

De siste årene har torsk og torskeoppdrett fått mye oppmerksomhet i mediene. Torsk har seilt opp som den viktigste marine arten i norsk oppdrettsnæring, på bekostning av kveite. Dette har blant annet medført at kveitesatsingen til Norges forskningsråd er blitt betydelig redusert. Like fullt har kveiteyngelproduksjonen i Norge hatt en merkbar fremgang. I januar 2007 var norsk oppdrettskveite hovedingrediens i VM for kokker (Bocuse d'Or), og høstet i den anledning mye positiv omtale.

**Torstein Harboe**

torstein.harboe@imr.no

**Anders Mangor-Jensen**

anders.mangorjensen@imr.no

Den årlige kveiteyngelproduksjonen i Norge har i perioden fra 1998 frem til 2005 vært på omkring en halv million yngel. I 2006 var produksjonen økt til om lag 1,3 millioner yngel. Antall produsenter har i samme tidsrom gått ned fra 15 til 7. Alle dagens yngelprodusenter benytter en hel-årig intensiv produksjonsmodell, noe som innebærer høye produksjonstettheter og varierende grad av automatisering av de ulike arbeidsoppgavene. Produksjonstallene som det henvises til er fremkommet ved personlig kontakt med samtlige yngelprodusenter, der de på forespørsel har oppgitt egen yngelproduksjon som er ferdig tilvendt tørrfôr.

#### Presisering

Tallene som produsentene oppgir inkluderer feilpigmentert yngel og yngel som har ufullstendig øyevandring. Siden disse normalt fjernes ved sortering, vil mengden yngel som går videre til påvekstfase være noe lavere. Dette er samme metode som er benyttet for alle årene som er representert i Figur 3.8.1. I 2005 ble det imidlertid ikke foretatt noen tilsvarende undersøkelse, og resultatene fra dette året er derfor utelatt i figuren. I 2006 er det ett anlegg alene som står for over halvparten av produksjonen, selv om dette ikke fremgår av figuren. Andelen feilfri yngel ser også ut til å øke i 2006, noe som trolig henger sammen med

forbedrede driftsrutiner ved de enkelte anleggene.

I tillegg til produksjonstall ble oppdretterne spurt om hva som er størst problem/utfordring i anlegget for å øke produksjonen. Flere av oppdretterne har fortsatt et altfor stort innslag av yngel med ufullstendig øyevandring. Tre anlegg sier de har for liten tilgang på egg, både mengde og av god kvalitet. Flere av oppdretterne melder også at overlevelsen i startfôringsfasen er for lav.

#### Yngelkvalitet

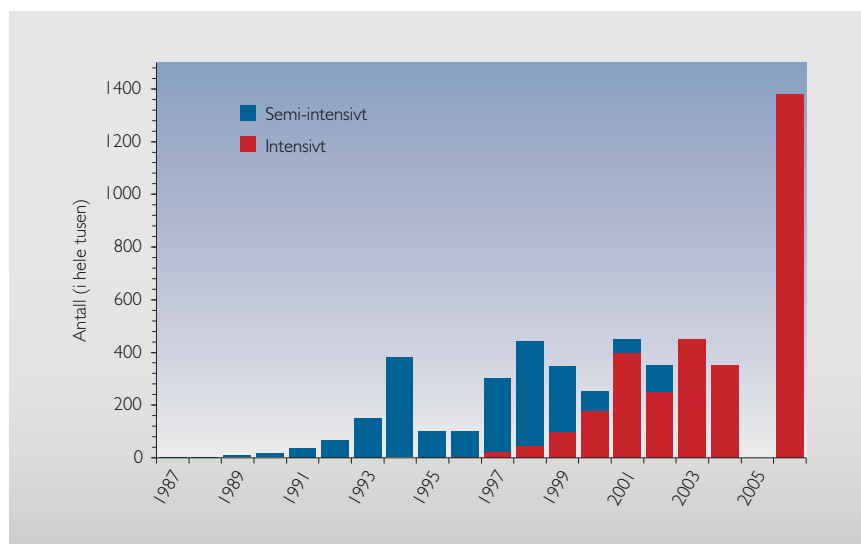
Ved Havforskningsinstituttet har man i forskningssammenheng produsert kveiteyngel hvert år siden 1985, og yngelkvalitet har i hele perioden vært et viktig tema. Dette stod også sentralt i et NFR-finansiert samarbeidsprosjekt mellom HI, NIFES og Sintef som ble avsluttet i 2005. Ved intensiv produksjon av kveiteyngel har mangelfull pigmentering vært et problem (Figur 3.8.2). Gjennom en rekke studier har det vist seg at feilpigmentering er et resultat av mangelfull ernæring i levendeførfasen. Dette er nå langt på vei løst ved at anrikingsmediene for saltkreps (*Artemia*) har fått riktig fettinnhold, både med hensyn til fettsyre kvalitet og mengde. Den andre alvorlige deformitetsslidelsen som rammer kveiteyngel er mangelfull øyevandring. I prosjektet så vi på effekten av forskjellig anrikt saltkreps, i tillegg til effekten av ulike fôringsregimer på yngelkvalitet og da spesielt øyevandring. Ved metamorfose vil kveiteyngelens venstre øye vandre over på høyre halvdel av hodet. Uten denne øyevandringen vil det venstre øyet i større eller mindre grad bli liggende på fiskens underside, og vil da ødelegges.

Dette fenomenet er også funnet å ha sin årsak i mangelfull ernæring ved fôring med saltkreps. Dette bevises ved at ufullstendig øyevandring ikke opptre blant yngel som blir føret med naturlig forekommende dyreplankton. Undersøkelser har vist at naturlig forekommende plankton blir fordøyd i langt større grad enn saltkrepsen. For å øke fordøyeligheten, lot man den vokse utover det stadiet man normalt benytter som fôr til kveitelarver. Denne saltkrepsen, som til daglig kalles påvekst-Artemia, er betydelig større og har derfor mindre overflate i forhold til volum, sammenlignet med korttidsanrikt saltkreps. Påvekst-Artemia har også

**Figur 3.8.1**

Produksjon av kveiteyngel i Norge til og med 2006. (Data for 2005 mangler.)

*Halibut fry production in Norway. (No data from 2005.)*





**Figur 3.8.2**  
Kveiteyngel, både feilpigmentert og med ulik grad av øyevandring.  
*Halibut fry of varying quality.*

et lavere fettinnhold og større andel fosfolipider enn korttidsanrikt saltkrepss. Bruk av påvekst-Artemia viste seg å ha en signifikant effekt på øyevandringen. Disse funnene ble støttet opp av kjemiske analyser på kveitelarvene og saltkrepss gjennom forsøkene. En av de viktige konklusjonene fra disse undersøkelsene var at økt innhold av protein og mindre fett i påvekst-Artemia samt høyere nivå av jod i larver føret på påvekst-Artemia ser ut til å være medvirkende til bedre øyevandring. Man fant også bedre tilgjengelighet av næringsstoffer fra påvekst-Artemia på grunn av bedre fordøyelighet.

#### **Forsøk med fett, fordøyelse og fôringsfrekvens**

Hypotesen for et annet forsøk i regi av dette prosjektet var at fett gitt som mono- og di-acylglycerol (MAG og DAG) ville være mer tilgjengelig for kveitelarver enn tri-acylglycerol (vanlig fiskeolje, TAG). MAG og DAG kan anses som delvis fordøyd fett. Siden tarmen hos marine fiskelarver ikke er ferdig utviklet, kan man tenke seg at enzymer som fordøyer fett har lavere aktivitet hos larver enn hos juvenil og voksen fisk. Forsøket viste imidlertid at glycerid-sammensetningen i saltkrepss ikke ble gjenspeilt i anrikningsemulsjonen, fordi fett ble omdannet til andre

lipidklasser enn dem de ble anrikt med. Hypotesen ser derfor ikke ut til å gjelde når man fører MAG og DAG gjennom levende fôr. Imidlertid ga ulik glyceridsammensetning i emulsjonene en liten forskjell i fettsyresammensetningen i saltkrepss og kveitelarver, noe som førte til pigmentforskjeller hos larvene. Ved 12,5% DHA av fettsyrer i MAG og TAG fikk larvene god pigmentering mens et nivå på 9,4% gav dårlig pigmentering.

Fordøyelse og absorpsjon av lipider hos kveitelarver er blitt undersøkt ved å benytte en metode som kalles sondeføring. Her blir en definert sammensetning av næringsstoffer ført direkte inn i larvenes tarm ved hjelp av et tynt rør. Resultatene fra disse undersøkelsene viser tydelig at MAG blir tatt opp i større grad enn DAG og TAG, og at denne i stor grad blir brukt til katabolisme. (Dette er en fellesbetegnelse på stoffskifteprosesser som bryter ned celler og vev.)

Under bruk av den intensive produksjonsmetoden er det enkelte kar oppnådd svært god øyevandring for en stor andel av yngelen, uten at dette kan spores tilbake til kjente årsaksforhold eller endringer i driftsrutinene. Dette indikerer at det er små justeringer som skal til for å oppnå god

#### **Promising outlook for the Norwegian production of Atlantic halibut**

The research on early life stages of the Atlantic halibut has attained declining interest due to the growing focus on cod. In spite of this the commercial production volume of halibut juveniles more than tripled compared to the amount in 2004. Today's production is all based on intensive methods with a high degree of controllability and seasonal independence. Intensive methods rely on *Artemia* as first food for the larvae, but compared to natural copepods the *Artemia* needs to be improved chemically to fulfill the requirements for nutritional adequacy. Deformities frequently found among juvenile halibut include malpigmentation and incomplete eye migration and have recently been shown to be closely related to nutritional deficiencies from feeding *Artemia*. New feeding strategies including rational feeding have also been shown to improve both survival and quality.

øyevandring, og at det sannsynligvis også er forhold utover fôrsammensetningen som er viktig i dette bildet. Ved føring til faste måltider oppnådde vi bedre resultater enn ved kontinuerlig føring, spesielt med hensyn til overlevelse. Forskjellen i øyevandring mellom behandlingene var ikke signifikant, men det var en tendens til bedre øyevandring ved måltidsføring. Hensikten med måltidsføring er at larvene skal få anledning til å fordøye byttedyrene, altså øke oppholdstiden i tarmen. Når larvene har kontinuerlig tilgang på mat, blir oppholdstiden i tarmen kort og fordøyelsen dermed ufullstendig. Dette fenomenet, som gjerne kalles "stuffing" er ofte blitt satt i sammenheng med dårlig larvekvalitet, og enkelte forfattere har til og med rapportert om observasjoner av at levende saltkrepss kommer ut av larvenes endetarmsåpning. For å oppnå effekten av måltidsføring må det være mange nok larver i oppdrettskaret til at byttedyrene blir spist opp i god tid for neste føring. På grunnlag av fôringsresultatene har man ved Havforskningsinstituttet laget en modell som beskriver dynamikken mellom predatorer og byttedyr i en yngelkultur for å oppnå godt fôrøptak og god fordøyelse. Undersøkelsene som er utført med rasjonsføring har spesielt vist seg lovende med hensyn til å produsere yngel med korrekt øyevandring.