



Rapport 33/2008 • Utgitt oktober 2008

Leverkvalitet hos oppdrettstorsk Statusrapport

Turid Mørkøre, Trine Ytrestøyl og Bente Ruyter





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

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

Internett: www.nofima.no



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

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

Internett: www.nofima.no

Rapport

<i>ISBN:</i> 978-82-7251-668-9	<i>Rapportnr.:</i> 33/2008	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Tittel:</i> Leverkvalitet hos oppdrettstorsk Statusrapport		<i>Dato:</i> 24.10.2008
		<i>Antall sider og bilag:</i> 30
<i>Forfatter(e):</i> Turid Mørkøre, Trine Ytrestøyl og Bente Ruyter		<i>Prosjektnr.:</i> 20570
<i>Oppdragsgiver:</i> NCE-Aquaculture		<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Bjørn Gjellan Nilsen
<i>Tre stikkord:</i> Oppdrettstorsk, leverfarge, grønn lever		
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i>		
Kunnskapsbehov og relevante tiltak <p>For å være i stand til utnytte potensialet som leveren fra oppdrettstorsk har som et høykvalitetsprodukt, er det nødvendig å tilegne seg kunnskaper som bidrar til en jevn og forutsigbar produksjon av lever som er velegnet til prosessering og som tilfredsstillende krav til kvalitet i krevende og godt betalende markeder.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Grønn misfarging er en viktig årsak til nedklassifisering av lever fra oppdrettstorsk. Årsaken(e) til misfarging må kartlegges og i størst mulig grad elimineres. Herunder vil det være viktig å fremskaffe grunnleggende kunnskap om kjemisk sammensetning, morfologi og helserelevante faktorer som kan knyttes til misfargingen2. Det er relevant å undersøke betydningen av førsammensetning og fôringsregime for leverkvaliteten.3. Leveren fra oppdrettstorsk kan prosesseres umiddelbart etter slakting under kontrollerte betingelser. Praktiske forhold for å få til en umiddelbar automatisert prosessering av superfersk lever til human konsum bør avdekkes og prosesser for håndtering, videreforedling og lagringsbetingelser bør optimaliseres4. Gjennomføre en markedskartlegging for å avdekke potensialet og definere relevante produkter av lever med et spesielt stor potensial for å oppnå bedre grunnlag for å "skreddersy" lever av oppdrettstorsk i forhold til preferanser i godt betalende markeder.5. Relatere lever kvalitet til industrielle produksjonsdata fra bedriftene i partnerskapet. Dataene bearbeides statistisk ved multivariat analyse.		

Innhold

1	Bakgrunn.....	1
1.1	Generelt om lever av oppdrettstorsk.....	1
2	Leverstørrelse og sammensetning.....	5
3	Årstidsvariasjoner og kjønn.....	7
4	Variasjon mellom familier.....	9
5	Fôrsammensetning og fôring.....	11
6	Grønnfarge.....	15
6.1	Registreringer i prosjektet.....	17
7	Galle.....	19
7.1	Taurin og bilirubin/biliverdin.....	19
8	Lever som konsumprodukt.....	23
9	Kunnskapsbehov og relevante tiltak.....	27
10	Utvalgte kilder.....	29

1 Bakgrunn

Oppdrett generelt, og oppdrett av torsk spesielt, er en voksende næring både i Nordland og på nasjonalt nivå. Flere av de største aktørene innen oppdrett av laksefisk og torsk, samt relaterte virksomheter er etablert i Nordland, og representerer tung og internasjonalt ledende kompetanse. Dette var en medvirkende årsak til at en havbruksgruppering med geografisk kjerne i Nordland, sommeren 2007 fikk tildelt status som et Norwegian Centre of Expertise, NCE Aquaculture. Partnerskapet bak NCE Aquaculture består av 18 ledende bedrifter innen oppdrett av laks og torsk, fiskeri, foredling, forindustri, teknologi, finansiering samt forskning og utdanning.

Partnerskap og styret for NCE Aquaculture har prioritert satsingsområder og arbeidsmåte for første 3-årsperiode og ønsker et overordnet fokus på kompetanseutvikling rundt produksjonsregimer og økt forutsigbarhet med hensyn på kvalitet og ytelse i oppdrett av torsk. Videre er det ønskelig å stimulere til økt operativ kompetanse på høyeste nivå i bedriftene, og i samspill med ledende FoU miljøer.

Med dette som bakgrunn ønsket partnerbedrifter i NCE Aquaculture en kartlegging av faktorer som påvirker kvaliteten av lever hos torsk i oppdrett med vekt på faktorer som påvirker innslag av grønnfarge. Kunnskapen på dette området er fragmentert og delvis mangelfull. Spesielt i en kommersialisering og oppskaleringssfase, med sterk volumøkning og utvidelser av markedet for norsk torsk, er det behov for økt kunnskap om faktorer som påvirker kvalitet og hvordan en gjennom valg av produksjonsregime kan styre mot en ønsket, forutsigbar og dokumenterbar leverkvalitet. Økt kunnskap om kvalitetsutvikling, prosesseringsteknologi og markedspreferanser gir et stort potensial for økt inntjening. Målet med dette forprosjektet var derfor også å designe en tyngre forskningssatsing som i et mer langsiktig perspektiv bygger opp anvendt kompetanse rundt kvalitetsstyring, prosessering og sentrale markedsforhold knyttet til oppdrettstorsk generelt, og torskelever spesielt.

Viktige egenskaper for torskelever:

- *Utseende/ farge*
- *Størrelse*
- *Sammensetning*

1.1 Generelt om lever av oppdrettstorsk

Torskelever anses som en verdifull ressurs, med et stort markedspotensial, gitt optimal og stabil kvalitet og prosesseringsteknologi. Vraking på grunn av kvalitetsavvik, spesielt såkalt grønn lever, gir i dag betydelige inntektstap. Gjennomsnittlig leverandel i oppdrettstorsk ligger i dag på rundt 12 % av total biomasse. Med forventet volumvekst vil dette utgjøre store volum og verdier. Ifølge estimater gjort av Kontali analyse og Sats på Torsk vil produksjonen av oppdrettstorsk passere 100.000 tonn i løpet av neste 10 årsperiode. Dette tilsvarer en samlet mengde lever fra oppdrettstorsk på over 10 000 tonn.

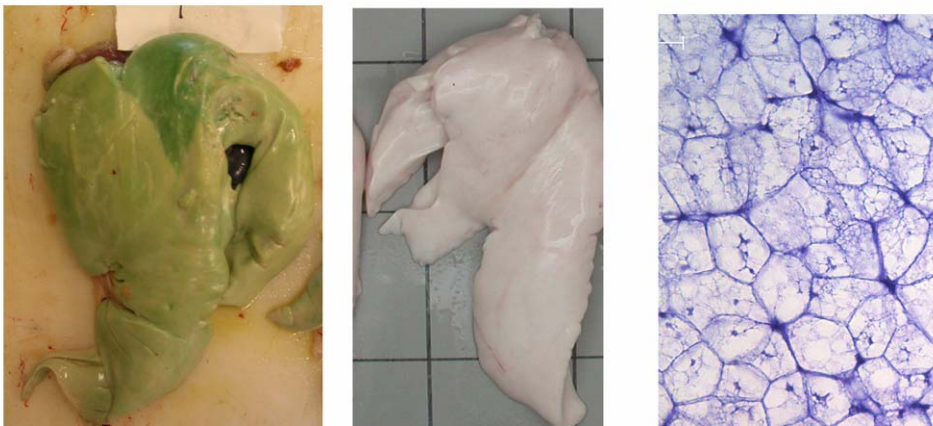
⇒ 650 trailere med lever om ca 10 år

100.000 tonn torsk x 12% lever av rundvekt = 12.000 tonn lever



Næringen må være forberedt på å ta hånd om og utnytte den store produksjonen av lever fra torskeoppdrett

Som et metabolsk meget aktivt organ kan leverkvalitet og sammensetning påvirkes og styres gjennom valg av produksjonsregime og førsammensetning. Problematikk rundt vraking på grunn av såkalt "grønn lever" er en av flere viktige problemstillinger. Dagens pris på torskelever ligger på rundt 10 kr/kg (frossen), og erfaringstall rundt vraking på grunn av misfarging ligger på mellom 10 og 30 %. I enkelte tilfeller er vrakprosenten betydelig høyere. Nedklassifiseringen som følge av grønn misfarging gir dermed store økonomiske konsekvenser. Problemet er kjent fra villtorsk, og det er viktig å få kartlagt årsaksforhold og mulige tiltak, for eksempel ved førsammensetning, nedfôring mm.



Figur 1 Lever i oppdrettstorsk. A) Lever med alvorlig misfarging – over 90% av leveren kan være mer eller mindre misfarget, men det hender også at innslaget av grønnfarge er <10%, B) Lys lever av oppdrettstorsk med ønsket utseende, og C) Leverceller hos oppdrettstorsk fra lever med normalt utseende (4 kg) (upublisert).

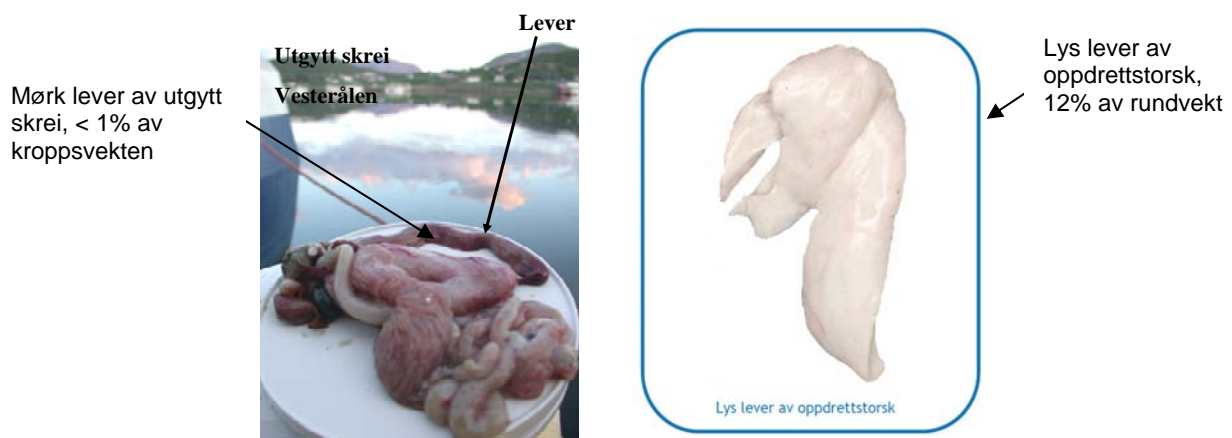
Erfaringstall viser at lever fra oppdrettstorsk har redusert stabilitet og er mindre egnet for prosessering og frysing enn lever fra villtorsk. Kunnskapen rundt årsaksforhold og mulige tiltak er mangelfull. Det er sannsynlig at årsaksbildet er sammensatt der parametere som førsammensetning, oksidasjonsstatus av oljen i fôret, veksthastighet, grad av kjønnsmodning og valg av produksjonsregime har betydning. Bedre forutsigbarhet og sikkerhet i produksjon og prosessering av torskelever vil være avgjørende for det økonomiske utbyttet, arbeidet

med utvikling av kvalitetsstandarder og prosessoptimalisering. Slik vil økt kunnskap om faktorer som påvirker leverstørrelse, sammensetning, farge og teknologisk kvalitet også bidra til at leveren av oppdrettstorsk primært selges som et kvalitetsprodukt til human-konsum, heller enn som lavere betalt råstoff til for eksempel oljeproduksjon.

2 Leverstørrelse og sammensetning

Leveren er et organ som er sentralt for omsetningen av næringsstoffer. Her skjer en rekke stoffomsetninger, produksjon av galle og lagring av fett og glykogen som energireserver. Torsk lagrer overskuddsenergi i leveren, mens fettinnholdet i muskel alltid er lavt (ca. 1 %). Interessen for torskelever som konsumprodukt går langt tilbake i tid. Blant annet beskrives sammensetningen av torskelever i en artikkel publisert i 1949 av Hans Kringstad og Sigmund Folkvord. Forskerne beskriver lever og rogn som de viktigste biproduktene av torsk, med et totalt volum på flere tusen tonn per år; for perioden 1930-1944 på hhv 13.000 t og 6.000 t for lever og rogn i gjennomsnitt. Kringstad og Folkvord analyserte også sammensetningen av leveren. Verdiene var som følger: Fett 65%, protein 7%, vann 27% (fosfolipider 1%). Videre dokumenterte de at leveren er en svært god vitaminkilde. Nyere analyser av oppdrettstorskens lever har vist at fettinnholdet varierer fra 65 – 75 % i fisk over 2-3 kg.

Oppdrettstorsk har større lever enn villtorsk, men variasjonen er betydelig. En samlet oversikt over variasjon i leverstørrelse hos oppdrettstorsk er i gitt Figur 3. Verdiene er oppgitt som prosent av rundvekt av oppdrettstorsk fra ulike oppdrettsanlegg (over 1000 torsk) langs norskekysten (fra Hordaland til Troms) som var fôret med kommersielt tørrfôr med 14-18% fett. Som det fremgår av figuren hadde over 80% av oppdrettstorsken en leverstørrelse tilsvarende 8–14% av kroppsvekten, med et gjennomsnitt på 10-12%. Også for villtorsk kan leveren variere i størrelse. For eksempel kan leveren hos torsk som beiter på lodde være på størrelse med lever av oppdrettstorsk, mens leveren av utgytt skrei kan utgjøre mindre enn 1% av rundvekten. Erfaringstall viser at leveren hos villtorsk i gjennomsnitt utgjør 4-6% av rundvekten.

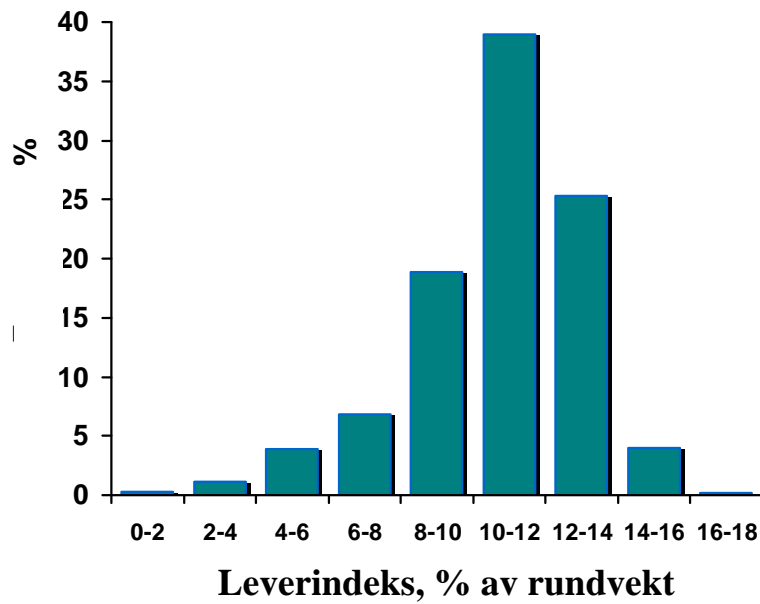


Figur 2 Størrelsen på torskelever varierer betydelig. Bilde til venstre viser lever av utgytt skrei (Vesterålen), mens bildet til høyre viser stor lys lever av oppdrettstorsk (Møre). Foto T. Mørkøre.

I dag er filet bedre betalt enn lever. Derfor er det ønskelig at oppdrettstorsken utnytter fôrenergien til muskelvekst heller enn å deponere energien i leveren. Man kjenner imidlertid ikke til om det finnes en kritisk nedre grense for leverstørrelse mht optimal funksjon hos en høytytende oppdrettstorsk, og det foreligger ikke kostnadsberegninger som indikerer hva den økonomiske gevinsten er ved økt utnyttelse av fôrenergien til muskelvekst heller enn til deponering av fett og glykogen i leveren

Det finns sterke indikasjoner på at størrelsen på leveren og sammensetning har betydning for om torsken "bestemmer" seg for å bli kjønnsmoden eller ikke. Vi har imidlertid ikke

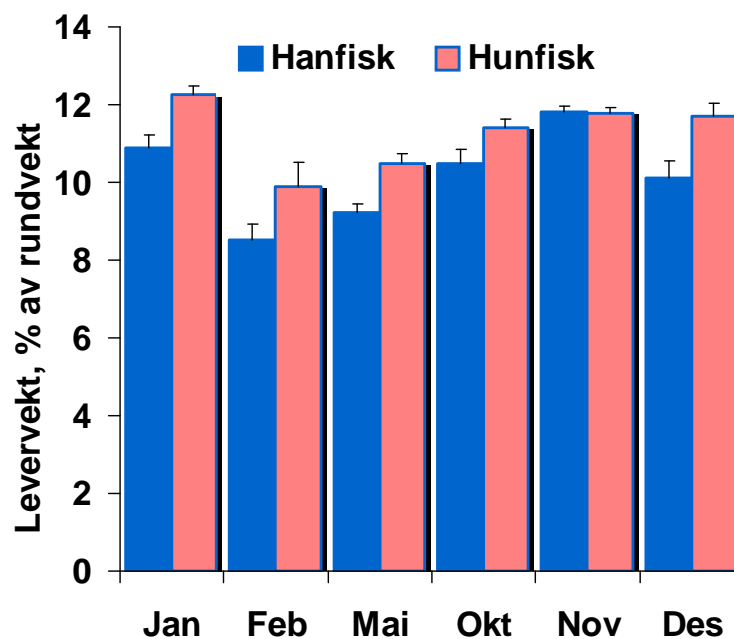
kunnskap om eventuelle kritiske grenseverdier for leverstørrelsen og sammensetning mht kjønnsmodningsproblematikken.



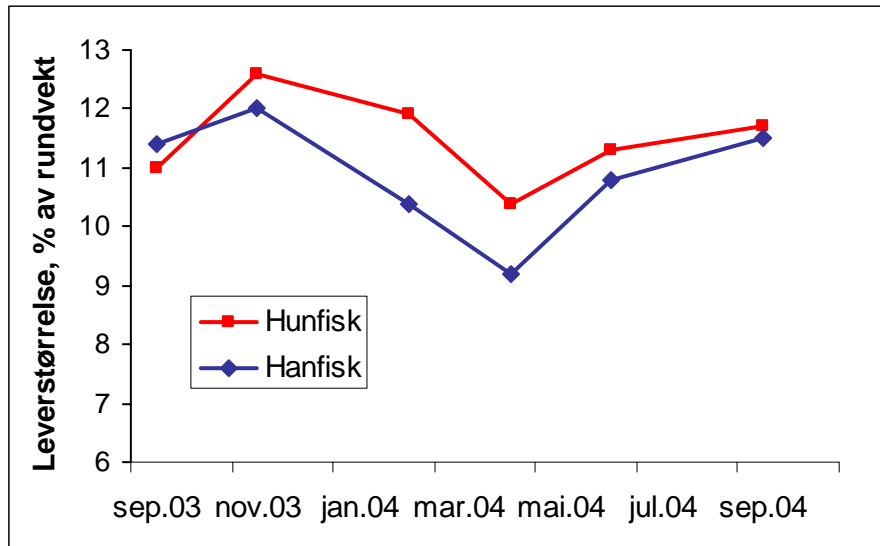
Figur 3 Leverstørrelse hos oppdrettstorsk (Mørkøre & Rørvik 2006).

3 Årstidsvariasjoner og kjønn

Flere studier har vist at leverstørrelsen hos torsk varierer mellom årstider. Figur 4 nedenfor viser variasjon i leverstørrelse beregnet som prosent av rundvekt gjennom året for hanfisk og hunfisk. Det samme fiskematerialet er brukt som grunnlag for denne fremstillingen som de vist for variasjon i leverstørrelse i Figur 3 (dvs 1016 torsk). Resultatene viser en gjennomsnittlig større lever for hunfisk enn hanfisk. Leveren utgjorde den største andelen av kroppsvekten i januar (11-12 %), mens de laveste verdiene ble observert i februar (8 – 10% i gjennomsnitt). Tilsvarende resultater er rapportert fra et forsøk gjennomført ved GIFAS, der variasjon i leverstørrelse ble fulgt i én torskegruppe over et år (september 2003-2004) (Figur 5). Vi kjenner ikke de bakenforliggende årsaker for disse variasjonene, men det er nærliggende å tro at de har sammenheng med variasjon i kjønnsmodning/gyting.



Figur 4 Leverstørrelse i prosent av rundvekt for 1016 torsk oppdrettet ved ulike lokaliteter langs norskekysten (fra Hordaland til Troms) (Mørkøre & Rørvik 2006).

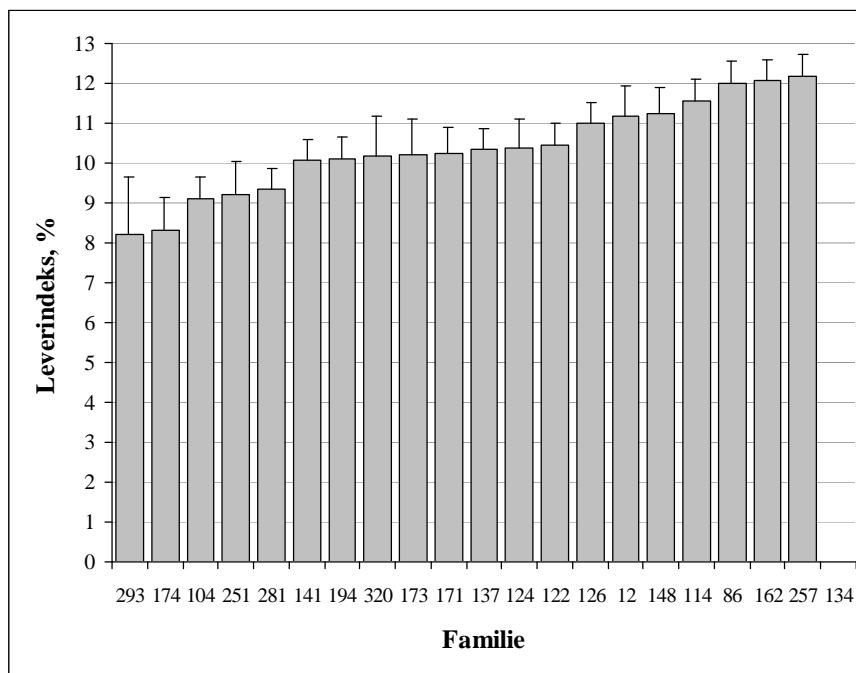


Figur 5 Variasjon i leverstørrelse i prosent av rundvekt av torsk oppdrettet ved GIFAS, Gildeskål. Resultatene stammer fra en gruppe torsk som ble fulgt over et år (omregnet og illustrert etter tabellverdier presentert av Solberg og Willumsen 2008).

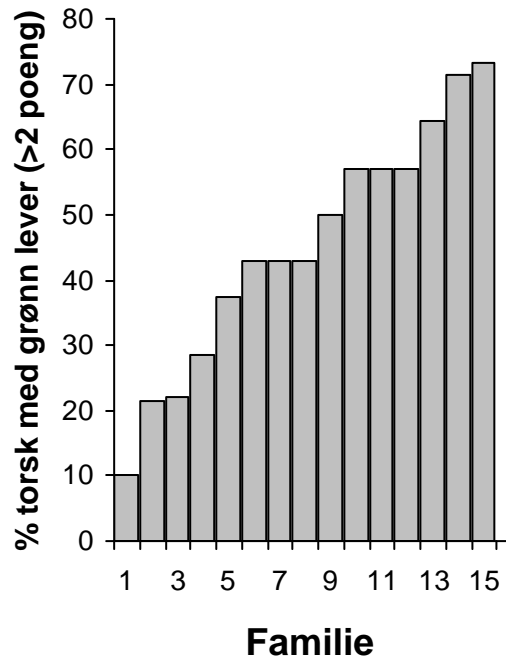
På et vitenskapelig møte i Firenze i høst, presenterte professor C. Solberg resultater fra en undersøkelse som bl.a. tok for seg variasjon i fettinnhold hos oppdrettstorsk gjennom gyting. Resultatene viste at fettinnholdet i leveren avtok betydelig i forbindelse med gyteperioden for begge kjønn, men at droppet i fettinnhold kom tidligere og varte kortere for hanfisk enn for hunfisk. For hanfisk viste fettinnholdet en reduksjon på 13%-enheter fra desember til februar (75⇒62%), men fettinnholdet var oppe på nesten 75% allerede i april. For hunfisk avtok fettinnholdet med 12%-enheter fra februar til april (73⇒61%). I juni måned var fettinnholdet i hunfisk fortsatt på 61%.

4 Variasjon mellom familier

Målinger utført av lever i den første generasjonen av torsk som ble produsert av SalmoBreed, viste at leverstørrelsen varierte betydelig mellom familier, fra 8% til 12% av rundvekten i gjennomsnitt (Figur 6). Undersøkelsen viste også at innslaget av grønnfarge varierte mellom familier. I enkelte familier hadde 10% av torskene innslag av grønnfarge (≥ 2 poeng, Figur 11) – i enkelte familier hadde 75% av torskene grønn misfarging av lever (Figur 7). Resultatene tyder dermed på at det mulig å optimalisere leverkvaliteten gjennom avlsarbeid.



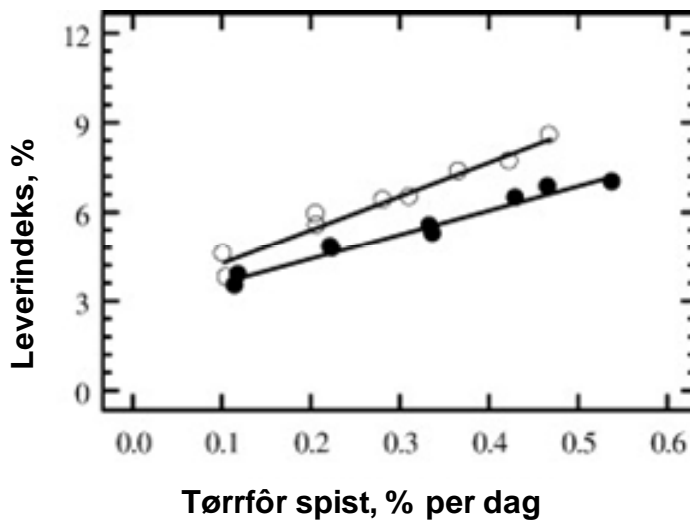
Figur 6 Variasjon mellom familier i leverstørrelse og innslag av grønnfarge. Familiematerialet stammer fra 1. generasjons avlstorsk fra SalmoBreed, og hver søyle representerer gjennomsnitt per familie \pm standardfeil (Mørkøre & Kolstad, upublisert).



Figur 7 Variasjon mellom familier i leverstørrelse og innslag av grønnfarge. Hver søyle representerer gjennomsnitt per familie (Mørkøre & Kolstad, upublisert).

5 Fôrsammensetning og fôring

Forsøk har vist at fôrsammensetning og fôringsregime påvirker leverstørrelsen og fettinnholdet i lever av oppdrettstorsk, men det er fortsatt mange ubesvarte spørsmål mht betydningen av fôrets sammensetning og utfôringsstrategi. Generelt vil leverstørrelsen øke når fettinnholdet i fôret øker. For eksempel fant Karlsen m.fl. (2006) en omvendt proporsjonal sammenheng mellom leverstørrelse og protein:fett forholdet i fôret (variasjon 10-28% fett; 36-66% protein; 4-19% stivelse). Sammenhengen mellom leverstørrelse og proteininnhold i fôret synes likevel ikke å være entydig. For eksempel har vi sett at fôrets beskaffenhet (teknologiske kvalitet, vanninnhold mm) og fôringsregime kan ha betydning. I en langtidsstudie, der torsk ble gitt innblanding av planteprotein (soyaprotein og hvetegluten) opp til 100%, ble det ikke registrert endringer i leversammensetning (fettinnhold 65-73%, glykogen 2-3%), men leveren var mindre hos torsk som fikk høyest innblanding av planteråstoff (Hansen m.fl. 2007)



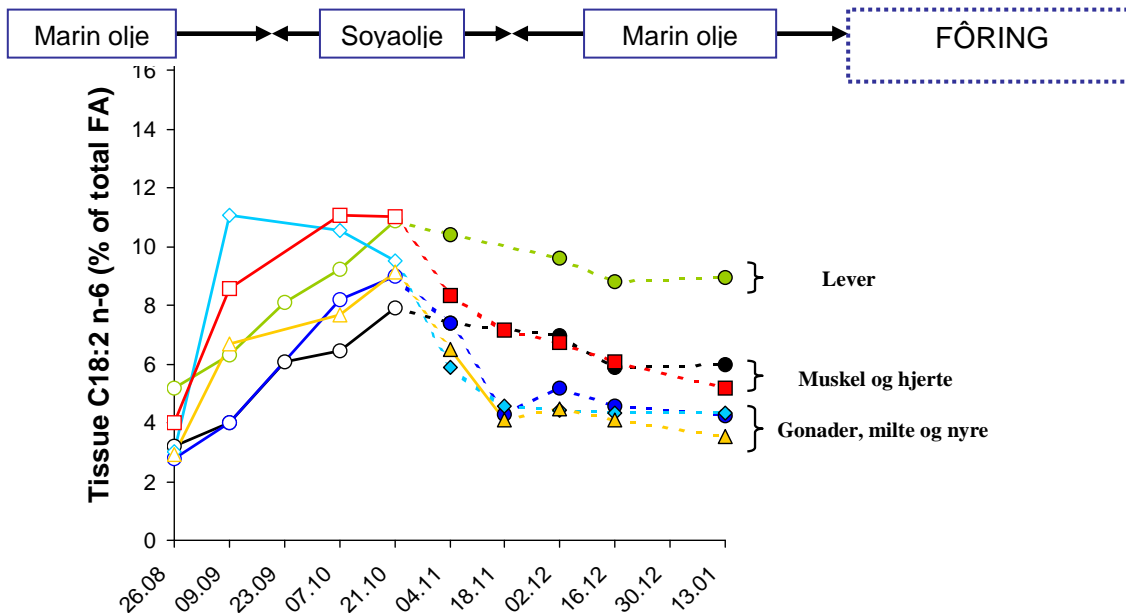
Fôrasjon påvirker størrelsen på lever av oppdrettstorsk

Figur 8 Leverindeks som funksjon av fôrinntak av torsk gitt to fôr med \circ lavt protein/høyt fett (54:31), eller \bullet høyt protein/lavt fett (65:16) (Hatlen m.fl. 2007).

Det er velkjent at fettsyresammensetningen i lever og andre lagringsvev i fisk gjenspeiler fettsyresammensetningen i fôret. Det vil si at fisk som får et høyt nivå av marine oljer i fôret generelt vil ha et høyt innhold av omega-3 fettsyrer og et lavt innhold av omega-6 fettsyrer. Fisk som får en innblanding av planteoljer i fôret vil på den andre side ha et høyere innhold av typiske plante-fettsyrer; eksempelvis C18:2 n-6, som det er særlig mye av i soyaoilje. Det er likevel viktig å være oppmerksom på at det finnes mange typer både marine oljer og planteoljer på markedet, og at både fettsyresammensetningen og kvaliteten av disse kan variere. En nylig publisert studie (Standal m.fl. 2008) viste at skotsk og norsk villtorsk hadde et omega-3 innhold på 32-33%. Tilsvarende innhold i oppdrettstorsk var 24-29%.

Nedenfor er det vist resultater fra et forsøk der oppdrettstorsk ble gitt fôr i to måneder der soyaoilje utgjorde all den tilsatte oljen i dietten. Etter de to månedene ble fisken gitt et fôr som kun var basert på marint råstoff. Resultatene viste at fôring med soyaoilje førte til en lineær økning av fettsyren 18:2 n-6 i leveren og andre organer. Det var imidlertid stor forskjell mellom ulike vev mht hastigheten for lagring av denne fettsyren. Det var også

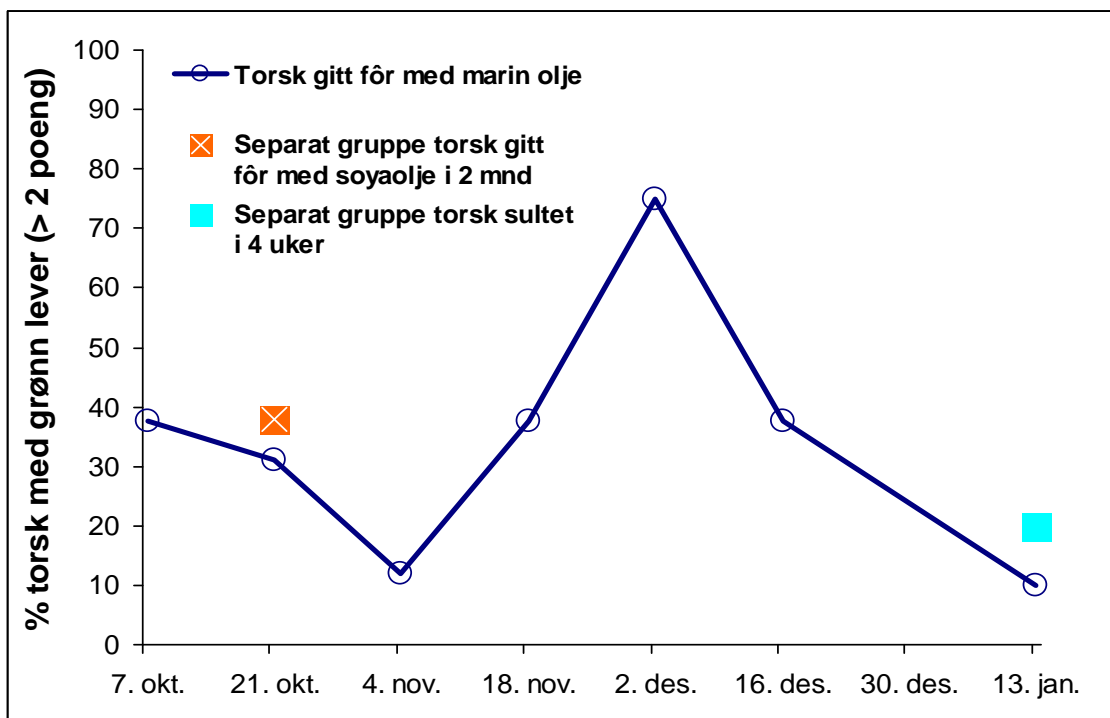
bemerkelsesverdig at fortyningen/utvaskingen av 18:2 n-6 var betydelig seinere i leveren sammenlignet med andre vev etter at en sluttet å fôre fisken med soyaolje.



Figur 9 Variasjon i fettsyren 18:2 n-6 i ulike organer i 2 kilos torsk gitt soyaolje i fôret i to måneder – deretter marin fiskeolje (stiplet linje) (Mørkøre m.fl.).

Det finns svært liten tilgjengelig informasjon om fôrsammensetningens betydning for leverfargen i oppdrettstorsk. I fôringsforsøket som er beskrevet ovenfor (Fig 9), fikk en fiskegruppe et standard ekstrudert fôr basert utelukkende på marint fôrråstoff. Videre var det en annen gruppe torsk som ble sultet i 4 uker (desember til januar). Registreringer av grønnfarge i forhold til en poengskala fra 0-4 (Fig. 11), viste at innslaget av grønnfarge varierte gjennom forsøksperioden, med en vesentlig økning i begynnelsen av desember. Laveste innslaget av grønnfarge ble registrert i begynnelsen av november og i januar (Fig. 10). Den observerte variasjonen i misfarging over året tyder på at innslaget av grønnfarge ikke er konstant og at grønne levre i levende torsk ikke er et kronisk fenomen.






Etter 8 uker var innslaget av grønnfarge noe høyere for torsk fôret med soyaolje sammenlignet med torsk som utelukkende fikk marint fôrråstoff. I nyere forsøk med andre typer planteoljer har vi sett enda tydeligere indikasjoner på at oljetype kan påvirke graden av misfarging av lever i oppdrettstorsk. Sulting i 4 uker ga noe høyere innslag av grønnfarge. Resultatene gir grunnlag til spekulasjon om hvorvidt ulike stresspåvirkninger (ernæringsmessige, hormonpåvirkninger/ gonadeoppbygging eller andre) kan bidra til økt innslag av grønnfarge i lever av oppdrettstorsk.



Figur 10 Innslag av grønnfarge i lever av oppdrettstorsk som ble fôret med et kommersielt ekstrudert tørrfôr basert utelukkende på marint råstoff (heltrukken linje). Figuren viser også innslag av grønnfarge i en gruppe torsk fôret med soyaolje i 8 uker og i en annen gruppe torsk som var sultet i 4 uker.

6 Grønnfarge

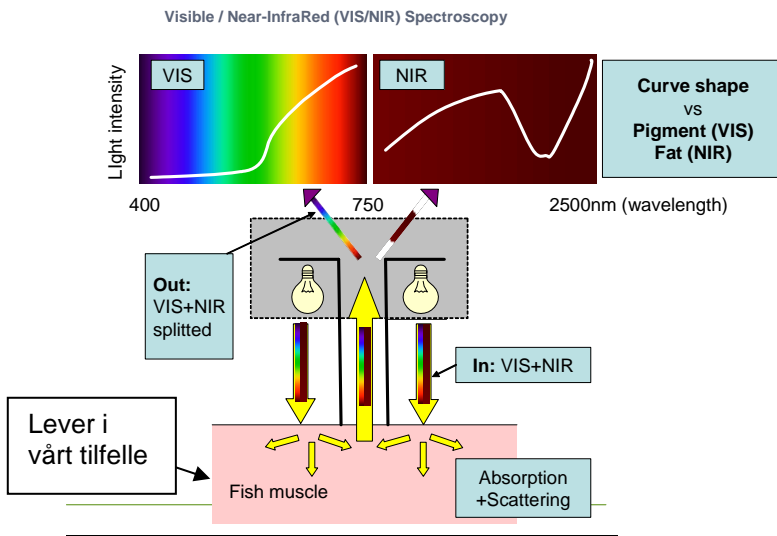
Fargen på lever av oppdrettslaks er gjerne lysere enn lever av villtorsk. Den lyse fargen er ønskelig og gir leveren et attraktivt utseende. Videre er det positivt at leveren av oppdrettstorsk ikke har parasitter, slik en kan se hos villtorsk. Det skjer imidlertid at torskeleveren er misfarget, med større eller mindre grønne områder. Misfargingen kan være et knapt synlig grønskjær eller fremkomme som større eller mindre flekker på overflaten eller dypere i vevet. I ekstreme tilfeller er hele leveren mørkegrønn. Det finnes ingen standardmetode for måling av leverfarge, men det foreligger et enkelt fargekort som har vært benyttet i forskning og av industri (Fig. 4). Dette fargekortet kan være et nyttig verktøy, men det kunne med fordel vært oppdatert/forbedret.

<p style="text-align: center;">FARGEKORT TIL BEDØMMING AV LEVERFARGE HOS TORSK</p>	<p style="text-align: center;">0 poeng lys rosa lever/ingen misfarging</p> 
<p style="text-align: center;">1 poeng antydning til misfarging/ grønskjær</p> 	<p style="text-align: center;">2 poeng noen grønne områder</p> 
<p style="text-align: center;">3 poeng tydelig misfarging</p> 	<p style="text-align: center;">4 poeng ekstrem misfarging (gjennom grønn)</p> 

Figur 11 Et enkelt fargekort til bedømming av misfarging av lever hos torsk (Mørkøre).

I forprosjektet gjorde vi en enkel test der vi undersøkte om det er mulig å måle leverfargen og sammensetningen ved hjelp av et VIS/NIR instrument (Figur 12). Et slikt instrument har vist seg å kunne måle sammensetning og filetfarge på laks – også gjennom skinnen. Resultatene

fra denne innledende studien viste at VIS/NIR metoden kan ha et potensial i arbeidet med å optimalisere leverkvaliteten hos oppdrettstorsk. Vi fikk gode signaler på fettinnhold og resultatene tydet også på at det kan være en viss mulighet for å måle fargen på leveren gjennom skinnet. Målemetoden kan derfor ha et potensial både som forskningsverktøy og i kommersiell sammenheng. Måling av leverfargen gjennom skinnet på torsk, vil gi mulighet til å følge fargen på torsk leveren i samme fisk over tid, og derved gi kunnskap om hvorvidt misfarging av lever er en kronisk tilstand eller om grønnfargen kan oppstå i perioder for så å forsvinne igjen. Slik kunnskap vil være nyttig og bidra til økt forståelse av faktorer som har betydning for denne kvalitetsforringelsen.



Figur 12 Viser prinsippet ved VIS/NIR måling (Folkestad m.fl. 2008.)

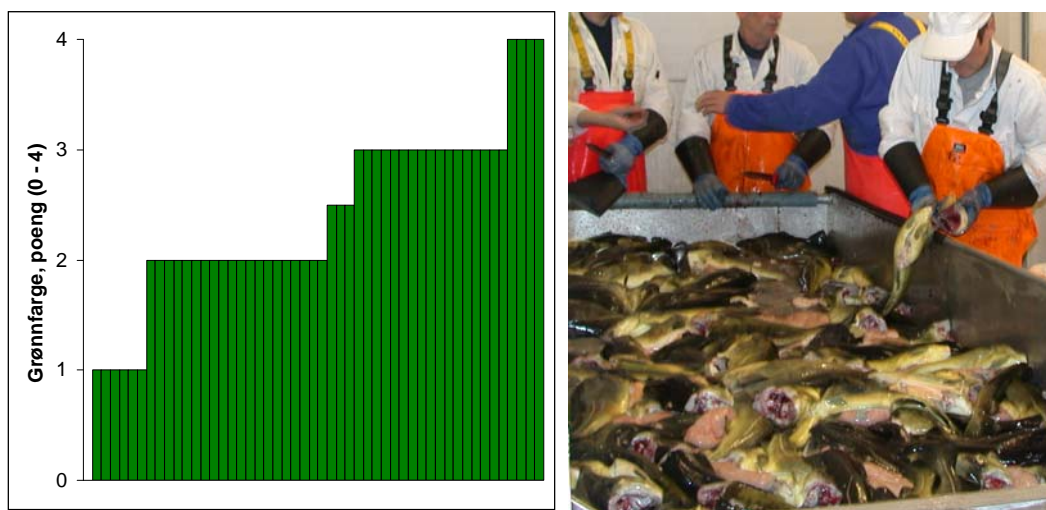
Innslag av grønnfarge observeres fra tid til annen i villtorsk, om enn i betydelig mindre omfang enn hos oppdrettstorsk. Heller ikke hos villtorsk kjenner man årsakene til grønnfargen. I et fôringsforsøk som ble gjennomført for noen år siden med innfanget torsk som hadde beitet på lodde (umoden "Finnmarkstorsk"), så vi at ca. hver femte torsk hadde innslag av grønnfarge etter tre måneders oppfôring på våtfôr. Bildene som er vist i Figur 13 er fra dette forsøket som ble gjennomført i Vesterålen. Vi vet ikke om problemet med grønnfarge var tilstede da torsken ble innfanget. Det er likevel grunn til å anta at problemet oppstod etter at fisken var satt i merd og at problemet med grønnfarge kan oppstå relativt raskt, og at det kan være knyttet til fôret/fôring. I samme forsøket hadde vi også en gruppe med innfanget skrei. Denne gruppen spiste dårlig i motsetning til "loddetorsken" som spiste det formulerte fôret etter en relativt kort tilvenningsperiode. Skreien hadde en svært liten og mørk lever, uten antydning til misfarging. Figur 2 (tv.) viser lever fra skrei i dette forsøket.



Figur 13 Lever av innfangent torsk som hadde beitet på lodde. Bildene er tatt etter at torsken hadde fått våtfôr i ca. tre måneder (juli 2003). De små bildene til høyre viser lever med innslag av grønnfarge.

6.1 Registreringer i prosjektet

I prosjektet ble det foretatt registreringer av grønnfarge i oppdrettstorsk ved et slakteri i Trøndelag. Bildene og figurene nedenfor illustrerer noen observasjoner fra bedriftsbesøket.



Figur 14 Figuren til venstre viser variasjon i innsalg av grønnfarge for 50 tilfeldige torsk som ble vurdert – hver søyle i figuren viser poeng for grønnfarge for en fisk. Det var ikke forskjell i grønnfarge mellom hun- og hanfisk. Bildet viser manuell sløyting av torsk.



Figur 15 Prøvetaking av torskelever med gradert innslag av grønnfarge. Prøvematerialet ble tatt hånd om og forsvarlig lagret for evt videre analyser.

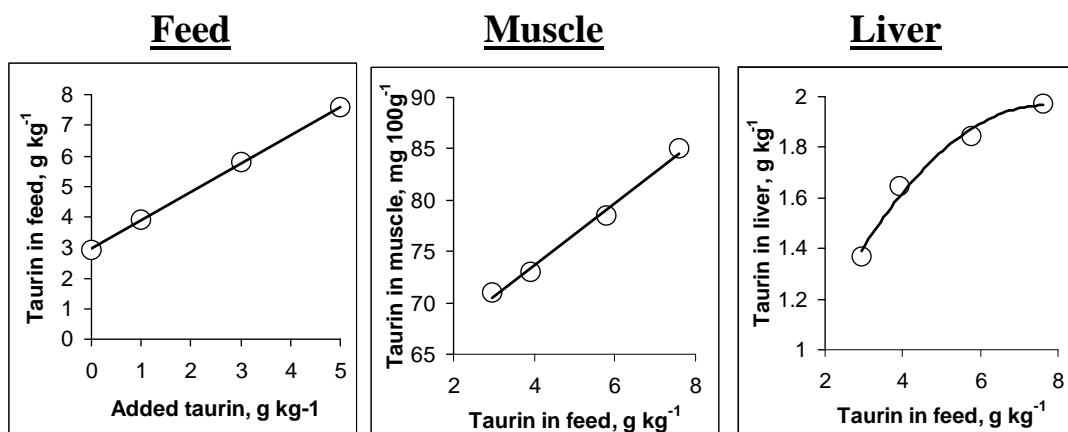
7 Galle

Galle produseres i leveren og lagres i galleblæren. Ved lengre tids lagring blir gallen mer konsentrert. Gallen tilfører tarminnholdet bikarbonat, gallesyrer, fosfolipider og apolipoproteiner som er viktige fordøyelseskomponenter. Gallesyrene cholat og chenodeoksicholat utgjør hovedmengden av gallesyrene hos fisk. En større andel av gallesyrene er konjugert med taurin som hos karnivore pattedyr. Gallen er også bærer av avfallsstoffer som for eksempel bilirubin, et nedbrytningsprodukt fra blod (porfyrinringen i hemoglobin). Det er slike forbindelser som gir gallen farge. Galleblæren tømmes etter behov på signaler om at fôr er på vei inn i tarmen. Etter lengre tids faste blir galleblæren fullere og fargen mørkere. Dette betyr at både fôringsregime og sulteperiode før slakting har betydning for galleproduksjonen. Gallesyrer reabsorberes hovedsakelig i de bakre deler av midttarmen og i baktarmen, og resirkuleres til leveren. Årsaken til misfarging av lever hos oppdrettstorsk er ikke dokumentert, men det er sannsynlig at grønnfargen skyldes opphopning av gallepigmenter.

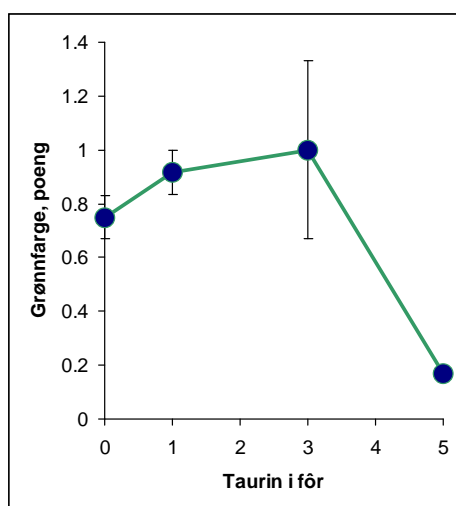
7.1 Taurin og bilirubin/biliverdin

Taurin er en svovelholdig aminosyre som har flere viktige fysiologiske funksjoner, f.eks. osmoregulering, membranstabilisering, regulering av fettomsetning, mineralbalansen og utskillelse av galle. Taurin er en hovedbestanddel i galle. Fisk er i stand til å syntetisere taurin, men kapasiteten varierer betydelig mellom fiskeslag. Det finns relativt høye nivåer av taurin i fiskemel og animalske biprodukter, mens innholdet er minimalt i mel basert på planteråstoff. Høy innblanding av planteråstoff i fiskefôr kan føre til mangel på taurin for fiskeslag som selv har lav kapasitet til å syntetisere taurin. Det er vist at tilsetning av taurin i plantebasert fôr til regnbueørret førte til økt tilvekst. Videre er det observert økt innslag av grønnfarge i lever hos "yellowtail" og "red sea bream" som ble fôret med høyt innhold av planteråstoff.

Forsøk har vist at innholdet av det grønne gallepigmentet biliverdin var høyere i "sea bream" som fikk en planteproteinbasert diett sammenlignet med en fiskemelsbasert diett, og sammensetningen av gallestoffer var også forskjellig. Forfatterne mente at taurin-mangel var en hovedårsak til høyere innslag av grønnfarge i "sea-bream" som fikk fôret som i hovedsak var basert på planteråstoff. Tilsvarende resultater er beskrevet for "yellowtail". Tilsetning av taurin i fôret har vist seg å forebygge grønn misfarging av lever i fisk fôret med dietter basert på planteprotein. Også for oppdrettstorsk er det resultater som tyder på at taurin tilsetning i fôret kan redusere grønn misfarging av lever (Figur 16-17).



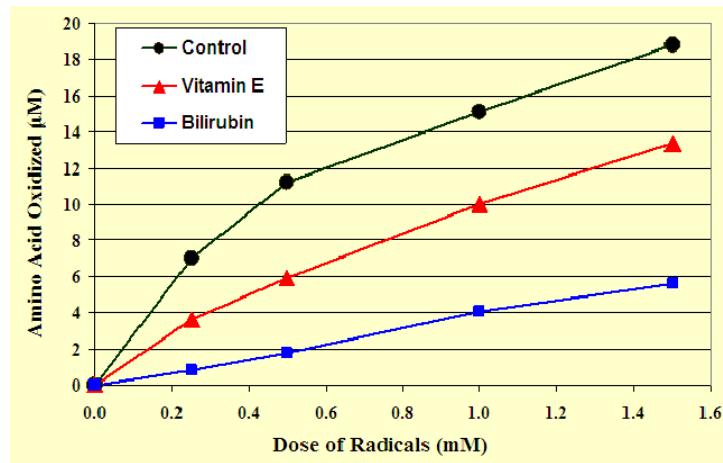
Figur 16 Oppdrettstorsk gitt fôr innblandet taurin. Figurene viser hhv taurin målt i ferdig produsert fôr i forhold til taurin tilsatt i fôrblendingen, og taurin i muskel og lever i forhold til tilsetning i fôret (Mørkøre, Rosenlund, Rørvik. Upubliserte data).



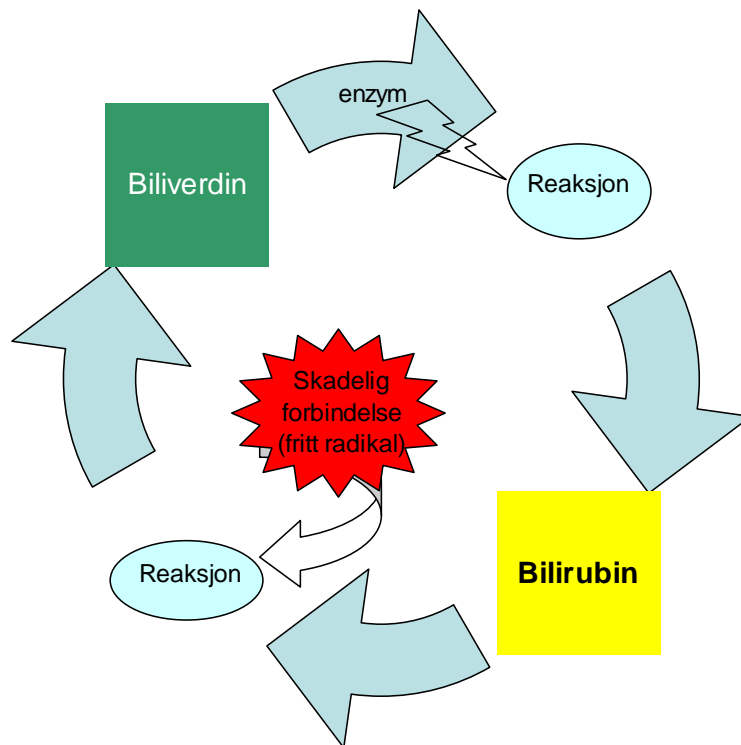
Figur 17 Grønn misfarging av lever hos oppdrettstorsk gitt ekstrudert tørrfôr med ulike nivåer av taurin (0 til 5g g/kg).

Galle i fleste benfisk inneholder høye nivåer av biliverdin og bilirubin.

En annen årsak til innslag av grønnfarge i lever av oppdrettstorsk kan være et høyt fettnivå, ubalansert fôrsammensetning eller andre tilstander som fører til oksidativt stress, for eksempel kroniske sykdomstilstander. Ved slike tilstander er det svært sannsynlig at det vil være et forhøyet nivå av gallepigmenter for å beskytte leveren mot skadevirkninger. Figur 19 viser en forenklet beskyttelses-syklus der samspillet mellom biliverdin og bilirubin er illustrert. Sammenheng mellom oksidativt stress og økt produksjon av biliverdin er vist i studier med rotte – ikke i fisk.



Figur 18 Bilirubin har vist seg å være en enda bedre antioksidant enn Vitamin E.



Figur 19 Beskyttelses-syklus. Biliverdin er en uskadelig grønn forbindelse som reagerer med et enzym for å danne bilirubin (gul)t. Når bilirubin reagerer med en skadelig forbindelse (såkalt fritt radikal), vil det bli "gjendannet" til biliverdin.

Oksidativt stress årsak til grønnfarge?



- Årsaker til grønnfarge i torsk lever er ikke dokumentert, men vi antar at grønnfargen har sammenheng med opphopning av biliverdin
- Høyt fettinnhold i lever kan medføre oksidativt stress (?)
- For å beskytte leveren mot skadelig oksidasjon øker produksjonen av biliverdin (med grønnfarge)
- Biliverdin er en effektiv antioksidant som beskytter leveren mot skadevirkninger (vist i rotte)

•Fra dyeriket er det kjent at grønnfargen har en beskyttende effekt – kommer fra pigmentstoffet biliverdin som er en kraftig antioksidant.

•Er det også slik hos torsk – at det produseres grønne pigmenter for å beskytte leveren når den utsettes for ugunstige påvirkninger?

8 Lever som konsumprodukt

Bedre utnyttelse av restråstoff fra torsk vil bidra til at oppdrettsindustrien får bedre økonomiske vilkår, og samtidig også bidra til forsyningen av konsumprodukter til en voksende verdensbefolkning med en stigende etterspørsel etter sjømat. Konsumet av fisk har økt med nesten 70% siden 60-tallet, til rundt 16 kg fisk per innbygger per år. I følge FAO vil en forventet verdensbefolkning på 8,27 mrd. i 2030 ha et forventet konsum i intervallet: 157-174 mill. tonn. En slik befolkningsvekst sammenfallende med økt konsum av sjømat per verdensborger, fordrer at en større andel av fisken utnyttes til humant konsum.

Det er spesielt viktig at torskelever som pakkes for ferskfiskmarkedet har høy kvalitet. Godt restråstoff gir de beste biproduktene!

God lagringsstabilitet, attraktivt utseende og egnethet for prosessering er viktige kvalitetsegenskaper for torskelever. Ettersom leveren av oppdrettstorsk har et så høyt fettinnhold er det spesielt viktig å forsinke harskningsprosessene. Viktige tiltak er ubrutt kjølekjede og god hygiene. Undersøkelser har vist at lever av oppdrettstorsk har 1-2 dager kortere holdbarhet enn lever av villtorsk, og holdbarhetsstudier utført ved Romsdal Processing viste at fersk lever var egnet for konsum opp til 7 dager, mens frossen lever hadde en holdbarhet på 4 dager etter tining. Med prosessoptimalisering bør det være mulig å forlenge holdbarheten på leveren av oppdrettstorsk.

I dag blir leveren hovedsaklig tatt manuelt fra innmaten av oppdrettstorsk. Dette er arbeidskrevende, spesielt for lever til humant konsum. Ved en oppskalering og en ytterligere kommersialisering og økt utnyttelse av torskeleveren vil automatisering være nødvendig. Det er ønskelig å videreutvikle kostnadseffektivt utstyr som kan sortere innmaten av oppdrettstorsk på en skånsom måte. Eksisterende utstyr kan til dels benyttes, men en viss grad av tilpassing vil være nødvendig – spesielt ettersom leveren av oppdrettstorsk har en løsere struktur sammenlignet med villtorsk. Den løse strukturen gjør at leveren lett sprekker og blir "ødelagt" ved handling. Oppdrettsselskap, slakterier og teknologibedrifter har kommet på banen, og det pågår nå prosjekter som har fokus på effektiv og bærekraftig utnyttelse av restråstoff fra oppdrettstorsk.

Volumet av lever fra oppdrettstorsk er ennå relativt lavt. Derfor blir innfrysing rutinemessig brukt hos flere bedrifter. Innfrysing av lever skjer gjerne i store enheter (kar/kasser) som har en langsom innfrysing, opp til flere dager, for å oppnå en kjernetemperatur på -20 grader. Sein innfrysing fører til betydelige vevsødeleggelser, fettavrenning og redusert holdbarhetstid. Det gjenstår en del arbeid med å kartlegge optimal temperatur for innfrysing, lagring og tining.

Det benyttes noe lever fra oppdrettstorsk til hermetisering. Leveren hermetiseres i Norge og i utlandet (f.eks. Latvia og Polen). Ved hermetisering av lever fra oppdrettstorsk benytter King Oscar forvarming for å fjerne noe olje før hermetisering, og for å øke andel fast masse i sluttproduktet. Sammenlignet med villtorsk er andelen fast masse ved hermetisering av lever fra oppdrettstorsk 50%, mens den er 70% for villtorsk. Hermetisert lever selges i Øst-Europa, Baltikum, Frankrike, Tyskland, Spania mfl. Asia er også et interessant marked. For eksempel er det nærliggende å anta at Japan med 130 millioner fiskespisere og med preferanse for ferske produkter, vil ha et bra potensial.

En innledende spørreunde mht interessen for lever av oppdrettstorsk til humant konsum i det europeiske markedet, bl.a. blant markedsaktører på SIAL matmessen Paris i oktober i år, viste positiv interessen for dette produktet. Røkt torskelever ble nevnt som et interessant produkt Nord-Europa. Tilbakemeldingen var at det mest sannsynlig ville være hensiktsmessig å gå inn i eksisterende markedet for lever. Produksjon av spesialprodukter

med merkevarebygging rundt lever av oppdrettstorsk ble likevel ikke utelukket som et alternativ. Dersom en velger en slik strategi, vil det være spesielt viktig å ha en tett dialog med sentrale aktører i markedet, inkludert Innovasjon Norge og Eksportutvalget for fisk, EFF.

Norges Råfisklag merket i 2007 en stor interesse for lever fra hermetikkindustrien og trandamperiene. Interessen for fryst lever tok seg opp mot slutten av året. Råfisklaget har utarbeidet en veiledning for sortering av torskelever til blokkfrysing og ferskpakking. Med en bedre kvalitet er det mulig å oppnå høyere priser.

Tabell 6o: Kvantums- og prisutvikling for torskelever 1998-2007 (tonn og kroner)

Kvantum og pris	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Kvantum torskelever totalt	6.487	3.776	3.579	4.597	6.255	5.328	3.592	4.454	5.600	6.063
Gjennomsnittspris pr. kg	2,92	2,96	2,81	3,47	2,81	2,08	1,69	3,52	4,30	4,68
Minstepris pr. kg (vinter)	2,75	2,75	2,50	2,50	2,50	2,00	1,00	3,00	4,00	4,50
Kvantum torskelever på auksjon				250	331	221	110	218	161	250
Gjennomsnittspris pr. kg på auksjon				8,25	4,27	3,89	9,11	10,04	7,41	9,68

Kilde: Norges Råfisklag.

Utvalgte produkter, hermetisert lever

“Our Cod Liver is canned and exported from Norway and has a spicy aroma and subtle taste. This product is very popular in Russia as an ingredient of cod liver salad. And for the Cod Liver novices out there - Did you know that Cod Liver does not taste or smell anything like cod liver oil? This is because, during the processing and before canning, the cod liver oil is extracted and the pure liver is packed in vegetable oil and salts to give it that delicious and unique taste.”

“Long considered a delicacy in Northern Europe, cod liver is an essential source of Omega 3. While cod liver is full of health benefits it is also a versatile, gourmet appetizer. This Norwegian cod liver is prepared with bay leaves and black pepper and packed in its own oil.”

Smoked Cod Liver / Foie de Morue Fumé



Smoked cod liver, or *foie de morue fumé*, is very popular in France and can be found in every grocery store. Also known as the foie gras of the poor, cod liver is usually served on bread or toast

Officer • Smoked cod liver • 121g (4.26 oz) • \$2.90

STREET MARKET Discover Products From Around the World we deliver worldwide

Home | On-Line Market | World Music Store | Chef's Corner | Events | News | About Us | Contact Us
 Beauty Aids | Educational Toys | Food | World Gifts | Harvey Brooks Music Shop | Housewares

Items In Cart: 0 Total: \$0
[view cart](#) | [my account](#) | [checkout](#)
 Returning customers:
[LOGIN](#) for more services.

Can't find the item you're looking for? Ask Us + advanced search

On-Line Market > Food > Canned Fish > Roland Smoked Cod Liver

Roland Smoked Cod Liver



Net Wt. 2.25 oz. American Roland Food corp. Product of Denmark. Ingredients: Cod Liver, salt

\$4.99

Item # 702641

Items In Cart: 0 Total: \$0
[view cart](#) | [my account](#) | [checkout](#)
 Returning customers:
[LOGIN](#) for more services.

Can't find the item you're looking for? Ask Us + advanced search

On-Line Market > Food > Canned Fish > Cod Liver, Skansen

Cod Liver, Skansen




Net wt. 4oz. Packed in its own oil. Ingredients: Cod Liver, cod liver oil, salt

\$2.29

Item # 702642

Product



Canned Cod Liver
 [Canned Cod Liver] [Lithuania]
 Posted Date: October 19, 2004

[View more pictures](#)


Net Weight: 8,8 oz. 250g
 Ingredients: Cod Liver, Salt, Black Pepper, Allspice, Laurel Leaves.
 Keep in temperature from 32°F to 77°F
 Nutritional Value per 4 oz.:100g: Albumen 4g, Fat 66g
 Energy Value: 613 kcal
 Best

Order Information

Location: Lithuania
 Minimum Order: 0
 Price for Minimum Order: 0
 (This price is only for minimum order, for large quantities, please contact)

Home > > Canned Seafood > Cod Liver in Own Oil

[back to Product Listing](#)



Cod Liver in Own Oil

Product Code: 1391
 Net Weight: 190 grams.

Long considered a delicacy in Northern Europe, cod liver is an essential source of Omega 3. While cod liver is full of health benefits it is also a versatile, gourmet appetizer. This Norwegian cod liver is prepared with bay leaves and black pepper and packed in its own oil.

\$5.49

OTHER CANNED SEAFOOD

Cart: 0 item(s)
[My Order History](#)

FEATURED PRODUCTS



Spanish Organic Arbequina Olives
\$4.99



Hiwa Kai Hawaiian Black Lava Salt
\$17.49

9 Kunnskapsbehov og relevante tiltak

For å være i stand til utnytte potensialet som leveren fra oppdrettstorsk har som et høykvalitetsprodukt, er det nødvendig å tilegne seg kunnskaper som bidrar til en jevn og forutsigbar produksjon av lever som er velegnet til prosessering og som tilfredsstillende krav til kvalitet i krevende og godt betalende markeder.

6. Grønn misfarging er en viktig årsak til nedklassifisering av lever fra oppdrettstorsk. Årsaken(e) til misfargingen må kartlegges og i størst mulig grad elimineres. Herunder vil det være viktig å fremskaffe grunnleggende kunnskap om
 - a. Kjemisk sammensetning, morfologi og helse relaterte faktorer som kan knyttes til misfargingen
7. Det er relevant å undersøke betydningen av fôrsammensetning og fôringsregime for leverkvaliteten. Parametere som bør studeres:
 - a. Kjemisk sammensetning
 - b. Lever morfologi
 - c. Egnethet for prosessering (bindevev og tekstur/struktur)
 - d. Utseende/misfarging
8. Leveren fra oppdrettstorsk kan prosesseres umiddelbart etter slakting under kontrollerte betingelser, hvilket gir mulighet for å oppnå en god ferskkvalitet
 - a. Praktiske forhold for å få til en umiddelbar automatisert prosessering av lever til human konsum bør avdekkes.
 - b. Prosesser for handtering, videreforedling og lagringsbetingelser bør optimaliseres
9. Gjennomføre en markedskartlegging for å avdekke potensialet og definere relevante produkter av lever med et spesielt stor potensial
 - a. Oppnå bedre grunnlag for å "skreddersy" lever av oppdrettstorsk i forhold til preferanser i godt betalende markeder.
10. Relatere lever kvalitet til industrielle produksjonsdata fra bedriftene i partnerskapet. Dataene bearbeides statistisk ved multivariat analyse.

10 Utvalgte kilder

- Bekkevold, S., Olafsen, T., 2007. Marine biprodukter: Råvarer med mulighet. Rubin. 143 s.
- Breivik, H., Galloway, T., Bø, S., 2006. Kan vi bruke lever fra oppdrettstorsk til tranproduksjon. Poster, "Sats på torsk", Tromsø 15.-16.02.06..
- Chowdhury, J.R., Chowdhury, N. R., Wolkoff, A.W., Arias, I.M. Heme and bile pigment metabolism, in *The Liver: Biology and Pathobiology*. Third edition, I.M. Arias, J.L. Boyer, N. Fausto, W.B. Jacoby, D.A. Schachter and D.A. Shafritz (eds.). Raven Press, Ltd., New York 1994.
- Gaylord, G.T., Teague, A.M., Barrows, F.T. 2006. Taurine supplementation of all-plant protein diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. World Aquac. Soc.* 37, 509-517.
- Goto, T., Takagi, S., Ichiki, T., Sakai, T., Endo, M., Yoshida, T., Ukawa, M., Murata, H. 2001b. Studies on the green liver in cultured red sea bream fed low level and non-fish meal diets. Relationship between hepatic taurine and and biliverdin levels. *Fish. Sci.* 67, 58-63.
- Hatlen, B., Helland, S.J., Grisdale-Helland, B., 2007. Energy and nitrogen partitioning in 250 g Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) given graded levels of feed with different protein and lipid content. *Aquaculture* 270, 167-177.
- Lunger, A.N., McLean, E., Gaylord, T.G., Kuhn, D., Craig, S.R. 2007. Taurine supplementation to alternative dietary proteins used in fish meal replacement enhances growth of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture* 271, 401-410.
- Hansen, A.C., Rosenlund, G. Karlsen, Ø., Koppe, W., Hemre, G-I., 2007. Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) I — Effects on growth and protein retention. *Aquaculture* 272, 599-611.
- Aas, G.H., Kjerstad, M., 2008. Status for utnyttelse av restråvarer fra oppdrettstorsk. Rubin rapport.
- Karalazos, V., Treasurer J., Cutts C.J., Alderson, R., Galloway, T.F., Albrektsen, S., Arnason, J., MacDonald, N., Pike, I., Bell, G., 2007. Effects of fish meal replacement with full-fat soy meal on growth and tissue fatty acid composition in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *J. Agric. Food Chem.* 55, 5788-5795.
- Mørkøre, T., Netteberg, C, Johnsson, L., Pickova, J., 2007. Impact of dietary oil source on product quality of farmed Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture* 267, 236-247.
- Standal, I.B., Prael, A., McEvoy, L., Axelson, D.E., Aursand, M., 2008. Discrimination of cod liver oil according to wild/farmed and geographical origins by GC and ¹³C NMR. *J. Am. Chem. Soc.* 85, 105-112.
- Solberg, C., Willumsen, L., 2008. *Aquaculture Research*.
- Tagaki, S., Murata, H., Goto, T., Hayashi, M., Hatate, H., Endo, M., Yamashita, H., Ukawa, M. 2006b. Hemolytic suppression roles of taurine in yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed non-fishmeal diet based on soybean protein. *Fish. Sci.* 72, 546-555.

- Tagaki, S., Murata, H., Goto, T., Ichiki, T., Endo, M., Hatate, H., Yoshida, T., Sakai, T., Yamashita, H., Ukawa, M. 2006b. Efficacy of taurine supplementation for preventing green liver syndrome and improving growth performance in yearling red sea bream *Pagrus major* fed low-fishmeal diet. *Fisher. Sci.* 72, 1191-1199.
- Watanabe, T., Aoki, H., Shimamoto, K., Hadzuma, M., Maita, M., Yamagata, Y., Kiron, V., Saatho, S. 1998. A trial to culture yellowtail with non-fishmeal diets. *Fish. Sci.* 64, 505-512.

