

### 3.10.2 GODT PÅBEGYNT ER HALVT FULLENDT – EFFEKTER AV STARTFØRINGSORGANISME PÅ VEKST, FYSIOLOGI OG DEFORMITETER HOS TORSK

Valg av startføringssystem i yngelfasen av torsk oppdrett har vist seg å være viktig for bl.a. vekst, førutnyttelse, anatomiske deformiteter, vannkvalitetstoleranse, slaktevekt og muligheten til å opprettholde smittebarrierer i yngelproduksjonen. Rotatorier som eneste startføringssystem har åpenbare økonomiske og praktiske fordeler, mens naturlig zooplankton har en ernæringsmessig fordel, noe som tidligere er vist for bl.a. kveite. Bruk av naturlig zooplankton vil likevel være vanskelig å innføre i en helårig torskproduksjon, først og fremst på grunn av at denne næringskilden bare er tilgjengelig i deler av året. Alternativet vil være å forbedre metodene for anrikning eller biokapsulering av rotatorier, noe som vil gi en riktigere og mer fullverdig diett for torskelarvene.

Albert K. Imsland

ai@akvaplan.niva.no  
Akvaplan-niva

Atle Foss

af@akvaplan.niva.no  
Akvaplan-niva

I NFR-prosjektet "Optimization of growth performance of juvenile cod by applying environmental regulation and water quality control" har Akvaplan-niva sammen med Marine Harvest og Universitetet i Bergen arbeidet i tre år med problemstillinger som er ment å danne en basis for økt overlevelse og akselerert produksjon av ung (juvenil) torsk. Prosjektet har tatt utgangspunkt i optimalisering av miljø- (temperatur- og fotoperioderegimer) og vannkvalitetsparametre (ammoniakk, oksygen), men en viktig tilleggsfaktor har vært å undersøke hvorvidt startføringssystem kan bidra til å påvirke fiskens prestasjoner under de ellers gitte forutsetninger. For dette formål har vi i de respektive forsøk som er utført benyttet torsk som er startføret på enten intensivt produserte rotatorier eller naturlig zooplankton.

#### Store forskjeller i næringsinnhold

Ved intensiv produksjon av torskelyngel er det i all hovedsak hjuldyr (også kalt rotatorier) som blir benyttet som startføringssystem, selv om det forekommer en viss produksjon hvor naturlig zooplankton benyttes, f.eks. ved pollproduksjon av torskelarver. Gjennom egenproduksjon av rotatorier er man sikret jevn årstidsavhengig tilgang på byttedyr, noe som er nødvendig i en tilsvarende årstidsuavhengig produksjon av torskelarver. Imidlertid er det et faktum at det er store forskjeller i næringsinnhold mellom de to nevnte byttedyrgruppene. Det er liten tvil om at naupliestadiene til hoppekreps (kopepoder) er ernæringsmessig bedre egnet som levendeføringssystem grunnet det naturlige høye innholdet av essensielle flerumettede fettsyrer (HUFA). Det har vært gjort mye forskning på anrikningsmetoder og medier med det formål å øke konsentrasjonen av HUFA for å forbedre næringsinnholdet i

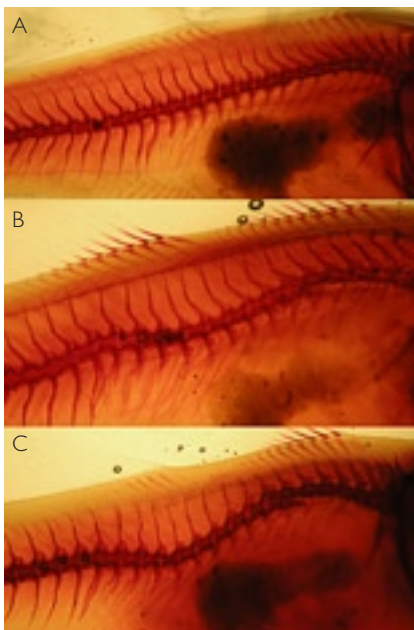
kunstig dyrkede rotatorier. Resultater fra våre forsøk, som forøvrig ikke har gått i detalj med hensyn til sammensetning av næringsstoffer i forskjellige levendeføringssystemer, viser at det fremdeles er et stort forbedringspotensial innenfor dette området.

I et forsøk som startet med en laboratoriefase, men som senere fulgte de samme individene gjennom hele produksjonskjeden frem til slakting, ble vekst, førutnyttelse og frekvens av skjelettdeformiteter undersøkt hos ung torsk som var startføret på enten rotatorier (ROT-gruppe) eller naturlig zooplankton (ZOO-gruppe). Etter metamorfose ble fisken holdt ved fire konstante temperaturer (7, 10, 13 og 16 °C), i tillegg til en "trinnsvis" gruppe der fisken ble flyttet fra 16 til 13 til 10 °C ettersom forsøket pågikk og den økte i vekt, i 13 uker. Fisken som var startføret på naturlig zooplankton stammet fra et kommersielt anlegg på vestlandet, mens fisken som var startføret på rotatorier stammet fra et anlegg på Møre-kysten. Ved forsøksstart hadde fiskene fra de respektive gruppene lik vekt, og de to gruppene ble blandet og holdt i samme kar ved de respektive temperaturer under identiske forhold gjennom forsøket. Etter avslutning av temperaturforsøket ble all individmerket fisk (ca. 450) overført til merdene i anlegget til Marine Harvest på Smøla, hvor fisken ble fulgt opp etter 17 måneder og ved slakting etter 29 måneder.

#### Deformiteter

Effekter av startføring på frekvens av deformiteter ble undersøkt for temperaturforsøket ble utført, og eksperimentet startet etter at begge gruppene hadde gått over på formulert fôr. Fisk (n=10) ble tatt ut fra begge gruppene ved start og hver annen uke i ti uker (totalt 120 fisk). Deformiteter ble registrert og delt inn i to hovedkategorier. Først ble fisken undersøkt for synlige deformiteter som alvorlige skjelettdeformiteter (rygggrad), mangel på gjellelokk (operculum) eller kjevedeformiteter under mikroskop. Deretter ble den resterende fisken undersøkt for skjelettdeformiteter som ikke var åpenbart synlige, men som kom til syne under et lysmikroskop etter at fisken var fiksert og farget (Figur 3.10.2.1).

Ung torsk som var startføret på rotatorier hadde en markant høyere andel av synlige deformiteter sammenliknet med ZOO-gruppen. Andelen synlige rygggradsdeformiteter var 6,7% i ROT-gruppen sammenliknet med 0,8% i ZOO-gruppen. Kjeve- og gjelleloksdeformiteter



**Figur 3.10.2.1**

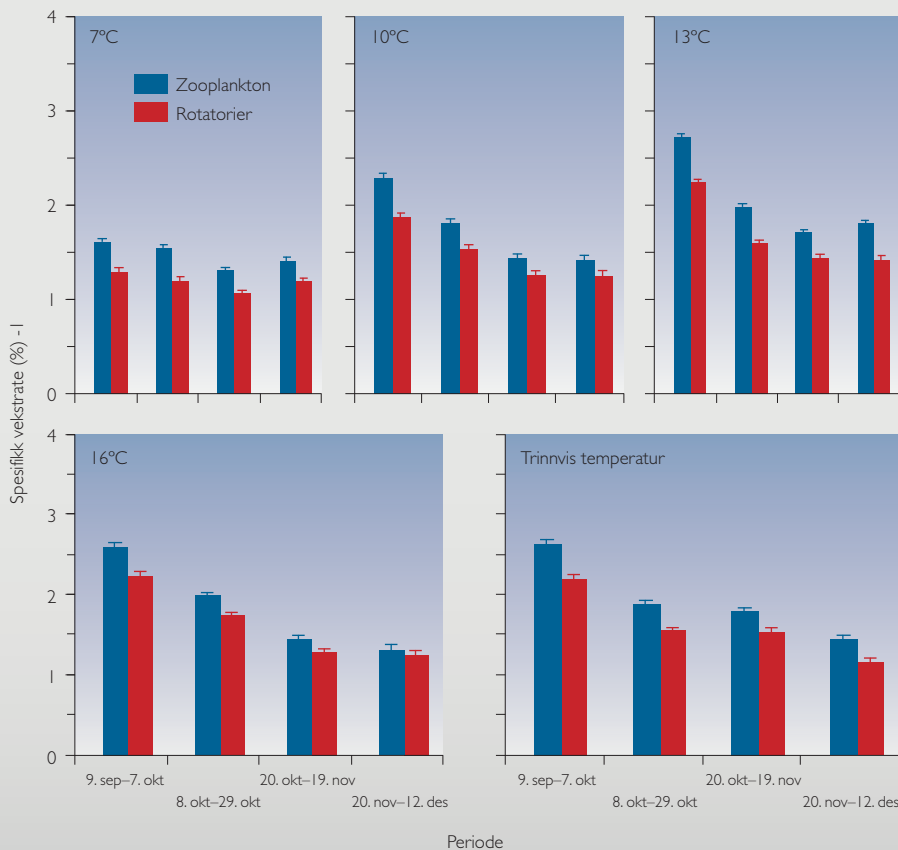
Normal utviklet (A) and deformert (B, C) rygggrad hos torskelyngel. Innslag av slike rygggradsdeformiteter var signifikant høyere hos gruppen som ble føret med hjuldyr (rotatorier).

Normal developed (A) and deformed (B, C) spinal columns in juvenile cod. Frequency of spinal deformities was significantly higher in the rotifer group.

**Figur 3.10.2.2**

Gjennomsnittlige spesifikke vekstrater hos individuelt merket torsk startfôret med enten rotatorier eller naturlig zooplankton som ble holdt under fem forskjellige temperaturregimer i 13 uker. Vekst var høyere hos zooplankton-gruppen ved alle temperaturer.

*Mean specific growth rates of individually tagged Atlantic cod fed rotifers or zooplankton during the larval stage and reared at five temperature regimes for 13 weeks during the juvenile period. Growth was higher in the zooplankton group at all temperatures.*



bestod for det meste av enten mangel på gjellelokk eller en kjevedeformitet som førte til "gapende" fisk. Andelen av disse deformitetene var lik mellom gruppene. Etter fargefiksering ble det observert flere ryggsøyledeformiteter. Både ROT- og ZOO-gruppen hadde deformiteter i bakre del av ryggsøylen, henholdsvis 7 og 5%, mens det ble observert haledeformiteter kun i ROT-gruppen. Den totale andelen deformiteter var 14,2% i ROT-gruppen og 4,1% i ZOO-gruppen.

#### Vekst og fôrutnyttelse

Etter en 13 ukers laboratoriefase var det klare forskjeller å spore i vekst mellom de to gruppene. ZOO-gruppen hadde en gjennomgående høyere vekstrate under alle temperaturregimene som ble studert (Figur 3.10.2.2) og sluttvektene varierte mellom å være 26 og 36% høyere i ZOO-fisken sammenliknet med ROT-fisken. Ved slutten av forsøket ble det også gjort et tre ukers forsøk hvor de to gruppene ble sammenliknet med hensyn til fôringsrate og fôrutnyttelse. ZOO-gruppen hadde da et 20% høyere fôrinntak i tillegg til en mer effektiv fôrutnyttelse (1,65 vs. 1,31).

Ved endt laboratorieforsøk ble fisken overført til merder hvor den ble fulgt opp etter 17 måneder i sjø. Forskjellen mellom de to gruppene var på det tidspunktet minket

noe, men fortsatt var ZOO-gruppen mellom 12 og 14% større enn ROT-gruppen. Ettersom det tidligere beskrevne vekststudiet ble utført med fisk fra to forskjellige kommersielle produsenter, ble det utført en oppfølgingsstudie hvor en enkelt egg-gruppe (fra en produsent) ble delt i to og fôret med enten rotatorier eller zooplankton. Dette ble gjort for å fjerne eventuelle effekter av geografiske/genetiske forskjeller mellom egg fra forskjellige stamfiskpopulasjoner.

Etter startfôring ble fisken holdt under identiske forhold, og i vekstforsøket ble fisk med startvekt 22 g holdt i to tanker (ZOO- og ROT-fisk blandet) i 66 dager. Ved endt forsøk var gjennomsnittsvekten i ZOO-fisken 17% høyere enn i ROT-fisken. Dette bekrefter resultatene fra det ovenstående studiet, og viser igjen at ved å erstatte rotatorier med naturlig zooplankton som startfôringsorganisme kan man øke vekst og fôrutnyttelse hos ung torsk, og også oppnå betydelige langtidseffekter (se under) av en slik behandling.

#### Effekt på slaktevekt

Etter 29 måneder i sjø ble fisken slaktet. På dette tidspunktet ble ca. 250 (av 450 merkede) funnet igjen, og sluttvekter registrert. Forskjellen som ble funnet mellom gruppene etter 17 måneder i sjø var fort-

satt de samme, og gjennomsnittsvekten i ZOO-gruppen var ca. 14% høyere enn i ROT-gruppen. I tall var snittvekten på ZOO-fisken 3,12 kg sammenliknet med 2,70 kg i ROT-gruppen. Det sier seg selv at en gjennomsnittlig forskjell på 400 g/fisk vil utgjøre en betydelig biomasse når man slakter et parti på mange tusen fisk, og det ligger dermed et betydelig økonomisk potensial i å utforske disse langtidseffektene nærmere.

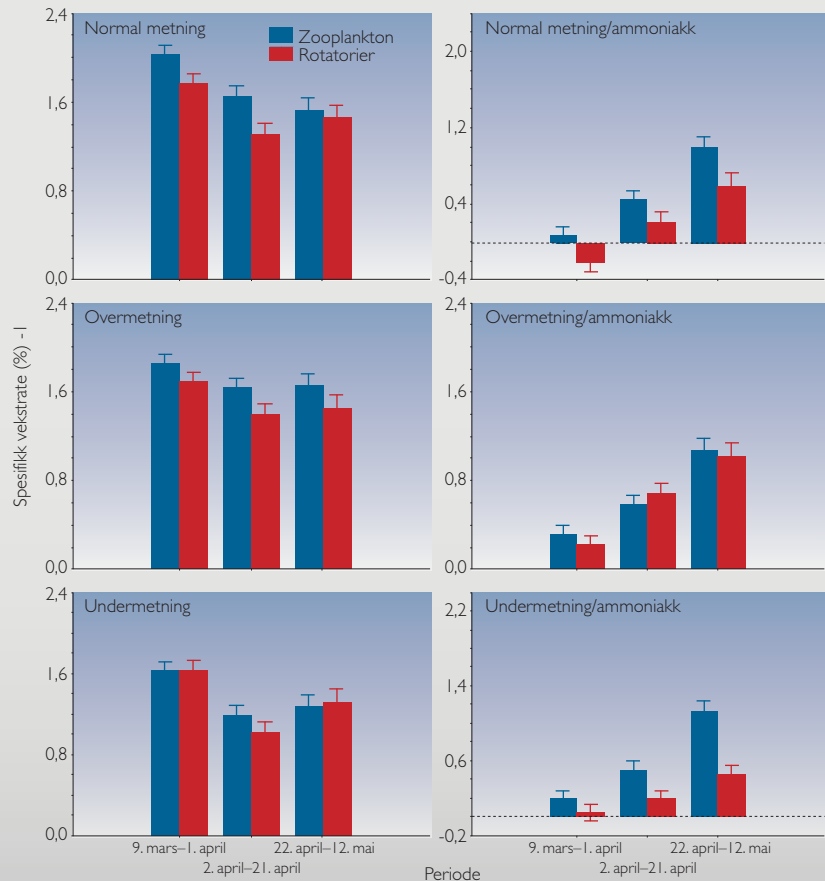
#### Vannkvalitet

I en separat studie, hvor hovedmålet var å få belyst de interaktive effektene av oksygen og ammoniakk (uionisert,  $\text{NH}_3$ ) på vekst og fysiologi hos ung torsk, ble også fisk med ulik startfôringsbakgrunn inkludert for å se på eventuelle effekter av dette i forhold til vannkvalitetstoleranse. I dette forsøket ble de to gruppene (ROT og ZOO) eksponert for tre oksygenivåer [mild undermetning (62%), normal metning (85%), mild overmetning (102%)] i kombinasjon med to ammoniakknivåer [kontroll (0 mg/l) og høy dose (0,18 mg/l)]. Resultatene fra dette forsøket viste at under alle behandlinger vokste ZOO-gruppen bedre enn ROT-gruppen, men det var i behandlingsgruppene hvor fisken ble eksponert for ammoniakk i tillegg til et gitt oksygenivå at utslagene ble størst (Figur 3.10.2.3). Under alle disse tre behandlin-

**Figur 3.10.2.3**

Gjennomsnittlige spesifikke vekstrater hos individuelt merket torsk startfôret med enten rotatorier eller naturlig zooplankton, og deretter eksponert for tre forskjellige oksygenkonsentrasjoner med eller uten tilsatt ammoniakk. Zooplankton-fisken hadde overveiende bedre vekst og var mer tolerant overfor tilsatt ammoniakk.

*Mean specific growth rates of individually tagged Atlantic cod fed rotifers or zooplankton during the larval stage and then exposed for three different oxygen levels with, and without, added ammonia. The zooplankton fish generally grew faster throughout the experiment, and were more tolerant to ammonia exposure.*



gene var sluttvekten i ZOO-gruppen over 20% høyere enn i ROT-gruppen. Dette viste at fisk startfôret med naturlig zooplankton ikke bare vokste generelt raskere, men også var mer tolerante overfor ammoniakkeksponering.

#### Generelle kommentarer

Data fra de foregående forsøkene indikerer tydelig at forskjeller i vekst, forutnyttelse, anatomiske deformiteter og vannkvalitetstoleranse hos ung atlantisk torsk kan relateres til startfôringsorganisme. Bruk av rotatorier som eneste startfôringsorganisme har klare økonomiske og praktiske fordele, men de tydelige langtidseffektene av startfôringsorganisme på vekst som i dette tilfellet gav en 14% økning i slaktevekt, samt betydelig lavere andel deformiteter i juvenilt stadium, tilsier at problemstillingen bør utforskes videre. Det er liten tvil om at naturlig zooplankton har en ernæringsmessig fordel som startfôr, noe som tidligere er vist for bl.a. kveite, og heller ikke om at bruk av naturlig zooplankton vil være vanskelig å implementere i en helårig produksjon av torsk, først og fremst på grunn av at naturlig zooplankton bare er tilgjengelig i deler av året.

En annen viktig faktor er selvsagt opprettholdelse av smittebarrierer i yngelproduksjonen. Den alternative tilnærmingen til

bruk av naturlig zooplankton vil være å forbedre metoder for anriking eller biokapsulering av rotatorier, noe som vil gi en bedre og mer fullverdig diett for torskelarvene. Når det gjelder anrikningsmetoder for levende fôr er det så vidt vi vet ikke blitt gjort noen definitive studier (publiserte) som sammenlikner og evaluerer anriket levendefôr for torsk, og det er blitt stilt spørsmål om hvorvidt torskelarvenes behov for HUFA er godt nok ivarettatt i de kommersielle anrikningsproduktene som finnes på markedet i dag.

Arbeidet som ble påbegynt i det nå avsluttede prosjektet vil bli videreført i det pågående NFR-prosjektet "Progressive modern production of juvenile cod (PROCOD)" som koordineres av Akvaplan-niva og som i tillegg inkluderer Universitetet i Bergen, Havforskningsinstituttet, NIVA, SINTEF, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap, Fiskeriforskning samt Sagafjord Sea-farm, Marine Harvest, Fosen Aquasenter, Rostein og Jarle Tveiten Transport. Prosjektet vil pågå ut mars 2009 og tar for seg flere aspekter rundt optimalisering av torskeyngelproduksjon, deriblant sentrale problemstillinger rundt produksjon av levende fôr og startfôring av torskelarver.

#### Growth, water quality tolerance and deformities of juvenile Atlantic cod start fed on rotifers or zooplankton

Growth, ammonia tolerance, appetite and feed efficiency ratio were significantly improved in cod juvenile start fed with zooplankton compared to juveniles start fed with rotifers. Furthermore, skeletal deformities were more frequent in groups start fed with rotifers compared to groups start fed with zooplankton. Our data suggest that different start feeding methods may be important for production performance, incidence of deformities and quality of juvenile cod.