen. Kvikksølv akkumuleres særlig i fettvev i hjernen og kan føre til nerveskader (Bellona, 2004). Det er spesielt fokus på at gravide kvinner ikke skal ha et for høyt inntak av kvikksølv, da dette kan påvirke hjernen til fosteret. En ekspertgruppe i WHO og FAO har satt en grense på det tolerable ukentlige inntaket for kvikksølv på 5 µg/kg kroppsvekt, hvorav høyst 3,3 µg/kg må være organisk kvikksølv (Anon., 2004A). Flere land har utarbeidet kostholdsråd for inntak av produkter som inneholder mye kvikksølv. Gravide og ammende mødrer frarådes å spise slike produkter, mens andre ikke bør spise slike produkter mer enn en gang i måneden (Anon. 2004B). Til tross for kostholdsrådene omsettes dyphavsarter og tunfisk i markedet. Et lite konsum av artene er ikke skadelig. I land som Spania og Frankrike er artene og produktene så innarbeidet at norske eksportører ikke får problem med hensyn til omsetning av dyphavsartene. I Italia har det vært større fokus på kvikksølvinnholdet i dypvannhaiene



(Fjørtoft og Kjerstad, 2001). Importen av den etterspurte "Tope shark" fra Frankrike for eksempel ble drastisk redusert pga det ble påvist stor kvikksølvinnhold i denne arten (FAO, 1997).

## 5. KONKLUSJON

### Fangstbehandling:

- I prosjektet har en avdekket at innfrysing av hårygger i Formvac sine fryseformer gir et bedre utseende og beine fine rygger. Fryseformene reduserer innfrysingstida betraktelig. Markedsprisen for hårygger vil være avgjørende for om denne produksjonsløsningen kan bli et lønnsomt alternativ for fiskerne.
- Forsøkene har vist at Peterson sin spesialemballasje for lever, med plastbelegg på innsida er et bedre egnet alternativ enn den ordinær emballasje for kappa og sløyd fisk.
- Fryse og tineprosessen påvirker fargen i dypvannshåryggene negativt. Både rød- og hvitfargen i muskelkjøttet blir svakere på tint i forhold til ferskt råstoff. Til tross for dette har dypvannshåen er hvitere farge enn for eksempel torsk. Tinte hårygger har derfor fortsatt et delikat utseende.

### NIR-On-Line metode:

- Uttestinga viste at kalibreringene for de homogene blåkveiteprøvene hadde en god sammenheng mellom NIR spektra og kjemiske analyser. Matforsk konkluderer med at NIR instrumentet CDI (Control development Inc.) kan nyttes for å sortere ut "vasskveiter" i fangstene.

### Råstoffegenskaper:

- **Dypvannshåen** har en hvit, beinfri filet med flotte striper av rød og hvit muskel. Det kunne observeres små variasjoner i proteininnholdet, vannbindingsevne og koketap i ulike sesonger. Filetutbyttet til dypvannshå var 11,6% og var lavest for artene, trolig pga stor lever og innvollvekt. Kvikksølvinnholdet i kjøttet var dessverre meget høyt. Med gjennom-snittsverdier på 1,9 mg/kg over tillatt mengde, er det viktig å påpeke at denne type fisk ikke bør spises flere ganger i uken. Årsaken til de høye konsentrasjonene skyldes den lave veksthastigheten til dypvannshå, samt at det var svært store individ som våre målinger ble utført på. Relasjonen mellom kvikksølvinnhold og rundvekt er ikke spesielt god, noe som trolig skyldes stor spredning i stadium på de utvalgte individene. Arten har en holdbarhet på 10 dager både for enkelt- og dobbeltfryst filet ved lagring i kjølerom i 4°C.
- Råstoffegenskapene til **brunhåen** viste motsatte sesongvariasjoner i forhold til dypvannshåen. Proteininnholdet var lavere på våren enn om sommeren og det samme var vannbindingsevnen, mens koketapet var høyere om våren enn om sommeren. Sesongvariasjonene var imidlertid mye mindre enn hos dypvannshåen. Filetutbyttet

for skinnfri fileten var ca 13%. Sammenlignet med kommersielle arter er utbyttet svært lavt. Fileten til brunhåen er hvit og fin og har de samme sjatteringene som dypvannshåen på skinnsiden. Kvikksølvinnholdet i brunhå var på gjennomsnittlig 1,4 mg/kg. Det vil si 0,4 mg/kg over grenseverdien for denne type fisk. Arten har lang holdbarhetstid, opptil 17 dager for enkelt og dobbeltfryste produkter ved lagring i kjølerom i 4°C.

- **Islandshåen** har som de andre haiartene hvit og fin i kjøttet. Denne arten var fisket i to forskjellige områder i stede for over 2 sesonger. Proteininnholdet var klart høyest ved Hatton bank sammens med koketapet, mens vannbindingsevne var lavest ved Hatton bank. Variasjonen i områdene kan ses i sammenheng med at det på Hattonbank var flest små hofisk, mens det på Grønland var mest hanner. Filetutbyttet var 13%. Kvikksølvinnholdet var mye lavere på Grønland enn på Hatton bank og ligger under grenseverdi. Arten tåler samme lagringstid som dypvannshåen.
- **Isgalten** har et fast og fint kjøtt, med rosa marmorering. Filetutbyttet på isgalten er forholdsvis lavt, ca 20 % fra rundfiskvekta. Produkttegenskapene til isgalten viser et høyt vanninnhold og koketap og et lavt proteininnhold og vannbindingsevne. Tinetapet er forholdsvis lavt. Kvikksølvanalysene i muskelkjøttet viser store variasjoner med hensyn fangstområde. Barentshavet kom best ut med lavest kvikksølvinnhold. Størrelsen på fisken spiller også en vesentlig rolle på kvikksølvinnholdet. Arten har tilfredsstillende lagringsevne både for enkelt- og dobbeltfrost fileten.
- **Mora** har et kortfibret og fast fiskekjøtt. Kjøttet er svært hvitt og fint på farge og våre undersøkelser viser at det er signifikante variasjoner i lysheten i fileten fra vår til sommer. I tillegg hadde mora den høyeste vannbindingsevne i våre undersøkelser og lavest koketap. Det gjennomsnittlige kvikksølvinnholdet i mora ligger 0,15 mg over grenseverdien. Kvikksølvinnholdet er i sterk relasjon med størrelse på fisken. Utbytte for skinnfri fileten var 30%. Mora utmerker seg med å ha spesielt god lagringsevne ved lagring i 4°C, med henholdsvis 17 og 14 dager for enkelt- og dobbeltfrost fileten.

## 6. REFERANSER

- Anon, 2004A. Statens Næringsmiddeltilsyn. Nyheter: mest kvikksølv i stor fisk.  
[www.sft.no/nyheter](http://www.sft.no/nyheter)
- Anon, 2004B. Matportalen: Miljøgifter i fisk.  
[www.matportalen.no/Saker](http://www.matportalen.no/Saker).
- Anon, 2004C. Statens Forurensingstilsyn. Mest kvikksølv i stor fisk.  
[www. Sft.no/nyheter](http://www.Sft.no/nyheter)
- Anon, 2004D. Statens Næringsmiddeltilsyn. Fisk og fiskeprodukt.
- Bellona, 2004. Bellonamagasinet Fisk. Lite miljøgifter i fisk i norske havområder.  
[www.bellona.no](http://www.bellona.no)
- Brennan, H.M og T.R. Gormley 1999. The quality of underutilized deep-water fish species. Teagasc, research report.
- Børresen, T. 1980. Nyutviklede metoder for bestemmelse av vannbindingsevne, saltvannsbindingsevne og koketap i fiskemuskel. FTFI-rapport 663,1-7-2 1980, Tromsø. |
- Cronin M., I.M Davies, A. Newton, J.M. Pirie, G. Topping and S. Swan 1998. Trace Metal Concentration in Deep Sea Fish from the North Atlantic. Marine Environmental research, volume 45, nr 3, pp 225-238.
- Dyb, J.E. og O.A. Bergstad 2004. MAR-ECO. The cruise with M/S M/S Loran. Summer 2004. Møreforskning Ålesund og Havforskningsinstituttet.
- FAO, 1997. Shark utilization, marketing and trade.  
FAO Corporate Dokument Respository.
- EFF, 2000. Eksportutvalget for fisk. Fakta om fisk.
- Fjørtoft K., og A.H. Hellevik 2001. Produksjon og markedstesting av Isgalt. Møreforskning rapport nr Å0113.
- Fjørtoft, K.L. og M. Kjerstad 2001. Marknadsutvikling for djuphavsartar i samband med Hatton bank toktet 1999. Møreforskning rapport nr Å0107.
- Fossen I., O.A. Jørgensen og A. Gundersen 2003. Roughhead Grenadier (*Marcrochirus berglax*) in the waters off East Greenland: Distribution and Biology. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science. Volume 31, 2003, p 285-298.
- Fotland Å., A. Borge, H. Gjøsæter og Hildegunn Mjanger 2000. Håndbok for prøvetaking av fisk og krepsdyr. Havforskningsinstituttet .

- Gordon, J.D.M., Merrett, N.R. Haedrich, R.L. 1995. Enviromental and biological aspects of slope dwelling fishes of the North Atlantic. In Deep Water Fisheries of the North Atlantic Oceanic slope, Ed A.G. Hopper. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop. March 1004. Kluwer. Netherlands.
- Gundersen A., A. Woll og J. Boje 1998. Linesurvey etter blåkkeite ved Kapp Bille Banke, Øst-Grønland, juni-august 1997. Møreforskning rapport nr Å9810.
- Hellevik, A.H. og M. Kjerstad 2005. Fangstbehandling av dyphavsarter, delrapport 3, fangstbehandling og dokumentasjon av råstoffegenskaper til dyphavsarter. Møreforskning rapport nr Å0505.
- Julshamn, K. og J. Klungsoyr. 2004. Kvikksølvinhold i filet av torsk, sei, lange og uer fanget utenfor Fedje i Nordhordland. NIFES og Havforskningsinstituttet.
- Kjerstad M., I. Stoknes, A. Wammer og A.H. Hellevik 1997. Produktutvikling og marknadsanalyse for Isgalt og skjellbrosme. Møreforskning rapport nr Å9709.
- Kjerstad, M. (1998). Statusanalyse for den nordiske utnyttelsen av dypvannshai og håkjerring i Nord-Atlanteren. Møreforskin rapport nr Å0802.
- Kjerstad M., og A. H. Hellevik 2000. Fangstbehandling og marknadutvikling for djuphavsartar. Møreforskning rapport nr Å0008.
- Kjerstad, M., I. Fossen. og H.M. Willemsen 2001. Utilization of Deep sea Sharks at Hatton Bank in the North Atlantic. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science. Volum 31, 2003. Nortwest Atlantic Fisheries Organization. Dartmouth, Nova Scotia.
- Kjerstad M., og T. Huse 2002. Utvikling og optimalisering av maskinell filetering av hai. Møreforskning rapport nr Å0202.
- Kjerstad, M., K.L. Fjørtoft og I. Fossen 2002. Resultat frå garantifiske på Hatton bank i 2001. Møreforskning rapport nr 0201.
- Langedal, G. og N.R. Hareide 1999. Rapport fra forsøksfiske med line på Hatton bank. M/S M/S Loran 1999. Fiskeridirektoratet. Kontoret for fiskeleiting og forsøk.
- Langedal, G. og N.R. Hareide 2000. Rapport fra forsøksfiske med line på Hatton bank. M/S M/S Loran 2000. Fiskeridirektoratet. Kontoret for fiskeleiting og forsøk.
- Misund, O.R. (2002). Hvordan sikre havmiljøet i Nordsjøen? Faglige utfordringer. Senter for marint miljø. Havforskningsinstituttet.
- Remme, J et al in press: Search for bioactive lipids in deep-sea sharks. Rapport fra Møreforskning Ålesund. 2005
- Remme, J. , Synnes, M., Kjerstad, M., Økland, H.M.W., Emblem, W., Hellevik, A.H. og Stoknes, I. 2003. Utilization of selected deep-sea sepecies. Chemical characterisation, raw material properties, value added products and novel compounds. Møreforskning rapport nr Å0323.

Richartz, S. og E. Cocoran 2004. Sustainable EU Fisheries: Facing the Environmental Challenges. The state of Europe`s regional seas – are we meeting conservation targets? Institute for European Environmental Policy.

Stehmann M. 1998. Maturity scale E2, aplacental and placental viviparous sharks. Marsh 1998.

Willemsen H. 2001. Karakterisering og prøveproduksjon av blåsteinbit (*Anarhichas denticulatus*). Møreforskning rapport nr Å0122.

[www.analytica.se/hem2001/no/analyse/miljo/jamforelse\\_miljo\\_no.asp](http://www.analytica.se/hem2001/no/analyse/miljo/jamforelse_miljo_no.asp)

[www.snt.no](http://www.snt.no). Mikrobiologiske retningslinjer for fisk og fiskeprodukt. Apr

Økland, H M.W, Iren S. Stoknes, Jannicke F. Remme, Margareth Kjerstad og Marianne Synnes (2004) Proximate composition, fatty acid and lipid class composition of the muscle from deep-sea teleosts and elasmobranchs *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, Volume 140, Issue 3, March 2005, Pages 437-443.*

## 7. VEDLEGG

### Faktaark om Dypvannshå (*Centroscyrnus coelolepis*)



Tabell 4.3.1 Farge og kjemisk analyse for dypvannshå.

	Hatton bank vår	Hatton bank sommer
Lyshet i fileten	62,94 ±2,43	64,49 ±3,78
Vann %	80,11 ±1,10	81,28 ±1,24
Aske %	0,94 ±0,15	1,20 ±0,26
Vannbindingsevne %	73,93 ±6,14	69,05 ±2,44
Koketap %	41,63 ±3,57	49,48 ±3,81
Proteininnhold g/100g	21,77 ±1,67	19,92 ±1,51
Kvikksølvinnhold mg/kg	2,93 ±0,63	
Fettinnhold g/100g	0,95 ±0,07	

Tabell 4.3.2 Utbytte tall, lagringskapasitet og tinetap for dypvannshå.

	Dypvannshå
Utbytte, skinn og beinfri filet %	11,60 %
Tinetap %	13,6 %
Lagringskapasitet, vakuumpakket enkelfryst (4°C)	10 dager
Lagringskapasitet, vakuumpakket dobbelfryst (4°C)	10 dager

Resultatene ovenfor er gjennomsnittstall av 20 dypvannshå fanget i april og 18 dypvannshå fanget i juni, av autolinebåtene M/S Geir og M/S Loran. Fisken er samlet inn ved ca 5560N-2150W, på rundt 1300 meters dybde. Det ble ikke funnet signifikante variasjoner mellom individene. Vedlegg 3 viser individforskjellene på samtlige målinger og analyser.

## Faktaark om Brunhå (*Centrophorus squamosus*)



Tabell 4.3.3 Farge og kjemisk analyse for brunhå.

	Hatton bank vår	Hatton bank sommer
Lyshet i fileten	65,92 ±2,63	67,47 ±3,21
Vann %	81,78 ±1,79	81,40 ±0,95
Aske %	0,98 ±0,09	0,99 ±0,07
Vannbindingsevne %	62,83 ±9,62	70,84 ±8,73
Koketap %	44,48 ±8,50	41,40 ±6,41
Proteininnhold g/100g	20,19 ±2,12	21,35 ±1,19
Kvikksølvinnhold mg/kg	1,44 ±0,49	
Fettinnhold g/100g	0,99 ±0,05	

Tabell 4.3.4 Utbytte tall, lagringskapasitet og tinetap for brunhå.

	Brunhå
Utbytte, skinn og beinfri filet %	13,12 %
Tinetap %	18,1 %
Lagringskapasitet, vakuumpakket enkelfryst (4°C)	17 dager
Lagringskapasitet, vakuumpakket dobbelfryst (4°C)	17 dager

Resultatene ovenfor er gjennomsnittstall av 11 brunhå fanget i april og 16 brunhå fanget i juni, av autolinebåtene M/S Geir og M/S Loran. Fisken er samlet inn ved ca 5500N-2100W, på rundt 1300 meters dybde. Det ble ikke funnet signifikante variasjoner mellom individene. Vedlegg 3 viser individforskjellene på samtlige målinger og analyser.

## Faktaark om Islandshå (*Cenrosyllium fabricii*)



Tabell 4.3.5 Farge og kjemisk analyse for Islandshå.

	Hatton bank	Grønland
Lysket i fileten	66,49 ±2,13	62,87
Vann %	81,7 ±1,55	81,90
Aske %	0,98 ±0,03	0,80
Vannbindingsevne %	76,5 ±4,78	83,17
Koketap %	44,04 ±5,62	40,63
Proteininnhold g/100g	19,93 ±1,75	16,15 ±0,93
Kvikksølvinnhold mg/kg	0,90 ±0,42	0,33 ±0,20
Fettinnhold g/100g	0,70 ±0,02	

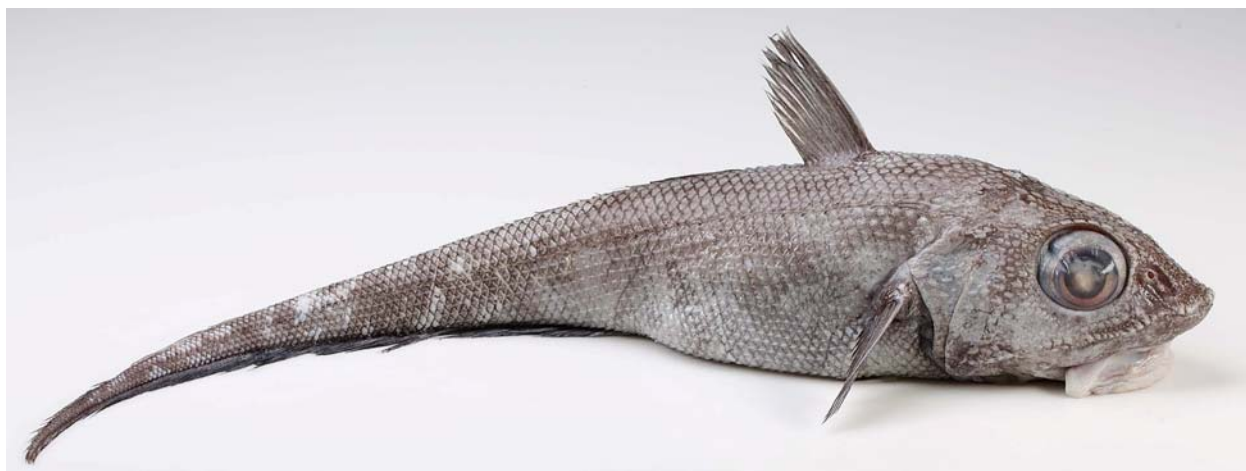
Tabell 4.3.6 Utbytte tall, lagringskapasitet og tinetap for islandshå.

	Islandshå
Utbytte, skinn og beinfri filet %	13,2 %
Lagringskapasitet, vakuumpakket enkelfryst (4°C)	10 dager
Lagringskapasitet, vakuumpakket dobbelfryst (4°C)	10 dager

Resultatene ovenfor er gjennomsnittstall av 47 islandshå fanget av autolinebåtene M/S Geir og M/S Loran på Hatton bank og 30 islandshå fanget av M/S Torita øst for Grønland. Det ble ikke funnet signifikante variasjoner mellom individene, men kvikksølvinnholdet i fiskekjøttet fra Grønland viser en lavere konsentrasjon enn i fra Hatton bank. Dette vil bli omtalt i kapittel 4.4. Vedlegg 3 viser individforskjellene på samtlige målinger og analyser.



## Fakta ark om Isgalt (*Macrourus berglax*)



Tabell 4.3.7 Farge og kjemisk analyse for isgalt.

	Hatton vår	bank	Hatton sommer	bank	Grønland	Barentshavet
Lyshet i fileten	57,95	±2,70	57,45	±2,70	57,74	
Vann %	83,7	±1,38	83,13	±0,69	83,10	
Aske %	0,94	±0,05	0,92	±0,04	0,80	
Vannbindingsevne %	59,68	±7,26	60,59	±4,94	61,78	
Koketap %	50,83	±4,01	48,27	±2,91	44,74	
Proteininnhold g/100g	15,78	±1,47	16,15	±0,93	16,70	
Kvikksølvinnhold mg/kg	1,09	±0,46				0,29±0,16
Fettinnhold g/100g	0,61	±0,06			0,50±0,48	

Tabell 4.3.8 Utbytte tall, lagringskapasitet og tinetap for isgalt.

	Isgalt bank	Hatton bank
Utbytte, skinn og beinfri filet %	19,5 %	
Tinetap %	10,4 %	
Lagringskapasitet, vakuumpakket enkelfryst (4°C)	10 dager	
Lagringskapasitet, vakuumpakket dobbelfryst (4°C)	7 dager	

Resultatene ovenfor er gjennomsnittstall av 20 isgalt fanget i april og 20 isgalt fanget i juni, av autolinebåtene M/S Geir og M/S Loran på Hatton bank. I tillegg ble det samlet inn 30 individ øst for Grønland av autolinebåten M/S Torita, og 11 individ i Barentshavet av Gayser Senior. Disse skulle sammenlignes opp mot tungmetaller. Det ble ikke funnet signifikante variasjoner mellom individene fra samme område, men kvikksølvinnholdet i fiskekjøttet fra de forskjellige områdene viste markant forskjell. Dette blir omtalt i 4.4. Vedlegg 3 viser individforskjellene på samtlige målinger og analyser.

## Faktaark om Mora (*Mora moro*)



Tabell 4.3.9 Farge og kjemisk analyse for mora.

	Hatton bank vår	Hatton bank sommer
Lyshet i fileten	59,28 ±1,64	65,10 ±1,93
Vann %	81,25 ±0,44	81,22 ±0,32
Aske %	0,94 ±0,05	1,04 ±0,12
Vannbindingsevne %	68,70 ±4,85	79,40 ±2,43
Koketap %	35,30 ±4,72	33,20 ±2,92
Proteininnhold g/100g	18,01 ±0,44	17,93 ±0,22
Kvikksølvinnhold mg/kg		0,65 ±0,32
Fettinnhold g/100g		0,41 ±0,03

Tabell 4.3.10 Utbytte tall, lagringskapasitet og tinetap for mora.

	Mora
Utbytte, skinn og beinfri filet %	29,9 %
Tinetap %	13,3 %
Lagringskapasitet, vakuumpakket enkelfryst (4°C)	17 dager
Lagringskapasitet, vakuumpakket dobbelfryst (4°C)	14 dager

Resultatene ovenfor er gjennomsnittstall av 20 mora fanget i april og 20 mora fanget i juni, av autolinebåtene M/S Geir og M/S Loran. Fisken er samlet inn ved ca 6000N-1400W, på rundt 800 meters dybde. Det ble ikke funnet signifikante variasjoner mellom individene. Vedlegg 3 viser individforskjellene på samtlige målinger og analyser.