

Rapport nr. 163

# Status for utnyttelse av restråstoff fra torskeoppdrett

**RAPPORTTITTEL****STATUS FOR UTNYTTELSE AV RESTRÅSTOFF FRA  
TORSKEOPPDRETT**

RAPPORTNUMMER	163	PROSJEKTNUMMER	4511
UTGIVER	RUBIN	DATO	Sept. 2008

**UTFØRENDE INSTITUSJONER****Møreforskning Ålesund**

P.b. 5075

6021 Ålesund

Kontaktpersoner: Grete Hansen Aas ([grete@mfaa.no](mailto:grete@mfaa.no)),  
Margareth Kjerstad ([margareth@mfaa.no](mailto:margareth@mfaa.no))

**SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER**

Torskeoppdrettsnæringen vokser raskt, noe som betyr at også mengden biråstoff (eller restråstoff) fra denne næringen øker. For å få økonomi innenfor torskeoppdrett er det en forutsetning at det kan skapes verdier av biråstoffet. Forholdene rundt biråstoff fra oppdrett er på mange måter likt med villfisknæringen, men samtidig er det forskjeller når det gjelder slakteprosessen og sammensetning av biråstoffet. Det er utarbeidet en status for utvikling innenfor torskeoppdrett med fokus på utnyttelse av biråstoff.

Hvordan utvikler næringen seg, hvordan ser de ulike biråstoffraksjonene og ut på hvilken måte skiller disse seg fra villfisknæringen, hvordan utnyttes biråstoffet, hvilke FoU-oppgaver er gjennomført og hva er resultatene, hvordan er forholdene rundt slaktingen og prosessering av biråstoffraksjonene og hvordan ser markedet ut. Rapporten gir en beskrivelse av dette, samtidig som det pekes på sentrale FoU-utfordringer videre.

Oppdrettstorsk har lite av gyteprodukter som rogn og melke, da en vil prøve å slakte ut fisken før kjønnsmodning. Derimot er det mer lever enn hos villtorsk, og leveren inneholder mer fett. Videre er den lysere, har minimalt med kveis, men kan være noe misfarget. Mesteparten av leveren går i dag til konsum. Oljeproduksjon er imidlertid en mulighet. Hodene hos oppdrettstorsk er mindre enn hos villtorsk. Dette kan være en fordel ved tørking av hele hoder, men et minus ved maskinell produksjon av hodeprodukter. Dagens utnyttelse av hoder er i stor grad til dyrefôr slik at det er store uutnyttede muligheter.

Det er skissert prioriterte oppgaver fremover som bl.a. går på bedre kvalitet og optimalisering av produksjons-, prosess- og logistikk-løsninger for lever og produktutvikling og maskinell bearbeiding av hoder.



**MØREFORSKING**

**Ålesund**

Møreforskning Ålesund

Pb 5075

N-6021 Ålesund

Tel: +47 70 11 16 00

Fax: +47 70 11 16 01

# RAPPORT

<b>Tittel: Status for utnyttelse av restråvarer fra oppdrettstorsk</b>	<b>Rapportnummer:</b> Å0802
<b>Samarbeidspartner (navn og adresse):</b> RUBIN Norsk sjømatsenter	<b>Sider:</b> 57 <b>Dato:</b> 25 august 2008
<b>Oppdragsgivers ref:</b> Sigrun Bekkevold	
<b>Forfatter:</b> Grete Hansen Aas og Margareth Kjerstad	<b>Underskrift:</b> <i>Grete Hansen Aas</i>
<b>Godkjent av:</b> Ingebrigt Bjørkevoll	<b>Underskrift:</b> <i>Ingebrigt Bjørkevoll</i>
<b>Sammendrag:</b> Torskeoppdrettsnæringa vokser raskt. Dermed endrer betingelsene og utfordringene for næringa seg. Denne rapporten er en gjennomgang av status for torskeoppdrett med fokus på utnyttelse av restråstoff. Den delen av fisken som ikke går til filet, betegnes som restråstoff. I dag går det meste av dette til dyrefôr, men det finnes også anvendelser av restråstoff fra oppdrettstorsk både til konsum og ingrediensmarkedet.  Lever fra oppdrettstorsk avviker fra lever fra villfisk, og anvendes både til konsum, som fersk og hermetisert, og til oljeproduksjon. Det er lite råoljeproduksjon fra lever fra oppdrettstorsk i dag. Torskehodene blir i stor grad malt opp og ensilert til dyrefôr, men det er fem produktvarianter som markedet etterspør: kløyvde torskehoder, torskekinn, medaljonger, tunger og tørka hele hoder. Liten størrelser på oppdrettshodene er utfordring for maskinell produksjon. I dag er det lite anvendelse av innvoller til humant bruk, men prøveproduksjoner av mager, svømmeblærer samt utnyttelse av enzymer fra magesekk prøves ut.  De siste 20 årene er det gjennomført en rekke utviklingsprosjektet for utnyttelse av restråvarer for villfanga torsk. Restråvarer fra oppdrettstorsk skiller seg fra villtorsken på mange felt. Foreløpig er det utført lite FoU prosjekter for utnyttelse av restråstoff i oppdrettstorsk. Med et sterkt økende volum vil det bli store mengder restråvarer fra denne sektoren i årene som kommer. Det er derfor økt behov for FoU-prosjekt innenfor dette området.	
<b>Stikkord: Oppdrettstorsk – restråvarer, hode, lever, mage, svømmeblære, innvoller, skinn, marked</b>	
<b>Tilgjengelighet:</b> Åpen	

## Forord

Rapporten ”Status for utnyttelse av restråvarer fra oppdrettstorsk” er finansiert av Stiftelsen Rubin. I arbeidet er det også benyttet midler fra prosjektet ”Totalutnyttelse av oppdrettsfisk” som er finansiert av Møre og Romsdal fylke. Møreforskning har også lagt ned egeninnsats i arbeidet. Rapporten baserer seg på publiserte resultater og egne erfaringer, samt informasjon fra ulike næringsaktører.

Det har vært et godt samarbeid med Norsk Sjømatsenter, ved Jørgen Borthen, under utarbeidelsen av rapporten. Takk for god hjelp og gode innspill! Sigrun Bekkevoll har bidradd med innspill underveis. Ikke minst har mange personer i næringen stilt sine erfaringer og kontakter til disposisjon. En spesiell takk til Elisabeth Myklebust, Harald Breivik, Eivind Sætre, Roald Knutsen, Stian Reinholdsén, Liv Veslemøy Berg, Leif Riege, Iren Stoknes, Ulf Einar Lem, Pål Sætre, Ove Thu og Arve Iversen for verdifull informasjon og formidling av praktiske erfaringer.

I denne rapporten har vi forsøkt å skaffe så fersk informasjon som mulig. Det er gjennomført mange telefonintervjuer, og vi har fått mange gode innspill. Takk til alle som har bidradd.

Ålesund, 27. august 2008

Grete Hansen Aas

## INNHold

1.	INNLEDNING .....	8
2.	MÅL .....	9
3.	METODIKK .....	9
4.	RESULTATER .....	10
4.1.	TORSKEOPPDRETT I NORGE .....	10
4.1.1	Yngel- og settefisk .....	10
4.1.2.	Konsesjoner for matfiskproduksjon .....	11
4.1.3.	Slakteristruktur .....	13
4.1.4.	Produkter og markeder for oppdrettstorsk .....	13
4.1.5	Egenskapene til restråvarene påvirkes av fôr og føring .....	15
4.1.6.	Utnyttelse av restråvarer i oppdrettstorsk .....	16
4.2.	UTNYTTELSE AV HODER .....	17
4.2.1.	Utnyttelse til ingrediens .....	17
4.2.2.	Utnyttelse til konsum .....	18
4.3.	UTNYTTELSE AV LEVER .....	21
4.3.1.	Utnyttelse til konsum .....	22
4.3.2.	Utnyttelse av olje .....	27
4.4.	UTNYTTELSE AV SKINN .....	30
4.5.	UTNYTTELSE AV ANDRE INNVOLLER OG AVSKJÆR .....	32
4.5.1.	Mage .....	32
4.5.2.	Svømmeblære .....	33
4.5.3.	Rogn og melke .....	34
4.5.4.	Andre anvendelser .....	35
4.6.	OPTIMALISERING AV SLAKTELINJEN .....	37
5.	VIDERE UTVIKLING AV NÆRINGEN .....	41
6.	FOU UTFORDRINGER I DET VIDERE ARBEIDET .....	47
7.	REFERANSER .....	48
8.	VEDLEGG .....	53

## 1. INNLEDNING

Restråvarer er de delene av fisken som ikke inngår i hovedproduktet, men som er ”rester” etter sløyning og videreforedling i fiskeri- og oppdrettsnæringen. Begrepet omfatter alt utenom skinn og beinfri filet. Tradisjonelt har dette blitt kalt biprodukter. EU definerer restråvarer som ”hele skrotter eller deler av dyr eller produkter som ikke er beregnet til humant konsum”. For å følge EUs definisjon, kan betegnelsen biråstoff eller restråvare være et uttrykk for alt som ikke er tradisjonell filet, men som kan benyttes både til konsum, ingrediens og fôr. I rapporten vil vi bruke disse betegnelse og ikke biprodukt som har vært den vanlige betegnelsen hittil.

Torskeoppdrett er en næring i sterk vekst i Norge. Fra produksjon av 157 tonn i 1999 vokste produksjonen til 11087 i 2006 (12-13.000 tonn i 2007, forutsatt 10 % økning). De konkrete tallene fra 2007 vil ikke foreligge før i juni 2008. Torskeoppdrett utgjør omtrent 5 % av det norske torskefiskeriet. I 2006 forvaltet 104 selskaper 214 konsesjoner for produksjon av oppdrettstorsk i Norge. Nordland og Møre og Romsdal hadde flest konsesjoner og høyest produksjon, med henholdsvis 41 og 49 konsesjoner. Rogaland hadde også 49 konsesjoner, men har ikke tilsvarende produksjon. Det har vært inndragelse av passive konsesjoner og nye utdelinger av konsesjoner de siste årene.

Bedre utnyttelse av restråvarer fra torskeoppdrett vil bidra til å skape en bæredyktig og lønnsom næring. Dette er i samsvar med den generelle målsetningen i norsk fiskeripolitikk om å bedre miljøprofilen og øke bearbeidingsgraden av råvarer i fiskerinæringen. Oppdrett vil bidra til å gjøre råvaretilgangen mer stabil og forutsigbar, noe som igjen vil bidra til å sikre arbeidsplasser og utvikling av næringslivet i kystsamfunnene. Restråvarer utgjør opptil 60% av produsert biomasse og utnyttelse av restråvarer kan utgjøre 15-30 % av inntjeningen hos en oppdretter. Flere torskeoppdrettere hevder at utnyttelse av restråvarer i oppdrettstorsk trolig er nøkkelen til å oppnå lønnsomhet i næringa, og noen få aktører er godt i gang med å utvikle produkter basert på ferske restråvarer. Ianssen og Rørtveit (2007) fant at restråstoff som utgjorde 29% av landet kvantum, bare utgjorde 5,5% av verdien i et utviklingsprosjekt innenfor utprøving og håndtering av restråstoff om bord i kystflåten. Både i fiskeri og oppdrett er det et stort potensial å øke dette bidraget.

Denne rapporten viser ulike muligheter for å utnytte restråvarer fra oppdrettstorsk. Det er tatt utgangspunkt i arbeid som er gjort innen forskning og næringsutvikling langs hele verdikjeden fra fôr til marked. En del av informasjonen som finnes er basert på utnyttelse av restråvarer fra villtorsk, men det er gjort forsøk på å oppsummere status for utnyttelsesgraden fra oppdrett. Rapporten bygger videre på arbeid av Bekkevold og Olafsen (2007). Målet har vært å samle og systematisere tilgjengelig informasjon. Dette bidrar til å gi et grunnlag for å velge konkrete satsingsområder for FoU fremover. Stiftelsen Rubin har finansiert dette bidraget i statusanalysen, men koordinering med pågående prosjekter hos Møreforskning har gjort at Møre og Romsdal Fylke også har bidradd i finansiering gjennom prosjektet ”Totalutnyttelse av oppdrettsfisk”.

I dag er det lite utnyttelse av restråvarer til høyverdige produkter. Det meste går til oppmaling/ensilering og bruk som en billig ingrediens i dyrefôr. Ambisjonen for arbeidet med restråvarer er å komme et steg videre langs verdikjeden, og oppnå større lønnsomhet for næringen. Rapporten retter fokus fram til høyverdige konsum- og ingrediensprodukter, fordi dagens praksis med anvendelse av restråvarer til dyrefôrproduksjon ikke bidrar til god lønnsomhet og ressursutnyttelse for oppdrettsnæringen.

## 2. MÅL

*Den overordnede målsetning med arbeidet er å bidra til å øke lønnsomheten innen den norske torskeoppdrettsnæringen. Med næringen inkluderes både primærprodusenter og industri basert på torsk som råvare. Arbeidet er en del av et nordisk samarbeidsprosjekt, men resultatene i denne rapporten fokuserer på utnyttelse av restråvarer i den norske torskeoppdrettsnæringen.*

Målet med arbeidet har vært å lage en statusoversikt over resultater og relevante FoU oppgaver innenfor utnyttelse av restråvarer fra oppdrettstorsk. Rapporten beskriver hvor langt næringen har kommet i å utnytte restråvarer fra oppdrettstorsk i Norge.

## 3. METODIKK

Statusrapporten tar utgangspunkt i tilgjengelig litteratur på området. Mesteparten av litteraturen som er gjennomgått, stammer fra norsk FoU, men det nordiske nettverk er også benyttet i dette arbeidet.

Fakta og erfaringer er innhentet via telefonintervju med ansatte i ulike bedrifter langs hele verdikjeden. Gjennom kontakten med næringen har det kommet frem mye av det som rører seg og synspunkter på fremtidig utvikling og utfordringer. Det sitter stor kompetanse i bedrifter langs hele kysten, og i arbeidet har vi forsøkt å samle opplysninger fra hele landet. Det vil likevel være forbehold om at ikke alle de mest aktuelle bedrifter er nevnt.

For å få inntrykk av litteratur som kanskje ikke er tilgjengelig for alle, har vi henvendt oss til ulike utdanningsinstitusjoner for å få oversikt over hovedfags- og doktoravhandlinger som foreligger. Titlene på disse oppgavene er listet i vedlegget. En oversikt over et utvalg av bedrifter som benytter restråvarer fra torsk finnes i vedlegget.

## 4. RESULTATER

### 4.1. Torskeoppdrett i Norge

Torskeoppdrett er en vekstnæring i Norge. De siste årene har det vært stor vekst i antall konsesjoner, yngelproduksjon og slaktevolum. De mest fremtredende forskjeller mellom oppdrettet og vill torsk er at oppdrettstorsken har høyere kondisjonsfaktor, større lever og mindre hode (Gildberg 1994).

#### 4.1.1 Yngel- og settefisk

Yngelproduksjonen for oppdrettstorsk har vært i stor vekst fra 2000 til 2007 (Tabell 1). Erfaringsmessig er det ca 10 % av yngelen som vokser opp (Ressem, pers. med. 2008). Yngelprisene har svingt i forhold til etterspørselen, og det er i dag etterspørsel etter mer yngel.

Tabell 1. Oversikt over omsatt torskeyngel (i 1000) og omsatt kvantum oppdrettstorsk (tonn) i årene 2000 til 2007 (Borthen 2008).

Oppdrettet torsk	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 prognose
Yngel solgt (1000's)	500	1000	1507	4664	5787	8090	11301	14000
Solgt oppdrettstorsk (tonn)	169	864	1258	2185	3165	7410	11087	12000

Det er 13 torskeyngelanlegg i drift og 2 under etablering (Tabell 2). I Intensiv yngelproduksjon skjer hele produksjonen under kontrollerte betingelser og anriking av levende fôr benyttes i startfôringen. Ved semi-ekstensiv produksjon vil deler av yngelproduksjonen skje i poll eller poser ved bruk av naturlig plankton som fôr.

Tabell 2. Oversikt over yngelprodusenter i ulike fylker (Sparboe 2008).

Intensiv yngelproduksjon	Bedrifter	Lokalisering
	Troms Marin Yngel	Troms
	Marine Harvest Cod	Hordaland
	Havlandet Marin Yngel	Sogn og Fjordane
	Bremar Yngel	Sogn og Fjordane
	Raunes Fiskefarm	Rogaland
	Atlantic Cod Juveniles	Sør Trøndelag
	Vikholmen Utvikling	Nordland
	Sagafjord Sea Farm	Hordaland
	Profunda	Møre og Romsdal
	Grieg Cod Juveniles	Møre og Romsdal
Semi-ekstensiv yngelproduksjon	Lofilab	Nordland
	Tunsbergpollen torsk	Sogn og Fjordane
	Havforskningsinstituttet (Parisvannet)	Hordaland
Under oppbygging	Codfarmers	
	Norsk Marin Yngel	Sogn og Fjordane



#### 4.1.2. Konesjoner for matfiskproduksjon

I 2006 hadde 104 selskaper 214 konesjoner for produksjon av torsk. Nordland og Møre og Romsdal hadde flest konesjoner og høyest produksjon i 2006. Rogaland hadde også 49 konesjoner, men ikke like stor produksjon. I 2007 ble det ytterligere tildelt 43 konesjoner. Rogaland, Møre og Romsdal og Nordland er de fylkene som er tildelt flest konesjoner, med hhv 49, 59 og 58 konesjoner (Tabell 3).

Tabell 3. Oversikt over antall tildelte konesjoner for oppdrettstorsk fordelt på fylker ( Kilde: Intrafish/Fiskeridirektoratet).

Fylke	Tildelte konesjoner til og med 2006	Tildelte konesjoner i 2007	Tildelt konesjoner i 2008 (Per 1. febr. 08)	Sum konesjoner 1. febr. 08.
Finnmark	10	1	3	14
Troms	8			8
Nordland	41	16	1	58
Trøndelag	11	2		13
Møreog Romsdal	49	10		59
Sogn og Fjordane	24	6		30
Hordaland	19	3		22
Rogaland	49			49
Andre fylker	3			3
Totalt	214	3	4	256

Mange bedrifter har flere konesjoner. Tre firma har mer enn 20 konesjoner, 6 firma har mellom 10-20 konesjoner, 8 firma har 5-9 konesjoner, 14 firma 2-4 konesjoner og 189 firma har 1 konesjon (Blaalid 2007). Foreløpig har flertallet av selskapene som er tildelt konesjoner ikke fått fisk i sjøen. Andre selskap som Nærøysund Matfisk har drevet torskeoppdrett siden tidlig på 1990 tallet. Det finnes flere årsaker til hvorfor ikke flere selskaper har kommet i gang med produksjonen. Lønnsomheten har vært marginal, noe som gjør at mange aktører vokser langsomt etter hvert som de mestrer produksjonsprosessen og får til lønnsom drift. Det har også vært begrenset tilgang til yngel og settefisk. Dette har ført til høye yngelkostnader på opptil 18-20 kr pr yngel. Mange oppdrettere har derfor ikke fått tilgang til nok yngel eller hatt økonomi til å kjøpe store kvantum yngel. Det har derfor vært ei utvikling der de største oppdrettsfirmaene har posisjonert seg ved å komme inn på eiersiden på yngel- og settefiskanlegg. Risikoen i torskeoppdrett er fortsatt stor, med store produksjonskostnader, fare for sykdom og tidlig kjønnsmodning. Dette gjør at fisken ofte blir slaktet før den når sin optimale slaktevekt på minst 3,5 kg.

De fleste bedriftene innenfor torskeoppdrett er mindre familie-eide firma. Det har vært en situasjon der mange investorer er interesserte i å satse på oppdrettstorsk. Den siste tiden er over 1 milliard kroner hentet inn fra egenkapitalmarkedet. De aller største firmaene er Codfarmers med over 450 aksjonærer, Spon Fish med mer enn 130 aksjonærer, Lofitorsk, Atlantic Cod og Fjord Marine har også fått finansielle investorer til å kjøpe aksjer i selskapene (Hansen 2007). Codfarmers er registrert på Oslo Børs, mens Spon Fish er klare for å etablere seg på børsen. Det synes derfor som aktører både innenfor og utenfor fiskerinæringen har tro på at næringa har store vekst- og lønnsomhetspotensial.

Tabell 4. Oversikt over oppdrettselskap og fordeling av konsesjoner som har konsesjonsvolum > 2500 tonn i ulike fylker (Blålid 2007).

Fylke	Noen bedrifter	Antall konsesjoner pr. 1.02.08	Totalt
Finnmark	Spon Fish (inkl Nordland)	25	39
	Troll Fish	4	
	Skrovnes	1	
	Aarsæther Kjøllefjord	9	
Troms	Laponia Seafarms	5	5
Nordland	Codfarmers	20	81
	Fjord Marin Cod	17	
	Salten Torsk	7	
	Termar	6	
	Nilsen J.M. Holding	5	
	Salten Torsk	7	
	Helgelandstorsk	5	
	Aker Seafood Melbu	3	
	Alsvåg Torskefarm	3	
	Aqua Drift	4	
Jentoft Rolf	4		
Trøndelag	Skei Marin Fisk	12	12
Møre og Romsdal	Branco	7	34
	Fjordlaks Marine	12	
	Marin Invest	7	
	Villa Cod farm	4	
	Atlantic Cod Farms	4	
Sogn og Fjordane	Nærøysund Matfisk	4	28
	Havlandet	13	
	Norsk Marin Fisk	5	
	Seamatech	6	
Hordaland	Norwegian Cod	15	32
	Breivika Fiskefarm	6	
	Havforskninginstituttet	5	
	Sjøtroll	6	
Rogaland	Marine Harvest Norway	26	47
	Grieg Cod Farming	16	
	Raunes Fiskefarm	5	

Tabell 4 viser at 278 konsesjoner har et større volum enn 2500 tonn. Nordland er det fylket som har flest konsesjoner av denne størrelsen, fulgt av Rogaland og Finnmark.

De fem største oppdrettselskapene setter ut 7,7 millioner yngel i 2007. Dette gir en estimert slaktemengde for disse selskapene på 20 000 tonn i 2009 og 2010. I 2007 slaktet disse bedriftene 4 000 tonn. Codfarmers ASA har det største utsette på tre millioner yngel. På de neste plassene kommer Spon Fish og Fjord Marin Cod med henholdsvis 1,7 og 1,0 million yngel. Skei Marinfisk og Termar Sea Farm setter begge ut en million yngel hver i 2007 (Anon. 2007:b).

Marine Harvest ASA, Grieg Seafood ASA og Fjordlaks Marine AS er de eneste store oppdretterne av laks og ørret som også har satset stort på oppdrettstorsk. Marine Harvest og har satset på yngel og settefiskproduksjon. Grieg Seafood har flyttet sin matfiskproduksjon til

Møre og Romsdal. Fjordlaks Marine slaktet rundt 1400 tonn (rund vekt) i 2007. Firmaet har ekspansive planer med et planlagt slaktekvantum på 5000 tonn i 2009 (Hansen 2007). De baserer produksjonen både på yngel og oppfôring av villfanget torsk. Villa Cod Farm har sertifisert produksjonen av økologisk torsk. Dette er landets eneste produsent med denne sertifiseringa, som setter spesielle krav til produksjonen. Produktene vil også selges i spesielle markeder som Tyskland, Sveits og USA, til høyere priser. Produksjonskostnadene er også høyere pga krav til fôrets ingredienser, og spesielle betingelser under oppdrett.

#### 4.1.3. Slakteristruktur

I 2007 var det rundt 25 oppdrettere som slaktet torsk. I 2009 regner en med at ca 50 oppdrettere vil levere oppdrettstorsk til slakting (Blaalid m.fl. 2007).

Tabell 5 viser en oversikt over slakteri sortert fylkesvis. Det har ikke vært lett å finne oversikt, og det er med forbehold om at enkelte slakterier mangler. En del slakting foregår på lakseslakterier, oftest med mer manuelle linjer. Slakting av torsk er arbeidskrevende, spesielt hvis innmaten skal tas vare på uten å ta skade. Det er liten grad av automatisering i dag, men flere automatiseringsprosjekter på dette området er på gang. Teknologibedrifter utvikler maskinelt utstyr tilpasset torsk, og også innenfor villfisksektoren kan teknologi overføres. Det er utviklet sløyelinjer for torsk som ilandføres rund- og som sorterer innmat. En slik linje er montert hos bedriften Gunnar Klo. Codfarmers holder på å bygge om et lakseslakteri til et eget slakteri for torsk på Halså i Nordland. De ansatte deltar våren 2008 i kurs og opplæring som blant annet tar for seg tema om hvordan de kan utnytte restråvarer fra torsk.

Tabell 5. Oversikt over viktige slakteri og foredlingsbedrifter som slakter oppdrettstorsk i de ulike regionene.

Fylke	Bedrift	Lokalisering
Finnmark	Kirkenes Processing	Kirkenes
Nordland	Codfarmers Røst Sjømat Gunnar Klo, avd. Stø Brødrene Hveding (under oppbygging)	Halså Steigen Myre Tysfjord
Trøndelag	Nils Williksen	Rørvik
Møre og Romsdal	Fjordlaks Vikenco Romsdal Processing Western Seaproducts Henden Fiskeindustri	Ålesund Aukra Midsund Vartdal Averøy
Sogn og Fjordane	Brødrene Larsen	Kalvåg
Rogaland	Grieg Seafood Stjernelaks	Helgøysund

#### 4.1.4. Produkter og markeder for oppdrettstorsk

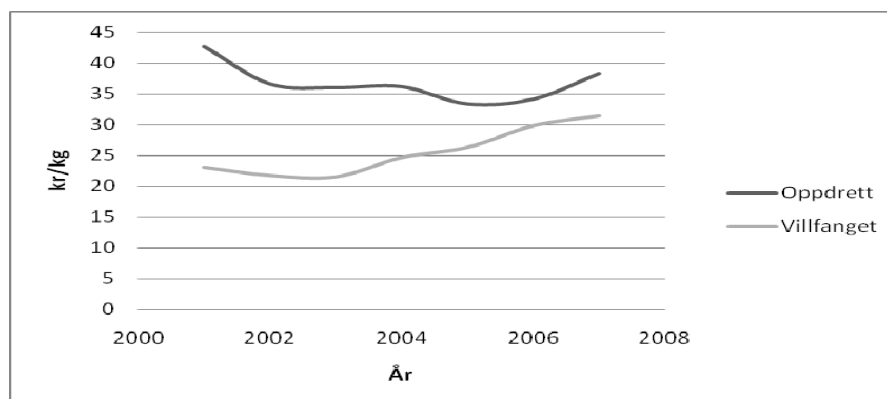
Av oppdrettstorsk kan en produsere de samme produktene som for villfanget torsk. God ferskhet, kvalitet og leveringsstabilitet er imidlertid fortrinn som bør utnyttes i produkt og

markedsarbeidet. Det er 3 hovedanvendelser for oppdrettstorsken; Blankisa torsk (pakket med buken ned og ikke is på ryggpartiet for at isen ikke skal løse opp slimhuda), vanlig iset torsk og torsk av industriell kvalitet (Tabell 6). Lønnsomheten og vekstpotensialet er forskjellige for de ulike produktalternativene.

Tabell 6. Markedssegmentering for produkter fra oppdrettstorsk (Kilde: Hyldborg Jensen 2008).

Segment 1 Blankisa torsk	Kunder	Supermarkedkjeder, HoReCa, tradisjonelle retailere
	Produkter	Fersk isa fisk med eller uten hode
	Prisnivå	30-50 NOK / kg
	Volum	25 000 t
Segment 2 Isa torsk	Kunder	Supermarkedkjeder, produsenter
	Produkter	Ferske og fryste loins eller filet, salta og tørka
	Prisnivå	28-32 NOK / kg
	Volum	50-100 000 t
Segment 3 Industri kvalitet	Kunder	Filetprodusenter og tradisjonelle produsenter
	Produkter	Fryst filet, salta og tørka fisk
	Prisnivå	24-28 NOK / kg
	Volum	500.000 + t

Prisnivået for oppdrettstorsken har ligget høyere enn for villfanget fisk (Figur 1). I perioden 2002 til 2007 har snittprisen for villfanget torsk vært ca 25 kr/kg mens den har vært i underkant av 35 kr/kg for oppdrettstorsken. Prisen for begge produktene har hatt en økning det siste året.



Figur 1. Oversikt over salgprisen (kr/kg) for oppdrettet og villfanget torsk i perioden 2001 til 2007 (Borthen 2008).

Oppdrettstorsken blir omsatt i mange markeder, mens EU land er det største hovedmarkedet. Frankrike og Danmark er de viktigste enkeltmarkedene og utgjør 56 % av både eksportkvanta og verdien av den totale eksporten av norsk oppdrettstorsk i 2007. Prisen for torsken er høyere i Frankrike enn i Danmark.

Sjømat er i vekst i våre eksportmarkeder, og bare i 2007 ble nesten 600 nye nedkjølte og frosne sjømatprodukter lansert i Storbritannia. I 2008 er utviklingen i markedet for torsk gunstig. Markedet for torsk er godt innarbeidet og arten er den mest populære hvitfisken i eksportmarkedet. Selv om torsk er en relativ ny oppdrettsart, er den ikke en ny art i markedet. Det globale markedet for torsk er over 1 million tonn. Bare i Europa selges det over 100 000 tonn fersk torsk (Hansen 2008). Tilførselen av villfanget torsk fra Nord-Atlanteren synes ikke å øke mye de nærmeste årene. Island har for eksempel måttet redusere sine torskekvoter med 30 % i 2008. Kvotesituasjonen i Barentshavet er imidlertid mer stabil. I mars 08 har det vært mediefokus på at kysttorsken er overbeskatta og ikke bør fiskes og omsettes. Direktoratet for Naturforvaltning og forskere ved Havforskningsinstituttet har tatt til orde for å stoppe fiske etter kysttorsk og andre truede fiskearter. Slike oppslag påvirker konsumentene til ikke å kjøpe fisk fra truede bestander. Dette kan være gode salgsargumenter for oppdrettstorsk.

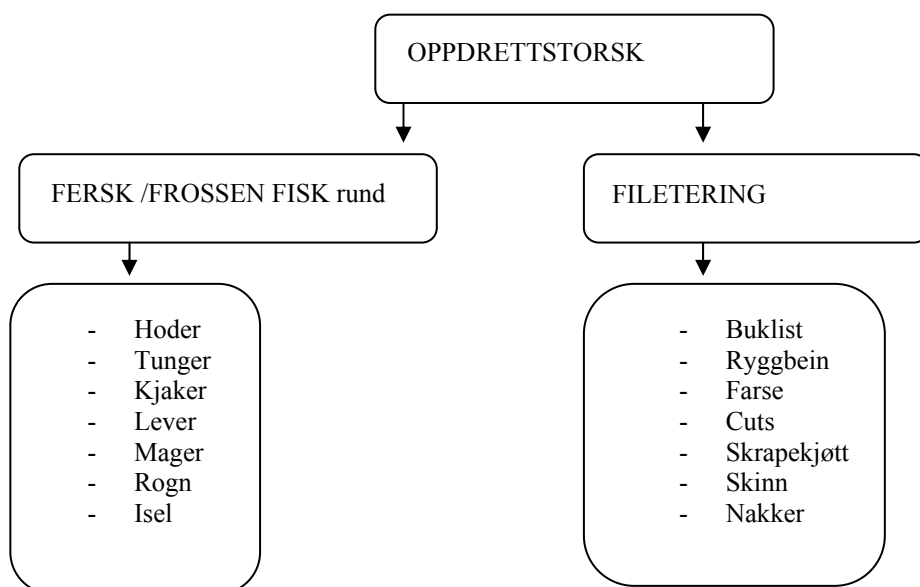
#### 4.1.5. Egenskapene til restråvarene påvirkes av fôr og fôring

Egenskapene og kvaliteten på restråvarene er avhengig av hvordan fisken har blitt fôret. Påvirkning av fettsammensetning i fôret i forhold til fileten som produkt, ved for eksempel ei slutfôring på et par måneder med soyabaserte råvarer er testet ut. Det ble påvist at fettsyren 18:2 n-6 ble inkorporert i forhold til fôret, mens akkumulering av triglyserider var mindre utbredt. Erstatning av fiskeolje med soyaolje endret fettsyreprofilen signifikant og påvirket fettsyresammensetning etter frysing. Det ble ikke funnet negative effekter på tekstur, filetspalting og vannbindingsevne i fileten (Mørkøre m.fl. 2007). Disse resultatene vil kanskje også gjelde for restråstoff fra filetproduksjon som rygger og avskjær?

Fettsyreprofilen i lever gjenspeiler fôret, og oppdrettstorsk har litt høyere innhold av mettede fettsyrer og linolsyre sammenlignet med naturlig sammensetning (Morais m. fl. 2001).

Leverens fettsyresammensetning påvirkes i stor grad av fôr og fôring, og det er gjort mange fôringsstudier fra -80 tallet og frem til i dag (Hemre m.fl.1989, Rosenlund m.fl. 1994, Waagbø m.fl. 1995). De fleste kommersielle torskefôrene inneholder vegetabiliske råvarer, bla. vegetabiliske oljer som inneholder n-6 fettsyrer som påvirker fettsyresammensetningen i leveren. Forekomsten av linolsyre (C18:2 n-6) er et typisk trekk for lever fra oppdrettstorsk. Fettsyresammensetning i leveren kan brukes til å skille oppdrett og vill torsk (Standal og Myrset 2006). Fôrprodusenter priser fôr i forhold til råvarekvaliteten som brukes, og det tilbys fôr som bare er basert på marine råvarer. Fôrleverandører tilbyr fôr tilpasset torsk, og et eksempel er Biomar som tilbyr to produktlinjer på fôr (Heggdal, pers. med. 2008); et vekstfôr som inneholder vegetabiliske oljer og et fôr som er basert på kun marine råvarer til en høyere pris. Hvis en ønsker å oppnå høykvalitets leverolje fra oppdrettstorsk, må vegetabiliske oljer utelates fra fôret (Riege pers. med. 2008).

#### 4.1.6. Utnyttelse av restråvarer i oppdrettstorsk



Figur 2. Restråvarer fra oppdrettstorsk som kan utnyttes.

Den store økningen i konsesjoner og slaktevolum av oppdrettstorsk gjør at tilgangen på restråvarer fra torsk øker. Andelen av restråvare er avhengig av hvilke produkter en produserer fra oppdrettstorsken. Figur 2 gir en oversikt over aktuelle restråvarer som kan utnyttes. På basis av prognosene for slaktevolum i 2008 og 2009 kan en forvente mer enn fordobling av slaktevolumet i løpet 2009 (Blaalid 2007). Dette vil også fordoble mengden av restråvarer hos slakteriene. Økt tilgang av ferskt råstoff av god kvalitet gir gode og nye muligheter for å utnytte dette råstoffet på en mer lønnsom måte enn slakteriene og tidligere har gjort. Enkelte fiskemottak har hatt god inntjening på restråvarer fra villfisk.

Det siste året har flere torskeslakteri deltatt i utviklingsprosjekter for å utnytte restråvarer i oppdrettstorsk. I Sogn og Fjordane er oppdretterne Nærøysund Matfisk, Havlandet, Norsk Marin Fisk, slakteriet Brødrene Larsen og eksportbedriftene Hallvard Lerøy og Domstein involvert i et Innovasjon Norge MVP prosjektet ”Markedstorsk”. Norsk Sjømatsenter og Møreforskning er involvert i utviklingsarbeidet. Prosjektet vil være avsluttet i løpet av 2009.

I Møre og Romsdal har Møreforskning fått RUP midler fra Møre og Romsdal Fylke til prosjektet ”Total utnyttelse av oppdrettstorsk”. I dette arbeidet samarbeider oppdretterne Villa, Profunda, Marin Invest, Nekton, Branco og Møreforskning. Prosjektet vil være avsluttet i 2008.

Norsk Sjømatsenter og Møreforskning har deltatt i nordiske prosjekter sammen med forskere og bedrifter på Island, Færøyene og Grønland. I dette arbeidet har en arrangert flere workshops og initiert felles nordiske utviklingsprosjektet innenfor utnyttelse av restråvarer i oppdrettstorsk.

## 4.2. Utnyttelse av hoder

Oppdrettstorsk har mindre hode i forhold til rundvekta enn villfisk. Hoder fra oppdrettet torsk utgjør 13-15 % av kroppsvekta, mens den hos villtorsk rapporteres å utgjøre 18 % (Stoknes og Økland 2002). Torskehoder er en råvare som består av omtrent 55 % muskel, 20 % bein, 15 % gjeller, 5 % skinn og 4 % øye, og gjennomsnittlig proteininnhold er omtrent 14-15 % (Stoknes og Økland 2002; Arnesen og Gildberg 2006). Stoknes og Økland (2002) rapporterer om sammensetning av torskehoder på vektbasis som 2,4 % tunge, 3,4 % medaljong, 15 % kinn, 3,5 % øyne, 0,4 % hjerne, 13 % gjeller og 11,1 % bein. Hoder kan utnyttes til konsumprodukter og til spesialprodukter innenfor ingrediens og forindustri. I Norge har fiskehoder fra villfanga torsk tradisjonelt blitt lite utnyttet. Industriell tørking av torskehoder og utvikling av produkter fra hoder fra villfisk har startet hos Arctic Stockfish i Hammerfest, mens enkelte oppdrettsbedrifter har startet produksjon av ulike hodeprodukter.

### 4.2.1. Utnyttelse til ingrediens

Torskebein inneholder 0,7 % hydroksyprolin på tørrvektbasis (Stoknes og Økland 2002), og proteininnholdet i torskehodene er målt til 14,2 %. Innhold av både mikro- og makro-mineraler i torskehoder er beskrevet av Stoknes og Økland (2002), og fettsyre- og fettklasse sammensetning i øyne og hjerne er beskrevet av Stoknes m.fl. 2004. Forfatterne foreslår ulik anvendelse av fraksjoner fra hodet til helsekost, kosmetikk, ingrediens og yngelfôr (Stoknes m.fl. 2004, Stoknes og Økland 2002, Stoknes og Hellevik 2000).

Det er mulig å utnytte protein og kollagen i torskehoder. En prosesseringsmetode hvor funksjonelt muskel og bindevevsproteiner kan bli gjenvunnet i separate homogene fraksjoner er beskrevet (Arnesen og Gildberg 2006). Eksogene enzymer spalter peptider på ulike sider under nedbrytning av protein. Slike enzymer har blitt brukt til å ekstrahere beingelatin og har

gitt gelatin med relativ lav molekylvekt og ingen evne til å danne geler. Derfor ble det gjort forsøk med utvinning av proteiner ved en kombinasjon av kjemiske og fysiske behandlinger. Hovedmengden av muskelprotein ble ekstrahert ved mild fysisk/-kjemisk behandling i romtemperatur, mens gelatin ble ekstrahert ved høyere temperatur og sure forhold. Fiskeriforskning gjorde forsøkene med villtorsk som hadde vært lagret på is i to døgn. I arbeidet beskrives aminosyresammensetning fra bein og skinn, og gelingsegenskaper (Arnesen og Gildberg 2006). Det er grunn til å tro at en ville oppnå lignende resultater ved analyse av oppdrettshoder. Det er ikke kjent at det er etablert industri som benytter torskeshoder til utvinning av protein og gelatin i Norge.

#### 4.2.2. Utnyttelse til konsum

Eksportstatistikkene fra Island, Norge og Færøyene viser at utnyttelse av fiskehoder gir store verdier. Spesielt Island har vært et foregangsland og vært dyktige til å skape nye produkter og har etablert godt betalende markeder for sin eksport. Norge har store muligheter for å oppnå en bedre utnyttelse av restråstoff generelt og fiskehoder spesielt. Fra oppdrettstorsk har en god tilgjengelighet til hoder som kan utnyttes til konsum, selv om disse gjennomsnittlig har en mindre størrelse.

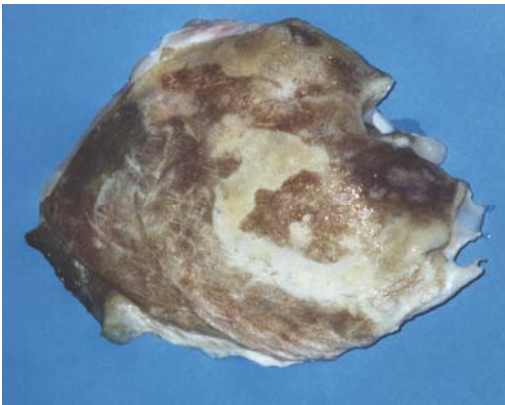
En kjenner til at det er etablert marked for fem varianter av konsumprodukter fra torskeshoder: kløvde hoder, kinn med skinn og bein, medaljonger (kinn uten skinn og bein), tunger og hele tørkede hoder. For tørkede hoder har islendingene utviklet flere titals produktvarianter til det nigerianske markedet (Arason 2007). De fleste produktene er produsert fra villfanget torsk, men noen har startet å utnytte hoder også fra oppdrettstorsk.

En gjennomgang av islandske eksportstatistikker viser at eksporten av frosne kløvde hoder fra Island varierer mellom 150 og 440 tonn pr år i perioden 2001 til 2005. Kvantumet var størst i 2004, med ca 440 tonn til en snittpris på knappe 9 kr/kg. Spania er det viktigste markedet. Før 2003 ble islandske kløvde salta hoder tørrsaltet. Senere har kløvde hoder hovedsaklig blitt våtsaltet i lake. Figur 3 viser at eksportkvantumet har variert noe, med en nedgang i 2005. Prisnivået har holdt seg stabilt på ca 14,5 kr/kg i 2004 og 2005. Portugal er det viktigste markedet, med Spania som en klar nr to. Prisnivået er høyere i Spania enn i Portugal. I 2005 var snittprisen 18 kr/kg i det spanske markedet mot 13,5 kr/kg i Portugal. Eksporten av ferske/fryste kinn er forholdsvis liten i forhold til de andre produktene, men kvantumet har hatt en økende tendens frem til 2005. Prisnivået i perioden 2001 til 2005 har vært mer stabilt, og har økt fra 43 til vel 46 kr/kg fra 2003 til 2005. Frankrike er det viktigste markedet.

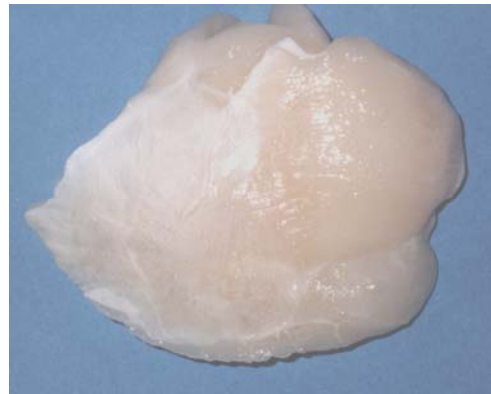




Kløvd torskeshode.



Torskekinn med skinn og bein.



Torskemedaljong.

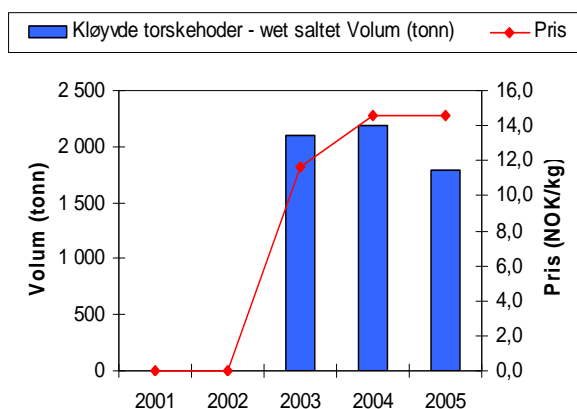


Torsketunger.

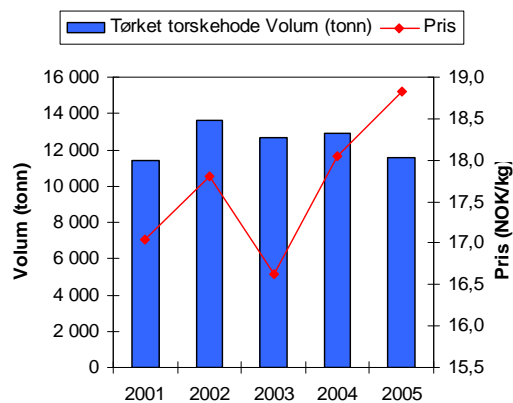


Tørket helt hode.

Bilde 1 Ulike produktvarianter fra torskeshoder



Figur 3. Kvantum og priser for eksport av våtsalta kløvde hoder fra Island i perioden 2001-2005 (Kilde: Hagstofa Islands).



Figur 4. Kvantum og priser for eksport av tørkede hele torskeshoder fra Island i perioden 2001-2005 (Kilde: Hagstofa Islands).

Eksporten av ferske/fryste tunger er forholdsvis liten men stabil, både kvantum- og prismessig. Prisnivået har hatt en økende tendens fra 2002 til 2005 fra vel 50 til 71,5 kr/kg. Etter 2003 har tunger blitt våtsaltet. Eksporten av saltede tunger viser at kvantumet og prisnivået har vist en svakt økende tendens fra 2003 til 2005. Spania er det viktigste markedet. I 2005 var prisnivået 75 kr/kg i det spanske markedet. Verdimessig er tørkede hoder det viktigste biproduktet som blir eksportert i fra Island. I perioden 2001 til 2005 har kvantumet vært relativt stabilt og variert mellom 11 431 og 13 659 tonn pr år (Figur 4). Prisene har variert litt og var lavest i 2003, med kr 16,5 kr/kg. Siden 2003 har prisene økt og snittprisen i 2005 var knappe 19 kr/kg. Nigeria er det desidert viktigste markedet for dette produktet, men også andre land har en begrenset import (Kjerstad og Aas 2007).

Norge oppnår generelt lavere snittpriser for tørkede hoder enn islendingene. I følge Herland m. fl., (2004) skyldes dette at islendingene omsetter hoder med ørebein. Det er derfor mer kjøtt på de islandske hodene. For å øke verdiskapingen har Island arbeidet aktivt med produkt- og markedsstrategier i dette markedet. Arason (2007) opplyser at islendingene har utviklet 40 ulike produktvarianter av tørkede fiskehoder i dette markedet. Hodene blir omsatt under egne brands. Siden små hoder er mer egnet som porsjonsprodukter oppnår de minste hodene den høyeste prisen. Dette kan gi interessante muligheter for hoder fra oppdrettstorsk.

I 2006 etablerte Artic Stocfish en fabrikk for tørking av fiskehoder i Finnmark. Aker Seafood og en islandsk bedrift er med på eiersiden. Bedriften har som mål å ta hånd om 10-20.000 tonn råstoff, noe som kan gi 2.000 tonn tørkede hoder fra Finnmark pr år (Fredriksen 2007). Bedriften har planer om fortsatt vekst i Troms og Nordland. På sikt er det kanskje mulig å selge hoder av oppdrettstorsk til denne fabrikk.

På grunnlag av den islandske eksporten kjenner mange importører i Portugal og Spania til produkter fra torskeshoder. Importører i Portugal og Spania har stort sett de samme ønsker i forhold til hvordan fiskehodeprodukter skal sorteres og pakkes. Importørene ønsker saltede kløvde hoder på paller på 1000 kg eller i kasser på 20 kg. Størrelsen skal sorteres i to grupper, 350-550 gr og 550 gr+. Kløvde hoder på paller blir ofte pakket om hos importørene i

pappkasser à 20-25 kg for videre salg (Kjerstad og Aas 2007). I supermarkedene kan en kjøpe saltede kløvde hoder i løs vekt eller pakket på brett.

Portugisiske og spanske importører kjøper saltede tunger i saltlake i 100 kg plasttønner, men importørene kan også salte tunger selv. Tunger blir ofte pakket om i forbrukerpakninger à 400 g eller i cateringpakker à 2x5 kg. Pakkingen av tungene varierer mellom vakuumpakking, plastkartong eller spann.

En kan produsere medaljonger med den elektriske kniven Whizard Modular Trimmers. Medaljonger er kvalitetsprodukter som trolig kan oppnå en høy pris i markedet. Produksjonsutbyttet er imidlertid lite, og en har igjen mye av resthodet. Produksjon av medaljong og utnyttelse av resthodet til spesialprodukter kan være et alternativ.

I Spania og Portugal er det omsetning av saltede medaljonger i saltlake i 100 kg plasttønner. Det er interesse også for frosne medaljonger. Medaljonger blir pakket om i forbrukerpakninger à 400 gram eller i cateringpakker à 2x5 kg. Medaljongene kan være vakuumpakket, pakket i plastkartong eller pakket i gjennomsiktig plastspann i lake (Kjerstad og Aas 2007).

Vesterålen Fiskeripark rapporterer at noen hoder fra oppdrettstorsk går fra Myre til Lofoten til hending og tørking på hjell. Ansatte ved Nils Williksen rapporterer at de vil forsøke å skjære tunger og kinn for utprøving som ferske produkter fra oppdrettstorsk. Andre selskap har gjort mindre forsøk både med produksjon og omsetning av slike produkter. Foreløpig er det mindre kvantum som er omsatt. Størrelsen på fiskehodene fra oppdrettstorsk er som tidligere sagt vesentlig mindre enn på villfisk. En liten størrelse kan skape begrensinger for anvendelsesmulighetene for oppdrettshoder ved et lavere produksjonsutbytte og salgspris i markedet.

Det kan produseres fryste, salta eller tørka ferske produkter fra tunger, kinn, kløvde hoder og hele hoder. Ut fra de islandske eksportstatistikkene ser en at en oppnår best priser for våtsaltede produkter. Norske produsenter bør derfor satse på våtsalting. Produktene kan omsettes i lake i bøtter eller fat eller i lag på paller. En annen mulighet er å eksportere hele fryste fiskehoder til Asia. I asiatiske land har en tradisjon for å spise fiskehoder. Foreløpig resultat og uttestinger har vist at dette ikke er lønnsomt (Kjerstad 2004; Nybø 2004). Forandringer i råvareleveransen av hoder i det asiatiske markedet og økte priser kan endre denne situasjonen. Markedet i Korea har vist økt interesse for norske fiskehoder den senere tiden, og fryste hele hoder er et aktuelt produkt for dette markedet.

#### 4.3. Utnyttelse av lever

Leveren ligger i bukulas fremste del, og er svært stor hos torsk. Leveren er det sentrale stoffskifteorganet, hvor det skjer en rekke metabolske prosesser, produksjon av gallesalter og lagring av fett og glykogen som energireserver. Leveren fungerer som en ”avgiftingssentral”

for fremmedstoff og et lager for vitaminer og energi. Mye av energien som lagres som fett lagres som triglyserider, som består av fettsyrer og glyserol. Fettsyrene klassifiseres av lengden, og om de har dobbeltbindinger og hvor dobbeltbindingene sitter. Torskelever inneholder umettede omega-3 fettsyrer som er etterspurt. Oppdrettsleveren har også en større andel av n-6 og n-9 fettsyrer som er høyere enn hos vill torsk (Carlehög m.fl. 2006; Standal og Myrset 2006). Glykogen er også en viktig lagringsform for energi i leveren.

I oppdrettet torsk, avviker leveren fra villtorskens lever på flere måter. Hos oppdrettstorsk vil leveren utgjøre 7-13 % av vekten, mens den hos villtorsk oftest ligger i området mellom 3 og 8 %. Fôr og fôring av torsk har betydning for både størrelse og fettinnhold. For skrei, er fettinnhold i lever registrert som over 70 % før den begynner gytevandringa fra Barentshavet, og på slutten av gytesesongen er innholdet ned mot 60 %. Lever fra oppdrettsfisk har enda høyere fettinnhold, og det er registrert oppunder 80 % fett i lever. Analyser av miljøgiftene PCB og dioksiner, viser at oppdrettslever har lavere innhold enn vill lever (Iversen 2008, pers. med.). Rensing av olje er utprøvd i småskala og en metode som er skånsom og gir mindre tap av viktige komponenter som antioksidanter, vitaminer og n-3 fettsyrer er rapportert, men oppskalering gjenstår (Torp 2008).

Generelt er oppdrettslever lys og nokså løs i konsistens i forhold til lever fra villtorsk. Villfisken har generelt smalere fasong på leveren i forhold til lever hos oppdrettstorsk. Fersk lever fra oppdrettstorsk har svak, frisk lukt og er myk og bløt. Det er ulik forekomst av grønnfarget lever fra oppdrett. Lever fra villtorsk har oftest litt mørkere farge, og en mer karakteristisk leverlukt, og den er fast. Det er en tendens til at den har litt mer blodfarge, litt avhengig av fangstmetode og bløgging (egne obs.).

Torsk som er fôret på tørrfôr hele livet, har ei lever uten kveis, noe som er viktig ved anvendelse til konsum. På oppfôret torsk, kan kveis forekomme, fordi de har fått parasitten i seg gjennom føde før de kommer i oppdrett eller gjennom bruk av våtfôr. Hos noen partier, forekommer en stor andel av lever som er misfarget av galle. Slik lever er lite anvendelig som konsum, og marked har respondert negativt på dette. De fleste som selger lever til konsum, sorterer vekk grønn lever. Til oljeproduksjon, vil denne leveren kunne benyttes, fordi farge fjernes under raffineringen.

Mottakere av lever rapporterer at oppdretterne ofte ”overestimerer” mengden lever fra slakting, når de melder inn mengde før slakting. Det viser seg ofte å bli litt mindre lever enn forutsatt. Dette kan tyde på at leverindeksen er på vei nedover, gjennom bedre fôr og fôring. En unormalt stor lever kan være et tegn på at fisken er i en uheldig fysiologisk tilstand, så en reduksjon i leverstørrelse vil være en positiv trend for fiskevelferden.

#### 4.3.1. Utnyttelse til konsum

Innfrysing, emballering og fryselagring av lever fra villfanget torsk fra havgående fiskeflåte er undersøkt tidligere av Magnussen m fl. (1998) og de har vurdert håndtering og innfrysing. Pga det høye fettinnholdet, anbefales en lavere lagringstemperatur enn -20-25°C. Våren 2008

har det blitt gjennomført forsøk ved Møreforsking og Høgskolen i Ålesund på holdbarhet av fersk og frossen lever fra oppdrettstorsk. Ei bacheloroppgave ble ferdigstilt i juni 2008. Holdbarhet til fersk og frossen lever har blitt vurdert sensorisk og mikrobiologisk i tillegg til at det er gjort analyser av ulike harskningsprodukter (Nilsen og Grebstad 2008, Aas og Kjerstad 2008). Ved frysing og tining, blir leveren veldig myk, og mister raskt konsistens. Det observeres også stor oljeavrenning. Temperaturendringer under innfrysing og tining ble også undersøkt. Avrenning av olje ble også fulgt opp utover lagringsperioden, og forsøket ble avsluttet når produktene ble vurdert som uegnet for konsum. Det ble funnet store individuelle forskjeller i oljeavrenning. Det ble utført innledende forsøk med sjokkfrysing av leveren til sammenligning med innfrysing i frysetunnel.

### Fersk lever

Carlehög m.fl. (2006) rapporterte at leveren fra oppdrettstorsk egnet seg til fersk konsum, mens noen eksportører har fått negativ respons i forhold til misfarging av produktet (Myklebust 2007, pers. med.). Det hevdes at lever fra oppdrett har 1-2 dagers kortere holdbarhet enn lever fra vill torsk (Lem, pers med; Iversen, pers. med. 2008). Dokumentasjon av holdbarhet av fersk lever er undersøkt (Tabell 7)(Nilsen og Grebstad 2008, Aas og Kjerstad 2008). Produsenter har rapportert om problemer med løsere hinne (manglende hinne) og problematikk rundt grønnfarget lever. Det er imidlertid rapportert at enkelte kokker i restaurantbransjen opplever oppdrettslever som et kvalitetsprodukt, og rangerer det over lever fra villtorsk. Oppdrettslever ble levert til Oslo-restauranter i desember 2007, og innlandsmarkedet konsumerte oppdrettslever i den tradisjonelle torskesesongen på nyåret.




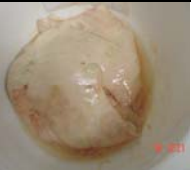



Bilde 2. Hermetisert lever av oppdrettstorsk fra Sandanger AS (øverst til venstre). Hermetisert lever fra King Oscar (nederst til venstre). Misfarget lever (til høyre).

Konsistens og grønn farge i torskeleveren har vært problematisk hos enkelte norske oppdrettere, men det ser ikke ut til at problemene er like store i hele næringen. I de verste tilfellene blir 50 % av leveren frasortert pga misfarging. Det observeres misfarget lever også hos vill torsk, men svært lite omfang. Våren 2008 er det igangsatt et forprosjekt mellom Nofima Marin og NCE (Norwegian Centre of Expertise, Aquaculture) som går ut på å kartlegge kunnskapsstatus og vurdere ulike alternative tiltak for å sikre god kvalitet på torskelever.

Holdbarhet av fersk lever før prosessering har også blitt studert i bedriftsforsøk hos Romsdal Processing.

Tabell 7. Sensorisk vurdering av fersk oppdrettslever underkjølelagring (Nilsen og Grebstad 2008).

	Dag 1	Dag 3	Dag 5	Dag 7 Lever 1	Dag 7 Lever 2
					
Farge	Lys fin rosa farge.	Lys fin rosa farge	Lys, litt gråaktig.	Lys grå.	Gulbrun Lite appetittlig.
Konsistens og fasthet	Fast og fin.	Fast.	Ikke så fast lenger Blank, slimete glans.	Ganske fast, fingeravtrykk går ut igjen når vi tar på den.	Bløt, leveren går i oppløsning.
Lukt	Frisk sjøluft.	Lukter lite, men ikke så frisk som dag 1.	Ikke så frisk lenger og lukter svakt syrlig.	Syrlig, emmen lukt.	Lukter råttent (lukter ikke harskt).
Fasong	Holder fasongen fint. Hinnene er hele.	Holder fasongen fint. Hinnene er hele.	Holder fasongen fint. Hinnene er hele.	Holder fasongen.	Flyter utover.
Olje avrenning	Ingen	Ingen	Nei, men på enkelte av levrene har det begynt litt.	Ja, noe utskillelse i kassene.	Levrene går i oppløsning, vanskelig å se klare grenser mellom olje og lever.




Foreløpige resultater viser at den ferske leveren var uegnet til konsum etter 7 dager, og den fryste var uegnet 4 dager etter tining (Tabell 8). Innfrysing av lever for videre utnyttelse er

kritisk i forhold til innfrysingshastighet, temperatur ved fryselagring og lagringstid. Innfrysingsmønsteret er dokumentert i innledende forsøk, men det gjenstår FoU arbeid innenfor dette området.

### Frossen lever

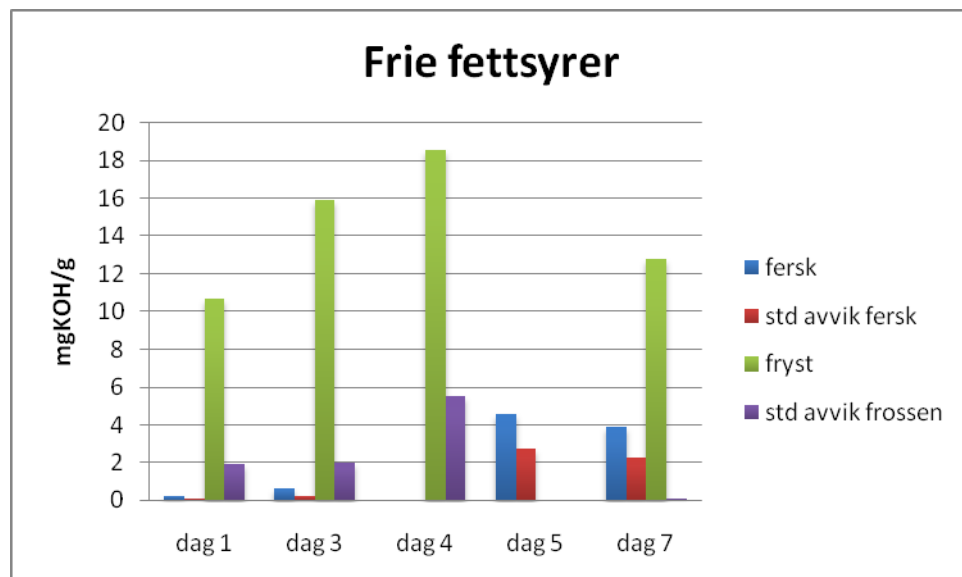
Det fryses inn lever både i 600 l kar og i 20 kg kasser. Ved pakking i 20 kg kasser, er det registrert 30 timer før ønsket kjernetemperatur er oppnådd i frysetunnell. Forsøk med sjokkfrysing er også gjennomført for å vurdere oljeavrenning etter tining. Innfrysingshastigheten påvirkes i sterk grad av emballasje og batch-størrelse. Ved innfrysing i kar, viser erfaringer at det kan ta inntil 3 døgn før kjernetemperaturen på  $-20^{\circ}\text{C}$  oppnås.

Tabell 8. Sensorisk vurdering av tint lever fra oppdrettstorsk under kjølelagring (Nilsen og Grebstad 2008).

	Dag 1	Dag 3	Dag 4
			
Farge	Lys grå farge.	Gråaktig.	Grå.
Konsistens og fasthet	Bløt, går i oppløsning. Fingeravtrykk går ikke ut igjen.	Bløt, begynner å gå i oppløsning.	Bløt, kornete, Går i oppløsning.
Lukt	Emmen og kvalmende, (lukter ikke harskt).	Begynner å lukte råttent, (lukter ikke harskt).	Kvalmende, syrlig og råttent, (lukter ikke harskt).
Fasong	Holdt fasongen til vi håndterte den.	Holder ikke fasongen.	Når den berøres går den i oppløsning og den har ikke tydelige grenser.
Olje-avrenning	Ja, noe avrenning.	Ja, det blir mer utskillelse av olje når leveren lagres.	Ja, betydelig men leveren går i oppløsning og lever og olje blandes så det er vanskelig å skille dem.

Flere av torskeslakteriene har gode innfrysingsmuligheter, og fordi volumet av lever på en slaktedag ofte er lite i forhold til logistikk for videre prosessering, blir innfrysing rutinemessig gjennomført i enkelte bedrifter. Innfrysingshastighet og tinehastighet vil være avgjørende for kvaliteten. Ved innfrysing er det viktig å bruke lav temperatur for å redusere vannaktiviteten. Vannaktiviteten påvirker harskningsaktiviteten, og ved lave temperaturer blir det lav vannaktivitet og mindre harskning. Ved opptining, blir konsistensen i leveren løs, og det rapporteres om svært stort oljeslipp. Det er observert at leveren går raskt i oppløsning etter tining, og dette bekreftes av representanter fra hermetikkindustrien (Lem pers. med. 2008). Holdbarheten til fryst og tint lever ble dokumentert gjennom holdbarhetsstudier hos

Møreforskning våren 2008. Innhold av frie fettsyrer er høyere for tint lever enn for den ferske, men i lagringsstudier var det varierende verdier av harskningsparametrene peroksidtall og anisidintall. Sensorisk vurdering ble den avgjørende parameteren for å vurdere egnetheten til konsum (Nilsen og Grebstad 2008, Aas og Kjerstad 2008).



Figur 5 Frie fettsyrer ved lagring av fersk og tint lever fra oppdrettstorsk (Nilsen og Grebstad 2008).

Ved sammenligning av ulike parametre, var det andel frie fettsyrer som klart viste forskjeller mellom fersk og fryst lever (Figur 5). Gjennom frysing og tining, har frie fettsyrer blitt frigjort. Innfrysing er gjort etter bedriftens vanlige prosedyre, og det tok 30 timer før kjernetemperaturen var under  $-20^{\circ}$  C. Tineprosessen tok omtrent like lang tid (Nilsen og Grebstad 2008, Aas og Kjerstad 2008).

### Hermetisering

For hermetisering av lever er et fettinnhold på 60-65 % optimalt på god råvare fra villtorsk (Iversen, pers. med. 2008). King Oscar i Svolvær og Firda Canning i Måløy har vært de eneste kommersielle aktører på hermetisering av lever fra oppdrettstorsk. King Oscar har benyttet råvarer fra Helgeland til Vesterålen, mens Firda Canning har mottatt råvarer fra Rørvik og Struen (Bremanger). Når biter av lever legges i bokser for hermetisering, kan en etter hermetisering skille mellom olje og fast masse Firda Canning opplyser om at en hermetikkboks med lever fra oppdrettstorsk har 50% fast masse og 50% olje, mens en fra vill torsk oppnår 70% fast masse og 30 % olje. Under hermetisering av oppdrettslever benytter King Oscar en forvarming for å fjerne noe olje før hermetisering, og øke andel fast masse i sluttproduktet (Iversen pers. med. 2008). King Oscar er den største produsenten av hermetisk lever og har en årsproduksjon på ca 2 millioner bokser. Råstoffet er hovedsaklig lever fra villtorsk. Firda Canning har gode erfaringer med bruk av lever fra oppdrettstorsk og produserte for det europeiske markedet. På Island har noen bedrifter startet med hermetisering av lever fra oppdrettstorsk. Firda Canning har produsert flere hundre tusen bokser basert på



oppdrettslever høsten 2007 til det tyske markedet, men har avviklet produksjonen av hermetisk lever våren 2008. Sandanger hermetikk har gjennomført prøveproduksjon av hermetisert lever fra oppdrettstorsk i 2007 og 2008.

I 2007 er det oppnådd gode priser på salg av lever til bl.a. Russland og Baltikum. Fersk lever fra oppdrettstorsk transporteres til markedet og blir benyttet i hermetikkproduksjon. Codfarmers har kjøpt opp lever fra andre torskeslakteri og omsatt leveren til Latvia hvor leveren blir hermetisert. Hermetikkprodusenter opererer med to ulike kvaliteter, superior og ordinær, som tillater litt innblanding av grønn lever. Hermetisering av lever fra oppdrettstorsk fra Norge foregår i Latvia og Polen. Disse markedene forsynes både med fersk og frossen lever. Det antas at det er mindre grad av automatisering, der det benyttes frosset lever. Denne blir veldig bløt og slipper mye olje ved tining. Når råstoffet er fryst lever, kan en metode være å fylle boksene når leveren er i halvfrossen tilstand. Det er hermetikkproduksjon av lever fra villtorsk i Murmansk. Det russiske markedet ønsker runde hermetikkbokser, mens det brukes ei firkantet "klubboks" i det tyske markedet, på 100-125 g.

Det er store markeder i Øst-Europa, og Baltikum, men ikke nødvendigvis stor betalingsevne. Hermetikkindustrien i disse landene mangler råvarer, som de tidligere har fått fra Østersjøen. I Vest Europa er Frankrike det største markedet. Tyskland, spesielt tidligere Øst Tyskland er et stort marked som ikke får dekket sin etterspørsel etter hermetisert lever. Spania har også etterspørsel etter produktet. Eksilrussere i Israel og USA etterspør produktet, og har betalingsevne. Hermetisk lever benyttes i salater, på samme måte som gåselever, på ristet brød, som pålegg eller rett fra boksen. Det benyttes også som middag. Industrien anbefaler å satse på etablerte markeder framfor å utvikle nye for lever fra oppdrettstorsk (Iversen, pers. med., Lem, pers. med. 2008).

#### 4.3.2. Utnyttelse av olje

Det er stor etterspørsel etter marine oljer, både til humant konsum og til bruk i dyrefor og fiskefôr. I framtida vil etterspørselen overstige tilbudet og marine oljer blir en knapphetsfaktor, også mot førsiden, og økt produksjon og salg av ulike marine oljer anses å ha et stort potensial i Norden (Riege 2007, Lekang og Gutierrez 2007). Tradisjonell produksjon av rå fiskeolje foregår ved at fiskeråstoffet varmes til 90° C før det ledes gjennom en presse som gir væskefraksjon og presskake. Væskefasen skilles til vann og oljefase i en separator. Vannfasen, som er limvannet, blir oppkonsentrert og tilbakeført til presskaken før tørking og videre oppmaling til fiskemel. Oljefasen blir vasket med varmt vann for å fjerne det meste av uønskede komponenter (Pettersen 2007). Denomega har patentert en kaldpressingsmetode, som ivaretar kvaliteten på råstoffet.

Det manglende råoljeproduserende leddet er under utvikling, og ett eksempel er samarbeidet mellom Fjordlaks og Denomega. Fjordlaks satser på oljeproduksjon i direkte tilknytning til Denomega, ved å bygge oljefabrikk i tilknytning til slakteriet. Fjordlaks har selv ansvaret for første ledd i produksjonen, prosessering av råolje, mens Denomega tar videre raffinering. Denne raffineringa foregår i dag i Sarpsborg og Fredrikstad, men vil i løpet av 2008 starte i

Ålesund. Omega-3 fra denne produksjonen finnes nå i funksjonell mat som for eksempel juice.

Flere produsenter har sendt ferske og fryste vareprøver av oppdrettslever til oljeprodusentleddet, men mellomleddet med råoljeproduksjon har manglet og det meste av leveren har gått til konsum. Produksjon av råolje av lever fra villfanget torsk er en over hundre år lang tradisjon i Norge, og dette videreføres av Peter Møller (Axellus) også i dag. Bedriften har avtaler med fire råoljeprodusenter i Lofoten, som fungerer som selvstendige bedrifter med leveringsavtaler. Raffinering til tran og andre produkter skjer i Oslo.

I Norge er det ei lang rekke bedrifter som raffinerer fiskeolje til ulike produkter for humant marked, og mange av disse bedriftene ligger i Møre og Romsdal (Se vedlegg B). Det benyttes i liten grad lokale råvarer til raffineringen, fordi de ikke har den ønskede konsentrasjonen av omega 3 fettsyrer. Med knapphet på råvaresiden, kan det kanskje være aktuelt i framtida. Island, Norge og Japan er store leverandørland av torskeleverolje. Olje/tran produksjon basert på lever fra fiskeri foregår kun i sesongen fra januar til mai, hvor leverkvaliteten vurderes som best (Lekang og Gutierrez 2007). Bedriftene som benytter villtorsk til tranproduksjon av ulike kvaliteter, har den Europeiske Pharmacopoeia Forum<sup>1</sup> nedre og øvre grenseverdier for innhold av 15 ulike fettsyrer for å definere tran fra villfisk. Oljen skal være klar, gulaktig og viskøs som er praktisk talt uløselig i vann. Det er utviklet en egen EP-standard for ”oppdrettstran” (tran basert på lever fra oppdrettstorsk), og da er det spesielt linolsyre som er kritisk i forhold til grensene for villtorsk (EP 2006). Selv ved å benytte kun marint råstoff i torskefôr, er det vanskelig å holde konsentrasjonen av linolsyre under 3%, som er grensa som definerer forskjell mellom oppdrett og vill opprinnelse på tran. Ferskheten på oljen beskrives av ulike oksidasjonsparametre og for tran fra oppdrettslever skal anisidintall være maks 10 og peroksidtall 5, mens kravene til tradisjonell tran har hhv 30 og 10. Prisfastsettelsen på oljer avgjøres av kvaliteten. Tidligere har oksidasjonstall vært avgjørende, men i dag er fettsyresammensetningen like avgjørende for å oppnå høy pris. Fravær av vegetabiliske oljer og EPA/DHA innhold avgjør pris og videre anvendelse av oljene (Riege pers. med. 2008). Leverolje fra oppdrettstorsk har en unik ferskhet, men råvarene som har vært brukt i fôret avgjør hvilken pris som oppnås.

Råoljeproduksjon kan gjøres ved oppvarming, kaldpressing eller enzymatisk hydrolyse. Bedriftene benytter ulike metoder under raffinering av råolje. Noen fjerner miljøgifter med aktivt kull og fjerner lukt (en del) med å kjøre damp gjennom tankene med olje (deodorisering) og "kold-klaring" ved å kjøle ned oljen og presse den gjennom filter. Da fjernes stearinsyre og en unngår bunnfall og grums i oljene under lagring. Dette er enkle prosesser som de fleste bedrifter bruker. Berg Lipid Tech er eksempel på en bedrift som blir tilbudt lever fra fiskere og oppdrettere. De har ikke muligheter for å motta lever, men bruker råtran som råstoff i sin produksjon, så det mangler et mellomledd (Sætre, pers. med. 2008).

---

<sup>1</sup> Europeiske Pharmacopoeia er en standard ofte kalt vindu - som blir forkortet til EP.

I tillegg har noen bedrifter (for eksempel EPAX) mer avanserte kjemiske prosesser i anleggene sine. Disse prosessene fører til oppkonsentrert EPA/DHA i oljen slik at konsentrasjonen blir høy nok til at en kapsel om dagen gir anbefalt EPA/DHA mengde. For å få det til, må triglyseridene (naturlig i råolje) først over på etylesterform. Da går det an å oppkonsentrere etylestere med EPA/DHA vha molekylær destillasjon. For å få etylestere tilbake til triglyserider brukes en enzymkatalysert reaksjon. Da fører prosessen til en bearbeidet olje med betydelig høyere EPA/DHA innhold enn det opprinnelig var i råoljen (Stoknes pers. med.). Dette er avanserte prosesser som krever mye erfaring og betydelige investeringer i utstyr. Produksjon, raffinering og oppkonsentrering er generelt beskrevet av Lekang og Gutierrez (2007).

Som tidligere nevnt er det opprettet en ny standard for produksjon av tran basert på oppdrettslever utviklet (EP: 2398, 2006). Det er fastsatt grense for innhold av C18:2 n-6 (linolsyre) mellom 3,0-11,0%, der tran fra villtorsk (EP: 11192, 2005) opererer med <3% linolensyre. Ei bacheloroppgave ved høgskolen i Ålesund våren 2006 beskrev fettsyresammensetning på individbasis for moden hofisk (Standal og Myrset 2006). Det ble observert avvik på C18:2 n-6, utover oppgitt grense i standard. Fettsyreprofilene viste forskjellene mellom oppdrett og villfisk. Ved bruk av vegetabiliske oljer i fôret, kan det være aktuelt å slutføre med fôr med et større innhold av marine oljer. Det er gjennomført fôringsstudier på slik slutfôring (Heggdal pers. med. 2008). Varigheten og lønnsomheten av en slik slutfôring må vurderes i forhold til fôrkostnader og pris. Leverkvalitet (farge/konsistens) i forhold til fôrsammensetning og årstidsvariasjoner kan variere.

Det er ulik grad av rensing av oljer til fôr, men fremmedstoff vil skape behov for økt rensing enten i fôr eller i oljeproduksjon (Riege 2007). Produksjon av olje fra lever gir høyt utbytte på inntil 70%. Større oljeprodusenter som raffinerer oljer til ulike formål, ønsker å motta råolje. Flere bedrifter har vurdert ulike råoljeproduksjoner tilknyttet slaktelinja. Det er tidligere forsøk å produsere olje om bord på båter, for eksempel linebåten Loran, via et lite kompakt anlegg. Utenlandske produsenter, som for eksempel Alfa Laval har også løsninger for slike anlegg. Det er flere større bedrifter som satser på produksjon av olje i forbindelse med slaktelinja, men mange er bare på tegnebrettet. Fjordlaks ligger i forkant i utviklinga gjennom samarbeid med Denomega.

Lekang og Gutierrez (2007) anslår et potensiale for leverolje til 20 000 tonn fra villfisk. Oljebedrifter har sett at tilgjengeligheten av tran har blitt redusert over tid. Oppdrettstorsk kan være en viktig kilde hvis mellomleddet med ekstrahering av råolje fra lever blir etablert. Foreløpig ønsker markedet å forholde seg til standarden for tran av villfisk. Argumenter som sporbarhet, lavere innhold av miljøgifter og ferskhet kan bidra til å øke markedsprisen. En ny monograf for oppdrettstran blir juridisk bindende fra 01.01.09. Den har blant annet andre krav i forhold til oksidasjon enn "villtran" som nevnt på forrige side.

#### 4.4. Utnyttelse av skinn

Hovedbestanddelen i skinn er strukturproteinene kollagen. Kollagen er en trippeltrådet proteinkjede som finnes i bindevev, skinn og bein som omdannes til gelatin ved oppvarming til ca 40 °C. I dag utnyttes gelatin fra fiskeskinn i begrenset omfang til kosmetikk og næringsmidler. Fiskeskinn utgjør omtrent 5 % av rundvekt, men Kræmer og Tidemann (2002) benyttet en omregningsfaktor på 6,4 kg skinn pr 100 kg råfisk benyttet. De har gjort vurderinger av utnyttelse av skinn fra villfisk og fant samla kostnader for oppsamling, avvanning, frysing, inntransport, mellomagring/tining ble kostnadsberegnet til ca 1 kr / kg skinn. Innholdet av fritt vann som fulgte skinnen fra skinnemaskinene varierte mellom 10 og 20%. I rapporten til Kræmer og Tidemann, ble hele prosessen fra innsamling til produksjon beskrevet, og utfordringer i linjen som avvanning, tining og til kvalitetsvurdering beskrevet.

Garving av fiskeskinn er ikke lenger utbredt i Norge. En tekstilkunstner har hatt kurs i garving av ull og fiskeskinn i Sogn og Fjordane, men det er trolig et fåtall som driver med dette. En produsent på Island garver skinn, men ønsker små partier på inntil 1 tonn. Det er enkelt å fryse inn skinn på palle, men vanskelig å få god logistikk fra slakteri til Island i så små kvanta (Myklebust pers. med. 2008). Italienske garveri har også vist interesse for fiskeskinn fra Norge.

Tradisjonelt ble det produsert lim basert på fiskeskinn og bein for 50 år siden. I dag utgjør produksjon av fiskegelatin <1% av verdens gelatinproduksjon. Utbrudd av kugalskap og etterspørsel etter halal- og koshermat kan øke interessen for fiskegelatin. Det rapporteres at kjemiske og tekniske karakteristikker av fiskeskinn kollagen og gelatin gjenspeiler temperaturkravene for torsk. Gelatin utvunnet fra fiskeskinn har lavere innhold av prolin og hydroksyprolin enn tilsvarende basert på skinn fra varmblodige dyr, og dette gir svakere gelstyrke og lavere smeltepunkt. Gelatin med lavere molekylvekt har dårligere egenskaper sammenlignet med molekyler med høyere vekt. Gelatin som fremstilles fra slik kollagen med lavt smeltepunkt vil ha lavere antall hydrogenbindinger i vannløsning og et lavere smeltepunkt enn gelatin fra dyr som lever i varmere omgivelser og pattedyr. Ved sammenligning av egenskaper fra laks- og torskeskinn, viser de to artene nokså like egenskaper. Laksegelatin hadde litt høyere innhold av aminosyrene prolin og hydroksyprolin, og dette forklarer sannsynligvis at laks har litt høyere gelstyrke og litt høyere smeltepunkt enn torskegelatin (Arnesen og Gildberg 2007).

Utnyttelse av skinnen til gelatin gir gelatin med spesielle egenskaper. Det meste av gelatinet brukes til mattilsetninger, men gelatin fra fisk har et lavere smeltepunkt, og kan passe til mange ulike ”coating” anvendelser (Arnesen og Gildberg 2002).

Prosessen for å produsere fiskegelatin spenner over flere vasketrinn med syre og lut samt ekstraksjon i destillert vann. Etter ekstraksjon, filtreres og sentrifugeres kollagenløsningen. Årsproduksjon av gelatin (både fra fisk og gris/storfe) er på ca. 250.000 tonn. Antar en et

utbytte på 1 kg tørt gelatin av 10 kg fiskeskinn og at skinn utgjør 5% av rundfiskvekt oppnås et råstoffpotensial på ca 25.000 tonn gelatin hvis alt torskeråstoffet blir utnyttet (Gildberg m.fl., 2002). Nyere forsøk ved Fiskeriforskning viser at en også kan utvinne gelatin fra lakseskinn. Dette gjør at råstoffpotensialet blir større og lønnsomheten bedre (Gildberg, 2007). Når volumet øker, vil torskeskinn fra oppdrett utgjøre et potensial. Dagens produksjon er for lav til å starte produksjon av gelatin. Det er foreløpig ikke rapportert om forskjeller mellom skinn fra oppdrettstorsk og villfisk i litteraturen.

Det er i dag ingen produsenter av fiskegelatin basert på fiskeråvarer i Norge. I Canada produserer bedriften Norland fiskegelatin fra ulike marine kilder. Det er bare denne bedriften som kan tilby volum av fiskegelatin. Det oppnås imidlertid en lav pris for fiskeskinnet som inngår i produksjonen. Det finnes flere produsenter av fiskegelatin, men de benytter gjerne varmtvannsarter fordi de har andre egenskaper enn gelatin fra kaldtvannsarter.

Det er antydnet at dagens potensial for omsetning av fiskegelatin er ca. 500 tonn. Et samarbeid mellom det færøyske firmaet Faroe Biomarin Biotec og det spanske selskapet Junca Gelatines har ført til etablering av firmaet Seanergy. Dette firmaet produserer peptider fra fiskeskinn til anvendelse i "neuroceuticals", "functional foods" og kosmetikk. I 2007 forventer firmaet en produksjon på 1000 tonn til en verdi på 10 million kroner. Fram til 2011 forventer de en tredobling av produksjon og verdiskapingen (Mørkøre 2007). Det kan på sikt være et potensial for norske bedrifter å etablere samarbeid med disse bedriftene for å utnytte skinn fra oppdrettstorsk.

Ved eksport av filet, er det store mengder skinn og bein som kan brukes i en slik produksjon. Ved en høyere foredlingsgrad av oppdrettsfisk innenlands, vil vi ha muligheter for en større utnyttelsesgrad for skinn. Det kan være forskjeller på skinnfarge avhengig av fiskens opprinnelse. Kysttorsk kan ha svartprikksyke, og ha mørke prikker i skinnet, noe som kan gjøre det mindre egnet til garving. Lysere skinnfarge blir ofte regnet som et kvalitetsfortrinn ved bedømming av fisken.

#### 4.5. Utnyttelse av andre innvoller og avskjær

I arbeidet er det kontaktet mange bedrifter som har erfaring med produksjon og omsetning av restråvarer. BiNor er en sentral aktør, men også andre eksportører har erfaringer med disse produktene.

##### 4.5.1. Mage



*Mage og tarmar fra torsk.*



*Frosne torskemager.*

Bilde 3. Torskemage og tarm (*til venstre*) og frosne torskemager (*til høyre*).

Fordøyelsesenzymene hos torsk er godt karakterisert. Trypsin produseres i bukspyttkjertelen og pepsin i magesekken, og begge disse enzymene bryter ned proteiner ved å spalte peptider på bestemte posisjoner. Torskepepsin er gjennomgående studert og sekvensert, og dette gjør torskepepsin til et verdifullt verktøy i bioteknologiske prosesser som for eksempel kaviarproduksjon og avskjelling av fisk. Fordøyelsesenzymene i torskemagene er tilpasset lave temperaturer. Torskemagen er et effektivt organ for å løse opp kollagenholdig bindevev. Etter syredenaturering blir bindevevsforbindelse lett fordøyd av pepsin. Som andre fiskespisende arter har torsk generelt et høyt nivå av pepsin, og fordøyelseskanalen har en relativt høyt proteinspaltende aktivitet gjennom året. Det er gjort forsøk for å sammenligne viktige fordøyelsesenzymer i torskemager fra vill og oppdrettet torsk med ulik sultetid. Resultatene er basert på torsk fra 3-4,5 kg, med leverindeks på 7 (for vill) og 14 for oppdrett (Gildberg 2004). Oppdrettstorsken hadde lavere pepsininnhold og høyere trypsininnhold i magesekken. Det ble lite endringer ved sulting fra 10-25 dager.

Mager blir omsatt som tørkede produkter til konsum. Mager fra oppdrettstorsk er uten fôr og har lavere enzymaktiviteter pga sulting før slakting. Det er arbeid i gang for å kartlegge muligheter for å utvinne enzym fra mager fra oppdrettstorsk. Bedriften Con Tra på Senja, er midt i en flytteprosess fra Tromsø til Senjahopen, og har ikke hatt produksjon siden sommeren 2007. De har mottatt prøveforsendelse av torskemager fra torskoppdrett i Vesterålen. De utvinner enzymet pepsin fra magesekken, og leverer enzymet og en prosess til bedrifter i USA, som igjen benytter enzymet i kaviarproduksjon fra Stillehavslaks. Enzymet

er effektivt i å løse opp rognsekken, og kan bidra til at også rogn som ikke er av topp kvalitet kan gi god kaviar. Leveransen til fem ulike kaviarfabrikker, inkluderer både enzym og prosess. Dette markedet er avhengig av fiskeriene av stillehavslaks, og dette har ikke vært så gode de to siste årene. Mage fra sultet torsk kan også bli en god markedsvarer i Asia, der magene omsettes både som ferske og frosne produkter. Det vil være avgjørende hvilken størrelse og tykkelse magene har, om de vil bli akseptert i markedet. Bedrifter har rapportert om forsøk på å sende torskemager til Sør-Korea, der responsen var at magene var for små, og for tynne. Dette var mager som kom fra russiske trålere. En kjenner ikke til at markedet for torskemager fra oppdrettstorsk er testet ut. Salta villfanget torskemager blir omsatt i Portugal. Magene omsettes i 100 kg tønner, lagret i saltlake. Saltede mager blir eksportert fra Island, og oppnådde en pris på ca 4 Euro i 2007.

#### 4.5.2. Svømmeblære



*Svømmeblære fra torsk.*



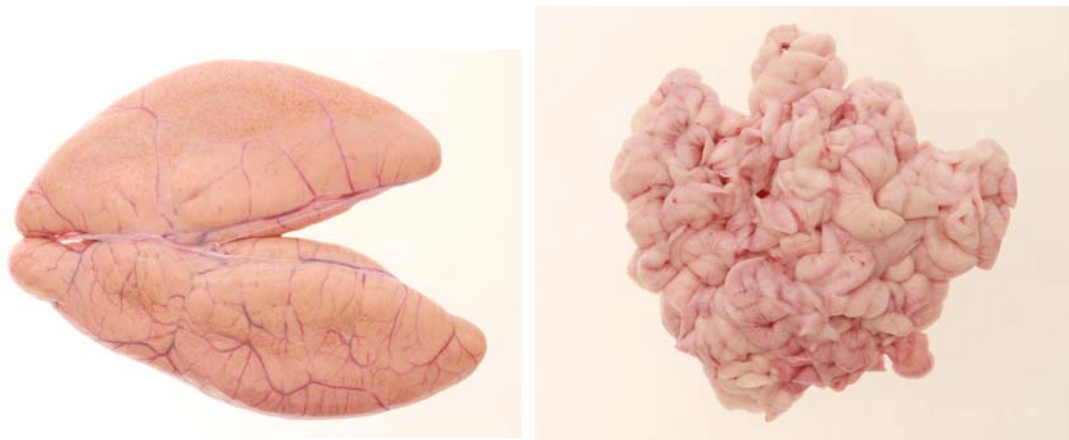
*Salta torskesvømmeblærer hos en spansk produsent.*

Bilde 4. Svømmeblære (til venstre) og salta svømmeblærer (til høyre).

I det spanske markedet importeres saltede svømmeblærer. Norske blærer kan selges her uten svart hinne. Svømmeblærer blir salta, emballert og omsatt på same måte som tunger. Prisnivå var 5-6 Euro pr/kg i 2007.

Ved prosessering, er det viktig å fjerne blodranda (nyre), og skylle svømmeblærene før innfrysing. På Island foregår salting og modning, før de eksporteres til markedet for videre tørking. I norske forsøk, tok det 4 dager å tørke de minste blærene, 6-7 dager å tørke de største ved temp på 10-13°C. Forsøkene viste at svømmeblærene utgjorde ca 9,2 % av ryggen, og bestod av 13,4% vann, 86,6 % råprotein, 1,1 % råfett og 0,5% aske. Utprøving av den islandske MESA 450 maskinen er gjennomført (Ringvold 2006). Denne maskinen skjærer automatisk ut svømmeblæren samt indrefiletten. Det er ikke publisert forskjeller mellom svømmeblærer fra vill og oppdrettstorsk, men kvalitetskriterier inkluderer ofte størrelse, og generelt vil svømmeblærene fra oppdrett ha en mindre størrelse enn fra villtorsk.

#### 4.5.3. Rogn og melke



Bilde 5. Torskerogn (*til venstre*) og torskemelke (*til høyre*).

Kjønnsmodning hos oppdrettstorsk fører til redusert vekst pga gonadeproduksjon og en del dødelighet, og utslipp av rogn til miljøet rundt. I torskeoppdrett er målet å unngå at fisken blir kjønnsmoden og gyter i merdene. Dette gjør at mengden av rogn og melke ikke vil vokse i takt med produksjonsveksten. Forsøk har vist at det er en viss mulighet for å utsette kjønnsmodning gjennom bruk av lys i merdene. Vanligvis lar oppdretterne fisken modne når den er mindre enn 500 g. Da blir vekta av rogn og melke i forhold til rundvekt (GSI) 3-5% og dødelighet er ikke et stort problem. Det foregår mange prosjekter med ulike regimer innen et overgripende prosjekt (LYSTORSK): lys hele livssyklus (for eksempel Profunda og Villa Cod Farm) og ulik plassering av lys (for eksempel Grieg, Fjord Marin) (Karlsen 2007). For å få de nyeste resultatene, bør en ta direkte kontakt med Ørjan Karlsen ved Havforskningsinstituttet. Prosjektene omfatter lyskilder (bølgelengder), styrke, plassering, tidspunkt med mer, og resultater rapporteres for å systematiseres.

Fersk rogn og melke blir solgt i mange markeder. Både rogn og melke er lysere i oppdrettsfisk enn villfanget, men markedet er veldig styrt av naturlig sesong. Forskjeller i kvalitet, produkttegenskaper og markedsmuligheter er ikke dokumentert. Flere bedrifter har godt salg av fersk rogn. Noen eksportører omsetter fersk rogn fra oppdrettstorsk. Denne rognen blir omsatt i de samme markedene som villfanget rogn.

Tidligere ble norskprodusert torskemelke hermetisert og omsatt i det britiske markedet. Islandske bedrifter produserer dette produktet i dag. En slik anvendelse er mulig også for melke fra oppdrettstorsk. Fersk torskemelke blir omsatt til svært høye priser i det japanske markedet. Sesongen er svært kort og det stilles strenge krav til farge, modningsgrad og ferskhet. En kjenner til at noen norske og islandske bedrifter har prøvd å omsette fersk melke til Japan, men en har ikke greid å skape lønnsomhet. Frossen melke er trolig et bedre



alternativ. Det har vært en betydelig lønnsom omsetning med en god sesong i 2005, basert på villfisk, men det har også vært store svingninger.

Fra melke kan en også utvinne fosfolipider og nukleotider. Dette er ettertraktede råvarer i helsekost, kosmetikk og funksjonell mat. Flere norske bedrifter som for eksempel Bjørge Ocean arbeider med slike anvendelser. Flere aktuelle bedrifter er beskrevet av Bekkevold og Olafsen (2007).

Det er utført forsøk med torskemelke, der kationiske proteiner er utvunnet og benyttet i fôr til torskeyngel, for å øke motstanden mot bakterier. I yngelfasen er det spesifikke immunapparatet ikke utviklet, og det søkes etter immunstimulerende midler for å bedre fiskehelsen. I forsøk ble det vist at tilsetning av kationiske histoner fra torskemelke kan øke overlevelsen av yngel når den blir utsatt for bakterieinfeksjon (Pedersen m.fl. 2004).

#### 4.5.4. Andre anvendelser



Bilde 6. Innvoller i torsk.

#### **Fiskesausproduksjon**

Fiskesaus er en høyt ansett matvare i Sørøst Asia. Den vannløselige proteinvandige fraksjonen som oppstår etter flere måneders lagring av sterkt saltet fisk ved tropiske temperaturer blir benyttet til fiskesausproduksjon. Hovedanvendelsen er i risretter, og det er også et viktig tillegg til dyreprotein i kostholdet i dette markedet.

Mye forskjellige råvarer kan brukes forutsatt tilstrekkelig mengde proteinspaltende enzymer for å gi effektiv vevsoppløsning og proteinhydrolyse. I overgangen mellom magesekk og tarm ligger en rekke blindsekker. I disse produseres viktige fordøyelsesenzymmer. Disse

fordøyelsesenzymene kan brukes i fiskesausproduksjon. Blindsekkene utgjør omtrent 1% av fiskevekta hos torsk, og er rik på proteinspaltende enzymer. Dette er restråvarer som er tilgjengelig på steder hvor det produseres lodde. Holodda går til konsum, mens hannlodde anvendelse til mel og oljeproduksjon. Mest forskning er basert på råmateriale til fiskesausproduksjon fra tropiske fisk under tropiske forhold. Gildberg (2001) refererer til arbeid med to lagringstemperaturer under 30° C fordi stabiliteten til enzymer fra blindsekker fra torsk fungerer dårlig ved høye temperaturer.

### **Taurin**

Taurin er ei fri aminosyre som ikke regnes som livsviktig for voksne, men som er det for spedbarn. Sjømat er en god kilde for taurin. Innhold av taurin i ulike fraksjoner er beskrevet av Dragnes m. fl. (2007). Fordi taurin ikke bygges inn i proteiner, tapes den lett under prosessering. Når torsken ble delt opp i fraksjoner, ble det påvist <3 mg/g taurin i de fleste fraksjonene, som hjerte, gjeller, blodrand, mage, tarm, blindsekker, rogn, melke og blod. Store andeler av de frie aminosyrene lekker ut ved varmebehandling, og taurinkonsentrasjonen i tradisjonelle fiskeprodukter reduseres med inntil 100 % under prosessering (Dragnes m. fl. 2007). Avskjær vil være en kilde for taurin.

### **Fosfolipider**

Det kan være aktuelt å produsere fosfolipider fra rogn og melke. Bedriften Eximo har utnyttet denne muligheten.

### **Avskjær**

Ved produksjon av torskefilet utgjør ryggene ca 15 % av fiskevekta. Ryggene består av 15 % bein og 85 % muskelfraksjon, pluss litt skinn. Oppmaling av torskerygger viste i forsøk at de inneholdt 15,3 % protein, 0,3 % fett, 6,3 % aske og 77,9 % vann (Gildberg m.fl. 2002). Denne sammensetningen er nokså lik torskemuskel generelt, men har fem ganger høyere askeinnhold, slik at det kan vurderes som en mineralkilde. Kalsium av marin opprinnelse har vist seg å bli absorbert på linje med andre kalsiumkilder (Malde m.fl. 2007). På tørrstoffbasis utgjør beina 1/3 av ryggfraksjonen, som består av ca 60-70 % mineraler. Ut fra dette kan det estimeres at 80-85 % av totalt protein er muskelprotein, mens 15 % er beinkollagen. I tillegg er det en mindre del av kollagen fra skinn, som kommer fra sporen og finnene.

### **Fiskeproteinhydrolysat**

Enzymatisk hydrolyse er en prosess som benyttes for å utvinne protein fra et råstoff. Hovedproduktet er et pulver som kan ha ulik anvendelse. Hvilket råstoff, hvilke enzym og betingelser som benyttes under prosessen avgjør kvaliteten på dette produktet. Fiskeproteinhydrolysat er hovedprodukt fra proteinhydrolyse av restråvarer, og avskjær og hoder er ofte råstoffet som brukes i slike prosesser. Det er viktig å få størst mulig utbytte i løpet av prosessen. Utbyttet øker hvis råstoffet inneholder ryggbein, da blir det størst mengde tørket fiskeproteinhydrolysat (FPH) (Slizyte m. fl. 2005: b).

I de siste årene er det publisert resultater fra hydrolyse av restråvarer fra torsk (Liaset m.fl. 2000, Gildberg m.fl. 2002, Slizyte m.fl. 2005 a,b,c; Dauksas m.fl. 2005). I prosessen vil

mengden tilsatt vann kanskje være den mest avgjørende faktoren, selv om prosessen påvirkes av faktorer som type enzym, konsentrasjon, inkubasjonstid, pH, temperatur (Gildberg m.fl. 2002). Det finnes i dag teknologi for å produsere proteinhydrolysat fra fiskeavskjær ved hjelp av industrifremstilte enzymblandinger (Gildberg 1993, Liaset m.fl. 2003, Sandnes m.fl. 2003). Fra denne prosessen oppstår det en beinfraksjon (10-15 %) som i dag brukes i fôr. Gildberg m.fl. (2002) konkluderte med at hoveddelen av muskelproteiner og kollagen i torskerygger kunne gjenvinnes ved en kombinasjon av forsiktig hydrolyse og kjemisk ekstraksjon

I forskningsprosjektet DOCMAR, har det blitt undersøkt virkning av ulike marine ingredienser på helse. Fokus i DOCMAR har vært å lage høykvalitetsprodukt fra høykvalitets råstoff. I forsøk med rotter, ble det vist at hydrolysert protein reduserte fettmengde i lever og muskel hos rotter (Liaset 2008). I forsøk ble det benyttet fiskeproteinhydrolysat fra laks. Det er ikke utført tilsvarende forsøk med fiskeprotein-hydrolysat fra torsk.

Liaset og Espe (2008) beskriver sammensetning av næringsstoffer i hydrolysat fra fiskeråstoff. Ved hydrolyse av fiskeråstoff får en to hovedfraksjoner; en vannløselig fiskeproteinhydrolysatfraksjon og en uløselig peptidfraksjon. Det er kommersielle enzymer tilgjengelig på markedet til hydrolyse av fiskeråstoff, for eksempel Protamex<sup>TM</sup>. Fiskeproteinhydrolysatet var spraytørket, mens den uløselige peptidfraksjonen var frysetørket. Liaset og Espe (2008) presenterer innhold av aminosyrer, aske, mineraler og sporelementer, i tillegg til B vitaminer og biogene aminer.

Fordi Norge har store mengder restråvarer, er utfordringa å arbeide med hele fraksjoner, ikke bare søke etter spesifikke peptider med spesielle egenskaper (Liaset m. fl. 2007). Mesteparten av restråvare fra norsk fiskeindustri ender i dag som syrekonservert ensilasje. Det meste av råstoffet kommer fra pelagisk industri og lakseoppdrett. Fra den tradisjonelle hvitfiskindustrien er det liten ensilasjeproduksjon. Bedriftene Biomega og Nutri Marine Life Sciences tilbyr i dag proteinhydrolysat fra fersk råstoff. Bedriftene Scanbio og Hordafør produserer proteinkonsentrat av syrekonservert ensilasje.

#### 4.6. Optimalisering av slaktelinjen

##### **Produksjonslinjen**

For å ivareta kvaliteten og utbyttet på restråvarer er det viktig med skånsomme slaktemetoder. I dag finnes det ikke maskinelt utstyr som klarer å få ut alle innvoller uskadet. Det er pågående utviklingsarbeid for å få til automatisering, men i dag benyttes i stor grad manuell sløyning når innvollene skal separeres og utnyttes. Slakteristrukturen er ikke ferdig utviklet, og mye av slakting av oppdrettstorsk foregår i liten skala uten noen særlig grad av automatisering. For å få en effektiv og lønnsom produksjon er det viktig med gode teknologiske løsninger, men det er viktig at teknologien ivaretar kvaliteten på råstoffet. Noen firma har utviklet egne manuelle sløyelinjer for å ta vare på restråvarer. En synergieffekt i forhold til bedrifter som tar imot rundfisk (for eksempel Gunnar Klo) kan være et bindeledd

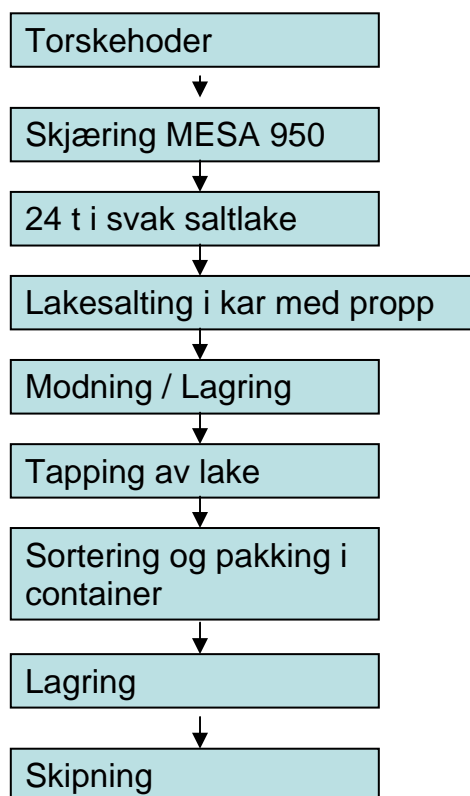
mellom oppdrett og fiskeri. Kvaliteten på slo har vist seg å øke ved innføring av moderne sløyelinje på fiskemottak, mens kvaliteten på lever, rogn og melke forble uendret (Rognan 2008). Kystfiskerne tror at stadig mer av fisken vil bli sløyd på land, så synergi mellom slakteri og sløyelinjer fra fiskeri kan komme frem i teknologiprosjekter (Olafsen 2008).

Det har vært arbeidet med å utvikle en modifisert sløyemaskin for å unngå at innvollene blir knust (Bekkevold og Næsfeldt 2001). Målet med dette har vært å få bedre kvalitet på oljen som ekstraheres fra restråvarene. Det er oppnådd en andel frie fettsyrer (FFA tall) i området 0,5-1,7 % for hel maskinsløyd innmat og 1,8-3,0 % i knust innmat, mens en fant verdier rundt 4-6 % i knust innmat (0,5-2 %) i olje fra hode/rygg). Tallene er ikke direkte sammenlignbare da de baserer seg på ulike prosesser for å få frem oljen. Likevel viste Nortvedt m.fl. (2000) betydelig høyere oksidasjon (harskning) i fett fra knust slo sammenlignet med hel slo, noe som også samsvarer med resultatene til Bekkevold og Næsfeldt (2001).

### Produksjonsmetoder og maskiner for prosessering av torskehoder

#### *Produksjon av kløvde hoder*

Det finnes flere produksjonsmåter for kløvde hoder. Det vanligste er å produsere hodene på en MESA 950 maskin og salte produktene. Et annet alternativ er å fryse inn kløvde hoder. Saltede hoder er den viktigste produksjonsformen.



MESA 950 Cod head splitting machine

Figur 7. Flytskjema for produksjon av saltede kløvde hoder (Olsen 2004).

**MESA 950 Cod head splitting machine**

Tilpasset:	Fiskehoder mellom 500 gr til 1,5 kg
Kapasitet:	30-35 hoder pr. minutt.
Produksjonsutbytte	(fra torskehode): 53 %.
Pris:	311 000 NOK (2007)

Kløvde saltede hoder blir sortert i to vektklasser:

- 350-500 gr
- 500 gr + (Rundfiskvekt over 5 kg)



Foto: Olsen 2004

Bilde 7. Skjæring og pakking av kløvde hoder.

MESA 950 maskinen greier å produsere 400 kg hoder i timen og fire personer kreves i arbeidet med skjæring, salting og truck kjøring. Utbyttet er mellom 48-50 % fra hodet, alt etter størrelsen på hodet (Olsen 2004).

Salta kløvde hoder blir stabla lagvis på paller og emballert med plast eller pallecontainere. Slik blir produktet eksportert til markedet. De kløvde hodene blir ikke tørket eller videreforedlet hos importørene, men de blir pakket om i pappkasser à 20-25 kg for videre salg. Tidligere markedsundersøkelser har vist at importører ikke ønsket å importere mindre enheter, eller ferdige pakkede konsumentpakninger av kløvde hoder, da de selv ønsket å pakke om produktene i mindre enheter (Kjerstad m.fl. 1996, Kjerstad og Aas 2007).

***Produksjon av tunger, kinn og medaljonger***

Produksjon av kinn og tunger kan gjøres på flere måter. Tunger kan skjæres på tradisjonell måte med å kutte tungene manuelt med kniv. Det finnes en islandsk maskin MESA 900 som kan skjære ut tunger og kinn med skinn og bein. En elektrisk kniv kan også benyttes for produksjon av kinn uten skinn og bein (medaljonger).

Tunger og kinn kan fryses eller saltes. Ved salting blir tunger og kinn lagt i rennende vann i ca 1 døgn, før de blir lagt i mettet saltlake i noen uker. Saltede tunger og medaljonger blir ofte pakket i plastbøtter med lake (se bilde øverst til høyre)



”Whizard Modular Trimmer”



Utskjæring av ”medaljonger”

Bilde 8. Whizard Modular Trimmer (til venstre) og Utskjæring av medaljonger (til høyre).

Den elektriske roterende kniven ”Whizard Modular Trimmer” er også tidligere benyttet til å skjære ut kinnmuskel (medaljong). Det ble da funnet et utbytte på ca. 4.2 % (Helgason m. fl. 1997).

#### **Whizard Modular Trimmers**

Elektrisk kniv som skjærer ut medaljongene manuelt.  
Utbytte for skinn og beinfri medaljong (fra torskehode): 5,4 %.  
Pris: 23.000 NOK (1998). (Fortsatt i salg).

Utnyttelse av hoder fra torskeoppdrett vil gi små produkter, og det vil være viktig å avklare minimumsgrenser og hvilke markeder som ønsker de minste produktene. Maskiner må tilpasses dette råstoffet. Produkt- og markedspotensialet er trolig mindre enn for større hoder fra villfanget fisk.

#### **MESA 900 Tongue and cheek machine**

Tilpasset: Fiskehoder mellom 1,5 - 5 kg  
Kapazität: 30-35 hoder pr. minutt.  
Produksjonsutbytte (fra torskehode): Kinn 14 %, tunge 3 %.  
Pris: 483 000 NOK (2007)

## 5. VIDERE UTVIKLING AV NÆRINGEN

Utnyttelse av restråvarer fra marine fiskeråvarer er et aktuelt tema i dag. Det snakkes om at marine råvarer er havets skattkammer, med unike bestanddeler som har nye anvendelsesområder og stort verdipotensial. Det legges ned mye globalt FoU arbeid både av forskningsinstitutter og bedrifter for å kartlegge kjemiske og helsemessige egenskaper til marint råstoff og spesialkomponenter. De senere årene har Norge økt sin forskningsaktivitet innenfor dette området. Fiskeriminister Helga Pedersens målsetting for fiskerinæringen er at alt marint råstoff skal utnyttes og anvendes til produkter som har høyest mulig verdiskaping (Pedersen 2007). Restråvarer fra norsk marint råstoff har i dag en verdi på ca 1 milliard kroner, men her er det et stort utviklingspotensial. Flere snakker om mangedobling av denne verdien det neste tiåret. Stiftelsen Rubin har gjennom en årrekke gjennomført utviklingsprosjekter som har bidradd til økt utnyttelsesgraden for restråvarer innenfor denne sektoren. De meste av utviklingsprosjektene er gjennomført i villfisk næringen.

Tradisjonelt har torskefiskeri gitt tilgang til restråvarer som hovedsakelig har blitt brukt til dyrefôr. Det har vært tradisjoner på å utnytte restråvarer til konsum, som hoder (for eksempel tunger), lever og rogn under de store torskefiskeriene. Det meste av restråvarer fra fiskeri- og oppdrettsnæringen brukes i dag i dyrefôr eller som ingredienser i mat for mennesker. Marine ingredienser kan anvendes som aroma- og smakstilsetninger, geldannere, konserveringsmidler eller funksjonelle ingredienser i næringsmiddelindustrien. En annen viktig anvendelse er ”functional food” som er mat med dokumenterte helsefremmende effekter. Krav til dokumentasjon av kvalitet og påstått sunne helseegenskaper for mat og ingredienser øker. Gjennom oppdrett får industrien tilgang til ferske restråvarer allerede på slaktelinja. En får god tilgang til store volum restråvarer av optimal kvalitet i forhold til ferskhetsgrad og oksidasjon. Restråvarer fra villfanga fisk vil ikke ha samme ferskhetsgrad som dette råstoffet, og oppdrettsnæringen har derfor et fortrinn, selv om fettsyresammensetningen er litt mindre gunstig. Torskeoppdrett har en fordel med god kontroll og sporbarhet på råstoffet som går inn i produksjonen, men en utfordring ved å innføre nye rutiner for å dokumentere kvalitet og produksjonsprosedyrer.

Arbeid for bedre utnyttelse av restråvarer fra fisk er en del av en helhetlig verdikjedetankegang. I en global og miljømessig sammenheng er det viktig at råstoffene utnyttes på en optimal måte. Det er ikke utenkelig at det kan komme internasjonale krav om at råstoffet fra fiskeri skal utnyttes bedre. Dette kan medføre forbud mot at flåteleddet bare tar vare på fileten eller fisken, men også må ta med restråvarene til lands. Innenfor torskeoppdrett har en god tilgang på restråvarene og gode muligheter for å skape mer verdier av dette råstoffgrunnlaget.

### **Forventet mengde restråvarer fra oppdrettstorsk**

Basert på prognoser om slaktevolum av oppdrettstorsk i 2008 og 2009 på henholdsvis 18.610 tonn og 41.505 tonn kan en forvente en kraftig økning av tilgjengelig restråvarer fra oppdrettstorsk (Blaalid 2007). Tabell 9 viser teoretisk mengde av ulike produkter fra restråvarer.

Tabell 9. Oversikt over slaktevolum (tonn) og teoretisk kvantum (tonn) av viktige restråvarer i oppdrettstorsk i 2008 og 2009 (Blaalid 2007).<sup>2</sup>

Råstoff		2008	2009
Estimert slaktevolum		18 610	41 505
Andel hoder:	utbytte 14 %	2 605	5 811
Andel lever:	utbytte 13 %	2 419	5 396
Andel mager:	utbytte 2 %	372	830
Filetavskjær*:	utbytte 35 %	6513*	14526*

\*) inkludert ryggbein, hvis all fisk går til filet

Tallene i tabell 9 er prognoser som ble presentert høsten 2007. Resultater tyder på at det vil bli betydelig lavere tall i 2008 og 2009 enn de som er presentert. Hoder og lever utgjør store volumer. Det er derfor viktig at en starter med å utnytte disse produktene. For hodene ligger det en del markeder klar for tørka og salta produkter. Men det er en utfordring at hodene er mindre enn villfanget fisk, spesielt i produksjon av saltede kløvde hoder. Som tørkede hele hode kan størrelsen være fordelaktig i det nigerianske markedet. Det er et større FoU-behov for å utvikle markeder for hodeprodukter og finne anvendelse av lever. Filetavskjær utgjør et stort fremtidig potensial, selv om kun en liten del av volumet blir filetert i dag.

### Hoder

Det finnes maskinelt utstyr for skjæring av kløvde hoder, kinn og tunger. Disse har vært brukt i en årrekke av islandsk foredlingsindustri. Hodene fra oppdrettstorsken har generelt en liten størrelse og dette har skapt problemer med å bruke eksisterende maskiner for fiskehoder. Maskinprodusenten MESA sier at de vil tilpasse maskinene til å kunne produsere små hoder, men foreløpig fungerer dette ikke tilfredsstillende. Så lenge oppdrettstorsken slaktes ved en slaktevekt på 3-4 kg vil konsumproduktene fra hodet få en liten størrelse og et lavt produksjonsutbytte. Det er kanskje behov for større mengde av hoder for å få til en lønnsom produksjon av slike produkter.

Et annet alternativ er å tørke hele hoder. Det finnes også tørkemuligheter for hele hoder. Islendingene har utviklet et stor og lønnsom eksport av tørkede fiskehodeprodukter til det nigerianske markedet.

Kjemisk karakterisering av torskehoder (Stoknes m. fl. 2002, Stoknes m.fl. 2004) har vist at hodene inneholder interessante fettsyrer, men i for liten mengde til at det vil være økonomisk å bruke hodene som kilde for EPA og DHA. Hodene er en kilde til kalsium og protein, men det er lite som tilsier at hodene vil brukes til ingrediensmarkedet i nær framtid. Dagens anvendelse til konsum kan utvikles videre, mens en stor del av hodene fortsatt vil bli brukt til oppmaling og produksjon av mel og olje til dyrefôr fremover.

<sup>2</sup> I den teoretiske beregningen har en ikke tatt hensyn til at noe fisk blir eksportert med hodet.



## Lever

Leveren er det råstoffet som i størst grad skiller seg fra villtorsk, og som kan påvirkes i størst grad gjennom oppdrett. Det er mulig å påvirke fettsyresammensetningen mot en bestemt fettsyreprofil, selv om forsøk har vist at det er utfordrende å få lavt nok innhold av enkelte n-6 fettsyrer (for eksempel linolsyre) til å oppnå villtorsk-standard på tran fra lever (Heggdal pers. med. 2008). Den nye oppdrettsstandard er på vei inn, og vil være et godt hjelpemiddel i markedsarbeidet.

Potensialet for leverolje fra villfisk anslås å være 20 000 tonn fra villtorsk (Lekang og Gutierrez 2007), og potensialet for å utnytte leverolje fra oppdrettstorsk øker i takt med produksjonsøkningen.

Oljebedrifter har sett at tilgjengeligheten av tran har blitt redusert over tid. Oppdrettstorsk kan være en viktig kilde hvis mellomledet med produksjon av råolje fra lever blir etablert. Olje basert på torskeoppdrett kan avvike fra villtran-standard, men vil ha et mindre behov for rensing av miljøgifter og fremmedstoff, fordi dette allerede er fjernet i råvarene som brukes til fôrproduksjon. Dokumentasjon av rensbehov og fremmedstoff evt. lavere innhold av PCB og dioksiner kan i fremtiden bli med å heve prisen og øke etterspørselen.

Lever utgjør et stort potensial både til konsum og som oljekilde. Unik ferskhet og kvalitet på råstoffet er fortrinn som bør utnyttes både med hensyn til konsumkvalitet og for å unngå oksidasjonsprosesser. Gjennom samarbeid med fôrindustrien, kan en endre fettsyresammensetning i lever. Markedet som tradisjonelt har etterspurt råolje fra torskelever til tranproduksjon, dreier etterspørselen mot oljer med oppkonsentrasjon av bestemte omega-3 fettsyrer mot helsekost og "functional food" markedet. Et eksempel på anvendelse i "functional food" er oljer produsert hos Fjordlaks/Denomega som brukes i juice beriket med omega-3 fettsyrer og i kaviar. Prisen på råolje fra lever av oppdrettstorsk er priset lavere enn fra villtorsk. Det er begrenset, men stigende etterspørsel etter olje fra oppdrettstorsk. Deler av markedet uttrykker skepsis til oppdrett som kilde, men analyser viser et svært høyt innhold av fett i lever, noe som vil gi godt utbytte. Det er i dag for lite råstoff til stabile leveranser av tilstrekkelige mengder lever, og en del lever fryses derfor inn. Dette gir utfordringer i forhold til kvalitet og prisfastsetting. Ved hurtig innfrysing og tining, vil en beholde god kvalitet på råstoffet, men mengde frie fettsyrer vil øke. Erfaringer fra forsøk (Nilsen og Grebstad 2008) viser at harskningsprodukter ikke er noe problem ved rask innfrysing.

Lever kan utnyttes til fersk konsum og til hermetiske produkter. Det er imidlertid en utfordring å finne årsaken til og sortere ut grønn lever. Missfarget lever er vanskelig å utnytte til konsumprodukter. Tre bedrifter har gjort forsøk med hermetisering av oppdrettslever. Med god tilgang til fersk lever fra slakteriene synes dette å være et interessant produksjonsalternativ å satse videre på.

## Andre restråvarer

Tilgang til tom fordøyelseskanal gjennom sulting før slakting, gir også andre produktmuligheter, mot for eksempel asiatiske markeder for mage og svømmeblære. De fleste

produktene fra oppdrettstorsk, vil ligne på produkter fra villtorsk, og markedene vil være forberedt på det. Ved store avvik, må det vurderes å introdusere produktene som nye, fordi de ikke samsvarer med kundens forventinger. Dette kan også gi muligheter til å oppnå høyere pris i enkelte markeder.

På manuelle slaktelinjer, blir kostnadene ved å skjære ut svømmeblærer, eller magesekk store, men resultater fra villfisknæringa viser at dette kan være lønnsomt. Utfordringen er å få til en effektiv maskinell linje. Manuell bearbeiding er for tid- og kostnadskrevende for å oppnå lønnsomhet. Rogn og tunger er de produktene som har oppnådd høyest pris, og dette kan ikke oppdrettsnæringa konkurrere med, fordi en forsøker å unngå kjønnsmodning, og hodene er små. Derimot er lever og andre restråvarer aktuelle. Det finnes markeder for konsum av slike produkter, men det vil kreve stabile leveranser av større volum av bestemte kvaliteter. Utnyttelse av spesialprodukter, vil måtte utvikles i tilknytning til større slakteri.

### **Lønnsomhet og slakteristruktur**

Lønnsomheten i torskeoppdrettsnæringen er ikke god på tross av at det siste året er oppnådd relativt gode priser. I gjennomsnitt ble det rapportert om salgpris på kr 25,05 for 2006, med en produksjonskostnad på kr 38,68 (Fiskeridirektoratets lønnsomhetsstatistikk). Tall fra 2007 og 2008 viser mye høyere priser. Codfarmers rapporterer produksjonskostnader på 22,2 kr/kg for torsk produsert. Selv om Fiskeridirektoratets lønnsomhetskalkyle gir negative lønnsomhetstall viser dette at noen driver lønnsomt. De som drifter optimalt og har vært i bransjen noen år har bedre driftsmarginer. På slutten av 2007 økte prisen på oppdrettstorsken opp i mot 40 kr/kg og har ligget på dette prisnivået fram til april i 2008. Prisen for villfanget torsk ligger lavere enn for oppdrettet torsk (Se figur 1.)

Siden lønnsomheten foreløpig er marginal, vil produksjon og omsetning av restråvarer fra slakteprosessen gi positive bidrag for oppdretterne. Noen oppdrettere hevder at kanskje utnyttelse av restråvarer er nøkkelen for lønnsomheten i næringen. For at dette skal bli reelt er det viktig at oppdretterne og slakteriene finner modeller for deling av fortjenesten fra restråvarene. I dag er det vanlig at de som slakter fisken overtar restråvarene. Det må med andre ord inngås avtaler om prising og fordeling av verdien av råstoffet som omsettes. Ved integrerte selskaper skjer dette naturlig.

Det er behov for en større grad av automatisering av slaktelinjen for å få lønnsomhet. I fiskeri er det utviklet systemer for sløyning på land og det er viktig å få ut innmat uten å skade den, hvis den skal separeres og benyttes til videre arbeid. Dagens bruk av restråvarer til konsum er for en stor grad basert på manuelle linjer. Det arbeides med prosjekter for maskinell utsortering av mager (ConTra og Sintef), og de har skissert et mulig konsept, som foreløpig ikke er oppskalert (Bekkevoll pers med 2008).

Slakterisida er under utvikling (se tabell 5), og fordeling av konsesjonene kan gi indikasjon på hvilke regioner som vil utvikle store slakterier. Industri for å utnytte restråvare vil bli plassert i nærheten eller tilknytning til områder med stor produksjon for å utnytte ferskhets og volum.

Nordland har stor produksjon av torsk, mange konsesjoner, store avstander, og det er behovet for etablering av slakteri. Likeså har området sør for Stadt få slakteri.

Økt kvantum slaktet torsk vil trolig også gi forandringer i slakteristrukturen. En vil kanskje få noen større slakteri som spesialiserer seg på slaktning av oppdrettstorsk. Samtidig kan en få flere mindre slakteri ute i regionene. En kan derfor forvente at de største slakteriene kommer i geografisk regioner med mange konsesjoner. En struktur med større slakterier vil være fordelaktig med hensyn til mulighetene for å bedre utnyttelse av restråvarer i oppdrettstorsk. At slakteriene har stabile kvantum og tilgang til nok kvantum av restråvarer av god kvalitet er en av nøkkelfaktorene til at bedriftene kan satse på en større utnyttingsgrad av restråvarer. Videre prosessering av restråvarer vil bli etablert i tilknytning til større slakterier. Allerede i dag etableres prosesseringsanlegg like ved slakterier, og denne utviklingen vil fortsette.

### Markedssituasjon

Gjennom arbeidet med rapporten, har det ikke vært mulig å konkludere med standardpriser på råvarene. Prisnivået for de ulike råvarene vil variere i forhold til kvalitet og spesifikasjoner, så det er ikke mulig å presentere standardpriser som gjelder over tid. Økt global etterspørsel etter torsk kan gi gode vekstpotensial for oppdrettet torsk. Hvor lenge denne markedsmuligheten vil vare er usikkert, men hvordan oppdrettstorsken greier å etablere seg i markedene de neste årene vil sammen med kontrollen over produksjonsprosessen og produktivitetsutviklingen være avgjørende for lønnsomheten i næringen. Næringen synes å ha to hovedutfordringer – å bli konkurransedyktig fort nok, og å forbli konkurransedyktig i forhold til alle de andre oppdrettsartene som blir introdusert i markedet (Asche 2007).

Tabell 10. Noen eksempler på priser som er rapportert fra ulike markeder.

Produkt	Anslått pris kr/kg	Anvendelse
Hoder	1,50	Ferske til dyrefôr
	20-25	Tørket hele hoder
Kinn	45-50	Fryste
Medaljonger	36 kr	Våtsalta
	35 kr	Fryste ombordproduserte fra russisk båt
Tunger	45 kr	Frosne
	80 kr	Salta
	50-70 kr	Ferske
Magesekk	40	Salta til Spania
Kløvde hoder	15-18	Våtsalta
Lever	6-8	Hermetikk/konsum
Råolje fra lever	17-18	Videre raffinering av olje
Rogn	45 kr	Fersk konsum
	ca 25 kr	Industrirogn til kaviarproduksjon
Svømmeblærer	40-48	Salta, Spania
Isel	10 kr	Fryst, Japan
	70-100 kr	Fersk, Japan
Skinn	13	Island

Eksemplene på priser stammer fra ulike kilder, og er delvis basert på produkter fra villtorsk

Det er viktig å satse på de markedene som betaler godt for restråvarer. Islendingene har utviklet markeder for konsumprodukter av torskeshoder i mange markeder. Det er aktuelt for norske bedrifter å satse på de samme produktene. Bearbeidde fiskehodeprodukter som kløvde saltede hoder og tunger fra oppdrettstorsk har imidlertid en mindre størrelse og vil derfor oppnå en lavere pris i markedet enn større produktstørrelser. Importører i Spania og Portugal er imidlertid interesserte i å teste ut fiskehodeprodukter fra oppdrettstorsk. Importørene er interesserte i å finne nye og alternativer leverandører av slike produkter. Noen slakteri er kommet i gang med mindre forsøk med produksjon og salg av hodeprodukter.

Tørkede hele hoder er det største og mest lønnsomme konsumproduktet av torskeshoder fra Island. Tørkede hoder er godt betalt i markedet i Nigeria. Snittprisen var 19 NOK/kg i 2005 i dette markedet. Prisene har vært jevnt stigende de tre siste årene. For å øke verdiskapingen har Island arbeidet aktivt med produkt- og markedsstrategier i dette markedet. Arason (2007) hevder at Islendingene har utviklet 40 ulike produktvarianter av tørkede fiskehoder i dette markedet. Hodene blir omsatt under egne brands. Siden små hoder er mer egnet som porsjonsprodukter oppnår de minste hodene den høyeste prisen. Dette kan gi interessante muligheter for hoder fra oppdrettstorsk (Kjerstad og Aas 2007). Norske forsøk med produksjon og omsetning av tørkede hoder bør gjennomføres.

Økologisk oppdrettstorsk representerer nye markedsmuligheter. Overfisket i Østersjøen og Nordsjøen åpner for dette produktet, og representerer en markedsnisje som ikke konkurrerer i samme grad med andre hvitfiskslag. Ei utfordring er at store volum torsk høstes kostnadseffektivt fra ville bestander. Produksjonskostnadene ved produksjonen forutsetter en vesentlig høyere markedspris. Johnson Seafarm på Shetland har hatt økologisk produksjon og markedsført produktene under "No catch"- slagord men har våren 2008 blitt slått konkurs. Villa Cod Farm, som produserer økologisk torsk, har inngått langsiktige avtaler med Storbritannia og USA for sine produkter.

## 6. FoU UTFORDRINGER I DET VIDERE ARBEIDET

Det må gjøres noen strategiske valg i det videre utviklingsarbeidet med restråvarer fra oppdrettstorsk. Leveren har kanskje det største potensialet, med en rekke ulike anvendelser. Leveren er en kilde til marine olje som er svært ettertraktet i dag. Følgende muligheter synes mest interessante:

**Generelt:**

- Lønnsomhetsberegninger for totalutnyttelse av restråstoff i oppdrettstorsk.
- Karakterisere forskjeller i restråvarer i villfanget og oppdrettet torsk.
- Effektiv separasjon av innvoller, gjerne automatiserte prosesser.
- Holdbarhetsanalyser.
- Kvalitetsstandarder for ulike produkter.
- Markedsundersøkelser for nye produkter.

**Lever:**

- Kartlegge årsaker til grønn lever.
- Utvikle kvalitetsstandard for lever fra oppdrettstorsk.
- Optimale produksjons- og logistikk-løsninger.
- Sammenheng fôr, fôring og leverkvalitet.
- Optimal prosessering og emballering av lever.
- Råoljeproduksjon- analyse av utbytte, kvalitet og markedspotensial.

**Hoder:**

- Produktutvikling og holdbarhetsstudier.
- Effektiv maskinell bearbeiding.
- Optimale produksjons- og logistikk-løsninger.
- Kartlegge produkt og markedspotensial for frosne hele hoder.
- Utvikle markeder for norske produkter fra fiskehoder.

**Andre restråvarer:**

- Produkt og markedsutvikling.
- Automatiserte produksjonsprosesser.
- Søke etter spesialkomponenter for ulike anvendelser og markeder.

Det er viktig at den norske forskningen dekker alle deler av den marine verdikjeden. Ved å kombinere norske unike, marine ressurser med kunnskap om ressursene, industriprosesser og markedet vil nye produkter kunne utvikles. Forskning er et kraftfullt virkemiddel for å utvikle nye kunnskapsbaserte næringer basert på de marine ressursene (Pedersen 2007). Mye utviklingsarbeid er utført innenfor utnyttelse av restråvarer fra villfanget torsk. Den store volumøkningen innenfor oppdrettstorsk gir nye forskningsoppgaver innenfor utnyttelse av restråvarer i oppdrettstorsk.

## 7. REFERANSER

- Arnesen, J. A. og Gildberg A. 2002. Preparation and characterisation of gelatine from the skin of harp seal (*Phoca groenlandica*). *Bioresource* 82: 1191-194.
- Arnesen, J.A. og Gildberg, A. 2006. Extraction of muscle proteins and gelatine from cod head. *Process Biochem.* 41: 697-700.
- Arnesen, J.A og Gildberg, A. 2007. Extraction and characterisation of gelatine from Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. *Bioresource Technology* 98: 53-57.
- Arason, S. 2007. Biproduktenes betydning for fiskerinæringen på Island og Færøyene. Foredrag på Torskenettverksmøtet, Bergen.
- Asche, F. 2007. Fremtidsscenarioer for oppdrettstorsken. *Norsk Fiskeoppdrett* 10 (32): 38-40.
- Blaalid, G.-E. 2007. Torskeboom om to år. Økonomi og struktur i torskenæringen. *Norsk fiskeoppdrett* 10: 18-33.
- Bekkevold, S og Næsfeldt, C. 2001. Utvikling og utprøving av modifisert sløyemaskin for lakseindustrien. *RubinRapport nr 4501/95.* 92.
- Bekkevold, S. & Olafsen, T. 2007. Marine restråvarer: Råvarer med muligheter. *Rubin.* 143 s.
- Borthen, J. 2008. "Sats på torsk/ Go for Cod" Foredrag, Torskenettverksmøtet, Tromsø.
- Bøgwald, J., Dalmo, R.A., Leifson, R.MQ., Stenberg, E. og Gildberg, A. 1996. The stimulatory effect of a muscle protein hydrolysate from Atlantic cod, *gadus morhua* L., on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., head kidney leucocytes. *Fish & Shellfish immunology* 6: 3-16.
- Carlehög, M., Eilertsen, G og Akse, L. 2006. Totalutnyttelse av marint restråstoff – Utnyttelse av lever fra oppdrettstorsk til konsum. *Rapport 03/2006.* 15 s.
- Dauksas, E., Falch, E., Slizyte, R og Rustad, T. 2005. Composition of fatty acids and lipid classes in bulk products generated during enzymatic hydrolysis of cod (*gadus morhua*) by-products. *Process Biochem.* 40; 2659-2670.
- Dragnes, B.T., Stormo, S.K., Aspenes, F., Ernsten, H.H., Ernsten, M.H. og Elvevoll, E.O. 2007. Sluttrapport DOCMAR, delprosjekt: Taurin/ACE-hemmere i restråvarer. Dokumentasjon med spesiell vekt på hjerte og karsykdommer. 14 2.
- EP 2005: 1192, *European Pharmacopoeia* 5.0, 1348-1356.
- EP 2006. *European Pharmacopoeia*, 18 (4) 605-609.
- Fredriksen, J.F. 2007. Marine Biprodukter – utfordringer, perspektiver og kommersialisering. Foredrag på RUBIN konferansen 2007, Stjørdal.
- Gildberg, A. 1993. Enzymic processing of marine raw material. *Process Biochem.* 28: 1-15.

- Gildberg, A. 2004. Digestive enzyme activities in starved pre-slaughter farmed and wild-captured, Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* 238: 343-353.
- Gildberg, A., Arnesen, J.A. og Carlehög, M. 2002. Utilisation of cod backbone by biochemical fractionation. *Process Biochem.* 38: 475-480.
- Gildberg, A., Bøgwald, J., Johansen, A. og Stenberg, E. 1996. Isolation of acid peptide fractions from a fish protein hydrolysate with strong stimulatory effect on Atlantic salmon (*Salmo salar*) head kidney leucocytes. *Comp. Biochem. Physiol.* 114B (1), 97-101.
- Hansen, S.-O. 2007. Bordet dekket for torsk. *Norsk Fiskeoppdrett*, 32: 10, 9-11.
- Hemre, G.-I., Lie, Ø, Lied, E., Lambertsen, G. 1989. Starch as an energy source in feed for cod (*Gadus morhua*): digestibility and retention. *Aquaculture* 80: 261-270.
- Herland, H., Heide, M., Tideman, E. (2004). Tørkede fiskehoder. Etablering av produksjonslinje for tørkede fiskehoder. *Fiskeriforskning rapport 11/2004*. 23 s.
- Hyldborg Jensen 2008. Hvordan ser en norsk aktør på utfordringen ved å selge både oppdretts og villtorsk. Foredrag på Torskenettverksmøtet i Tromsø, r februar 2008.
- Ianssen, E & Rørtveit, H. 2007. Effektiv sløyning og håndtering av restråvarer om bord i kystflåten. Bygging og utprøving av nye kystfiskefartøy. *Rubinrapport nr 154*. 41 s.
- Jensen, M.H. 2008. Hvordan ser en norsk aktør på utfordringen ved å selge både oppdretts og villtorsk. Foredrag Torskenettverksmøtet, Tromsø.
- Karlsen, Ø. 2007. Kjønnsmodning. Foredrag på Møte i Møre og Romsdal Torskenettverk, 5.okt 2007, Ålesund.
- Karlsen, Ø., Hemre, G.I., Tveit, K. & Rosenlund, G. 2006. Effect of varying levels of macro-nutrients and continuous light on growth, energy deposits and maturation in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture* 255: 242-254.
- Kjerstad, M. 2004. Marknadstest av fiskehovud i Kina. *Møreforskingrapport.Å 408*.
- Kjerstad, M og Aas, G.H. 2007. Muligheter for å utnytte torskehoder til konsumprodukter. *Møreforsking Ålesund rapport nr 0706*. 41 s.
- Kjerstad, M, Wammer, A., og Fjørtoft, K. 1996. Kommersiell utnyttelse av fiskehoder. *Møreforsking Ålesund rapport Å9611*. *Rubin rapport nr. 415/62*.
- Kræmer, H. & Tidemann, E. 2002. Håndtering og innsamling av fiskeskinn til gelatinproduksjon. *Rapport nr 4401/102*. *Rubin 21 s*.
- Lekang, O.I. og Gutierrez, M. 2007. Råvarekilder for omega 3 oljer. Potensialer, ernæring/helse, bærekraftighet og miljøstatus. Sammenligning norske og utenlandske råvarer. *Rubinrapport nr 144*. 106 s.

- Liasset, B. 2008. Dokumentasjon av helsegevinst ved bruk av proteinhydrolysat av laks. Rubinrapport nr 155. 6 s.
- Liasset, B. og Espe, M. 2008. Nutritional composition of soluble and insoluble fractions obtained by enzymatic hydrolysis of fish raw materials. *Process Biochemistry* 43: 4248.
- Liasset, B., Lied, E. og Espe, M. 2000. Enzymatic hydrolysis of by-products from fish-filleting industry; chemical characterisation and nutritional evaluation. *J. Sci Food Agric.* 80 (5): 581-589.
- Liasset, B., Espe, M., Kristiansen, K., Madsen, L., Mellgren, G. og Kruhøffer, M. 2007. Sluttrapport DOCMAR; delprosjekt Peptid. 22 s.
- Liasset, B., Julshamn, K. og Espe, M. 2003. Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fraction from enzymic hydrolysis of salmon frames with Protamex TM. *Process Biochem* 38 (2): 1747-1759.
- Magnussen, O., Sæther, O., Røsvik, H. (1998) Utnyttelse av fryst lever fra havgående flåte. Rubin rapport nr 418/70.10 s.
- Malde, M.K., Graff, I.E. og Pedersen, J.I. 2007. Sluttrapport DOCMAR, Delprosjekt: Marint kalsium. 13 s.
- Morais, S., Bell, J.G., Robertson, D.A., Roy, W.J. og Morris, P.C. 2001. Protein/lipid ratios in extruded diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.): effects on growth, feed utilisation, muscle composition and liver histology. *Aquaculture* 203: 101-119.
- Mørkøre, T., Netteberg, C., Johnsson, L. og Pickova, J. 2007. Impact of dietary oil source on product quality of farmed Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture* 267: 236-247.
- Mørkøre, J. 2007. Utnyttelse av marine biprodukter på Færøyene. Foredrag på Torskenettverksmøtet, Bergen.
- Nilsen, K. og Grebstad, A. 2008. Holdbarhet av torskelever fra oppdrettstorsk. Bacheloroppgave, Høgskolen i Ålesund. 37 s.
- Nybø, S. 2004. Omsetning av biprodukter av sjømat til konsum. Rubinrapport 4607/ 113. 41 s.
- Olsen, J.V. 2004. Korttidskonservering av torskehoder og andre biprodukter beregnet for konsum. Rubinrapport nr. 4303/121, 50s.
- Olafsen, T. 2008. Kystflåtens sløyemønster – med fokus på økt utnyttelse av biprodukter. Status og fremtidsutsikter. Rubin rapport nr 160. 23 s.
- Pedersen, G.M., Gilberg, A., Olsen, R.L. (2004). Effects of including cations proteins from cod milt in the feed to Atlantic cod (*Gadus morhua*) fry during a challenge trial with *Vibrio anguillarum*. *Aquaculture* 233(2004) 31-43.



- Pettersen, J. 2007. Sluttrapport DOCMAR, delprosjekt. Marine oljer. Helsemessige konsekvenser av prosessering. 16 s.
- Riege, L. 2007. Torskelever til Omega-3. Foredrag på Torskenettverksmøtet i Bergen.
- Ringvold, H. 2006. Tørking og eksport av norske svømmeblærer til Asia. Rubin rapport nr 4623/133. 16 s.
- Rognan, G. 2008. Erfaringer med bruk av nedskalert rasjonell sløyelinje ved Sommarøy Produksjonslag AS. Rubinrapport nr 161. 13 s.
- Rosenlund, G., Karlsen, Ø., Tveit, K., Mangor-Jensen, A. og Hemre, G.-I. 2004. Effect of diet composition and feeding regime on growth, feed utilisation and nutrient retention on juvenile cod, *Gadus morhua*. *Aquat.Nutr.* 10: 371-378.
- Røyneberg, A., Klementsens, B. & Frøyland, L. 2007. Sluttrapport DOCMAR, Delprosjekt . Fosfolipider og nukleotider. 21 s.
- Sandnes, K., Pedersen, K & Hagen, H. 2003. Kontinuerlig enzymprosessering av ferske marine restråvarer. Rapport nr 4503/108, Rubin. 29 s.
- Sparboe, L.O. 2008. Markedsbasert produktutvikling torskeoppdrett. Kobling av produksjons- og markedsdata. Foredrag på Torskenettverksmøtet i Tromsø.
- Slizyte, R., Dauksas, E., Falch, E., Storrø, I & Rustad, T. 2005.a Characteristics of protein fractions generated from hydrolysed cod (*Gadus morhua*) by-products. *Process Biochem.* 40: 2021-2033.
- Slizyte, R., Dauksas, E., Falch, E., Storrø, I & Rustad, T. 2005.b. Yield and composition of different fractions obtained after enzymatic hydrolysis of cod (*Gadus morhua*) by-products. *Process Biochem.* 40: 1415-1424.
- Slizyte, R., Rustad, T & Storro I. 2005 c. Enzymatic hydrolysis of cod (*Gadus morhua*) by-products: Optimizing of yield and properties of lipid and protein fractions. *Process Biochem.* 40 (12): 3680-3692.
- Standal, H. og Myrset, M. 2006. Analyse av lever fra oppdrettstorsk og villfanget torsk. Bacheloroppgave, Høgskolen i Ålesund. 42 s.
- Stoknes, I.S. & Hellevik, A.H. 2000. Bearbeiding og utnyttelse av fiskehoder. Rapport nr Å0002. 85 s.
- Stoknes, I.S. & Økland, H.M.W. 2002. Fiskehoder. Kilde for konsumprodukter, ingredienser og helsekost. Rapport nr Å0216. 67 s.
- Stoknes, I.S., Økland, H.M.W., Falch, E. & Synnes, M. 2004. Fatty acid and lipid class composition in eyes and brain from teleosts and elasmobranchs. *Comp. Biochem. Physiol., Part B* 138: 183-191.
- Pharmaeuropa, 18 (no.4). Cod-liver Oil, *Farmed.* 2006. P 605-609.

Torp, E. 2008. Kosteffektiv fjerning av miljøgifter fra fiskeoljer. Rubinrapport 141. 9s.

Waagbø, R., Hemre, G.-I., Holm, J. Chr. & Lie, Ø. 1995. Tissue fatty acid composition, haematology and immunity in adult cod, *Gadus morhua* L., fed three dietary lipid sources. J. Fish Disease 18: 615-622.

Aas, G.H. og Kjerstad, M. 2008. Totalutnyttelse av oppdrettsfisk. Møreforskningsrapport Å808.

**Telefoner/pers med. 2008:**

Bekkevold, S. (Stiftelsen Rubin)

Berg, L.V. (Con Tra AS)

Breivik, H. (Neperdo)

Heggdal, R. (Biomar)

Heimdøl, G. (Peter Møller)

Iversen, A. (King Oskar)

Knutsen, R. (Spon Fish Transport AS)

Lem, U.E. (Firda Canning)

Martinsen, S. (Sintef)

Mørkøre, T. (Akvaforsk)

Myklebust, E. (Nærøysund Havbruk)

Olafsen, T. (Sintef)

Reinholdtsen, S. (Vesterålen Industripark)

Ressen, H. (Profunda)

Riege, L. (Denomega)

Stoknes, I (EPAX)

Sætre, E. (Berg Lipid Tech)

Sætre, P. (Fjordlaks)

Thu, O. (Villa Cod Farm)

## 8. VEDLEGG

### A Master og doktorgradsoppgaver på torsk

#### Masteroppgaver om torsk ved UMB fra 1998-2006

Berner, Marianne, 2005. Kvalitet på torsk (*Gadus morhua* L.) : frysing og salting av pre-rigor og post-rigor fileter. Masteroppgave UMB 55 s.

Bjørge, Kirsten, 2003, Holdbarhetsforlengelse av laks og torsk ved bruk av CO<sub>2</sub>-emitter. Masteroppgave UMB.55 s.

Brandstorp, Hans Marius, 2002. En prisanalyse av oppdrettstorsk. Masteroppgave UMB. 63

Førde, Oddhild, Skjærvik, Olaf. 2003. Effekt av tilsetningsstoffer i fôr på kvalitetsegenskaper hos oppdrettstorsk (*Gadus morhua*). Masteroppgave UMB. 85 s.

Gjerstad, Marit, 2003. Norske konsumenters holdninger til oppdrettsfisk . Masteroppgave UMB. 62 s

Hanssen, Henriette, 2005. Transport av fettsyrer med ulik kjedelengde i torsk (*Gadus morhua*) føret med forskjellig protein: fett ratio. Masteroppgave UMB. 59 s.

Kildal, Elisabeth, 2001. Isolering av peptider fra fiskehydrolysat som hemmer angiotensin I konverterende enzym (ACE). Masteroppgave UMB 45 s.

Liaklev, Marte, 2003. Kartlegging av kvalitetsegenskaper hos torsk (*Gadus morhua*). Masteroppgave UMB 68 s.

Lilleholt, Reidun 2003. Kvalitet hos oppdrettstorsk (*Gadus morhua*) : Effekt av ulike fryse- og tinetemperaturer . Masteroppgave UMB. 47 s

Masvik, Lars,2003. Effekter av miljøgifter på torsk . Masteroppgave UMB, 43 s.

Morkemo, Hanne Marie Ratvik,2004. Kvalitetsendring av prerigor- og postrigor-filetert oppdrettstorsk (*Gadus morhua* L.) ved bad i ulike pH-løsninger. Masteroppgave UMB. 75 s.

Nylund, Silje Kristine, 2003. Apparent fordøyelighet av næringsstoffer ved bruk av ulike soyamel i fôr til atlantisk torsk (*Gadus morhua*). Masteroppgave UMB. 67 s.

Osnes, Eivind ,1998. Kvalitetsendringer under kjølelagring av laks, ørret, torsk og kveite. Masteroppgave UMB.

Roll, Kristin Helen, 2004. Modelling economic efficiency in a fishery : the Norwegian cod trawl fishery: Master thesis Department of Economics and Resource Management, UMB 50 s.

Schjølberg, Nina Rigmor, 2001. A method for imposition of local convexity : the normalised quadratic revenue function applied in fishery economics. Masteroppgave UMB 45 s.

Škugor, Stanko, 2006. Cloning and expression of uricase gene in Atlantic salmon fed bacterial protein meal. Masteroppgave UMB. 164 s.

Sørebø, Kristian, 2003. Effekt av ulik vanngjennomstrømning på overlevelse og vekst hos torskelarver (*Gadus morhua*) kultivert ved høy tetthet. Masteroppgave UMB. 64 s.

Bakken, Hege Charlotte, 1998. Kartlegging av svinn ved produksjon av torskefilet ved Melbu Fiskeindustri A/S. Masteroppgave UMB. 74 s.

### Master og doktoravhandlinger fra NTNU

#### Masteravhandlinger

ÅR	ETTERNAVN	FORNAVN	EMNE	FAGLÆRER	VEILEDER
1994	Mellingssæter	Turid	Proteolytisk aktivitet i ryggbenfraksjon til laks	Bjørn Larsen	Turid Rustad
2000	Gullesen	Torkjel	Enzymatiske prosesser i marine restråvarer	Turid Rustad	Kjell Josefsen
2001	Le	Jenny Truc Kieu Thi	Enzymer i restråvarer fra torskefisk	Turid Rustad	Iren Stoknes
2002	Solgaard	Geir	Inactivation of Enzymes from marine by-products	Turid Rustad	Siri Lise Søvik
2002	Van Nguyen	Johnny	Separasjon av fiskeproteinhydrolysater		
1999	Willemsen	Hege Myhre	Undersøkelser av leverolje fra ulike fiskeslag	Turid Rustad	E. Falch
2003	Øverby	Anders	Studier av lipidoksidasjon i torskeleverolje. Evaluering av elektron spinn resonansspektroskopi som metode	Turid Rustad	Eva Falch

#### Doktoravhandlinger

1981	Langmyhr, Eyolf	Enzymatisk hydrolyse av fiskeprotein
2005	Søvik, Siri Lise	Characterisation of enzymatic activities in by-products from cod species
2004	Slizyte, Rasa	Hydrolysis of cod ( <i>Gadus morhua</i> )
2006	Falch, Eva	Lipids from residual fish raw materials. Quality assessment by advanced analytical methods

### **Universitetet i Tromsø/Fiskerihøgskolen:**

Guro Meldre Pedersen leverte doktorgradsarbeid om torskemelke ved Universitetet i Tromsø 2005:  
Modulation of innate defence in teleosts by histone-like cationic proteins.

Norges Fiskerihøgskole:

Alle nyere mastergradsoppgaver finnes tilgjengelig i fulltekst hos Universitetsbiblioteket.

<http://www.ub.uit.no/munin/>

Doktorgradsavhandlinger er søkbare her, men er foreløpig ikke lagret elektronisk. Disse kan imidlertid bestilles fra biblioteket.

### **Høgskolen i Bodø:**

Reidar Jakobsen & Gunnar Austgard, 1988, Oppdrett av torsk. Studentoppgave Nordland distriktshøgskole, Fiskeforedling. 9 s.

John Hjalmar Johansen, 1983. Forskjellige aspekter vedrørende oppdrett av torsk.

Studentoppgave, Nordland distriktshøgskole, Fiskeforedling

Nicolaisen, Ove, 2004. Benchmarking av produksjonsdata i oppdrett av torskeyngel : delprosjekt 3: Innsamling av driftsdata, utarbeiding av protokoll. -

Nordlandsforskning,. - 46 s. : fig. - (NF-rapport ; nr 6/2004)

**VEDLEGG B Eksempler på bedrifter som utnytter restråvarer**

Tabell 1 Eksempler på bedrifter som benytter eller som potensielt kan benytte restråvarer fra torsk (Se også tabell 5).

Bedrifter	Virksomhet/ markedsområder	Produkter	Beliggenhet
Arctic Innomar	Bedriftsrådgiving		
Arctic Stokfish Kvalsund	Foredling av restråstoff fra torsk	Tørka hodeprodukter	Hammerfest
Alfa Laval	Utstysleverandør	Utstyr til oljeproduksjon, kompaktanlegg	Danmark
BiNor Products	Salgsselskap for biprodukt	Konsumprodukter fra torsk som isel, rogn	Trondheim
Bjørge Ocean	Bioteknologiselskap/ Salgsselskap	Omega-3 produkter, kosmetiske produkter	Ellingsøy
Codfarmers	Oppdrett og salg av torsk	Lever, rogn, isel	
Con Tra	Bioteknologibedrift	Enzym fra torskemager (vill)	Senja
Domstein	Eksportør	Rogn, lever, isel	Måløy
Fjordlaks	Produksjon, slakting og salg	Salg av rogn, lever, isel	Ålesund
Hallvard Lerøy	Eksportør	Rogn, isel	Bergen
Marine Sales	Eksportør	Rogn, isel, lever	Ålesund
Nils Williksen	Slakteri/eksportør	Rogn, isel, tunger, kinn, lever	Rørvik
Eximo	Produsent av marine ingredienser	Marine fosfolipider	Tromsø
Firmenich Bjørge Biomarin	Bioteknologibedrift	Produsent av marine ingredienser, ekstrakter, mel	Ellingsøy
Tine BA	Næringsmiddelbedrift	Mat tilsatt marine ingredienser	
Villa Cod Farm	Produksjon/salg av økologisk torsk	Rogn, isel, lever hoder	Vestnes

Tabell 2 Eksempler på norske oljeprodusenter.

Bedrifter	Virksomhet/ markedsområder	Produkter	Beliggenhet
Napro Pharma	Bearbeiding/oppkonsentrering av råolje		Brattvåg
Berg Lipid Tech	Bearbeiding/oppkonsentrering av råolje		Sula
O3C Nutraceuticals	Bearbeiding/oppkonsentrering av råolje		Kristiansund
Aker Biomarine	Bearbeiding/oppkonsentrering av råolje	Antarktisk krill som råvare	Oslo
Denomega Nutritional Oils	Bearbeiding/oppkonsentrering av råolje	Råolje fra oppdrettstorsk	Ålesund
Pronova Biopharma	Bearbeiding/oppkonsentrering av råolje, legemidler		Sandefjord
Probio Nutraceuticals	Bearbeiding/oppkonsentrering av råolje		
Fjordlaks	Produksjon av råolje	Råstoff fra laks, torsk og sei i oppdrett	Ålesund
G.C. Rieber Oils	Produksjon av omega-3		Kristiansund
Epax /Austevoll Seafood	Produksjon av omega-3 oljer	Råvarer fra Peru og Chile	Ålesund
Peter Møller (Orkla) Axellus	Tranprodusent	Villtran, kun prøvepartier fra oppdrett	Oslo
Pharma Marine	Bioteknologiselskap		Haram