

Slutt rapport for

Effektivt torskeoppdrett: Økt lønnsomhet i foredling av oppdrettstorsk

Prosjekt tilknyttet

NORA



Oktober 2010

Innhold

1. Sammendrag	3
2. Lønnsomhet i foredling av oppdrettstorsk 2010	4
2.1. Samfunnsøkonomi og bærekraft	5
2.2. Er torskeoppdrett lønnsomt for bedriftene?	8
2.3. Om oppfôring av vill torsk.....	10
2.4. Lønnsomhet de siste 5 år i torskeoppdrett, og muligheter videre:	11
2.5. Lønnsomhet ved foredling og bruk av biprodukter	12
3. Effektivt torskeoppdrett- kunnskapsoversikt og nye behov.....	18
3.1. Temaområde: Slaktemetoder og kvalitet	18
<i>Noen nyere eksempler på FoU:</i>	18
3.2. Temaområde Sammenligning av villfanget og oppdrettet torsk	21
<i>Noen nyere eksempler på FoU:</i>	22
3.3. Temaområde Foredling og prosess.....	26
<i>Noen nyere eksempler på FoU:</i>	26
3.4. Temaområde Superkjøling.....	29
<i>Noen nyere eksempler på FoU:</i>	29
4. Pågående prosjekter	34
5. Bibliografi	39

1. Sammendrag

Målsetningene for dette prosjektet er definert som:

Overordnet mål:

- Utveksle kunnskap og samarbeide for å øke kompetansen for en lønnsom bearbeiding av torsk i oppdrettsnæringen i Norden.
- Styrke samarbeidet mellom torskeoppdretterne og FoU-miljøene i de nordiske landene slik at Norden fortsetter å befeste sin ledende posisjon innenfor torskeoppdrett.
- Skape en lønnsom utvikling av torskeoppdrettsnæringen i de nordiske land

Delmål

- Økt kunnskap på filetkvalitet i produksjonsrutiner og råvarebehandling
- Produktkalkyler og lønnsomhetsanalyser for ulike produktvarianter av fersk torsk
- Felles nordisk FoU søknad til NIC innenfor råstoffegenskaper og produktutvikling av filet produkter fra oppdrettet torsk

De nordiske landene har alle tradisjoner for å bearbeide og foredle torsk. Utveksling av kunnskap og samarbeid for å øke kompetansen vil ytterligere styrke muligheten for å utvikle lønnsomhet i torskeoppdrettsnæringen. En må basere seg på den nordiske erfaringen fra produktutvikling og bearbeiding av torsk og andre hvitfiskprodukter.

Det innværende prosjekt startet på en nordisk konferanse om torskeoppdrett høsten 2008, der en besluttet å samle de erfaringer og den kompetanse som fantes i de forskjellige nord-atlantiske landene om bearbeiding og foredling av torsk. Dette vil kunne gi grunnlag for bedre lønnsomhet innen utviklingen av foredlingen av oppdrettstorsk, både på Island, Færøyene og Norge. En trenger ikke minst mer styrke i arbeidet for å konkurrere med lavpris-produkter fra Asia med lavere kvalitet i de frosne/tinte produkter.

For å kunne gjøre dette var det viktig å gjennomføre en undersøkelse av det arbeidet og den erfaring som eksisterer på området og hvilke FoU miljøer som arbeider innen de kunnskapsområdene som kan bidra til å utvikle denne næringen. I Fase 1 av prosjektet er det derfor laget en oversikt over de prosjektene som har vært gjennomført eller er under arbeid og som er relevante for prosessutvikling i torskeoppdrettsnæringen.

I Fase 2 i prosjektet er det laget et tematisk forslag til videreføring av samarbeidet i prosjektet med aktuelle FoU aktiviteter for å utnytte de råstoffegenskapene som finnes i oppdrettstorsk. I det videre samarbeid vil man derfor utnytte det etablerte nordiske samarbeidet til å videreutvikle produkter og tilhørende markeds- fortrinn for oppdrettstorsken. Det var tanken å sende en slik søknad til Nordic Innovation Centre (NICe). Utlysningen av NICe- prosjekter er imidlertid noe forsinket, slik at man forventer utlysning midt i 2011. Dette er kommunisert med sekretariatet i NICe i august 2010.

I løpet av prosjektperioden har styringsgruppen hatt 7 telefonmøter for å gjennomføre arbeidet. En av konklusjonene er at oppdrett av torsk gir mulighet for å påvirke sluttproduktet i større grad enn villfisker gjør. Man kan styre produksjonen av filet og helfisk inn til de best betalende ferskfiskmarkeder. Filet gir bedre lønnsomhet enn å selge hel fisk, iallfall i store deler av den perioden vi har sett på. Det er også stor innsats i anvendelse av restprodukter.

2. Lønnsomhet i foredling av oppdrettstorsk 2010

Lønnsomhet er et begrep som må brukes med varsomhet. De siste 10 årene har det vært mye diskusjon om hvordan man skal definere lønnsomhet for en bransje som er i oppbygging. Skal en ta utgangspunkt i tall som omregnes til "full-skala" tall? Skal man holde utenfor de som har store tap grunnet uhell (rømming, sykdom)? Skal man ta med merverdi som kan skapes i utnyttelse av hele produktet videre i verdikjeden (for eksempel filetering i Frankrike)? Hva med den nasjonaløkonomiske verdien? Hva er kostnaden for alternativ tilførsel av fisk, det være seg villfisk torsk fra de nord-Atlantiske farvann eller oppdrettet hvitfisk fra Asia?

"Oppdrett av laks må forbys, det ødelegger villaksen", sier noen laksefiskere.

"Vi trenger ikke vill-laks, hvis det ødelegger for den store verdiskapning i oppdrett", sier en ordfører i en norsk oppdrettskommune.

Diskusjonen tar ulike utgangspunkt, og har ofte ulike formål. Det er stor forskjell på økonomiske analyser i et prospekt til investorer for et yngelanlegg, sammenliknet med en samfunnsøkonomisk kalkyle av betydningen av hvitfiskoppdrett.

Dette kapittel 2 er delt i 5 deler:

- Samfunnsøkonomene har vært relativt fraværende i diskusjonen om samfunnsøkonomisk verdi av ulike produksjonsformer for samme type mat. Dette notat skal prøve å gi noen innspill til diskusjonen, og ikke minst peke på noen forutsetninger for videre bærekraftig utvikling av bransjen. Hva er forskjellen på bedriftsøkonomi og samfunnsøkonomi?
- En vil så søke å oppsummere hva som er status for den bedriftsøkonomiske lønnsomhet for torskeoppdrett i Norden, samt peke på noen videre utviklingsmuligheter.
- Hva med oppføring av vill torsk?
- Lønnsomhet ved større verdiskapning ved foredling- fokus på filet og restprodukter

2.1. Samfunnsøkonomi og bærekraft

Det er ofte forskjeller mellom samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk vurdering av en aktivitet. En bedriftsøkonomisk vurdering er bare en del av hele regnskapet. En må også ta hensyn til virkningene på resten av samfunnet. I samfunnsøkonomi må vi se på tre ulike virkninger: de bedriftsøkonomiske virkningene, hvordan de som kjøper varen blir påvirket, og om det er eventuelle eksterne virkninger, som for eksempel miljøpåvirkning.

Samfunnsøkonomisk lønnsomhet kan være både større og mindre enn bedriftsøkonomisk lønnsomhet. Det kan være private "underskuddsbedrifter" som gjør samfunnet en så stor tjeneste at det offentlige må støtte opp bedriften. Barnehager og private sykehus er eksempler. Offentlig støtte er aktuelt. Omvendt kan et privat foretak gå med overskudd selv om det påfører samfunnet belastning i form av negative eksterne virkninger. Normalt vil da diskusjonen om å avgiftslegge ellers regulere virksomheten komme opp.

Når det gjelder havbruk og fiskeri er det særlig forholdet til ressursgrunnlaget, fiskebestandene og miljøet som kan være negative eksterne virkninger. Bærekraftig ressursforvaltning kan defineres som at nålevende generasjoner forvalter ressursgrunnlaget slik at valgmulighetene for kommende generasjoner ikke reduseres. Vår felles nasjonalformue i Norden består av en rekke faktorer knyttet til arbeid og kapital der tilgangen på naturressurser og tilstanden i miljøet kan regnes som to av de viktigste.

For torskeoppdrett er det viktig at følgende betingelser er oppfylt:

1. Oppdrettet må være lønnsomt for bedriftene.
2. Man må tilføre markedet gode produkter som kommer forbrukerne til gode.
3. Oppdrettet må være bærekraftig i forhold til ressurser og miljø.

De foregående sider skulle besvare spørsmål 1 og 2. Når det gjelder punkt 3, er diskusjonen til tider mye knyttet til laks, og da forholdet til villaksen. Men også for torsk har det de siste årene vært mye diskusjon.

I den usaklige enden må en si at utspill som at "oppdrett av torsk ødelegger prisen for fangst av torsk". Det samme kan man sikkert si om kylling eller tilapia. Samfunnets dynamikk krever at ulike produksjonsmetoder kan benyttes for å frambringe produkter til et kjøpevillig marked. Apple har nok ødelagt for mobiltelefonsalget til Nokia, uten at de samme argumenter brukes. Og hele verden er et marked, mer eller mindre.

For oppdrett av torsk er det de samme utfordringer som for oppdrett av laks. Fokuserte miljøbelastninger knyttet til legemidler, sykdomsspredning, bærekraftige forressurser, utslipp av næringssalter, rømt oppdrettsfisk og arealbåndlegging er de viktigste punkter. For at hensynet til miljøet skal ivaretas, må alle innsatsfaktorer og tjenester være bærekraftige og så lite belastende som mulig. Ved at bruken av miljøet i stor grad har vært underpriset eller gratis, har dette i praksis ikke vært tilfelle.

De viktigste innspillene på eksterne virkninger er knyttet til rømming og sykdom. Oppdrettet må være bærekraftig i forhold til ressurser og miljø. Dette er både oppdrettere og samfunnets myndigheter svært oppmerksomme på, og en utviklert gradvis kunnskap og regelverk som tjener en god utvikling på dette felt. Forsøk med oppdrett av steril torsk vil, dersom man lykkes, føre til at frykt for påvirkninga v de lokale bestander ved rømming kan utelukkes. Lysstyring kan effektivt hindre kjønnsmodning, eller i hvert fall redusere problemet mye. Sykdom må hindres ved god hygiene og gode driftsforhold, samt vaksine og medisinbruk kun i kontrollerte nødstilfeller.

Det er ofte kostnader forbundet med å redusere miljøskadelige utslipp. Uansett hvilket mål en har for miljøstandard, ber en forsøke å nå dette målet med så lave kostnader som mulig. Virkemiddelets effektivitet; målt som virkning i forhold til kostnad over en viss tid; bør være målestokken.

Det er imidlertid år for år mer fokus på disse viktige miljøspørsmål, og mange store grossister må framvise dokumentasjon for å i det hele tatt få selge torsken. Friends of The Sea, Natur, Debio og Krav er alle brukt i dag. WWF arbeider med en egen akvakulturstandard, og den vil komme for hvitfisk i løpet av de neste 2-5 årene.

Det synes ikke som at argumenter knyttet til del 2, bærekraft, skulle tilsi negativ holdning fra storsamfunnet i en videre vurdering av lønnsomhet, så lenge alle krefter jobber mot gradvis mer kunnskap om framgang også på miljøområdet. Det er jo slik storsamfunnet jobber på alle områder, inklusiv jordbruk, transportsektor og oljenæring.

For de fleste i Norden vil det store flertall mene at man må ha oppdrett av fisk, men det bør ikke ødelegge for de vanlige fiskeriene. I verdenssammenheng er det ikke spørsmål om enten/eller, men både/og. Det er for lite fisk i verdenshavene til å dekke markedets behov for en voksende befolkning. Dette vil være et viktig samfunnsøkonomisk argument. Et minimumskrav må være at en ser på situasjonen over flere år. En kan sikkert finne mange år i lakseoppdrett der hele bransjen går med solide underskudd. Det samme gjelder landbruket i Norge, ser en bort fra statsstøtte...

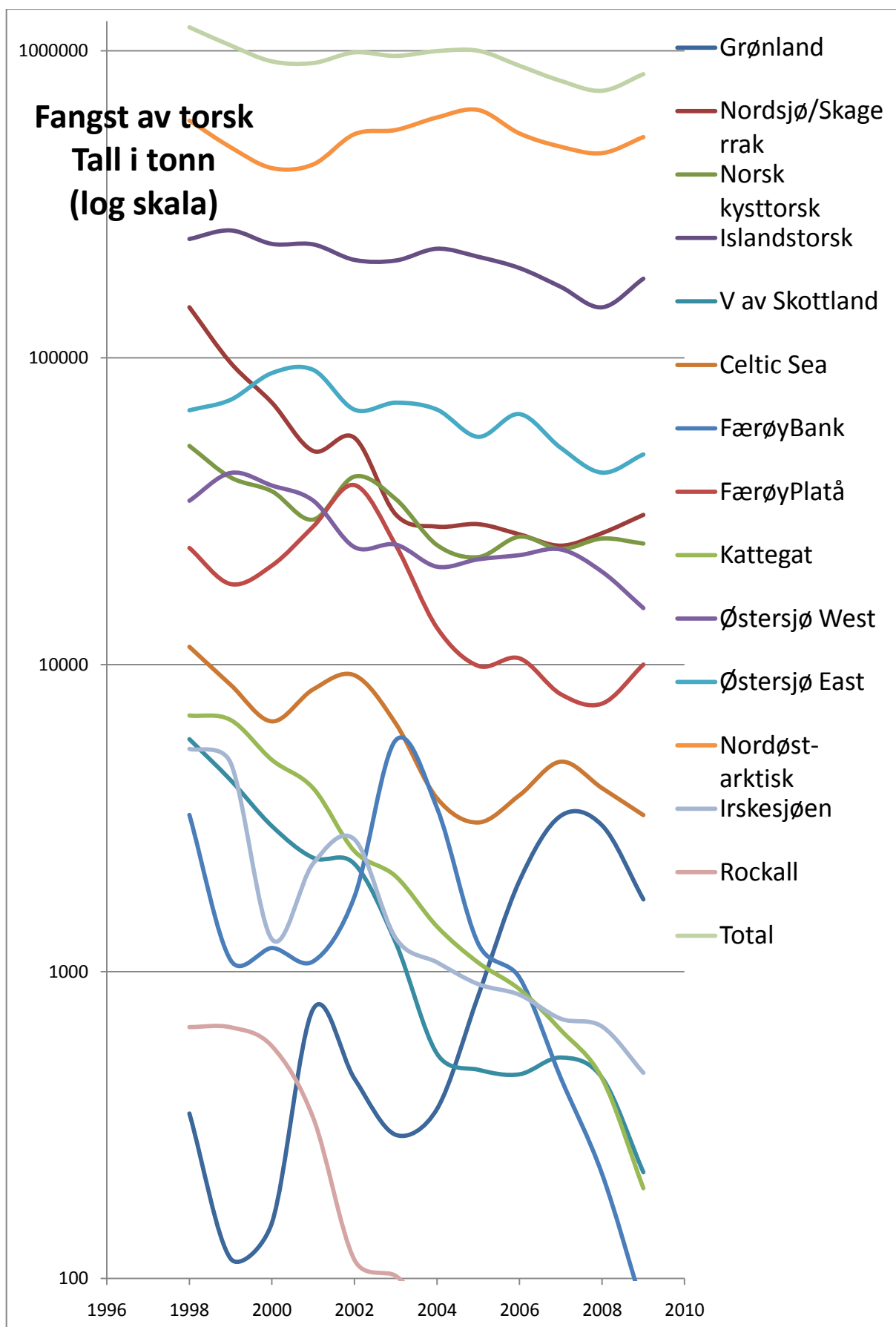
“Havet er den beste oppdretter”- ble sagt i norske aviser i sommer 2010. Sitatet er hentet fra en profilert fisker på Fiskerimessen Nor-Fishing. “ i Man trenger derved ikke oppdrett av torsk- det er meningsløst!” Kanskje dette ikke hadde blitt sagt for 6 år siden, når torskekvotene var svært lave i Barentshavet?

Hovedbildet for fisket etter torsk er kanskje først og framst varierende nivåer av de “lokale” torskebestander, med et samlet nivå som har vært nedadgående med ca 30 % fra 1998 til 2008, mens det siste året 2009 (og også i 2010) har vært stigende igjen. Det blir spennende å følge denne utviklingen i tiåret som kommer. I forhold til oppdrett av torsk kan en forvente varierende konkurranse fra villfisken, men uansett må en fokusere egne komparative fortrinn:

- Kort vei fra avliving til kasse
- Levering hele året
- Jevn størrelse og forutbestemt kvantum

Det er denne merverdi for konsumentene i storhusholdning og i de private hjem som må telle mest i et slikt regnestykke. Det er ikke grunnlag for å si at oppdrett av torsk ødelegger for vill torsk, da man i stor grad dekker andre behov i markedet.

På neste side vises en figur som vi har mottatt fra Havforskningsinstituttet i Norge, med ICES data.

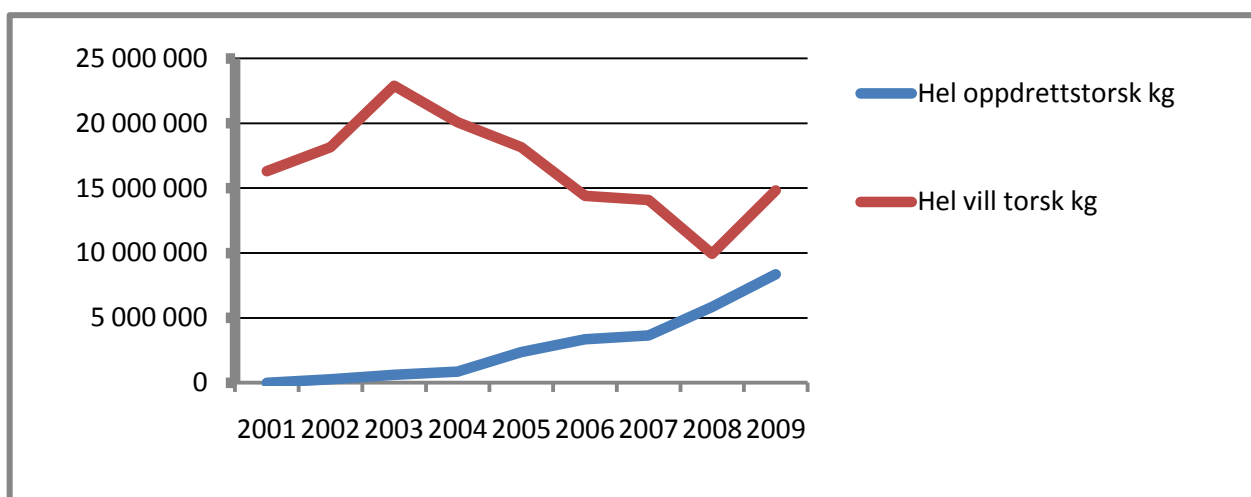


Figur 1. Oversikt over torsk fanget i Nord-Atlanterhavet (Havforskningsinstituttet)

2.2. Er torskeoppdrett lønnsomt for bedriftene?

Det har vært utført et langvarig arbeid i Norden for å utvikle torskeoppdrett, både basert på yngelproduksjon og basert på villfanget småfisk som oppdrettes videre til salg. Og et selvsagt krav er at slik produksjon må være lønnsomt for flertallet av bedriftene, særlig i et flerårs-perspektiv.

Produksjonsmessig har det vært en stor økning i Norden de siste 10 år, og særlig i Norge. Under her er eksporten fra Norge de siste år:



Figur 2.

På Island foregår oppdrett av torsk både som fangstbasert oppdrett og yngelbasert. Produksjonen har vært relativt stabil på 1500-2000 tonn hvert år de siste årene.

På Færøyane er foreløpig mest forsøk som drives, og Fiskaaling har i snart 10 år drevet arbeid med torsk.

Hva er lønnsomhetssituasjonen for oppdrett av torsk?

I Norge er det få bedrifter som har tjent penger på torskeoppdrett hittil. Utfordringene har vært mange på det biologiske område, mens det også har vært økende konkurranse fra andre hvitfiskarter som har presset prisene. Fra 2008 kom en 3. faktor hardt inn, med sviktende betalingsvilje, risikovilje og finanskrisen. Alle aktørene ble mer forsiktige. Fra 2010 er det igjen større vilje til å satse videre, markedsprisene ser litt lysere ut, og rentene er lave. Utfordringene biologisk sett er fortsatt store for å oppnå stabil lønnsomhet, og denne erkjennelse har ført til en mye mer felles holdning til å samarbeide mellom bedriftene for framgang.

En av de første større analyser ble foretatt av KPMG i Norge i år 2000: Kvenseth, Winther, Hempel og Fagerholt var forfatterne.

PROSJEKTITTEL : Torskeutredning for SND

I sammendraget gis det en status for leddene i produksjonskjeden. Når det gjelder lønnsomhet sies det:

“Det eksisterer lite informasjon om kostnader knyttet til storskalaproduksjon av yngel og settefisk, da det meste av produksjonen som er gjort har vært forskningsbasert og i liten skala. Småskalaforsøk antyder kostnader på 4 -5 kr/stk for storskalaproduksjon av 5 grams yngel, 7 - 8 kr/stk for 70 grams settefisk og 15 - 16 kr/kg for 350 gram settefisk.....

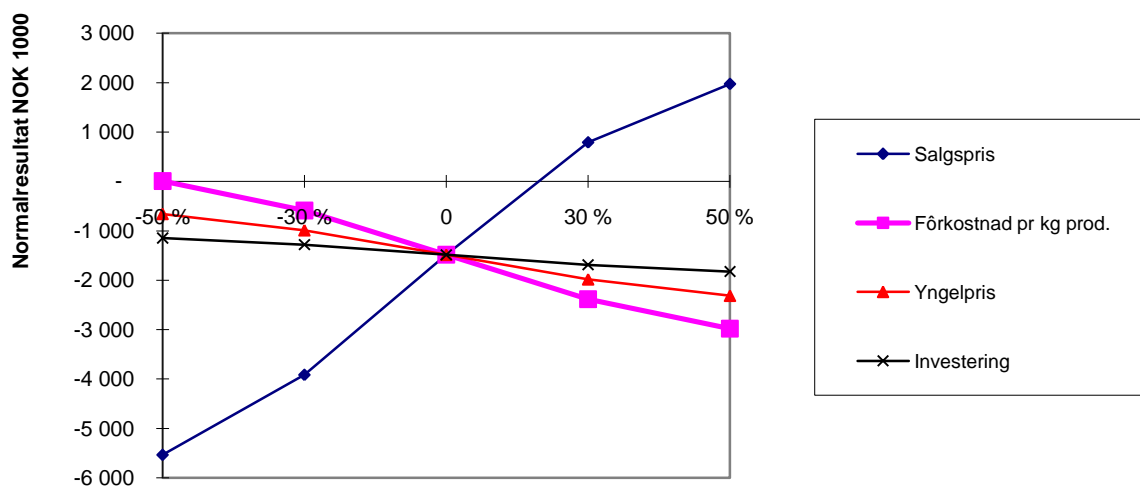
Det eksisterer heller ingen erfaringstall fra drift av større kommersielle matfiskanlegg for torsk. I kapittel 9 presenterer vi et eksempel der vi tar utgangspunkt i et 12.000 m³ anlegg som skal holde seg innenfor tetthetsforskriftene. Forutsetningene ellers er hentet fra dagens oppdrettere, kunnskap fra laksenæringen og egne vurderinger. “

Eksemplet gir et “normal” case som tilsier, med en årlig omsetning på 6 mill kr:

“et gjennomsnittlig årlig underskudd på tilnærmet 1,5 mill. For å oppnå lønnsom drift i torskeoppdrett må man oppnå lavere kostnader, bedre priser eller en kombinasjon av dette”.

Salgspris er satt på kr 17 rund vekt verdi ved henting not.

Pris må opp med ca 20 % for å oppnå balanse med KPMGs forutsetninger, eller kostnadene må ned tilsvarende samme nominelle nivå. Sensivitetsanalysen viste: (normalresultat i venstre søyle)



Disse kalkylene for 10 år siden er nok ikke så langt fra dagens situasjon mht pris og gjennomsnittlig underskudd.

I boken fra 2004: Otterå, Taranger og Borthen: Oppdrett av torsk- næring med framtid, var det 19 faglige kapitler. Et av dem var Kapittel 19 : Økonomi i torskeoppdrett – basert på driftserfaringer Rolf Engelsen, Finn Chr. Skjennum, Per Ivar Ryland, Grethe Adoff:

Også her foretas modellsimulering av torskeoppdrett:

“Resultat fra modellsimulering av torskeoppdrettet i vedlagte tabellverk vises hvilke konsekvenser de gitte forutsetningene får, for produksjon, økonomi og lønnsomhet. Et årlig utsett på 750.000 settefisk gir en produksjons tilsvarende 2700 tonn pr år i normalåret, dvs. når kapasiteten er fullt utnyttet. Dette er rund levende fisk, i motsetning til sløyd fisk, der svinnet i form av slo, lever og gonade er fratrukket. For å håndtere en slik mengde er det lagt til grunn en bemanning på 6 årsverk. Det er investert til sammen 22,5 millioner kroner i anlegg og utstyr, og en har produksjon på to lokaliteter, nær nok til å kunne betjene anleggene med samme personell, båter og annet utstyr. Oppbygging av biomasse tar tid, og salgsinntektene kommer først når fisken har en slaktevekt stor nok til å kunne omsettes. Dette betyr i praksis at virksomheten må være tilstrekkelig finansiert for å kunne «vente» på inntektene.”

“Den akkumulerte negative kontantstrømmen øker over 36 mill i år 2, og dette representerer, forenklet sett, det samlede finansieringsbehovet for torskeoppdretteren gitt de forutsetninger som her er valgt. Etter år 2 reduseres behovet tilsvarende den årlige netto (positive) kontantstrøm. Positiv akkumulert kontantstrøm oppnås først etter år 11, og dette blir da «pay-back»-tiden.” Det er altså et lite overskudd i nevnte analyse med de valgte forutsetninger. Sensivitetsanalyse viser at kun små kostnadsøkninger spiser opp det lille overskuddet, for eksempel ville en økning i settefiskpris på ca 13 % spise opp hele overskuddet. Det samme ville 5 % økning i fôrpris eller fôrfaktor.

Også denne normalanalysen må sies å treffe svært godt med hensyn til dagens situasjon. Salgspris er satt til knapt 20 kr/kg rund. Men analysen har utelatt mulighetene for å selge biprodukter, 1 kr/kg bør denne kunne verdsettes til netto.

Engelsen mfl var ikke uten videre positiv til å bruke tid på biprodukter og filet: “Verdikjeden for oppdrettstorsk kan nyanseres mer ved å inkludere utnyttelse av biprodukter. Dette representerer positive muligheter, men i utviklingssammenheng øker oppgaven og utfordringene og dermed også tids- og ressursforbruket. Det samme kan kanskje også gjelde dersom næringen velger en markedsstrategi basert på filét i stedet for den tradisjonelle «ferske, hele, sløyde fisk med hode». Laksenæringen har i alle fall slitt med utvikling av andre produktformer enn hel fisk.”

2.3. Om oppfôring av vill torsk

Både på Island og i Norge har man flere ti-års erfaringer med oppfôring av villfanget torsk som står i merd for påvekst til markedsstørrelse og/eller til riktig salgstidspunkt i forhold til gode priser. I begge nasjonene har det vært følgende hovedmålsetninger:

- Skape merverdi i verdikjeden ved økt kvalitet og bedre priser
- Jevne ut råstofftilførsel

Både på Island og i Norge har en brukt offentlige stimuli for å få utført mye forsøksvirksomhet gjennom disse årene. Mulighetene med levendefangst er store, men uten disse stimuli ved ekstravoter etc har det foreløpig ikke vært særlig god lønnsomhet i denne delen av torskebransjen.

I år var publisert en islansk rapport (Gunnarsson og flere, 2010) som beskriver resultatene for den voksende forsøk med torsk på Island for året 2008 og oppsummerer resultatene for årene 2002-2008. For fiske året 2007/2008 ble 500 tonn torsk kvote fordelt til 6 gårder (farms). I året 2008 ble slaktet torsk rundt 985 tonn, en økning fra 940 tonn i år 2007. Gjennomsnittlig slaktning størrelsen på vill oppdrettstorsk ble redusert fra 5,0 kg i året 2004 3,7 kg i år 2008. Prisen på un-sløyd vill oppdrettstorsk til torskeoppdrettere økte fra 200 ISK / kg i året 2005 til 295 ISK / kg i 2008 til prisnivået i 2008. I året 2008 mer enn 90% av vill oppdrettstorsk ble solgt til fabrikk, loins eksporterte fersk og andre deler av fileten frosne.

1 ISK er i 2008 ca 6,5 Norske øre eller ca 0,8 eurocent. Pris til oppdretter i 2008 var altså ca 19 NOK/kg, ca 10 % over den prisen en norsk oppdretter fikk i snitt samme år.

I Norge har det vært utført flere økonomiske analyser av oppforing av villtorsk, som Hermansen, 2008, Dreyer, 2006 og Sæther, 2009. I den siste gjennomgang av næringen i Norge, i Plan for koordinert satsing på torsk -Oppdrett og fangstbasert akvakultur 2010 – 2020 er følgende utfordringer skissert:

- Fangst, håndtering og transport: Bedre systemene for skånsom og effektiv fangst, ombordtaking, pumping, sortering, veiing og føring av levende torsk.
- Fôr og fôringsstrategier: Utvikle fôr og fôringsstrategier som bidrar til at villfanget torsk raskere tar til seg tørrfôr.
- Velferd: Vurdere velferdsmessige aspekter ved fangstbasert akvakultur. Kartlegge faktorer som kan bidra til å redusere skadene ved fangst av villfisk.
- Øke mottakskapasitet nært fangstfeltene: Stimulere til balanse mellom kapasitet for levendefangst på fartøysiden og kapasitet for mottak av levendefanget torsk for videre oppfôring. Videre bør det vurderes om et samarbeid om transport av levende fisk mellom fartøyene og mellom fartøy og mottakssiden vil redusere problemet med lang avstand mellom fangst og mottak.
- Kunnskapsformidling: Styrke kunnskapsstatusen innenfor flåte-, oppdretts- og salgsledet. Etablere fagmøter, kurs og materiell som formidler kunnskap om fangstbasert akvakultur mellom FoU-institusjonene og næringsaktørene.
- Kvotestimulans: Videreføringen ordninger med kvotebonus for fangstbasert akvakultur.

KPMG Torskeutredning for SND, år 2000

Norge: Oppfôring av villfisk baserer seg på at det er fisk tilgjengelig til en pris som gjør det lønnsomt å drive oppfôring. Sikkerheten for stabile leveranser av slik fisk er dårlig, da de som fangster slik fisk leverer til andre markeder i perioder når fisken er bedre betalt der.

2.4. Lønnsomhet de siste 5 år i torskeoppdrett, og muligheter videre:

Hvordan kan man så oppsummere årene som har gått siden 2004? I dette prosjektet har man foretatt mange intervjuer med bedrifter og aktører i de ulike land.

- Kalkylene som ble nevnt, og mange flere kunne vært trukket fram, traff svært godt med hensyn til antatte økonomiske kalkyler for drift og finansiering fram til i dag.
- Flere av de store aktørene har trengt mer tid enn beregnet for å komme i vanlig drift. Lærekurvene var brattere enn man trodde.

- Man tok imidlertid ikke høyde for risikoen for de biologiske og markedsmessige faktorer i stor nok grad.
- Erfaringen har vist at noe "uventet" skjer med alle aktørene. Sykdom, rømming, anleggssvikt eller prissvikt i finanskrisen.
- Kvaliteten på produktet har vært over forventet sett med markedets øyne, og en har i snitt fått mer betalt enn for villfiskeri.
- For det store flertall av bedriftene har det vært vanskelig å tjene penger på oppdrett av torsk i perioden 2005-2009.
- Det er bevist at det går an å drive med overskudd i storskala torskeoppdrett, ca 2300 tonn årlig. Nærøysund Matfisk gikk konkurs grunnet et angrep av Francisellai 2008/2009. Før dette hadde de hvert år balanse i driften, og var under 20 kr i snitt kostnad de beste årene.

Det er enighet i prosjektet om at hovedutfordringene er:

- Snittpris må opp i forhold til dagens nivå. Man må jobbe aktivt for å utvikle bedre produkter som passer dagens forbrukere godt. Se del 3 i denne rapport.
- Man kan få de gjennomsnittlige kostnader ned under de gjennomsnittlige salgsverdier
- Marginene må være så stor i et normalår at man har rygg til å bære små og større "kriser" som antakelig også vil komme i framtiden.
- Laksenæringen har vært i dype kriser hvert tiår i sin 40 årige historie. Alle aktører må jobbe sammen for at risikoen for slike kriser blir gradvis mindre, og etterhvert mer levelig i forhold til langsiktig drift. Vaksineutvikling, avlsframgang og generell biologisk kunnskap vil gjøre at dette er fullt mulig i årene som kommer..

2.5. Lønnsomhet ved foredling og bruk av biprodukter

Vi har i dette prosjektet fått tilgang til data fra flere av de 4 slakteanleggene for torsk som også fileterer torsk i Norge. Først litt statistikk som viser eksportutviklingen av filetsalg og hel torsk de siste 5 årene fra Norge:

Statistikk for hel oppdrettstorsk og filet

Forholdstallet mellom filet og hel fisk har endret seg en del i perioden. 2008 var et helt spesielt år, med svært usikre leveranser av filet til markedet grunnet finanskrisen.

Eksport fra Norge,kg	2005	2006	2007	2008	2009
Torsk, oppdrettet:	2354990	3354643	3647894	5829587	8352484
Torskefilet, oppdrett:	187622	329310	407734	359547	1108936
% filet i forhold til rund:	8,0	9,8	11,2	6,2	13,3

Tallene er i produktvekt. Dersom en regner filettallene om til rund vekt, kan det anslås at det i 2009 ble filetert ca 25 % av den totale eksport. Dette er en god framgang fra årene 2005-2006.



Tallene sier ikke noe om lønnsomhet i filetproduksjon i forhold til å selge hel fisk.

Slik vil markedet ha fisken!

Merverdi i filet?

Før videre diskusjon: det er ofte slik i fiskesalg at en ikke kan finregne på marginer i ulik anvendelse. Dersom markedet en uke vil ha loins eller finskåren filet, da skaffer en av leverandørene dette til en pris som avtales mellom partene. Kostnadsbildet er ikke alltid noe godt salgsargument dersom flere aktørene vil samme ordre.

Men det er jo avgjørende for lønnsomheten at man faktisk har de beste marginer i de valg som gjøres. I en slik vurdering må en søke å beregne dekningsbidraget i ulike valg, samtidig som en vurderer den langsiktige virkning av de valg som gjøres. Det er vanskelig vurdering med mange variable.

Det er en fortløpende vurdering hva som er mest verdiskapende. Value-adding er også "cost-adding", og det er ikke noe unntak for filet. Vi har i prosjektet foretatt en del intervjuer for å kunne sette noen sammenlikningstall mellom salg av hel fisk og salg av filet.

I ett av prosjektene 2009-2011 har et samarbeid for å:

Forbedre dekningsbidraget med 20% ved salg av bearbeidet filet fra oppdrettet torsk innen 2 år.

En status høsten 2010 viser at bedring dekningsbidraget ofte tilsvarer dette nivået, men i noen perioder er det mindre enn dette, ja til og med negativt. Det er for tidlig å trekke noen konklusjoner over et så langt tidsrom, men det er liten tvil om de fleste produsentene har en merverdi netto på 10-20 % ved å selge til filet. Selv om de eksterne kostnader til slakting, filet-skjæring og pakking er 2,5-3 ganger kun sløyving og kasse-pakking, er det ofte dobbel kg-pris for filet sammenliknet med salg av hel fisk.

Eksportpriser fra Norge	2005	2006	2007	2008	2009
pris/kg rund	33,33	34,12	38,49	32,64	24,80
pris/kg filet	59,52	69,19	60,88	77,96	61,59

Dette er priser som er slått sammen for renskåren filet, som på bildet under, og for helfilet med og uten skinn, og det finnes ikke god statistikk på adskilte varegrupper her. En viss pekepinn kan en få ved at prisene i Frankrike gjerne ligge over 22 Euro for loins, mens filet kanskje er ca. 12 Euro.

Samfunnsøkonomisk er filetering bedre på flere måter, blant annet gir det flere arbeidsplasser. Tradisjonelt sett blir torsken eksportert hel, sløyd med hode. Importør i utland videreforedler på egen fabrikk før torsken ankommer utsalgssted i butikk.

Når torsken bearbeides i Norge eller på Island (eller i Norden generelt), står man igjen med de fineste delene av fisken, dvs fisken veier mindre, krever gjerne mindre volum og det er mulig å spare både emballasje og transport. At fisken håndteres og foredles mest mulig ferdig grad på ett sted gir færre håndteringar som også minker risiko for tilføring av forurensning og brudd i kjølekjede. På den annen side vil økt skjæring eksponere flere flater for nedbrytning, men spesielle kvalitetsbevarende nyvinninger bør prøves ut/utvikles. Gevinst blir økt holdbarhet. Økt holdbarhet gir mindre svinn for hele verdikjeden ut til forbruker.

En annen fordel med filetering er at torsk med ubetydelige ytre skader kan løftes til et høyverdig produkt ved filetering. Torsk man er usikker på kvaliteten på vil man kunne gi en ekstra kvalitetsanalyse på etter filetering. En annen fordel med filetering er at torsk med ubetydelige ytre skader kan løftes til et høyverdig produkt ved filetering. Torsk man er usikker på kvaliteten på vil man kunne gi en ekstra kvalitetsanalyse på etter filetering.

Bruk hele fisken- om verdien i en total utnyttelse av råstoff

Mange oppdrettere har lenge sett at man må utnytte biproduktene godt for å oppnå den største verdiskaping. Dette er som med filet et cost/benefit- regnestykke, og en har sett på lønnsomheten ved



utnyttelse av fiskehoder, lever og skinn til konsumprodukter. Nedenfor følger en DB-kalkyle vi har mottatt fra en av bedriftene.

Skinn:

For å ta skinn først: dette er en nisjeproduksjon som neppe egner seg for mange. Det er en bedrift på Island som også norske oppdrettere har brukt, og her er et bilde fra hjemmesiden deres, og også et bilde av en torskeskinnsbikini som overrekkes daværende Fiskeri- og Kystminister i Norge, Helga Pedersen. I det store regnskapet her, mener man at det kan settes verdi på bearbeiding til "high-end-

produkter", men at dette bør gjøres av egne firma. Det er neppe lønnsomt for oppdrettere generelt å gjøre dette, men det kan være et godt poeng at man tar vare på hele fisken, og man kan lage flotte promotion-gaver som tjener eget salg.



A family company with strong support

Atlantic Leather is a family business run by the couple Sigríður and Gunnsteinn Björnsson. Sigga and Gunni, as they are nicknamed, have years of experience in the industry and are supported by a group of solid investors, including Iceland's New Business Venture Fund and Norðurströnd ehf.

Atlantic Leather specialises in the production of high-quality fishleather and a high level of service. The company was founded in 1994 as a spin-off company of Lodskinn, which produces tanned sheep skins and had made remarkable headway in tanning technology for fish skins since 1989. The foundation of Atlantic Leather marked the entrance of

Hoder

Dersom en selger hel torsk, kan hodene beholdes på den hele fisken, dette prøver de fleste oppdretterne i Norge å gjøre. Men dersom hodet skal av, har en flere muligheter: ulike saltede kløyvde hoder, saltede tunger, frosne kløyvde hoder, tørkede hoder, ferske/frosne tunger og kinn (Aas og Kjerstad,2008).

Grunnlaget for kalkylene under er antatt slaktekvantum pr år, produksjonsutbytte i samsvar med de utførte produksjonsforsøk, bedriftens utgifter til produksjon og omsetning, samt produktpriser i henhold til tilgjengelige markedspriser.



Forutsetninger for produksjon:

- Forventa slaktekvantum pr år: 2000 tonn.
- Snittstørrelse på torskehoder: 400 gr pr hode
- Utbytte hoder av rundvekten: 12%
- Pris for hoder: 1 kr/kg

Produksjonsutbytte:

- kløyvde hoder 52 %
- kinn 14 %
- tunger 3 %
- salta kløyvde hoder 45,9 %
- salta tunger 1,6 %

Emballasjekostnader:

- Salta kl. hoder blir pakka på palle med

containerhette: 0,4 kr/kg ferdigvare.

- Salta tunger pakka i plasttønner à 120 l: 1,32 kr/kg ferdigvare
- Frosne hoder, kinn og tunger pakka i cateringkartonger: 1kr/kg ferdigvare
- Ferske tunger og kinn pakka i isoporkasser: 1,60 kr/kg ferdigvare
- Man regner med å bruke 1,5 kg salt pr. kg ferdig vare. Pris for salt er 0,57 kr/kg. Pris for bruk av salt på 1 kg ferdig vare er 0,85 kr.
- Innfrysingskostnader: 0,15 kr/kg ferdigvare.

Lønnskostnader 2008:

Lønn til produksjonsarbeider er 192,- pr. time inkludert sosiale utgifter. Man antar at det trengs 4 personer i produksjonen av alle produktvariantene. En har halvert timelønna i produksjon av kinn og tunger, siden en produserer begge produktene i MESA maskina.

Lønn pr kg ferdigvare (2008):

- Salta kløvde hoder: 2,37 kr/kg
- Frosne kløvde hoder: 2,28 kr/kg
- Salta tunger: 37,04 kr/kg
- Ferske tunger: 39,5 kr/kg
- Kinn: 4,23 kr/kg

Salgspriser 2008:

- Salta kløvde hoder: 5,49 kr/kg
- Salta tunger: 70 kr/kg
- Ferske kinn: 20 kr/kg
- Frosne kløvde hoder: 5,0 kr/kg
- Ferske tunger: 70 kr/kg
- Fryste kinn: 12 kr/kg
- Fryste tunger: 45 kr/kg

Rapport om produksjon av hoder fra Island, Færøyane og Norge.

Forfatter(e): Grete Hansen Aas, Margareth Kjerstad

Publikasjonstype: Rapport, Rapportnr: Å0706

Utgiver: Møreforskning Marin, Sidetall: 40

Oppdragsgiver: Innovasjon Norge og Brødrene Larsen

Formålet med prosjektet var å bidra til at Brødrene Larsen og deres samarbeidsbedrifter skal utvikle en lønnsom produksjon og omsetning av restråstoff fra oppdrettstorsk. Denne rapporten omhandler bedriftenes muligheter for å utnytte torskehoder.

Arbeidet har avdekket at det finnes egnet produksjonsutstyr for produksjon av konsumprodukter fra fiskehoder fra oppdrettstorsk. For å få til en effektiv produksjon bør en investere i MESA maskiner. Gjennomgang av eksportstatistikker fra Island, Norge og Færøyane viser at det er etablert omsetning av mange konsumprodukter fra fiskehoder. Spesielt Island har lyktes i sin satsing på produksjon og omsetning. Tørka hele hoder til Nigeria er det mest lønnsomme produktet. I 2005 var eksportkvantumet ca 12 000 tonn til en snittpris på vel 18 kr/kg i dette markedet. Det er også stor omsetning av saltede produkter i Spania og Portugal. Det er også muligheter for å produsere spesialprodukter fra fiskehoder. Proteinkonsentrat er trolig den mest aktuelle anvendelsen.

DB kalkylen viser at det er mest lønnsom å produsere ferske tunger og kinn. Dette kan gi et DB på knappe 800 000 kr pr år. Det nest beste alternativet er frosne tunger og kinn, med et DB på 293 000 kr og det tredje mest lønnsomme produktet er saltede kløvde hoder som gir et DB på 250 000 pr år. Med en maskin investering på kr 483 000 for en MESA 900 maskin blir dette fort en lønnsom investering. Økt slaktevolum og endringer i salgsprisen vil ha stor innvirkning på lønnsomheten i produksjonen. Det er derfor viktig at en arbeider aktivt i markedet for å oppnå høyere pris på produktene. I lønnsomhetskalkylen har en forutsatt at Brødrene Larsen ikke skal betale for hodene i starten. Dette er gjort for å redusere risikoen og kostnadene i startfasen. Målsetningen er at oppdretterne gradvis skal få betalt for hodene. På bakgrunn av informasjon om produktmuligheter og de økonomiske kalkylene som er presentert i rapporten kan bedriftene nå prioritere hvilke produkter en skal satse på i det videre arbeidet.

Lever

Arbeidet med å selge fersk lever må pågå i takt med slakteplanene. Fra høsten 2007 har salgsarbeidet gitt positive resultater, og man samarbeider om å selge til bra betalende markeder. Anvendelse hermetikk er



prøvd både i Baltiske land og i Norge. Flere har også prøvd seg på salg av lever til olje. En har hatt pilotproduksjon for å få tester på fettsyresammensetning og oksydiasjon. En har jobbet med vitaminproblematikk og grenseverdier for kvalitetsproduksjon av olje til et godt betalende marked. Det er foreløpig for lave priser på oljen til å forsvare de store investeringer.

I beste fall kan salg av lever tilføre oppdretter en verdi på 60-70 øre per kg slaktevekt torsk, noe som er et svært viktig bidrag til lønnsomheten.

3. Effektivt torskeoppdrett- kunnskapsoversikt og nye behov

I dette kapittel har FoU-institusjonene samlet de viktigste bidrag til temaene som denne rapport beskriver. Oversikten har ikke som mål å gjengi alle viktige arbeid på feltet, men representerer de viktigste åpne arbeider som er tilgjengelige. En har også innhentet tillatelse fra de bedrifter som omtales eller de data som refereres, og som ikke foreløpig er gjengit i publikasjoner. Foran hvert temaområde har en tatt med en populærframstilt status på hva som er status, og hvilke behov som bør dekke de kommende årene.

3.1. Temaområde: Slaktemetoder og kvalitet

Sammendrag:

Slakteriforskriften som trådte i kraft i 2007 i Norge vektlegger hensynet til fiskens velferd. Sentrale områder er kravet til kompetanse hos operatørene og kravet om at fisken skal være bedøvd før den bløgges.

Forbudet mot bruk av CO₂ i vann som bedøvningsmetode er foreløpig ikke innført, men har allikevel ført til introduksjon av flere alternativer, i første rekke bedøving ved strøm eller slag. I tillegg til myndighetenes krav, har flere av de største kundene for norsk laks også krevd bruk av CO₂ fjernet.

I en rapport fra SINTEF går det frem at skånsom slakting, inkludert bedøvelse og rask avliving av fisk, har positiv effekt på både produktkvalitet og fiskevelferd. I tillegg er det viktig å kjøle fisken så tidlig og raskt som mulig etter avliving, siden temperaturen er den enkeltfaktoren som har størst betydning for produktets kvalitet og holdbarhet etter slakting.

Stress før og under slakting kan påvirke viktige kvalitetskriterier som filetspalting og tekstur og blodrester i fileten. Nofima har i forsøk undersøkt pH i muskelen i timene etter slakt / fangst som en indikator på stressnivået i fisken. Forskjeller i tid til rigor mortis varierte fra 20 – 48 timer mellom ustresset og stresset fisk.

Sulting av fisken påvirker også kvaliteten på sluttproduktet. Det er ønskelig å finne hvordan sulting eller redusert føring før slakt kan brukes til kvalitetsjustering av fisken.

Viktige tema for videre FoU:

- Sammenheng mellom føring og kvalitet på sluttproduktet- kvalitetstyrt føring
- Avlivingsmetoder og konsekvenser for råstoffkvalitet
- Temperaturstyring gjennom hele slakteprosessen – effekt på kvalitetSlutføring før slakting – effekt på kvalitet og fiskevelferd

Noen nyere eksempler på FoU:

Slaughter stress, postmortem muscle pH and rigor development in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.).

Kristoffersen, S.; Tobiassen, T.; Steinsund, V.; Olsen, R. L. (NOFIMA)

Effects of moderate preslaughter stress were investigated on the development of *post mortem* flesh pH and *rigor mortis* in farmed cod (*Gadus morhua*). Gaping and texture of the fillets were also evaluated. Wild Atlantic cod were either killed immediately after netting by a blow to the head (control) or were

transported in a tank filled with seawater for 1 h, exposed to CO₂ until fully anaesthetized and then killed with a blow to the head. Control cod had a flesh pH of 7.9 immediately *post mortem*; this decreased rapidly to 7.2 after 1 h and declined to an ultimate pH of 6.2 after approx. 24 h. However, moderately stressed fish had a stable flesh pH of approx. 7.0 during the first 6–8 h period, before declining to a similar ultimate pH to that of control fish. Preslaughter stress accelerated the onset and resolution of *rigor mortis*. Max. average *rigor* was reached 20–24 h *post mortem* in stressed fish, compared with approx. 48 h in control fish.

Impact of pre-slaughter stress on residual blood in fillet portions of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) — Measured chemically and by Visible and Near-infrared spectroscopy

Stein Harris Olsen^a, Nils Kristian Sørensen^a, Rune Larsen^b, Edel Oddny Elvevoll^a and Heidi Nilsen^b

^aNorwegian College of Fishery Science, The University of Tromsø, Tromsø N-9037, Norway

^bNofima, Tromsø N-9291, Norway

Abstract

The objective of this work was to investigate if cod (*Gadus morhua*) which was exposed to crowding (149 kg/m³) and water currents prior to slaughter, would have a higher amount of residual blood in its fillets. This because residual blood can be detrimental for the perceived quality, farmed cod were divided into four groups; unstressed unbled (uu), unstressed bled (ub) stressed unbled (su) and stressed bled (sb). After 4 days ice-storage, all fish were filleted. Both left and right fillets were divided in 5 muscle portions. Dark muscle was removed from right fillet portions prior to VIS/NIR measurement. Chemical heme-pigment measurements were taken both from right- (white muscle) and left fillet portions (whole muscle), with an accuracy of 95.4 ± 3.2%. As expected, there were higher heme-pigment contents in unbled cod. In white muscle portions of bled cod (sb), the content was influenced significantly when fish were exposed to physical environment change prior to slaughter.

In this work we also investigated if VIS/NIR spectroscopy could be used for assessing residual blood in intact cod muscle. Here we used chemical heme-pigment measurement as a reference. This research shows a correlation between Visible and Near-infrared (VIS/NIR) spectroscopy and chemical measurements. The VIS- (400–700 nm) or the NIR region (700–1100 nm) alone did not correlate as good as the complete VIS/NIR region (400–1100 nm, $R^2 = 0.83$). This indicates that it may be possible to develop a spectroscopic method for measuring residual blood in intact cod muscle. However, further studies are warranted.

<http://www.nofima.no/publikasjon/F2B3E7E03E2F03DCC12574F1004BD408>

Avliving og kvalitet av fisk, Gry Aletta Bjørlykke & Erik Slinde

Norsk sjømat nr 6, 209, s 26-29.

Norsk kort presentasjon av avliving og kvalitet med fokus på avlivingsmteode, rigor mortis, drypptap og hygiene.

Sulting av oppdrettstorsk

2006, Prosjektleder: Margrethe Esaiassen

Prosjektet har undersøkt hvordan sulting påvirker muskelkvaliteten og lagringsstabiliteten til oppdrettstorsk, samt evaluere om sulting eller redusert fôring kan benyttes for å kvalitetsjustere fisken før slakting.

Torskeoppdrett er i ferd med å skaleres opp, særlig ved at innsett i matfiskanleggene de seneste år har vært store. Såfremt ikke noe unormalt inntreffer vil vi i løpet av relativt kort tid kunne se en betydelig økning i tilbudt volum av oppdrettet torsk.

Erfaringer fra forsøk ved Fiskeriforskning viser at det er stor spredning i muskelkvaliteten på oppdrettstorsk. Markedstester viser at det er mulig å produsere oppdrettstorsk av svært akseptabel kvalitet (Johansen og Johnsen 2002, Heide et al 2003, Østli og Heide 2004).

I andre tilfeller blir oppdrettstorsken beskrevet å være sammenlignbar med den lite lagringsstabile, velfødde "loddetorsken". Det er rimelig å anta forklaringen ligger i høyt fôrintak, og at fôrsammensetning, fôringsmengder og fôringsrutiner er avgjørende for muskelkvalitet og lagringsstabilitet til oppdrettet torsk. I oppdrett av laks er det av flere årsaker etablert rutiner for å sulte fisken før slakting, og det antas at sulting har positiv effekt på den post mortale muskelkvaliteten og -stabiliteten.

Det er derfor stort behov for å undersøke hvordan sulting påvirker kvaliteten til oppdrettstorsk, for deretter å evaluere om sulting eller redusert fôring kan benyttes for å kvalitetsjustere fisken før slakting.

3.2. Temaområde Sammenligning av villfanget og oppdrettet torsk

Sammendrag

Det blir påpekt at oppdrettstorsken skiller seg fra vill torsken med høyere kondisjonsfaktor, større lever og mindre hode. Nofima fant ikke signifikante forskjeller i hydrolytisk enzymaktivitet i lever og fordøyelsessystemet hos villfisken og oppdrettstorsk sultet i hhv 10 og 25 dager før slakting. Islandske forskere har imidlertid funnet forskjellige egenskaper i saltbindingsevnen fra vill og oppdrettsfisk. Oppdrettet torsk har også lavere vannbindingsevne og mer vann mellom muskelfibrene, noe som kan påvirkes med fôring av fisken før slakting. TMAO er lavere i oppdrettsfisk enn villfisk, men stiger igjen under lagring. Oppdrettstorsken skiller seg også fra villtorsk når det gjelder tekstur og farge og dette kan igjen påvirke konsumentenes preferanser for oppdrettstorsken.

Matís og HG på Island har utviklet spesielle metoder for bearbeiding av oppdrettstorsk. Hovedforskjellen er at oppdrettet fisk bør fileteres før rigor mortis for å unngå risiko for filetspalting og annen kvalitetsforringelse. Oppdrettsfisk behandlet på denne måten har samme kvalitet som villfisk selv om det finnes forskjeller i tekstur og saftighet. Flere rapporter tar for seg konsumentene oppfatning av oppdrettstorsk i forhold til villfisk.

Prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked" er finansiert av FHF-fondet og ledet av en styringsgruppe oppnevnt av FHF-Filetforum. Det er aktivitetene knyttet til delprosjekt 3.2 som rapporteres i denne rapporten. Skaginn har utviklet en filetlinje hvor en har tatt sikte på å produsere fileter av høy kvalitet og som samtidig er superkjølte. Kvaliteten i filetene opprettholdes ved at en unngår spalting, gjennom å la skinnet være på fileten under trimming av finnefester, samt at fileten superkjøles før den skinneres. Skinningen skjer i en egenutviklet maskin. Skaginn-linjen er bygget opp slik at etter filetmaskinen blir filetene trimmet med skinnet på. Prosessbetingelsene kan varieres, men under testene gikk filetene i 8 minutter i en filetkjøler med issørpe som inneholdt 2,5% salt. Denne skulle kjøle filetene, men i det utførte forsøket var imidlertid temperaturen i filetkjøleren 2,1°C, noe som varmet opp filetene. Filetene legges deretter på bånd i en skinnkjøler (superkjøling) i ca. 10 minutter ved -7 °C, før de sendes videre til skinning. Skinningen gjøres på superkjølte fileter, i en egenutviklet maskin. I det utførte forsøket måtte omtrent 10% av filetene sendes på nytt gjennom maskinen. Tidligere test hos Festi viste 5% skinnefeil. Dessverre ble temperaturen gjennom linjen ikke registrert, men fra tidligere målinger og beregninger samt registrering i EPS kassene har fileten fått en utgjevningstemperatur på mellom -0,5°C og -1°C. Det tilsvarer at de har fått en isfraksjon på mellom 0 til 5%. Som en subjektiv oppsummering etter en begrenset test kan det tyde på at linjen har potensial for et større utbytte på fisken en ordinære linjer, men det gjenstår mye arbeid i å optimalisere flyten og ha kontinuerlig kontroll med temperaturen

Viktige tema for FoU:

- Dokumentere kvalitetsforskjeller og produktegenskaper til villfanget og oppdrettet torsk
- Avklare preferanser for ulike størrelser i forskjellige marked

Noen nyere eksempler på FoU:

Digestive enzyme activities in starved pre-slaughter farmed and wild-captured, Atlantic cod (*Gadus morhua*)

Asbjørn Gildberg, Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Research (NIFA), Box 6122, NO-9291 Tromsø, Norway

Abstract

Recently, Atlantic cod farming has attracted great interest in the northern Atlantic region, and a commercial cod aquaculture industry is developing. Farmed Atlantic cod has a body composition different from wild-captured cod. The most prominent differences are the higher condition factor, larger liver and smaller head. The main purpose of the present work was to compare activities of some major hydrolytic enzymes in liver and digestive tract of farmed cod, which had been starved 10 and 25 days before slaughter, with the corresponding activities in wild-captured cod. Ten wild-captured and 10 farmed cod (3.1–4.6 kg) were subjected to analyses. It was found that the amount of stomach pepsin activity was significantly lower in farmed cod, whereas the content of tryptic enzyme activities, particularly chymotrypsin, were slightly higher. Due to the high hepato-somatic index (14.4), the farmed cod had a much higher β -d-N-acetylglucosaminidase activity in liver than the wild-captured cod. Increasing the pre-slaughter starving period from 10 to 25 days gave no significant reduction in any of the digestive enzyme activities measured. This indicates that the activities of digestive enzymes in carnivorous species, like cod, remain at high levels even during long time starvation

Low Field NMR study on Wild and Farmed Atlantic Cod (*Gadus morhua*). 2009. In: *Magnetic Resonance in Food Science. Challenges in a Changing World*.

M Guðjónsdóttir (Editor), Belton (Eds), G A Webb (Editor). Cambridge, RSC Publishing, pp 231-240. Guðjónsdóttir M, Gunnlaugsson VN, Finnbogadóttir GA, Sveinsdóttir K, Magnússon H, Arason S (2009).

The study showed that a significant difference can be found between the muscle structure and characteristics of wild and farmed cod and that choosing the time of processing (pre or post rigor mortis) was of great importance. The farmed cod did not show a similar salt uptake as the traditional wild post rigor mortis processed cod. This shows even further that wild cod cannot be entirely replaced by farmed cod in the processing of various products.

Sensory characteristics of different cod products related to consumer preferences and attitudes. *Food Quality and Preference*, 20 (2) 120-132

Sveinsdóttir K, Martinsdóttir E, Green-Petersen D, Hyldeg G, Schelvis R, Delahunty C. 2009.

Quantitative descriptive analysis (QDA) was used to analyse the sensory quality of eight cod products, different with regard to origin (wild/farmed), storage time (short/extended) and storage method (fresh/frozen/packed in modified atmosphere). At the same time, 378 consumers in four European countries tasted and scored the cod products on a 9-point hedonic scale. In addition information on the consumers attitudes, motives/barriers and fish purchase behaviour was collected. The aim was to investigate how sensory quality corresponded to consumers liking of different cod products and to study the liking in terms of different consumer attitudes and demographics. The QDA discriminated well between the products. The farmed cod products were considerably different from wild cod, with more light and even colour, meaty texture, odour and flavour. Country differences were considerable with regard to fish consumption, attitudes and preferences of the eight cod products. However, it was

demonstrated that within each country, different segments of consumers existed with different preferences, motives/barriers and demographic background. The results indicated various potential to increase fish consumption.

Muscle Quality and Storage Stability of Farmed Cod (*Gadus morhua* L.) Compared to Wild Cod

Authors: H. Herland ^a; M. Esaiassen ^a; R. L. Olsen ^b

^a Fiskeriforskning, Norway

^b Department of Marine Biotechnology, Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø, Norway

Abstract

Quality characteristics of farmed and wild cod were compared during ice storage by measuring pH, water content, water-holding capacity (WHC), trimethylamine oxide (TMAO), trimethylamine (TMA), aerobic plate count (APC), as well as numbers of H₂S-producing bacteria (SPB) and *Photobacterium phosphoreum*. pH and water content were higher in wild cod than in farmed cod. WHC were similar for both groups until the last sampling, where farmed cod had a significantly higher WHC than wild cod. The TMAO level in farmed cod was only 5-10% of that found in wild cod. APC increased more rapidly in wild cod than in farmed cod, resulting in a 2 log units difference at the end of the storage period. *P. phosphoreum* were found in higher numbers in wild cod than in farmed cod, and SPB were not detected in farmed cod. These results might indicate that farmed cod have a slightly longer shelf life than wild caught cod.

Framtíðarþorskur; Gæðamat á eldisþorski.

Tryggvadóttir SV, Þorkeldsdóttir Á, Jónsson Á, Arnarson GÖ (2004). Verkefnaskýrsla RF 10-04. Matís ohf. / Icelandic Food and Biotech R&D, Reykjavík.

The aim of this project is to investigate the influence of different processing techniques and feeding strategies on gaping in farmed cod to obtain high quality, valuable product. The main results were that the quality of wild-farmed cod increases with prolonged farming period. The quality of fillets of wild farmed cod that was on-grown in sea-pens for 19 months was higher than that of cod after the traditional 6-7 months of farming. Farmed cod is much lower in water holding capacity than wild cod. When the ration is decreased for the last seven weeks of farming the water holding capacity increases. Good coordination in quality inspection of cultured cod was achieved in the project.. Gaping is connected to pH of the muscle and the amount of feed given. When ration is decreased the pH increases and less gaping is seen. Sensory analysis of cultured cod showed significant difference in that cultured cod was found stiffer, dryer and tougher than wild cod. Image analysis on muscle from wild-farmed cod showed a lot of fluid (water) collection between the muscle cells (outside the cells). This phenomena has not been seen in wild cod.

Framtíðarþorskur; Geymsluþol, áferð, vöðvabygging og vinnsla eldisþorsks. Verkefnaskýrsla RF 26-05. Matís ohf. / Icelandic Food and Biotech R&D, Reykjavík.

Tryggvadóttir SV, Arnarson GÖ, Pálsson JÖ (2005).

The aim of this project was to study the harvest quality of farmed cod (*Gadus morhua*) and compare it to wild cod. The main emphasis of the study was on shelf life, texture characteristics and processing properties of cod fillets. The sensory evaluation on freshness by the Torry scheme showed that farmed cod keeps its characteristic flavour for a longer period although the total shelf life was similar. The reason for the longer freshness evaluation of farmed cod could be that the microorganism flora was not the same. Lower amount of H₂S-producing bacteria was seen in farmed cod than wild cod, but the total count

was similar which could indicate competition from other microorganism. Sensory analysis using the QDA method showed significant difference in the texture. Farmed cod was found stiffer, dryer, tougher and more meaty and rubberlike than wild cod. The microstructure of white muscle from farmed and wild cod was examined. The extracellular fluid of farmed cod was in many groups significantly greater compared to wild cod. It is possible that fluid collection outside the muscle cells leaks out during the processing and therefore could partly explain why farmed cod has poorer water holding capacity and is dryer and tougher by the sensory analysis than wild cod. Initially the trimethylamine N-oxide (TMAO) was much lower in farmed cod than wild cod, however similar amount of trimethylamine (TMA) was produced during the storage time. It is clear that growth rate of farmed cod influences the utilisation of the salting process but the reason is not fully understood. The effect of using the phosphate "Carnal" in the brine improves the quality and utilisation considerably.

Vinnsla og gæðastýring á eldisþorski. Skýrsla Matís 13-09. Matís ohf / Icelandic Food and Biotech R&D, Reykjavík.

Pórarinsdóttir KA, Gunnlaugsson VN, Finnbogadóttir GA, Jóakimsson K, Arason, S. (2009).

This report summarizes the results from the project „Processing and quality control of farmed cod“ where processing and salting methods for farmed cod were developed in co-operation of HG (Hradfrystihusid-Gunnvor Ltd) and Matís ohf. The main difference in processing of farmed and wild cod is that farmed cod has to be processed before rigor mortis. Otherwise there is a high risk of gaping and quality defects in products that are not accepted by markets. Chilled and IQF products processed from pre-rigor farmed cod were of similar quality as products from wild cod. However, farmed cod products have different properties, they have a sweeter taste and more „meaty“ and firmer texture than products from wild cod which are softer and juicier. Processing of farmed cod before rigor retards weight increase and salt uptake during light salting. The effects of rigor can be reduced by using brine injection and increasing brining time from traditional processed for farmed cod. Salting conditions and temperature must be carefully controlled during the process to avoid microbial growth at the low salt levels used in production of light salted (2% NaCl) products.

The effects of different types of product information on the consumer product evaluation for fresh cod in real life settings. Food Quality and Preference, 2008 20 (2), 187-194.

Kole, A.P.W., Altintzoglou, T., Schelvis-Smit, R.A.A.M., Luten, J.B. (2009)

The effects of different types of product information on consumer product evaluation were examined in real life settings. Cod fillets were presented to 1440 consumers drawn from the Dutch TasteNet consumer panel for assessment in their own households. The product was presented accompanied by product information included in the package labelling. A control product, labelled simply as cod, was included. Consumers reported their evaluation of the product for overall and analytic sensory attributes. It was found that information about product type, price, freshness and the advantages of fish farming could influence product evaluation. Cod labelled as wild, highly priced or recently caught was judged more favourably than the unlabelled product. Information on the advantages of farming had a negative effect on product evaluation that interacted with price so as to minimise the positive effect of the latter. Interaction of the information provided with product perception in a realistic situation demonstrated that farmed fish was associated with less favourable product characteristics.

Oppdrettstorsk - konkurransegrunnlag, marked og strategiske muligheter. Rapport/Report 45/2009.

Toften, K. (2009).

This report presents an assessment of the strategic competitiveness of the Norwegian farmed cod industry. This assessment includes a SWOT-analysis and an assessment of the strategic capability of the industry overall. The report focuses then on France as a case market, and main characteristics and market channels are presented and discussed in relation to the Norwegian farm-raised cod industry. Different alternatives for strategic options for the cod farmers are discussed. Finally, some areas in need of further research are pinpointed.

Water-holding capacity of wild and farmed cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) muscle during ice storage. LWT - Food Science and Technology, 40(5), 793-799.

Olsson GB, Seppola MA, Olsen RL (2007).

The aim of this study was to investigate how the presence of normal spoilage bacteria influenced the water-holding capacity (WHC) of wild cod, farmed cod and haddock during chilled storage. Bacterial growth was inhibited by soaking the fillets in 3 mmol/l NaN₃ prior to storage. The results clearly showed that the three groups were different with respect to WHC and pH. Muscle pH was highest in haddock, lower in wild cod and lowest in the farmed cod. Significant differences in WHC between the NaN₃-treated and non treated groups of wild cod and haddock were found on the last sampling day. However, there was an inconsistency with respect to the relationship between pH and percentage liquid loss (LL%). The microflora of farmed cod is obviously altered from what is normal for wild cod. The results showed that bacterial growth may influence the WHC of the muscle. However, the relationship is inconsistent and may be temporal and not causative.

Effect of diet and season on quality of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.).

LWT - Food Science and Technology, 40 (9), 1623-1629

Otterå H, Carlehög M, Karlsen Ø, Akse L, Borthen J, Eilertsen G, 2007.

Three groups of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) fed dry or moist feeds were followed through a production cycle from 800 to 2500 g. Five samplings were made at quarterly intervals; December, March, June, September and December. At each sampling, fillet yield, skin colour and muscle pH were measured at slaughter, and skin colour, pH, and texture of raw fillets and sensory evaluations of cooked loins were assessed 3 days after slaughter. Skin colour showed seasonal variations, particularly when measured at slaughter, with the skin being lightest during the winter. The skin became also markedly darker after 3 days storage. The dry feed group had highest growth rates, and also highest liver content. The general trend was, however, that some differences in the parameters studied were recorded for feed groups within each sampling, but differences were not consistent between samplings. Thus, the characteristics of the cod appeared to be little influenced by the type of feed they received.

3.3. Temaområde Foredling og prosess

Sammendrag:

Undersøkelser ved Nofima har testet hvordan bearbeiding av fileten påvirker kvaliteten av produktet. Dette gjelder også vannbindingsevne, pH og bakterieinnhold i fileten. Islandske forskere har utviklet en kvalitetsindeks som brukes i evalueringen av ferskhetsgrad på produktet under lagring. Det er relativt lite analytisk materiale tilgjengelig fra den direkte verdikjede i foredling av oppdrettstorsk. Et gjennomgående trekk er at det forskes mye på biologiske metoder og optimalisering, men det er sjelden at man setter resultater inn i en økonomisk lønnsomhetsbetraktning. Et eksempel er arbeidet med MAP-pakking og superkjøling, der det er gitt betydelige midler for å vise holdbarhetsforlenging, men dersom en leter etter kostnader i analyser er det foreløpig ikke tilgjengelig. Det er således behov for å inkludere økonomiske kalkyler i de aktuelle metodeforbedringer og den generelle FoU som drives på feltet. Her kan man samarbeide i Norden, for å kunne tilby Europa den beste kvalitet man avhengig av priser som tilsvarer en lønnsom produksjon.

Viktige tema for FoU:

- Dokumentere holdbarhet for ulike filetprodukter
- Finne egnet emballasje for ulike produkter (f.eks. Map-pakking)
- Optimalisere utbytte av ulike filet og loinsprodukter
- Lønnsom utnyttelse av restråstoff
- Optimalisere maskinell bearbeiding og automatisering
- Undersøke sesongvariasjoner i råstoffkvalitet
- Undersøke muligheter for nye produkter (ferske, lettsalta og salta varianter)
- Sensoriske analyser av ulike filetprodukter

Noen nyere eksempler på FoU:

Pre-rigor filleting and brining of farmed cod: Influence on quality and storage stability

Margrethe Esaiassen^a, Reidun Dahl^a, Guro Eilertsen^a, Bjørn Gundersen^a and Morten Sivertsvik^b

^aFiskeriforskning, Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Research, P.O. Box 6122, N-9291 Tromsø, Norway

^bNorconserv AS-Seafood Processing Research, PO Box 327, N-4002 Stavanger, Norway

Abstract

Pre-rigor filleting as well as brining with a mixture of phosphates and salt could influence several quality parameters of cod fillets. The aim of this work was to evaluate which of these processes that affected selected quality parameters of farmed cod the most. The analyses were performed at several points during storage, enabling that the effects of time of filleting, brining and storage could be evaluated simultaneously.

*Pre- and post-rigor non-brined fillets had similar and significant weight loss during storage. The weight increase of pre- and post-rigor fillets due to brining were 2% and almost 10%, respectively, and brining significantly reduced the weight loss during storage. Liquid loss and total viable count (TVC) were significantly influenced by rigor state at time of filleting, brining and storage time, while water content was influenced significantly by time of filleting and brining. Brining and storage time significantly influenced the whiteness, while time of filleting and storage time had significant influence upon the fillet index. The growth of *Photobacterium phosphoreum* was affected by storage time only, and the pH of the fillets was not influenced significantly by any of the parameters tested.*

Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study

Alma Cardenas Bonilla^c, Kolbrun Sveinsdottir^b and Emilia Martinsdottir^b

^aResearch Center of Foods and Development, CIAD-Guaymas Unit, A.C. P.O. Box 284, 85400 Guaymas, S

^bIcelandic Fisheries Laboratories, Skulagata 4, 101 Reykjavik, Iceland

^cThe United Nations University, Fisheries Training Programme in Iceland, Skulagata 4, 121 Reykjavik, Iceland
Available online 11 January 2006.

Abstract

The aim was to develop and evaluate a Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod fillets. Cod fillets were stored at 0–1 °C on ice up to 14 days. Total viable counts (TVC) and counts of H₂S-producing bacteria were done. A QIM scheme for fresh cod fillets to evaluate freshness was proposed. A high correlation between the Quality Index (QI) and storage time on ice was found. The remaining storage time could be estimated with accuracy of ±1.3 days when the cod fillets were evaluated with QIM. The maximum storage time was estimated 8 days based on Quantitative Descriptive Analysis and H₂S-producing bacteria counts.

Influence of Freshness and Frozen Storage Temperature on Quality of Thawed Cod Fillets Stored in Modified Atmosphere Packaging

Niels Bøknæs^{*}, Carsten Østerberg, Jette Nielsen and Paw Dalgaard

Danish Institute for Fisheries Research, Department of Seafood Research (DIFRES),

Technical University of Denmark, Søtofts Plads, Building 221, 2800, Lyngby, Denmark

Abstract

The effects of keeping cod fillets in air at 0°C for 1 or 8 d prior to modified atmosphere packaging (MAP) and subsequent frozen storage at –20°C and –30°C for 6 wk were studied. Quality attributes of thawed MAP cod fillets stored at 2°C for up to 17 d were evaluated. The known specific spoilage organism of fresh MAP cod, *Photobacterium phosphoreum*, was found in levels of 2.3 and 5.8 Log (cfu/g) after 1 and 8 d of chill storage in air at 0°C, respectively. Frozen storage at both –20°C and –30°C for 6 wk reduced numbers of *P. phosphoreum* to below the limit of detection. After chill storage at 2°C, *P. phosphoreum* was not detected in cod fillets stored frozen at –20°C. Significant growth of *P. phosphoreum* and production of TMA during chill storage at 2°C were only observed in cod fillets kept for 8 d in air at 0°C prior to frozen storage at –30°C. Frozen storage odour and taste developed in thawed MAP cod fillets during chill storage but they were substantially more pronounced in cod fillets stored 8 d in air at 0°C before freezing. The present study clearly showed the need for fresh raw material when producing thawed chilled cod fillets packed in modified atmosphere. Consequently, it was concluded that ‘frozen at sea’ raw material in combination with MAP seems to be a promising technology, combining the inhibitory effect on microbial growth and TMA production for the manufacture of prime quality thawed MAP cod fillets for retail.

” Veileder for de som skal tilby fersk fisk pakket på brett”

2006, Prosjektleder: Margrethe Esaiassen

Nøkkeldata:

Gjennom de siste 20-25 årene har det vært gjort mange forsøk på å etablere ferdigpakket fersk fisk i norsk dagligvare, hittil har ingen lyktes. Produktgruppen er velkjent fra Storbritannia og kontinentet og representerer i disse markedene et reelt ferskfisktilbud uten at man må innom en manuelt betjent fiskedisk.

I mange markeder er pakninger med modifisert atmosfære (MAP) vanlige. I Fiskeriforsknings rapport nr. 15/06 " Brettpakking av fersk sjømat", oppsummerer vi de faktorene vi mener er viktigst for at man skal kunne framby produkter med riktig kvalitet og tilstrekkelig holdbarhet.

Kvalitetsmessig er sjømat en langt større utfordring enn mange andre næringsmidler og dette betyr at man hele tiden må sørge for at produktene behandles på en optimal måte, de må distribueres raskt fram til forbruker og kjølekjeden må være ubrutt på 0 °C fra fangsttidspunkt til forbrukeren henter produktet i butikken. Å angi holdbarhetsdato på det pakkede sluttproduktet innebærer dessuten at alle ledd i distribusjonskjeden, på en forpliktende måte, må vite hvordan kvalitetsarbeidet skal innrettes for at produktene skal tilfredsstillende de krav som stilles av publikum, myndigheter og bransjen generelt.

Low salt brining of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua* L.) and the effects on different quality parameters LWT - Food Science and Technology, Volume 41(7), 1167-1172

Larsen R, Olsen SH, Kristoffersen S, Elvevoll EO. 2008.

Pre-rigor processing of cod fillets may have economic benefits, but this potential has usually been overshadowed by process-linked difficulties such as pin bone removal, rapid rigor onset and higher drip losses. The aim of this work was to study the impact on fillet quality parameters after immersing pre-rigor filleted farmed cod in different NaCl solutions ranging from 15 to 60 g/L. Temperature of the fish at death was 4 °C, in immersion solutions 2 °C, and following immersion the fillets were stored in ice within plastic bags for 14 days. As controls, one group was filleted pre-rigor but not immersed, and one group was filleted post-rigor and not immersed. Immersing in salt solution resulted in better yield compared to both control groups. Higher salt content generally increased rigor contraction, but significantly reduced fillet gaping and the force required to pull pin bones. Thus, relatively low salt levels within the fillets had a positive impact on some of the problems associated with pre-rigor filleting.

3.4.

3.5. Temaområde Superkjøling

Sammendrag:

- *Temperaturen er det viktigste holdbarhetsmriteriet av fersk fisk. Superkjøling refererer til lagring for varen på -1 til -2 grader med delvis frysing av overflaten. Sintef Energi har i flere rapporter beskrevet prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked" som er et sentralt prosjekt finansiert av FHF for å utvikle nye metoder knyttet til direkte filetering og superkjøling av både vill og oppdrettstorsk. Metoden har vist seg å øke kvalitet og og forlenge holdbarhet av produktet hos forbrukeren. Undersøkelsene vurderer både produktkvalitet og bakterieinnhold.*

Viktige tema for FoU:

- *Styring og optimalisering av temperatur i prosesslinja*
- *Uttesting av nye kjølemetoder*
- *Holdbarhetsstudier av ulike fileterprodukter*
-

Noen nyere eksempler på FoU:

Erfaringer oppsummert av SINTEF i en litteratur og prosjekt studie.

Nordtvedt, T.S. 2009. Superkjøling av fisk – en litteraturstudie og prosjektoversikt. Oppsummering. Sintef Energi. ISBN 9788259433992.

Sammendrag:

Rapporten beskriver en litteraturstudie på superkjøling av fisk samt oppsummering av aktiviteter ved SINTEF Energiforskning relatert til superkjøling. Arbeidet som rapporteres inngår som en del av prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked", som er finansiert av FHF-fondet og ledet av en styringsgruppe oppnevnt av FHL-Filetforum. Det er aktivitetene knyttet til delprosjekt 1.1 som rapporteres. Det primære målet prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked" er å forbedre kvaliteten på ferske filetprodukter av hvitfisk og å øke andelen av kjølt råstoff (hyse, torsk og sei) som har en kvalitet som gjør det anvendelig til lønnsom produksjon av ferske produkter. Prosjektet fokuserer på å optimalisere kjølekjeden fra fangst om bord på tråler til skiping av kjølte filetprodukter til kunder i markedet (råstoff, halvfabrikata, sluttprodukter). Superkjøling er viet spesiell oppmerksomhet med hensyn til egnethet i ulike trinn i kjeden fra fangst til marked

Test av superkjølinglinje for filet produksjon. Oppsummering. Sintef Energi. ISBN 9788259434807

Nordtvedt, T.S. 2009.

Forsøkene som rapporteres her inngår som en del av prosjektet "Temperaturstyring fra fangst til marked", som er finansiert av FHF-fondet og ledet av en styringsgruppe oppnevnt av FHL-Filetforum. Det er aktivitetene knyttet til delprosjekt 3.2 som rapporteres i denne rapporten. Skaginn har utviklet en filetlinje hvor en har tatt sikte på å produsere fileter av høy kvalitet og som samtidig er superkjølte. Kvaliteten i filetene opprettholdes ved at en unngår spalting, gjennom å la skinnen være på fileten under trimming av finnefester, samt at fileten superkjøles før den skinnes. Skinningen skjer i en egenutviklet maskin. Skaginn-linjen er bygget opp slik at etter filetmaskinen blir filetene trimmet med skinnen på. Prosessbetingelsene kan varieres, men under testene gikk filetene i 8 minutter i en filetkjøler med issørpe som inneholdt 2,5 % salt. Denne skulle kjøle filetene, men i det utførte forsøket var imidlertid

temperaturen i filetkjøleren 2,1° C, noe som varmet opp filetene. Filetene legges deretter på bånd i en skinnkjøler (superkjøling) i ca. 10 minutter ved -7 °C, før de sendes videre til skinning. Skinningen gjøres på superkjølte fileter, i en egenutviklet maskin. I det utførte forsøket måtte omtrent 10 % av filetene sendes på nytt gjennom maskinen. Tidligere test hos Festi viste 5 % skinnfeil. Dessverre ble temperaturen gjennom linjen ikke registrert, men fra tidligere målinger og beregninger samt registrering i EPS kassene har fileten fått en utgjevningstemperatur på mellom -0,5 ° C og -1°C. Det tilsvarer at de har fått en isfraksjon på mellom 0 til 5%. Som en subjektiv oppsummering etter en begrenset test kan det tyde på at linjen har potensial for et større utbytte på fisken en ordinære linjer, men det gjenstår mye arbeid i å optimalisere flyten og ha kontinuerlig kontroll med temperaturen

Superkjølte torskeloins II – holdbarhet

Fiskeriforskning / Nofima 2005

Leif Akse, Torbjørn Tobiassen, Ingebrigt Bjørkevoll, Guro Eilertsen og Sjurdur Joensen

http://www.fiskerifond.no/files/projects/attach/423213superkjoling_holdbarhet1.pdf

Superkjøling hadde best effekt på holdbarheten til loins produsert av 3 døgns råstoff. Uansett om råstoffet var lagret i kasser eller i kar kom disse superkjølte produktene godt ut både med hensyn til totalkim og TVN sammenlignet med tilsvarende iskjølte kontrollprodukter. Basert på totalkingrensen (5x10⁶ cfu/g) var maksimal holdbarhet for iskjølte loins av 3 døgns råstoff 8-10 døgn, mens holdbarheten for tilsvarende superkjølte produkter var rundt 12 døgn etter pakking. Etter 12 døgn lagring hadde ikke superkjølte loins av 3 døgn gammelt råstoff nådd TVN≈30 mg N/100g mens vanlig iskjølte loins nådde denne grensen 9-11 døgn etter pakking.

En gjennomgående trend for det eldste råstoffet (6 døgns) var at både superkjølte og vanlig iskjølte loins av torsk lagret i kar inneholdt mindre bakterier enn loins av torsk iset i kasser, spesielt mot slutten av lagringsperioden. Basert på totalkim hadde superkjølte loins produsert av 6 døgn gammelt råstoff lagret i kar en holdbarhet på rundt 12 døgn etter pakking mens tilsvarende for den iskjølte kontrollgruppen var ca 9 døgn. For loins produsert av råstoff lagret i kasser var holdbarheten 6-10 døgn for superkjølte og rundt 7 døgn for vanlig iskjølte produkter.

Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) filets

A.S. Duun and T. Rustad, ^aDepartment of Biotechnology, NTNU, NO-7491 Trondheim,

Superchilling is a method with potential for extending the shelf life of food products by partial freezing. For centuries, Atlantic cod (*Gadus morhua*) has been the most important commercial species in the North Atlantic fisheries and is now regarded as a very promising species in cold water fish farming. In the present work, superchilled storage at -2.2 °C of fillet portions of farmed cod was investigated. Superchilled cod showed increased shelf life with respect to reduced growth of sulphide producing bacteria compared to ice chilled. Drip loss was lower in superchilled cod. However, liquid loss by low-speed centrifugation was higher in superchilled cod filets compared to ice chilled. This can be explained by freeze denaturation of muscle proteins, which is supported by the lower extractability of salt soluble proteins. There is a need for process optimization to minimize protein denaturation.

Aker Seafood: Superkjølt torsk og hyse fra Båtsfjord via Dalvik på Island til Boulogne sur mer i Frankrike (2009)

Jens Østli, Nofima

<http://www.nofima.no/filearchive/Rapport%2046-2009.pdf>

Rapporten omhandler forsendelse og kvalitetsvurdering av et parti fersk torskeloins som ble sendt til en mottager i Boulogne sur mer. Torsken ble landet i Båtsfjord, deretter transportert til Dalvik på Island for filetering før den ble sendt til Frankrike. Kvaliteten/ferskheten på loinsen ble vurdert å være meget bra, men for den franske kunden var loinsen for stor, for mørk og for spaltet. Kunden hadde ønske om å bruke produktet til brettpakking for distribusjon i supermarkeder, men den ble oppfattet som uegnet til denne anvendelsen grunnet nevnte forhold.

Temperaturstyring ved produksjon av fersk filet – fra fangst til marked. Superkjøling – konsekvenser for holdbarhet og kvalitet under distribusjon og salg. 2006.

<http://www.fiskerifond.no/files/projects/attach/423034.pdf>

Rapporten presenterer resultatene fra et forsøk der torskeloins ble superkjølt til kjernetemperatur < -10°C i Hammerfest, transportert med bil til Danmark, stykket opp, pakket i modifisert atmosfære (MA) og kjølelagret ved +20°C inn til holdbarhetstiden utløp. Som referanse ble tilsvarende ordinært iskjølte produkter produsert, distribuert, ompakket og kjølelagret. Råstoffet til produksjon av superkjølte loins og iskjølte referanseprodukter hadde vært lagret på to ulike måter om bord på tråleren, enten iset i kasser eller kjølt ved lavere temperatur i større (400l) kar.

Analysen av sensorisk kvalitet, total flyktig nitrogen, mikrobiologisk kvalitet og drypptap viste at:

- Superkjøling under distribusjon før MA-pakking forbedrer produktkvaliteten og forlenget holdbarheten med 1 – 2 døgn, sammenlignet med vanlig iskjøling.
- Etter ompakking i MA var det høyere drypptap fra produktene av superkjølte enn av iskjølte loins.
- MA-produkter av loins som hadde vært superkjølt var signifikant mindre spaltet enn tilsvarende produkter som hadde vært vanlig kjølt hele tiden.
- Det var ikke signifikante forskjeller avhengig av om råstoffet var lagret i kasser eller kar på tråleren.

Tilpassing og gjennomføring av superkjølingsprosessen ved Norway Seafood Hammerfest AS. Rapport 2006.

http://www.fiskerifond.no/files/projects/attach/423213superkiol_teknisk_rapport1.pdf

Dette prosjektet hadde som mål å sørge for at man oppnår ønsket kapasitet og superkjølingsgrad for torskeloins, som produseres ved Norway Seafoods Hammerfest AS. Det superkjølte produktet ble gjenstand for et holdbarhetsstudium, som ble gjennomført ved Fiskeriforskning AS. Aktivitetene i prosjektet var:

- Dimensjonere en enkel batch-vis superkjølingsprosess som utnytter ledig kapasitet i Norway Seafoods sitt anlegg i Hammerfest.
- Gjennomføre superkjølingen

Gjennom prosjektet er det utviklet en metodikk for å tilpasse ulikt utstyr til å kunne superkjøle torskeloins til et definert og ønsket isinnhold. Dette forutsetter at det er tosidig superkjøling, og at produktene pakkes umiddelbart etter superkjøling. Metodikken tar hensyn til produktets størrelse, inngangstemperatur, lufthastighet og lufttemperatur, og kan implementeres i styringsverktøy av ulike automatiseringsgrad. I dette arbeidet er det benyttet en superkjølingsgrad på 30%, men det er ikke sikkert at det er dette nivået som er mest aktuelt, ei heller optimalt, med tanke på produktets kvalitet. Superkjølte loins vil kunne utnytte eksisterende emballasje bedre enn tradisjonelt ispakket, med reduserte emballasje og transportkostnader (minimum 20% lavere) – forutsatt at markedet aksepterer mer produkt i hver eske.

Combined application of modified atmosphere packaging and superchilled storage to extend the shelf-life of fresh cod (*Gadus morhua*) loins.

Wang T, Sveinsdóttir K, Magnússon H, Martinsdóttir E.

Development of new technologies and preservation methods to offer conveniently packed fish with sufficient keeping quality is important to meet increasing demand for value-added fresh fish products on the market. The aim of this study was to investigate the effect of combined application of modified atmosphere packaging (MAP) and superchilled storage on the shelf life of fresh cod loins. Fresh cod loins were packed in polystyrene boxes and in MA (CO₂/N₂/O₂: 50%/45%/5%) on day 3 postcatch and stored at chilled (1.5 °C) and superchilled (-0.9 °C) temperatures. Quantitative descriptive analysis (QDA) and physical, chemical, and microbial analyses were carried out during the 21 d of storage. Superchilled storage alone compared with traditional chilled storage in polystyrene boxes increased the total shelf life (days from catch) of cod loins from 9 to 16 or 17 d. Chilled MA packaging increased the shelf life from 9 to 14 d and when MAP and superchilled storage were combined, a synergistic effect was observed and the shelf life was further extended to at least 21 d. It is noteworthy that the characteristic fresh and sweet taste can be maintained longer under such conditions. This could contribute to enhanced eating quality of fresh cod fillets for consumers in distant markets. However, MAP combined with superchilled storage resulted in different textural properties. Superchilled MA packed cod loins had more meaty texture compared to other sample groups after 7-d storage.

Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets

A.S. Duun and T. Rustad

^aDepartment of Biotechnology, NTNU, NO-7491 Trondheim, Norway

Superchilling is a method with potential for extending the shelf life of food products by partial freezing. For centuries, Atlantic cod (*Gadus morhua*) has been the most important commercial species in the North Atlantic fisheries and is now regarded as a very promising species in cold water fish farming. In the present work, superchilled storage at -2.2 °C of fillet portions of farmed cod was investigated. Superchilled cod showed increased shelf life with respect to reduced growth of sulphide producing bacteria compared to ice chilled. Drip loss was lower in superchilled cod. However, liquid loss by low-speed centrifugation was higher in superchilled cod fillets compared to ice chilled. This can be explained by freeze denaturation of muscle proteins, which is supported by the lower extractability of salt soluble proteins. There is a need for process optimization to minimize protein denaturation.

Evaluation of farmed cod products by a trained sensory panel and consumers in different test settings

Kolbrún Sveinsdóttir, Emilía Martinsdóttir, Fanney Þórsdóttir, Rian Schelvis, Adriaan Kole, Inga Þórsdóttir.

Sensory characteristics of farmed cod exposed to low or conventional stress levels prior to slaughter were evaluated by a trained sensory panel. Consumers in two different settings, central location test (CLT) and home-use test (HUT), also tasted the products and rated them according to overall liking on a 9-point hedonic scale and sensory attributes on a 9-point intensity scale. Differences were observed in texture attributes of the two cod groups by the trained sensory panel. Consumers in the CLT distinguished between the two cod groups whereas consumers in the HUT setting did not. Consumers in the CLT scored the products lower with regard to liking, and evaluated sensory attributes differently from consumers in the HUT setting. The results indicated that the cooking method chosen by consumers in the HUT setting influenced the consumer evaluation of cod. Similar cooking methods used in CLT and HUT produced similar results of liking.

This paper presents a comparison of sensory evaluation carried out by a trained sensory panel and consumer evaluation of farmed fish. Cod produced with conventional and reduced stress prior to

slaughter differed in texture attributes according to sensory evaluation. Information about consumer liking of the end-product when changing production systems of farmed fish is very important.

The sensory evaluation by a trained panel provides good product knowledge, but to be able to estimate the actual consumer liking of the fish products, consumer studies are needed. The results indicated that a central location test (CLT) could be used to predict consumer acceptance in a real-life setting, given that similar cooking methods are used in both settings. Fish is a very perishable product, and its sensory quality depends very much on factors such as storage time and preparation. Therefore, CLT may be well suited for consumer testing of fish products.

4. Pågående prosjekter

Tittel: "Oppdrettsøkonomi og fangstbasert akvakultur av torsk"

Prosjektleder: Øystein Hermansen, 2009 / 2010, NOFIMA Marked

Prosjektet skal fremskaffe bedre kunnskap om økonomien i fangstbasert akvakultur av torsk.

Tidligere prosjekter har tatt for seg økonomien i fangstleddet (LMV-prosjektet) i 2008, mens den tilgjengelige informasjonen om oppdrettsfasen og markedet er relativt liten og vanskelig tilgjengelig.

Prosjektets mål er derfor å kartlegge kostnads- og inntektsforhold, markeder, biologiske og teknologiske parametre som er viktige i oppdrett og produksjon av levendefanget torsk. Dette skal løses ved å konstruere og parameterisere en økonomisk modell av et tenkt oppdrettsanlegg.

Informasjon om enkeltparametrene i modellen vil fremskaffes gjennom intervju med fortrinnsvis alle aktørene i bransjen. Gjennom intervjuene vil også viktige driftserfaringer kartlegges. Resultatene skal kommuniseres gjennom en rapport, samt seminar for aktørene som har bidratt med informasjon.



Når villtorken holdes levende i merd, kan den selges fersk hele året. Å kunne regne med stabile leveranser av fersk torsk er svært verdifullt for flere kunder.

Tittel: "Slakting og videreføring av oppdrettstorsk"

Prosjektleder: Grete Hansen Aas, Møreforsking Marin

Start: 1 okt. 2009. Slutt: 31. desember 2011.

Nøkkeldata:

Dette prosjektet tar sikte på å undersøke hvordan kvaliteten kan påvirkes gjennom slakting og videreføring av oppdrettstorsk. Prosjektet er utviklet i samspill mellom produsenter, foredlingsbedrifter, emballasjeproducent og FoU-miljø. Det fokuseres på optimalisering av slakting med tanke på fiskevelferd og kvalitet, samtidig som det undersøkes mulige konsumentpakninger av fileten av oppdrettstorsk.

Den overordnede målsettingen er å øke lønnsomhet og fleksibilitet gjennom videreforedling av oppdrettstorsk.

Viktige delmål er å:

- Gi økt kunnskap om videreforedling av oppdrettstorsk.
- Dokumentere kvalitet og holdbarhet for fileter i konsumentforpakning produsert fra pre- og post *rigor* råstoff.
- Dokumentere effekt av slaktemetode på råstoffkvalitet.

Tittel: "Fersk Torsk-prosjektet"

Prosjektansvarlig: Petter Ustad, satsingsansvarlig, Marin avdeling, Innovasjon Norge

Prosjekt leder: Tor Mühlbradt, senior rådgiver, Innovasjon Norge.

Nøkkeldata:

Innovasjon Norge har iverksatt et markedsorientert prosjekt for fersk torsk med mål om å øke lønnsomheten for bedriftene i næringen. Programmet skal bistå bedrifter med å finne interessante markedsposisjoner og leveransekonsepter. Programmet er et viktig bidrag til at norske produsenter styrker sin posisjon som leverandør av attraktive og høyt prisede produkter til de viktige sjømatmarkedene i Europa. Innovasjon Norges utekontorer i Sverige, Danmark, Storbritannia, Frankrike, Portugal og Spania har bidratt i å kartlegge verdikjedene fram til sluttkundene.

Målene for Fersk Torsk prosjektet er å:

- Få dybdekunnskap om markedene og konkurranseforholdene.
- Forstå og optimalisere verdikjeden.
- Identifisere kunnskapsbehovene og FoU-behov
- Starte pilotprosjekter for bedrifter som er motiverte.

Prosjektet skal få bedriftene til å forstå bedre markedet og verdikjedene for fersk torsk, finne muligheter for posisjonering av produktene og optimalisering av distribusjon/logistikk.

Prosjektet har en styringsgruppe bestående av åtte bedrifter fra fersk torsk-næringen. Styringsgruppen består av små og store bedrifter innen oppdrett, villfangst og levendelagring av fersk torsk.

Tittel: "Produktdifferensiering og konkurransefortrinn"

Prosjektleder: Geir Sogn-Grundvåg

Start: 1 juli 2009. Slutt: 31 desember 2012.

Nøkkeldata:

Dette prosjektet tar sikte på å undersøke hvordan suksessfull produktdifferensiering kan gjennomføres innen sjømatnæringen for utvalgte markeder og produktkategorier.

Den overordnede målsettingen er å øke kompetansen angående produktdifferensiering i sjømatnæringen.

Viktige delmål er å:

- Identifisere mulige differensieringsstrategier med bakgrunn i fortrinn som kan bidra til å øke lønnsomheten i norsk sjømatnæring.
- Kartlegge utvalgte markeder og verdikjeders mulighet for aktuelle differensieringsstrategier.
- Foreslå konkrete differensieringsstrategier
- Legge grunnlaget for å iverksette differensieringsstrategier.



Tittel/emne: "ISO/TC 234 working group on Traceability of fish products"

Nofima Marked Prosjektleder: Petter Olsen

Nøkkeldata:

Nofima Marked leder og deltar i ISO-arbeidet (International Standards Organization) for å lage standarder på sporbarhet for fisk. Det planlegges i utgangspunktet å lage en standard for villfanget fisk og en for oppdrettsfisk; og evt. andre standarder for sjømat (f.eks skalldyr) senere.

Første utkast av de nye ISO-standardene vil være basert på de europeiske standardene "CWA 14659 Traceability of fishery products - Specification of information to be recorded in farmed fish distribution chains" og "CWA 14660 Traceability of fishery products - Specification on the information to be recorded in captured fish distribution chains" som ble utviklet i TraceFish prosjektet, også ledet av Nofima (da Fiskeriforskning).

Dette arbeidet kan ha betydning for matvaretrygghet, merkevarebygging, bærekraftighet og svart fiske (IUU catch - Illegal Unregulated and Unreported fishing).

Tidligere har Nofima Marked deltatt i arbeidet med ISO standarden ISO22005:2007 'Traceability in the feed and food chain -General principles and basic requirements for system design and implementation'.

Tittel: ” Hva skjer i de store markedene for hvitfiskfilet?”

Prosjektleder: Finn Arne Egeness, februar - desember 2010

Nøkkeldata:

Det europeiske matvaremarkedet er i kontinuerlig endring. Forbrukere i mange europeiske markeder kan velge mellom ulike filetprodukter.

Grovt sett kan de deles i ferske, fryste og tinte produkter, men innen hver av disse vil det være mulig å tilby ulike spisekvaliteter og holdbarhet før konsum. Det er heller ikke tvil om at forbrukers preferanser til de ulike kategoriene varierer.

Imidlertid er fersk filet en krevende produktform fordi man har et begrenset tidsvindu og høyere transaksjonskostnader enn med fryste fileter.

Hensikten med prosjektet er å se nærmere på industrielle kjøperes preferanser for ulike typer hvitfiskfileter i det britiske og franske markedet. Men en slik kunnskap kan en analysere hvorfor eksporten av fryste fileter av torsk og hyse øker på bekostning av ferske fileter i det britiske markedet, samt vurdere om næringen kan oppleve de samme endringene i det franske markedet.

Tittel: ”Britiske forbrukeres oppfatning av fersk og tint filet fra torsk”

Prosjektleder: Bjørg Helen Nøstvold, 2010

Nøkkeldata:

Informasjon om britiske forbrukeres preferanser, kunnskaper og oppfatninger vil kunne gjøre norske filetbedrifter bedre rustet til å møte nye utfordringer i markedet, tilpasse produksjon, bedre konkurransevnen og legge til rette for økt lønnsomhet.

Tradisjonelt sett har to kategorier filetprodukter av hvitfisk vært dominerende i det britiske markedet, fersk og fryst filet. Ferske produkter distribueres gjennom manuelle fiskedisker eller brettpakkede,



selvbetjente produkter. Fryste produkter finner man i frysedisken.

Et alternativ til ”genuint” ferske fileter, er ”tilsynelatende” ferske fileter, dvs. tinte fileter produsert av ferskt råstoff eller fryst rundfisk. I følge informanter i norsk filetindustri og Storbritannia, er utbredelsen av ”tilsynelatende” ferske filetprodukter betydelig. Siden de tilbys i samme form som genuint ferske produkter, kan det være liten tvil om at produktene konkurrerer.

Hva som imidlertid er mer usikkert er utbredelsen og markedsposisjonen. Det er også usikkert i hvor sterk grad britiske konsumenter har preferanser for det ene eller andre av produktvariantene. Likeledes er det usikkert hvordan budskapet om at produktet er tint formidles og oppfattes. Her vil lovverket legge føringer, men vi antar også at ulike salgskanaler vektlegger informasjonselementene ulikt.

Informasjon om britiske forbrukeres preferanser, kunnskaper og oppfatninger vil kunne gjøre norske filetbedrifter bedre rustet til å møte nye utfordringer i markedet, tilpasse produksjon, bedre konkurransevnen og legge til rette for økt lønnsomhet. Kunnskap om hvordan forbrukerne oppfatter ulike filetprodukter vil også være viktige innspill for produktutvikling og utvikling av nye strategier for å møte fremtiden.

Tittel: “New processes for farmed cod”

Prosjektleder: Kristján G. Jóakimsson, 2010-2011

Partnere: Hraðfrystihúsið – Gunnvör hf, Mátis

Funded af AVS R&D Fund of Ministry of Fisheries in Iceland

Utvikling av nye prosesser for produksjon av lettsaltet produkter av oppdretstorsk. Det er ikke mulig at overføre prosessene som brukes for oppdrettet fisk på villfisk som han er prosesset for rigor og dens egenskaper er forskjellig fra villfisk. Det er viktig at produkter av oppdrettsfisk kan gå inn i samme markeder og produkter fra villfisk. Økt mangfold i oppdrettsfisk produksjon bidrar til en sikrere ytelse og større verdi vekst i næringen.

Tittel: “Basecod”

Prosjektleder: Rannveig Björnsdóttir, 2009-2010

Partnere: Mátis, Profunda AS, Fiskey hf, Fiskaaling P/F

Funded af Nordisk Innovations Center (NICe)

Prosjektet tar sikte på å analysere situasjonen, mål og prosesser for produksjon av Juvenile torsk (SWOT-analyse) og brukes som grunnlag for handlingsplan ved å produsere høykvalitets torsk larver og yngel. Den handlingen vil se etter nye måter og tilnærminger for å sikre kontinuerlig produksjon av larver og juvenil torsk med maksimal kvalitet. Målene skal oppnås ved å bringe sammen sentrale aktører involvert i oppdrett av marine fiskearter i de nordiske landene, analyse av dagens situasjon og presentasjonen av en handlingsplan for å bedre ytelse i produksjonen.

Tittel: “TOPCOD - Lengi býr að fyrstu gerð. Kjöreldisferlar í lirfu- og seiðaeldi á þorski” / Optimale oppdrett prosesser i larve-og juvenil torsk

Prosjektleder på Mátis: Rannveig Björnsdóttir, 2009- 2011

Partnere: Akvaplan-Niva (Island), Hólar University Collage, The Icelandic Marine Research Institute, CEMARE University of Portsmouth, Brim Fiskeldi ehf, Þóroddur ehf

Funded af Icelandic Centre for Research (RANNIS)-Technology Development Fund, AVS R&D Fund of Ministry of Fisheries in Iceland

Prosjektet tar sikte på å:

1. Maksimere vekst og minimere pubertet i matfisk ved oppdrett av torsk ved å identifisere optimale oppdrettsvilkår av torsk, optimale oppdrett prosesser i torskeoppdrett på Island.

Identifisere og løse de store flaskehalsene i larve-og juvenil torsk oppdrett, samt økning i lønnsomheten av den islandske torskeoppdrett.

Tittel: “Salcod - The effects of reduced salinities on growth rate, feed conversion and biology of Atlantic cod”

Prosjektleder på Matis: Jón Árnason, 2008-2011

Partnere: The Icelandic Marine Research Institute, Institute for Experimental Pathology

Funded af AVS R&D Fund of Ministry of Fisheries in Iceland

Målene for dette prosjektet er å belyse saltholdighet effekter på vekst, osmoregulering, endokrin kontroll og immune parametre, ved tre vekst stadier av torsk. Optimal saltholdighet for vekst og mat konvertering effekten vil bli definert, og langsiktige effekter av optimal salinitet på vekst, endokrin kontroll og immune parametre vil bli undersøkt.

5. Bibliografi

Akse L. [et al.] Sulting og pre rigor filetering av loddetorsk. Effekt på filetspalting, drypptap og holdbarhet [Rapport]. - 2008.

Akse Leif [et al.] Superkjølte torskeloins II - holdbarhet [Rapport]. - [s.l.] : NOFIMA, 2005.

Akse Leif [et al.] Temperaturstyring ved produksjon av fersk filet - fra fangst til marked [Rapport]. - [s.l.] : NOFIMA, 2006.

Alma Cardenas Bonilla, Sveinsdottir Kolbrun og Martinsdottir Emilia Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cos (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study [Rapport]. - [s.l.] : IFL, The United Nations University, Research Center of Foods and Development Mexico, 2006.

Bjørlykke G.A. E. Slinde Avliving og kvalitet av fisk [Artikkel] // Norsk Sjømat. - 2009. - 6.

Bøknæs Niels [et al.] Influence of Freshness and Frozen Storage Temperature on Quality of Thawed Cod Fillets Stored in Modified Atmosphere Packaging [Rapport]. - [s.l.] : DIFRES, 2002.

Dreyer B. og Heide M. Nøstvold, B.H., Midling, K.Ø., Akse, L. Fangstbasert akvakultur - status, barrierer og potensial. [Rapport]. - 2006. - Rapport 4/2009.

Egeness Finn Arne Hva skjer i de store markedene for hvitfiskfilet. - [s.l.] : NOFIMA, 2010.

Esaiassen Margrethe [et al.] Pre-rigor filleting and brining of farmed cod: Influence on quality and storage stability [Rapport]. - [s.l.] : NOFIMA, 2008.

Esaiassen Margrethe Sulting av oppdretstorsk. - [s.l.] : NOFIMA, 2005 - 2006.

Esaiassen Margrethe Veileder for de som skal tilby fersk fisk pakket på brett. - [s.l.] : NOFIMA, 2005 - 2006.

Gildberg Asbjørn Digestive enzyme activities in starved pre-slaughter farmed and wild-captured, Atlantic cod (*Garhus mouhua*) [Rapport]. - [s.l.] : NOFIMA, 2004.

Guðjónsdóttir M Gunnlaugsson VN, Finnbogadóttir GA, Sveinsdóttir K, Magnússon H, Arason S (2009).. Low field NMR study on wild and farmed atlantic cod (*Gadus morhua*). [Bok]. - 2009.

Hansen A. Å. [et al.] Quality changes during refrigerated storage og Pre-rigor fillets of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) using traditional MAP, CO₂ emitter and vacuum [Artikkel] // Journal of Food Science. - 2007. - 72.

Hansen A. Å. Reduced headspace volume of midified atmosphere packaged fresh salmon (*Salmo salar* L.) and cod (*Gadus morhua* L.) by use of a carbon dioxide emitter // PHD thesis. - [s.l.] : UMB, 2008.

Hansen A.Å., Mørkøre, T., Rudi, K., Olsen, E. & Eie Quality changes during refrigerated storage of MA-packaged Pre-rigor fillets of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) using trditional MAP, CO₂ emitter and vacuum. [Artikkel] // J. Food Science. - 2007. - 72. - 9.

Haugland Anders og Johansen Solfrid Tilpasning og gjennomføring av superkjølingsprosesser ved Norway Seafood Hammerfest [Rapport]. - [s.l.] : NOFIMA, 2006.

Herland H, Esaiassen M og Olsen R.L Muscle Quality and Storage Stability of Farmed Cod (*Gadus morhua* L.) Compared to Wild Cod [Rapport]. - [s.l.] : Universitet i Tromsø, NOFIMA, 2007.

Herland Hilde [et al.] Pre-rigor filetering av oppdretstorsk - Holdbarhet og kvalitet under kjølelagring [Rapport] / NOFIMA. - 2009.

Hermansen Ø., Dreyer, B. Følgeprosjekt LMV AS [Rapport]. - 2008. - Rapport 12/2008.

Hermansen Øystein Oppdrettsøkonomi og fangstbasert akvakultur av torsk. - [s.l.] : NOFIMA, 2009 - 2010.

ISO/TC 234 working group Traceability of fish products. - [s.l.] : NOFIMA.

Jacobsen Frank Oppsummere status på kvalitetsmålemetoder for hvitfisk. - [s.l.] : FHF, 2009.

Jobling Malcolm A review of the pshycological and nutritional energetics of cod, *Gadus morhua* L., with particular reference to growth under farmed conditions [Rapport]. - [s.l.] : Universitetet i Tromsø. - ss. 1-19.

Kole A.P.W., Altintzoglou, T., Schelvis-Smit, R.A.A.M., Luten, J.B. The effects of different types of product information on the consumer product evaluation for fresh cod in real life settings [Bok]. - 2009.

KPMG Torskeutredning for SND [Rapport]. - 2000.

Kristoffersen S [et al.] Slaughter stress, postmortem muscle pH and rigor development in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) [Artikkel] // International Journal of Food Science and Technology. - [s.l.] : NOFIMA, 2006. - 41.

Larsen Rune [et al.] Impact of pre-slaughter stress on residual blodd in fillet portions of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) - measured chemically and by Visible and Near-infrared spectroscopy [Rapport]. - [s.l.] : Universitetet i Tromsø, NOFIMA, 2008.

Luccia A D [et al.] Effects of the hydration process on water soluble proteins of preserved cod products [Artikkel] // Food Chemistry. - 2005. - Vol. 93. - ss. 385 - 393.

Midling K Ø [et al.] Oppdretstorsk - fôring, vekst og kvalitet. Rapport fra en produksjonssyklus, 2003-2004, hos Storfjord Torsk AS, Skibotn. [Rapport]. - [s.l.] : NOFIMA, 2005.

Nordtvedt T A Superkjøling av fisk - en litteraturstudie og prosjektoversikt. Oppsummering. [Rapport]. - [s.l.] : Sintef Energi, 2009.

Nordtvedt T S Test av superkjølinglinje for filerproduksjon. Oppsummering [Rapport]. - [s.l.] : Sintef Energi, 2009.

Norges forskningsråd Plan for koordinert satsing på torsk [Rapport]. - 2009.

Nøstvold Bjørg Helen Britiske forbrukeres oppfatning av fersk og tint filet fra torsk. - [s.l.] : NOFIMA, 2010 - 2011.

Ofstad R [et al.] Breakdown of intramuscular connective tissue in cod (*Gadus morhua* L) and spotted wolffish (*Anarhichas minor* O.) related to gaping [Artikkel] // LWT. - 2006. - Vol. 39. - ss. 1143 - 1154.

- Olsson G B, Seppola M A og Olsen R L** Water-holding capacity of wild and farmed cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) muscle during ice storage [Artikkel] // LWT. - 2007. - ss. 793 - 799.
- Olsson GB, Gundersen B og Esaiassen M** Pre-slaughter starvation of farmed Atlantic cod fed vegetable proteins: Effects on quality parameters [Rapport]. - [s.l.] : NOFIMA, 2006.
- Otterå H Carlehög M, Karlsen Ø, Akse L, Borthen J, Eilertsen G,** Effect on diet and season on quality of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) [Bok]. - 2007.
- Rosenlund Grethe og Skretting Magnus** Worldwide status and perspective on gadoid culture [Rapport]. - [s.l.] : Nutreco Aquaculture Research Centre, 2005.
- Roth B [et al.]** The effect of stunning methods on rigor mortis and texture properties of Atlantiv salmon (*Salmo salar*) [Artikkel] // Journal of Food Science. - 2002. - Food Engineering and Physical Properties. - 4 : Vol. 67. - ss. 1462 - 1466.
- Rustad T og Duun A.S** Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets [Rapport]. - [s.l.] : NTNU, 2007.
- Sogn-Grundvåg Geir** Produktdifferensiering og konkurransefortrinn. - [s.l.] : NOFIMA, 2009 - 2012.
- Sveinsdóttir K Martinsdóttir E, Green-Petersen D, Hyldig G, Schelvis R, Delahunty C.** Sensory characteristics of different cod products related to consumer preferences and attitudes. [Bok]. - 2009.
- Sveinsdóttir K Martinsdóttir E, Þórsdóttir F, Schelvis R, Kole A, Þórsdóttir I** Evaluation of farmed cod products by trained sensory panel and consumers in different test settings. [Artikkel] // Journal of Sensory Studies. - 2010. - Vol. 25 (2), 280 - 193.
- Sæther B.S., Bjørn, P.A. Midling, K.Ø., Nilsen, R. , Jakobsen, R. Siikavoupio, S.I.** Fangstbasert akvakultur. Tilvenning (weaning) av villtorsk til tørrfôr. [Rapport]. - 2009.
- Thorarinsdóttir K A [et al.]** Effects of Phosphate on Yield, Quality, and Water-Holding Capacity in the Processing of Salted Cod (*Gadus morhua*) [Rapport]. - [s.l.] : University of Iceland, IFL, SIF, 2006.
- Þórarinsdóttir KA Gunnlaugsson VN, Finnbogadóttir GA, Jóakimsson K, Arason, S.** 2009 [Bok].
- Tobiassen T [et al.]** The effect of pre-rigor processing of cod (*Gadus morhua* L.) on quality and shelf life [Rapport]. - [s.l.] : NOFIMA, Institute of food safety Netherlands, 2006.
- Tobiassen T, Martinsen G og Akse L** Kveis i torsk under kjøling av usløyd fisk. Kan kjøling i is og sjøvann benyttes som metode for å fjerne kveis? [Rapport] : Nr 7 / NOFIMA. - 2009.
- Tobiassen T., Midling K.Ø. og Akse L.** Oppdrettstorsk - føring, vekst og kvalitet [Bok]. - [s.l.] : ISBN - 13 978-82-7251-556-8, 2005.
- Toften K.** Oddrettstorsk - konkurransegrunnlag, marked og strategiske muligheter. [Bok]. - 2009.
- Tryggvadóttir SV Arnarson GÖ, Pálsson JÖ** 2005 [Bok].
- Tryggvadóttir SV Þorkeldsdóttir Á, Jónsson Á, Arnarson GÖ** [Bok]. - 2004.

Wang T Sveinsdóttir K, Magnússon H, Martinsdóttir E. Combined application of modified atmosphere packaging and superchilled storage to extend the shelf-life of fresh cod (*Gadus morhua*) loins. [Artikkel] // Journal of Food Science. - 2008. - 73 (1): 11-19.

Østli Jens Aker Seafood: Superkjølt torsk og hyse fra Båtsfjord via Dalvik på Island til Boulogne sur mer i Frankrike [Rapport]. - [s.l.] : NOFIMA, 2009.

Aas G H [et al.] Plastemballasje for saltfisk [Rapport]. - [s.l.] : Møreforskningsrapport nr Å0218, 2002.

Aas G H og Hellevik A H Pakkeforsøk med saltfisk og saltfilet i konsumentpakker av plast [Rapport] / Møreforskningsrapport nr Å0312. - 2004.

Aas G H og Kjerstad M Produksjons- og lagringsforsøk for koteletter, filet og hodekappet oppdrettstorsk. Rapport i prosjektet:Nye produkter og markeder for oppdrettet torsk [Rapport]. - [s.l.] : Møreforskning nr Å 0708, 2007.