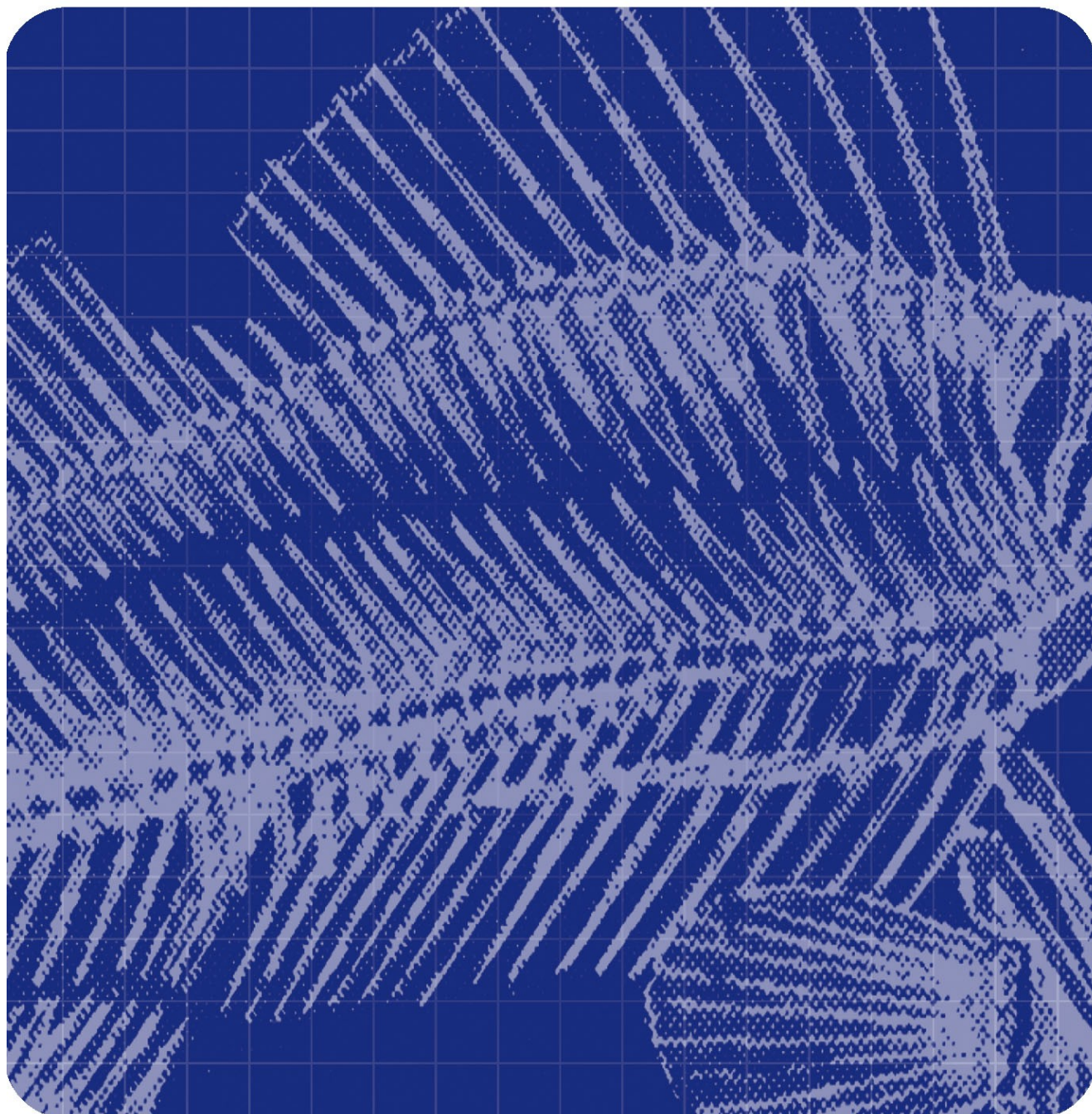




## **Utvikling av strategi for tidlig overgang til tørrfôr hos torsk i kommersielle anlegg med ulike produksjonsstrategier**

Hans Kristian Strand





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



## Fiskeriforskning

Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen innen

- sjømat og industriell foredling
- marin bioteknologi og fiskehelse
- fôrutvikling og marin prosessering
- havbruk
- økonomi og marked

Fiskeriforskning har ca. 160 ansatte fordelt på Tromsø (110) og Bergen (50).

Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen.

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: [post@fiskeriforskning.no](mailto:post@fiskeriforskning.no)

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)



# Fiskeriforskning

**Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS**

Hovedkontor: Muninbakken 9-13, 9291 Tromsø

Tlf.: 77 62 90 00, fax: 77 62 91 00

E-post: [fiskforsk@norut.no](mailto:fiskforsk@norut.no)

Avd. SSF: Kjerreidviken 16, 5141 Fyllingsdalen

Tlf.: 55 50 12 00, fax: 55 50 12 99

E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskforsk.norut.no](http://www.fiskforsk.norut.no)

Organisasjonsnr.: NO 964 441 898 MVA

## RAPPORT

Tilgjengelighet:  
**Åpen**

Rapportnr:  
**23/2002**

ISBN:  
**82-7251-506-7**

*Tittel:*

**Utvikling av strategi for tidlig overgang til tørrfôr hos torsk i  
kommersielle anlegg med ulike produksjonsstrategier**

*Dato:*

**18. desember 2002**

*Antall sider og bilag:*

**13**

*Forfatter(e):*

**Hans Kristian Strand**

*Forskningssjef:*

**Arne Mikal Arnesen**

*Avdeling:*

**Havbruk**

*Prosjektnr.:*

**6315**

*Oppdragsgiver:*

**Landsdelsutvalget**

*Oppdragsgivers ref.:*

*3 stikkord:*

**Strategi, startfôr, torskeyngel**

*Sammendrag: (maks 200 ord)*

*English summary: (maks 100 ord)*

# INNHold

1	SAMMENDRAG.....	1
2	INNLEDNING.....	2
3	PROBLEMBESKRIVELSE OG MÅLSETTING.....	3
4	RESULTATER.....	4
	4.1 Forsøk i semi-intensivt produksjonssystem (Lofilab).....	4
	4.2 Forsøk i intensivt produksjonssystem (TMY).....	4
	4.3 Forsøk med tilsetting av enzymer og liposomer i fôret.....	6
	4.3.1 Innledning .....	6
	4.3.2 Materiale og metoder .....	6
	4.3.3 Resultater og diskusjon .....	8
5	DISKUSJON.....	10
6	KONKLUSJON .....	12
7	REFERANSER.....	13

# 1 SAMMENDRAG

Produksjon av torskeyngel foregår etter to ulike metoder, der den ene betegnes som intensiv, og den andre betegnes som semi-intensiv. I begge systemene representerer overgangen fra levende byttedyr til formulert fôr en betydelig utfordring som ofte medfører utbrudd av kannibalisme og sykdom. Samtidig er tidlig overgang til formulert fôr sterk ønskelig i begge systemer. I det intensive systemet for å bygge opp kvaliteten på fiskeyngelen, og i det semi-intensive for å hindre kannibalisme når tilgangen på naturlig zooplankton ikke lenger er tilstrekkelig til å understøtte en stor og hurtigvoksende biomasse. Hos Lofilab ble det forsøkt å tørrfôrtilvenne torskeyngel på rundt 0,1 gram, som ble hentet ut av posene og overført til kar. Denne strategien var lite vellykket, med inntil 50 % dødelighet på yngelen mindre enn 24 timer etter opptak. En alternativ strategi med tørrfôrtilvenning direkte i posene sommeren 2001 måtte kanselleres på grunn av sammenbrudd i bestanden av naturlig zooplankton, men sommeren 2002 gjennomførte Lofilab i egen regi denne strategien med stor suksess. I det intensive systemet demonstreres det at torsk kan produseres direkte til tørrfôrtilvendt yngel uten å gå veien om *Artemia*. Tørrfôr i intensive systemer er imidlertid et tveegget sverd, der forurensning i karene og påfølgende høy dødelighet utgjør et vesentlig problem. Det ble forsøkt ulike tilpasninger av det formulerte fôret som hadde til hensikt å gjøre det bedre tilpasset fiskelarvens tarm i tidlig fase. Tilpasningene bestod i tilsetning av enzym for å hjelpe fiskelarven med fordøyelsen av det formulerte fôret, samt inkapsulering av ferdigfordøyd fôr og tilsetning av dette i standardfôret. Disse tilpasningene ga ikke den ønskede effekten. Det gjenstår således ennå å løse ernæringsmessige utfordringer som gjør formulert fôr bedre tilpasset fiskelarvens behov i tidlig fase.

## 2 INNLEDNING

En rekke aktører innen havbruksnæringa vurderer oppdrett av torsk som en virksomhet med et betydelig verdiskapingspotensiale. Dette skyldes dels at fisket etter arten på kort og mellomlang sikt vil være sterkt redusert med påfølgende gode priser. Optimismen skyldes også at en del biologiske problemer, som for eksempel tidlig kjønnsmodning, ser ut til å kunne styres med lys, og at arten minner om laks i påvekstfasen, og derfor krever mindre tilrettelegging av konvensjonell lakse-teknologi enn for eksempel steinbit og kveite. Omtrent 16 aktører har meldt at de skal i gang med produksjon av yngel innen år 2002. Flere hundre har søkt matfiskkonsesjon.

Produksjonen av yngel må raskt opp på et nivå som sikrer oppdretterne tilstrekkelige mengder kvalitetsyngel til en fornuftig pris. Det er knyttet store forventninger til at intensiv produksjon av yngel etter mønster fra bass og bream-anlegg i middelhavsland skal kunne levere de ønskede mengder. Troms Marin Yngel leverte i år 2000 sine første 50 000 yngel produsert etter denne metoden. Størst av alle er imidlertid Lofilab, som produserer etter semi-intensivmetoden, og som samme året leverte 200 000 yngel fra sitt anlegg, et tall som økte til imponerende 7-800 000 yngel i 2002.

I dette prosjektet ønsker vi å fokusere på bruken av formulert fôr. Optimalisering er viktig for å kunne levere kvalitetsyngel, redusere kostnadene og øke effektiviteten i anleggene.

### 3 PROBLEMBESKRIVELSE OG MÅLSETTING

Optimalisering av produksjonsstrategien med hensyn til formulert fôr kan sies å ligge på to nivåer, det ene av drifts- og det andre av ernæringsmessig karakter. Det første nivået skyldes det enkle faktum at den viktige fôrorganismen *Artemia* er kostbar både i innkjøp og produksjon. For eksempel legger klekking, anriking og utfôring av *Artemia* beslag på 1,5 stillinger i Lofilabs anlegg. Et formulert fôr og en utfôringsstrategi som kan gjøre *Artemia* overflødig vil derfor utløse en stor gevinst. Kanskje enda viktigere er det at vellykket overgang til formulert fôr representerer en ny fase i produksjonen, der en har kan tilby fôr i definerte kvaliteter og i ubegrensede mengder.

Nivå to handler om ernæringsmessige aspekter. Intensive anlegg opplever dårligere vekst på yngelen i tidlig fase enn semi-intensive. I tillegg er intensiv-produsert yngel til å begynne med svakere enn yngel fôret på naturlig plankton etter den semi-intensive metoden. Denne forskjellen opphører ikke før yngelen har levd en periode på formulert fôr. Intensive anlegg driver produksjon av yngel gjennom hele året. For å kunne matche dette har semi-intensive anlegg en av sine største utfordringer i å få til en raskere omløpshastighet i startfôringsposene.

Fiskeriforskning har i mer enn ti år vært opptatt av fôrutvikling til marine fiskelarver. Vi har etterhvert utviklet en resept som viser lovende egenskaper ved fôring av en rekke marine arter. Fôret er imidlertid kontinuerlig underveis, og all aktivitet har som målsetting å levere varianter som er i samsvar med næringas stadige økende krav og forventninger. De kommersielle rettighetene til resepten er overført til et selskap, slik at muligheten for at fôret skal bli tilgjengelig for oppdrettere innen kort tid må anses for gode. Usikkerheten som hefter ved det meste i denne bransjen gjør at man trygt kan henge et "kanskje" på de fleste målsettinger. Det er likevel viktig at aktørene har tilstrekkelig mot, ambisjoner og oppbakking til å teste ut ideer man anser å være gode.

Målsettingen med dette prosjektet var å erstatte bruken av *Artemia* med fôrformulert fôr uten reduksjon i tilvekst og overlevelse hos larvene, både i intensiv og semi-intensiv produksjon.

I det intensive anlegget vil fisken ha en størrelse rundt 0,2 g når den ikke lenger tilbys noen former for levende byttedyr. Tilsvarende størrelse for fisk produsert i semi-intensive anlegg vil kunne være omtrent 0,5 g, ettersom fisken må tåle å flyttes ut av posene. I tillegg kan det i semi-intensive anlegg ofte være ønskelig å tilleggsfôre med levende plankton i perioder med god tilgang på dette, selv om fisken er overført fra startfôringsposer til notposer.



## 4 RESULTATER

### 4.1 Forsøk i semi-intensivt produksjonssystem (Lofilab)

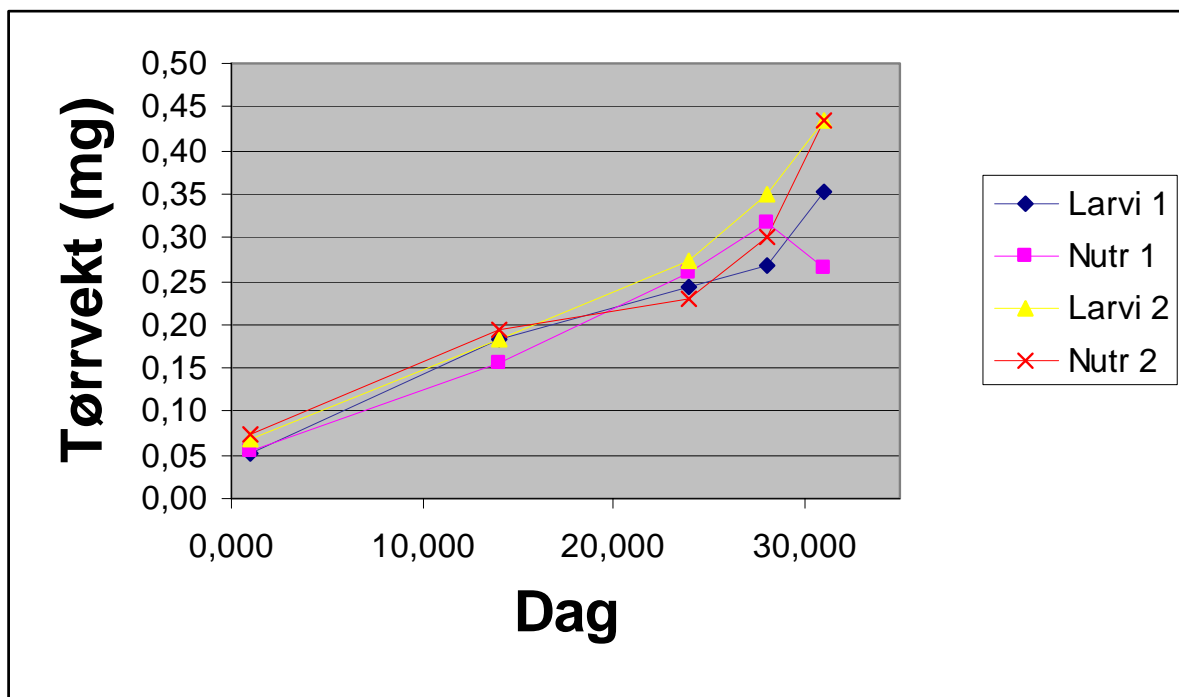
I pollsystemer er det som nevnt et poeng å få til flere enn det ene innsettet av startfôringsklare larver per sesong som er mulig i dag. Det kan gjøres ved å ta opp fisken ved en lavere størrelse enn det som har vært vanlig til nå. Hos Lofilab gjennomførte vi derfor sommeren 2000 et forsøk der vi forsøkte å tørrfôrtilvenne torsk med Fiskeriforsknings fôr ved en størrelse på rundt 0,1 g ved å overføre dem direkte fra startfôringsposer til kar. Dette medførte dødelighet på rundt 50 % på under 24 timer. Den raske dødeligheten tyder på at larvene ikke er fysisk sterke nok til å tåle overføringen. Det var også betydelig dødelighet i den påfølgende perioden, og det ble derfor konkludert at tidlig opptak og weaning ikke var veien å gå for å bedre produksjonsresultatene fra Lofilab. Sommeren 2001 ble det ved Fiskeriforskning laget til fôrblandinger med ulike pelagiske egenskaper for å teste direkte tørrfôrtilvenning i posene før opptak. Denne sesongen oppstod det imidlertid en krisesituasjon i yngelproduksjonen, med totalt fravær av havplankton i en lengre periode. Dette førte til kraftig kannibalisme, og raskt overføring til notposer var nødvendig. Året etter gjennomførte imidlertid Lofilab direkte tørrfôrtilvenning i posene i egen regi, og med veldig godt resultat. Det ble fôret kommersielt tilgjengelig tørrfôr (DanaFeed) fra belteautomat direkte i posene til torsk mellom 0,05 og 0,2 g. En observerte da at yngelen spiste fôret den ble tilbudt, og denne prosedyren har sannsynligvis bidratt til det svært positive resultatet fra Lofilab denne sesongen.

### 4.2 Forsøk i intensivt produksjonssystem (TMY)

Sommeren 2001 ble det gjennomført et forsøk med torskeyngel ved Troms Marin Yngel. Forsøket ble gjennomført med 280 liters inkubatorer, med to replikater for hver fôrtype. Vannutskifting og temperatur var hhv 1 l/min og 11°C gjennom hele forsøket. Fôrtypene som ble sammenlignet var LarviCare, et fôrkonsept utviklet ved Fiskeriforskning, og et spesialfôr fra Nutreco. Larvene ble tørket ved 60°C i tørkeskap, og veid til nærmeste µg på mikrovækt ved Havbruksstasjonen i Tromsø. Fôret ble fordelt kontinuerlig fra automat. Som bakgrunnsfôring ble det også benyttet rotatorier. *Artemia* ble ikke brukt. Resultatene viste relativt dødt løp mellom fôrtypene (fig 1).

Forsøket ble stoppet etter dag 31, da det var total dødelighet i det ene Nutreco-replikatet. Generelt var det imidlertid lite fisk igjen i alle karene. Det ble derfor ikke påvist forskjeller i dødelighet ved bruk av de to fôrtypene. Larvicare var relativt pelagisk i karene noe som resulterte i tetting av utløpssilene og dårligere karhygiene enn ved bruk av Nutreco-fôret. I begge replikatene som ble fôret med Larvicare ble det i røkteskjemaene notert forekomst av lange slimete tråder i oppdrettsenhetene, noe som indikerer *Flexibakter* sp., som er svært skadelig for fisken. Ettersom pelagisk fôr er en egenskap som etterstrebes til fisk på dette stadiet, er det noe paradoksalt at de pelagiske egenskapene resulterte i tetting av sil og dårlig karhygiene. Denne observasjonen understreker viktigheten av parallell utvikling i fôr- og karteknologi.





Figur 1. Tørrvektutvikling hos torskelarver gitt hhv LarviCare og Nutreco's spesialfôr.

## 4.3 Forsøk med tilsetning av enzymer og liposomer i fôret

### 4.3.1 Innledning

Naturlige byttedyr som fiskelarven lever av i naturen, kjennetegnes blant annet ved to forhold; det ene er høyt innhold av frie aminosyrer, og det andre er at byttedyrene vil inneholde enzymer som bidrar til å bryte ned proteiner i tarmen hos fiskelarven (autolyse). Det er antatt at fiskelarvers reduserte evne til å vokse på formulert fôr i tidlig fase blant annet skyldes en tilpasning til høyt innhold av frie aminosyrer og eksogene enzymer. Larvene har derfor en redusert evne til å fordøye fôrets proteiner. Problemet kan ikke enkelt løses ved å tilsette frie aminosyrer til fôret, ettersom fôrpartiklene har stor overflate i forhold til volum, og de frie aminosyrene derfor raskt vil lekke ut i vannet og bidra til vekst av bakterier i stedet for vekst hos larven. To metoder kan benyttes for å komme i mål likevel. Det ene er å kapsle de lekkbare stoffene inn i en tett men fordøyelig mikrokapsel (liposom), som deretter tilsettes fôret, og det andre er å tilsette enzymer direkte i fôret. Enzymene vil da bidra til å bryte dette ned etter at det er kommet ut i tarmen. Vi vil her beskrive et forsøk hvor en har modifisert LarviCare fôret på denne måten og testet de ulike variantenes egnethet til startfôring av torskelarver. Dette arbeidet utgjør fôrutviklingsdelen av prosjektet.

### 4.3.2 Materiale og metoder

Vi inngikk i prosjektet et samarbeid med to firmaer som hver var spesialister på sine områder. Det ene firmaet heter Microfluidics International Corporation og har hovedkontor i USA. I dette prosjektet samarbeidet vi med firmaets tyske avdeling. Det andre firmaet vi samarbeidet med var Novozymes. Novozymes er et av verdens største firmaer for industriell produksjon av enzymer.

Fra Novozymes mottok vi enzymer som vi a) benyttet direkte som tilsetning i fôret, og b) til å lage en aminosyresuppe av torskerogn som deretter ble inkapsulert i liposomer hos Microfluidics sin testlab i Tyskland. Enzymene som ble benyttet var Neutrase og Flavourozyme i forholdet 1:1. Enzym ble forstøvet med dyse og trykkluft, og sprayet direkte på ferdig fraksjonert tørrfôr i en mengde som utgjorde ca 5 % av tørrvekten. Liposomene ble tilsatt i fôrblendingen samtidig med vitaminer, mineraler og activa b (se avsnitt om tilvirking ovenfor). Mengde liposomer var ca 10 % av fôrmengden, dvs 1 kg liposomblanding i ca 10 kg fôr).

I forsøket ble det benyttet torskelarver (*Gadus morhua* L.). Forsøket ble gjennomført ved Havbruksstasjonen i Tromsø i perioden 30.mai til 19.juli 2001. Hovedfagsstudent Silja Karlsen var prosjektansatt, og gjennomførte også sitt praktiske hovedfagsarbeide med dette forsøket. Hennes oppgave vil beskrive og analysere forsøket i detalj.

Egg til produksjon av torskelarvene ble tatt inn fra Lofilab til inkubering på Havbruksstasjonen 11. mai 2001. Ved mottak ble eggene behandlet med 400 ppm glutardialdehyd i 10 minutter. Gjennomsnittstemperaturen var 5,7°C i inkuberingsfasen. Tre dager etter klekking ble larvene overført til egne startfôringskar.

## KAROPPSETT

Startfôringen skjedde i 6 mørkegrå kar med diameter 115 cm og totalhøyden 86 cm. Karene hadde et volum på ca. 800 l og var mørkegrå innvendig. Karene hadde lokk av perforert plate med sort plast over der åpningen i midten hadde en diameter på 40 cm. Sentralt i karene var det satt opp en avløpssil med 120 µm planktonduk.

Vannet passerte gjennom kullfilter og skimmer før det ble introdusert til fisken. Ved utsetting av larvene var det ingen vanngjennomstrømming, men to ganger i uka ble det tilsatt ny forsyning med alger. Dag 11 etter overføring ble det startet forsiktig vanngjennomstrømming. Det ble benyttet 24 timer lys i karene.

## RØKTING

Hver dag ble spillfôr/dødt materiale fjernet fra bunnen ved hjelp av motorisert sleik i bunnen av karet montert med eget avløp for avtapping av oppsamlet materiale. Dag 13 ble det montert overflateskimmer i karene og overflatefilmen som samlet seg i disse ble fjernet en gang om dagen.

## BYTTEDYRENE

I tidlig fase ble det benyttet rotatorier som startfôr I tillegg ble det benyttet algene *Isochrysis galbana* og *Tetraselmis suecica* til å lage "grønt vann". Algene ble tilført daglig. Selve tilførselen av alger ble stoppet da formulert fôr ble tatt i bruk. Mens utfôringsenhetene for rotatorier ble tilsatt noe alger sammen med rotatoriene. Det ble ikke benyttet *Artemia* i forsøket.

Alger og rotatorier ble tilsatt samme dag som overføring av larver. Det ble tilført rotatorier daglig pr kar. I den første perioden av forsøket ble tettheten av rotatorier daglig justert opp til på ca. 10 000 dyr pr liter vann.

## TØRRFÔR

Formulert fôr ble tilsatt fra dag 22 etter overføring. Vanngjennomstrømminga ble samtidig satt til 0,2 liter pr minutt.

Det ble benyttet tre fôrtyper i forsøket:

Kontrollfôr: Standard fôr beskrevet ovenfor (kar 1 og 4)

Mikrofôr: Standard fôr tilsatt liposomer (kar 2 og 5)

Enzymfôr: Standard fôr tilsatt enzymer (kar 3 og 6)

Det ble benyttet to replikater for hver fôrvariant.

Størrelsesfraksjonen som ble benytte i forsøket var fra 200-315 µm.

Utfôringen foregikk med fôrautomat av typen Foodtimer. Disse var innstilt slik at utfôringa foregikk etter klokka, på samme tid i alle kar. Hver automat har et kammer man fyller fôret i og justerer utfôring i forhold til åpning på toppen av beholderen med antall "klikk".

Droppunktet var midt i karet og pga luftinga midt i karet ble fôret fint fordelt utover hele karet.

De første 26 dagene ble det fôret med formulert fôr 5 ganger i løpet av døgnet. Dag 27 ble vanngjennomstrømming økt til 0,4-0,5 liter pr minutt. Samtidig økte antall utfôringer til 7 fôringer i løpet av døgnet.

## PRØVETAKING

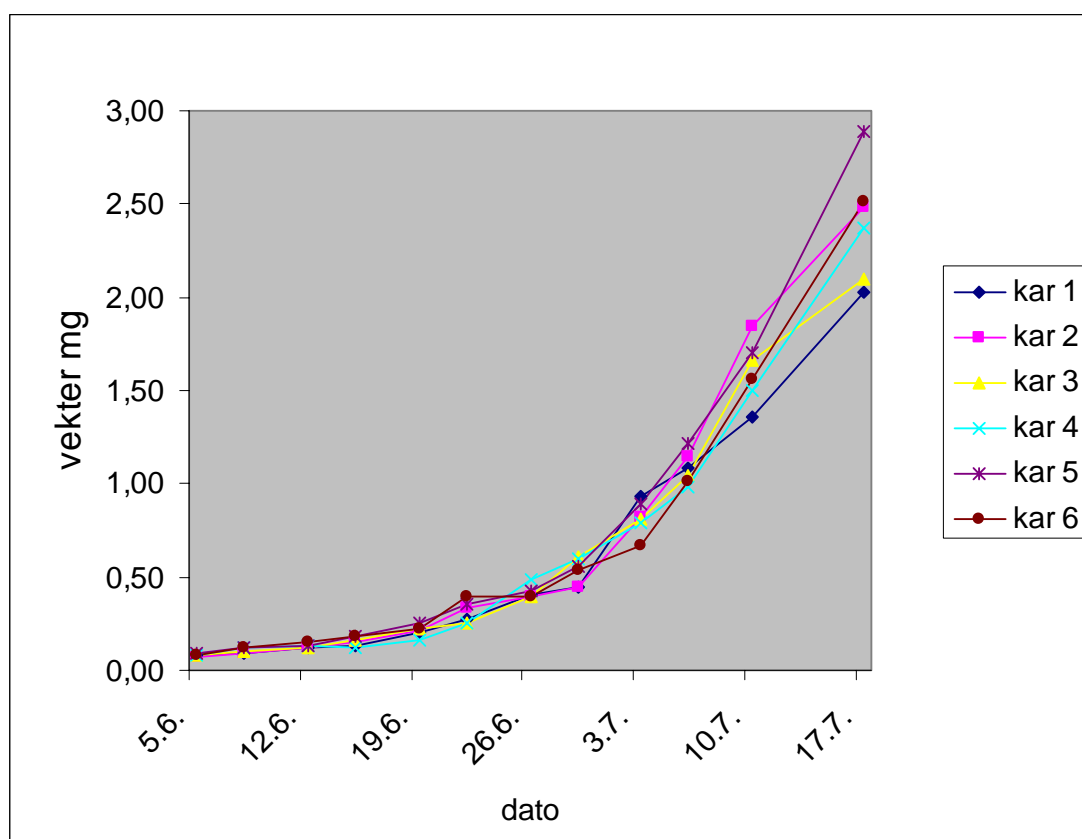
2 ganger i uka ble det tatt prøver av et utvalg av larvene for observasjon, standard lengde (SL) og tørrvekt. De ble tatt opp etter tubesampling metoden med rør. På grunn av økt svømmedyktighet og unnvikelse fra larvene ble denne metoden etter hvert erstattet med hoving.

Larvene ble bedøvet i benzokain 5 % løsning. Larvene ble observert og målt enkeltvis, skylt i desinfisert vann og overført til Nunclon Brett med aluminiumskopper. Tørrvekt ble bestemt etter tørking i 24 timer ved 60°C.

Standardlengde ble målt fra snutespiss til enden av notochorden (ryggstrengen). Alle målinger ble gjort med lupe av typen Wild Heerbrugg nr. 116930 med måleocular.

### 4.3.3 Resultater og diskusjon

Tørrvektutviklingen til torske-larver gitt ulike fôrvarianter er vist i figur 2. Resultatene viser at det er liten forskjell mellom de ulike gruppene, men demonstrerer samtidig at det er mulig å få til akseptabel vekst uten å benytte *Artemia*. Ved forsøkslutt var det bare noen få yngel tilbake i de ulike karene. Prosentvis daglig vekstrate målt over hele perioden lå rundt 9 %.



Figur 2. Tørrvektutvikling hos torske-larver fôret med kontrollfôr (LarviCare; kar 1 og 4), fôr tilsatt liposomer (kar 2 og 5) og fôr tilsatt enzymer (kar 3 og 6).

Resultatene bekrefter igjen at det er mulig å fôre opp torsk basert på en diett bestående av rotatorier og tørrfôr, uten å gå veien om *Artemia*. Dødeligheten i forsøket var imidlertid veldig høy, og på slutten av forsøket var det bare få yngel tilbake i karene. Fôrets fysiske egenskaper var gode, og fôrpartiklene svedde lenge i vannet før de falt mot bunnen. Det gjorde det mulig å fôre ut mindre mengder enn det som ellers hadde vært nødvendig, med de positive følger det har for forurensningsnivået i karet.

Modifiseringene fôret ble utsatt for bidro ikke til å øke vekst eller overlevelse sammenlignet med standard fôrtype. Det betyr nødvendigvis ikke at modifiseringene ikke var relevante. Et kjent problem under tørrfôrtilvenning er oppblomstring av uønsket bakterievekst som følge av forurensing fra fôret. Dersom slik uønsket bakterievekst fører til svært høy dødelighet i alle forsøksgruppene, er det grunn til å anta at den vil kunne kamuflere positive effekter som ellers ville manifestert seg. Etter som industriell produksjon av torsk yngel i intensive systemer fremdeles er i en tidlig fase, er det ikke utviklet standardprotokoller som viser hva yngelen tåler av belastning fra fôr-forurensing eller vannutskifting. Man risikerer derfor å gjøre forsøk der man ikke får målt de effektene man har satt seg fore, men i stedet for mister mesteparten av yngelen av årsaker man ikke kontrollerer.

## 5 DISKUSJON

Det er alminnelig anerkjent at fiskeyngel produsert i intensive systemer med dyrkede fôrorganismer er mindre robuste enn yngel produsert på naturlig plankton i pollbaserte systemer. Dette har også den effekt at pollprodusert yngel er lettere å få over på formulert fôr i den såkalte weaningsprosessen. Etter en tid på formulert fôr, vil forskjellen mellom yngel produsert etter de ulike metodene viskes ut.

En naturlig tilnærming for i tidlig fase å øke kvaliteten på fiskeyngelen produsert i intensive systemer, vil være å bedre kvaliteten på de levende fôrorganismene disse tilbys. Dette er et kontinuerlig arbeid som i all hovedsak gjøres i regi av produsentene av anrikingsmedier, men også enkelte forskningsinstitusjoner, som for eksempel SINTEF. En viktig grunn til forskjellene i vitalitet mellom fisk fôret med naturlig zooplankton og intensivt dyrkede byttedyr antas å være et høyt nivå av flerumettede fettsyrer i førstnevnte organismer, og da spesielt fettsyren DHA. Kommersielle produkter som DHA-Selco og liknende har som hensikt å jevne ut forskjellen i fettsyreprofil mellom de ulike formene for byttedyr, men man kan ikke sies å være i mål med denne satsningen. Et weaningforsøk utført med gilthead sea bream (*Sparus aurata*) (Mourente og Tocher, 1993) viste at nivået av DHA økte mer enn seks ganger mer hos fisk fôret med formulert fôr, enn hos fisk som fikk anriket *Artemia*, selv om *Artemia* på tørrvekstbasis inneholdt dobbelt så mye fettsyrer som tørrfôret. Dette er en sterk motivasjon for å gå inn med fôrformulert fôr så tidlig som mulig, og forsøke aktuelle tilpasninger slik vi har gjort i dette forsøket.

Tidlig weaning med påfølgende god vekst og overlevelse er et mål som etterstrebes av oppdretterne. Når man forsøker å flytte grensene for etablerte produksjonsprotokoller, oppstår det imidlertid ofte problemer med økt dødelighet og lavere vekst. Det kan skyldes at fôret man benytter ikke tilfredsstiller larvens ernæringsmessige krav på det gitte stadium (Chanta og Infante, 1997), men redusert vannkvalitet som følge av økt organisk belastning er også en høyst relevant problemstilling. En økning av vannutskiftingsraten vil redusere den organiske belastningen, men vil ofte i seg selv være en ufordelaktig endring i produksjonsprotokollen, som fører til økt dødelighet.

En vellykket tidlig weaning vil således ligge i skjæringspunktet mellom fôrets tekniske og ernæringsmessige egenskaper. Et tidligere forsøk hvor en benyttet LarviCare-fôret, men med rødspettelarver som modellfisk, ga noe andre resultater. Her ble det formulerte fôret tilbudt som eneste fôr fra dag 0 med en variant tilsatt enzymer fra torsk, og en annen variant som kontrollfôr nøyaktig likt det som ble benyttet i dette forsøket. Dette forsøket viste innledningsvis god vekst hos larvene på tørrfôr, og signifikant bedre når det ble benyttet eksogene enzymer. Veksten dabbet imidlertid kraftig av etter hvert i begge gruppene, sammenlignet med gruppen som fikk *Artemia*. Resultatene fra dette forsøket vil bli presentert i detalj i forbindelse med hovedfagsarbeidet til Frank Aage Vikedal, som regner med å bli ferdig i løpet av 2003. Resultatene er imidlertid en klar indikasjon på at det jobbes på riktig spor, men at det fremdeles gjenstår en del før man er i mål med en forbedret protokoll. Fôret kan være forbedret i den beskrevne prosessen uten at det kommer til uttrykk i forbedret vekst og overlevelse. Kanskje må det jobbes mer med forholdene i oppdrettskarene, for at en eventuelt forbedret fôrvariant skal kunne manifestere seg i forbedret vekst og overlevelse.

Startfôring av marine fiskelarver fra artene torsk og kveite, er foreløpig en komplisert øvelse. Det finnes ingen standardprotokoller, og det er stort sprik i resultatene både innefor og mellom ulike bedrifter og institusjoner. Dette betyr at man generelt sliter med å definere de betingelsene som gir høy vekst og overlevelse.

I denne fasen av marint oppdrett er det derfor viktig at man går radikalt til verks, og studerer effekten av de parametrene man har grunn til å anta har betydning for et godt resultat. Selv om man, som i dette tilfellet, ikke kommer i mål i henhold til målsettingen, har man beredt grunnen for nye og bedre forsøk.


Selv om behovet for et godt tørrfôr tilpasset marin fiskeyngel i tidlig fase har vært åpenbart i lengre tid, har de store førselskapene vist liten interesse for å ta på seg slike utviklingsoppgaver det siste tiåret. Det skyldes hovedsakelig at volumene på marinfiskproduksjon i overskuelig framtid ble antatt å være svært liten. Utviklingsarbeidet har derfor i all hovedsak foregått ved forskningsinstitusjoner i Bergen, Trondheim og Tromsø. Det har derfor vært viktig for progresjonen at disse miljøene har mottatt støtte til sitt utviklingsarbeide. Med oppdrettstorsken på rask frammarsj, har bildet endret seg betydelig, og alle de store førselskapene satser i dag innenfor området marint spesialfôr. Den samlede økte innsatsen er godt nytt for yngelprodusentene, som nå kan se fram til stadig bedre fôrvarianter.



## 6 KONKLUSJON

Målsettingen med dette prosjektet var å erstatte bruken av *Artemia* med fômulert fôr uten reduksjon i tilvekst og overlevelse hos larvene, både i intensiv og semi-intensiv produksjon. Denne målsettingen ble ikke nådd. Det vil si at en periode der det fôres med *Artemia* mellom rotatoriefasen og tørrfôrfasen, gir bedre overlevelse og vekst, enn om man går direkte fra rotatorier til fômulert fôr.

I forsøket ved Havbruksstasjonen i Tromsø ble det gjennomført et forsøk med tilsetning av liposomer og enzymer for å hjelpe fiskelarvens fordøyelse i en fase der denne er lite utviklet. Håpet var at disse manipuleringene av fôret skulle medføre at fiskelarven allerede i rotatoriefasen kunne vokse og overleve på formulert fôr. Modifiseringene av fôret medførte imidlertid ikke bedret vekst og overlevelse hos torskeyngelen sammenlignet med standardfôret.

I forsøket ved Troms M  Yngel ga tidlig introduksjon av tørrfôr og utelatelse av Artemiafasen svært høy dødelighet. Vi oppnådde således ikke den kvalitetsoppbyggingen av yngelen vi håpet å oppnå med denne strategien.

Forsøket ved Lofilab måtte kanselleres fordi fravær av plankton medførte behov for raskt opptak fra posene i 2001. I 2002 gjennomførte imidlertid Lofilab i egen regi en vellykket tørrfôrtilvenning direkte i startfôringsposene.

## 7 REFERANSER

- Chantal, L.C. & Infante, J.L.Z. (1997). Is the digestive capacity of marine fish larvae sufficient for compound diet feeding? *Aquaculture International*, 5: 151-160.
- Mourente, G & Tocher, D.R. (1993). The effect of weaning on to a dry pellet diet on brain lipid and fatty acid compositions in post-larval gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Comp. Biochem. Physiol.*, 104A: 605-611.



# Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: [post@fiskeriforskning.no](mailto:post@fiskeriforskning.no)

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

ISBN 82-7251-506-7

ISSN 0806-6221