

Tilgang på yngel er den største hindringen for utviklingen av kveiteoppdrett som lønnsom næring i Norge. På tross av den lovende utviklingen man så i 93 og 94, har yngelproduksjonen i Norge stagnert og var i 1999 kun ca 350 000 yngel. En liten del av disse vil bli tilbudt markedet, fordi yngelprodusentene i stor grad produserer til eget bruk. Det er fortsatt ulike biologiske og sykdomsmessige problemer som gjenstår før man har en fullgod og holdbar produksjonslinje for kveiteyngel. Kunnskapsmangelen er i første rekke knyttet til de tidligste stadiene fra klekking til metamorfose. Det har likevel vært en positiv utvikling innenfor det man kaller intensiv produksjon, der miljøparametre som temperatur, lys og salinitet kontrolleres, og hvor førtilførsel til enhver tid kan tilpasses larvenes behov. Det er ved utvikling av en intensiv produksjonslinje at muligheter for helårlig produksjon åpnes. Denne metoden ble benyttet da det ved Austevoll Havbruksstasjon i 1995 for første gang ble gjennomført yngelproduksjon fra gytetidsmanipulert stamfisk (Næss et al, 1996)

Hvorfor ønsker man helårlig produksjon

Sammenlignet med laks har kveita en relativt rask syklus fra egg til settefisk. Noe av grunnen til dette er at kveita kan settes i påvekstanlegg allerede fra ca 5 grams størrelse. Dessuten har den sammenlignet med laks en kort egg- og plommesekkfase. En syklus fra egg til ferdig tørrfortilvendt yngel tar ca 3 mndr. hvilket vil si at man ved tradisjonell en sesongs drift har ledighet i produksjonsfasilitetene i minst 9 av 12 måneder. I yngelproduksjon av kveite benytter man seg av høyt spesialiserte produksjonsheter til de ulike fasene i utviklingen. Klekkeriet eller egginkunbatorene benyttes kun i de første 10 dagene etter at eggene er befruktet. Siloene benyttes i plommesekkfasen som varer ca 35 dager. Etter dette er ikke silo-

ene hensiktsmessige til andre faser av produksjonen. Dette medfører at man i løpet av en normal gytessesong klarer én, høyst to gjennomkjøringer av siloene. For å kunne øke produksjonsantallet finnes det ulike virkemidler. Man kan øke tettheten i produksjonskarene, for derved å få økt utbytte pr. gjennomkjøring, eller man kan øke kapasiteten i form av flere/større oppdrettskar. Begge disse punktene vil være aktuelle i rasjonalisering og optimalisering. I tillegg kan man øke kapasiteten til et anlegg ved å ha kontinuerlig årstidsuavhengig drift, og på denne måten oppnå en langt bedre utnyttelse av produksjonsmidlene, og dermed bedre inntjening.

Av ulike årsaker skjer det dessverre at en produksjon blir mislykket. Dette ligger både i biologiske og tekniske forhold. Med dagens teknologi, er man svært sårbare for variasjoner i naturlige forhold som vanntemperatur og salinitet. Til en viss grad kan dette kompenseres for ved hjelp av varmepumper og salteanlegg, men fortsatt opplever man at miljøforhold under hovedsesongen kan gi dramatiske effekter på totalproduksjonen. Muligheter for å kunne legge inn på nytt vil derfor redusere risikoen for den enkelte oppdretteren.

På grunn av utnyttelseeffektivitet samt redusert risiko er det forbundet med store fordeler å være sesonguavhengig. Det viktigste forholdet er imidlertid at yngelkostnadene kan reduseres på grunn av økt produksjon. Hoveddelen av kostnadene ved å drive et anlegg er faste, og vil mer eller mindre være uavhengig av produksjon. Dette er utgifter forbundet med leie, lønninger, avskrivninger, avgifter etc. Variable kostnader er knyttet til produksjonsvolumet, og er i et kveiteyngelanlegg hovedsakelig knyttet til førkostnader. Dagens yngelpriser som ligger på ca 50 kr/ind for 5 gams yngel er et resultat av høye faste kostnader fordelt på en svært lav produksjon.

Hva skiller helårlig produksjon fra sesongproduksjon

I morsetning til sesongproduksjon som for kveitas vedkommende er avhengig av dens naturlige syklus, er helårlig produksjon uavhengig av naturlige rytmer. I sesongproduksjonen legges produksjonen opp etter stamfiskens biologiske rytme, og også delvis etter variasjoner i forekomster av naturlig dyreplankton. Man er med andre ord prisgitt de naturlige forutsetningene og variasjonene som naturen til enhver tid gir. I den semi-ekstensive produksjonsformen er timing et nøkkelord. Dersom gyting tidsmessig stemmer overens med forekomster og oppblomstringer av naturlig dyreplankton, kan resultatet bli meget godt, slik man så i 1994. I situasjoner der de ulike elementene varierer i takt, kan semi-ekstensiv produksjon være meget verdi-full. Dessverre har man altfor ofte opplevd at de naturgitte betingelsene ikke spiller på lag med oppdretteren. Den helårlige produksjonen er ikke bare helintensiv, d.v.s. at man er uavhengig av naturgitte forhold, men den er også i stor grad fristilt med hensyn til produksjonssesonger.

Krav til sesonguavhengighet

For at kveiteyngel skal kunne produseres uavhengig av normal gytesesong kreves en rekke tiltak. Tilgang på egg fra årstidsmanipulert stamfisk er en selvfølge. I tillegg kreves kontroll over miljøparametre som temperatur, lys, salinitet. Dessuten må det være tilgang på levendefôr for startfôringfasen.

I forhold til dette er det ikke sannsynlig at semi-ekstensive, eller semi-intensive metoder kan benyttes. Kun ved bruk av hel-intensive metoder kan man oppnå stabile og årstidsuavhengige miljøforhold i oppdrettskarene. Selve oppdrettsteknologien vil derfor tilsvare det som er beskrevet i de andre kapitlene i denne boken.

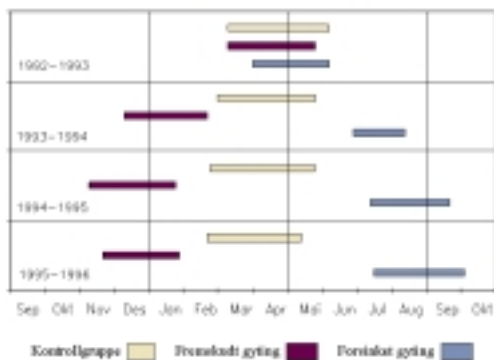
Helårlig eggproduksjon

For å oppnå sesonguavhengig eggproduksjon må stamfisken manipuleres med hensyn til miljøstimuli. Det er kjent fra en rekke arter at man ved å forskyve de naturlige lysrytmene kan oppnå modning og ovulasjon til andre tider enn normal gytetid (Bromage et al. 1993). For å oppnå gyteforskyvning må stamfisken gjennomgå en lengre akklimeringsperiode hvor lysrytmen gradvis endres til de nye verdiene som gir forskjøvet gyting. Desto lengre nord man kommer desto større variasjon er det i årstidene med hensyn til lystimer pr. døgn. Endringer i daglengde er det viktigste miljøsingnalet for dyr og planter for ulike fysiologiske prosesser, selv om endringer i temperatur også har vist seg å være et viktig stimuli.

I praktisk sammenheng vil prosessen med å gytetidsmanipulering kveite være langvarig. Man må regne med at det tar flere år før en bestand er etablert med forskjøvet gytetidspunkt. I akklimeringsperioden kan man heller ikke forvente at stamfisken skal produsere egg av god kvalitet. Det er derfor ansett å være en god strategi å starte lysmanipuleringen på fisk som ikke er kjønnsmodne (juvenile) slik at fisken kjønnsmodner første gang etter forskjøvet rytme.

Gytetidsforskyving består av to faser der den første er en relativt kort justeringsfase hvor døgnet enten forlenges eller forkortes alt ettersom om man ønsker fremskutt eller forsinket gyting. Ved f.eks en fire mnds. fremskytning av gytetidspunkt forkortes døgnet slik at en full lys- årssyklus gjennomgås på 8 mnd. Etter dette justeres døgnlengden tilbake slik at lys-årssyklusen er tilbake til 12 mnd, men 4 mnd forskjøvet. Tilsvarende gjøres ved utsatt gytetidspunkt der døgnlengden økes slik at lys-årssyklusen blir 16 mnd, for deretter å tilbakejustere til 12 mnds lysperiode. Etter den første fasen der årstidene justeres i løpet av en årssyklus, vil fisken normalt bruke noen sesonger på akklimering før full lysmanipuleringseffekt oppnås. Ved Fiskeldi Ejařardar (Island) ble en stamfiskgruppe fordelt på tre

undergrupper hvor en ble 4 mnd fremskutt, en ble 4 mnd utsatt, og den siste gruppen fungerte som kontroll. Etter justeringsperioden ble de ulike gruppene satt over på individuelle 12-mndrs. sykluser. Denne fisken ble fulgt opp over en 3-års periode (Björnsson et al, 1998). Som det fremgår av figur 1 har man med denne metoden oppnådd svært gode resultater ved permanent gytetidsforskyvning. Tilsvarende lysmanipulering av stamfisk er med godt resultat gjennomført ved Austevoll Havbruksstasjon der man i flere år har forlenget sesongen ved å ha gyteing til ulike tider av året.



Figur 1. Varighet av gyting fra første til siste observerte egg-gruppe. Etter Björnsson et al. (1998)

I følge figuren oppnådde man allerede etter et år forskyvning i gytetidspunkt. Det var imidlertid ikke før etter tre år med forskjøvet årstid at et flertall av individene modnet.

Algeproduksjon

Det er gjennom flere undersøkelser vist at tilsetning av alger i startfôringstankene har en klar og forsterkende effekt på fôropptak hos larvene (Naas et al. 1992, se forøvrig kapitlet «startfôring») i intensive systemer. Siden alger uten problemer kan dyrkes i store intensive monokulturer, vil dette ikke representere noen begrensning for helårsdrift. De aktuelle artene for vanntilsetning er alle varmekjære og dyrkes

ved temperaturer over 20 °C. Intensivt dyrkede alger er imidlertid svært varierende i kjemisk sammensetning, slik at de ut fra ernæringsmessige hensyn ikke alltid er like velegnede som naturlige algepopulasjoner som vil forekomme i semi-ekstensive systemer. Hvorvidt alger representerer en ernæringsfaktor i produksjon av kveitelarver er imidlertid usikkert. Artemia livnærer seg ved å filtrere partikulært materiale, deriblandt alger, fra sjøvannet

Produksjon av levendefôr

Som hos de fleste marine arter har man ikke funnet et akseptabelt alternativ til levendefôr i startfôringsfasen. Dette medfører at man ved sesonguavhengighet må ha ubegrenset tilgang på et høykvalitet levendefôr. Naturlig dyreplankton viser sterke sesongvariasjoner med hensyn til forekomster, slik at denne kilden ikke kan brukes som helårlig fôr i levendefôringsfasen. Dyrket levendefôr som Artemia og Rotatorier vil derfor være det eneste sikre alternativet. Foreløpig har man imidlertid ikke funnet anrikningsmetoder som gjør disse dyrene til fullgode alternativer til naturlig dyreplankton.

Kvalitet

I produksjon av kveiteyngel har man lang erfaring med at en diett bestående av korttidsanrikket Artemia ikke er fullgodt for å oppnå god yngelkvalitet (Næss et al, 1995). Dette gir seg som oftest utslag i feilpigmentering, med større eller mindre grad av manglende pigmentering. Dette fenomenet har også vært kjent i oppdrett av piggvar. Ufullstendig eller manglende øyevandring er også et velkjent fenomen blant fisk fôret med artemia. Flere undersøkelser har vist at dette kan forbedres ved periodvis å fôre larvene med naturlig dyreplankton (hoppekreps) (Næss). Hvilke komponenter i hoppekrepsene som er virksomme i denne forbindelse er imidlertid ikke kjent, selv om innholdet av flerumettede fettsyter er mulig.

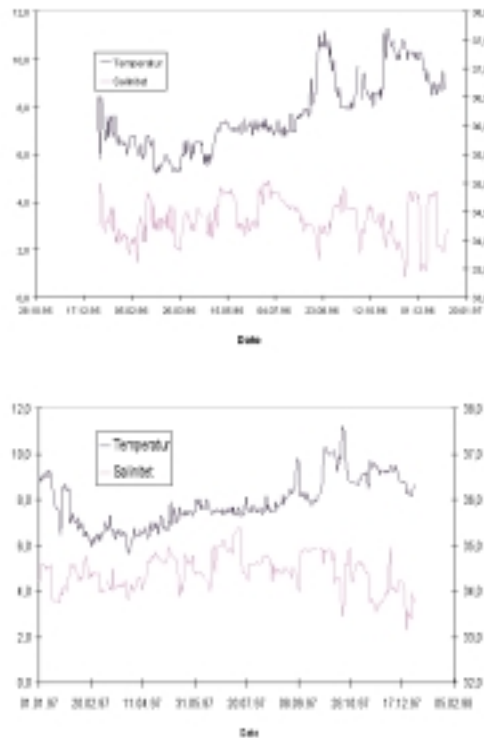
Forekomstene av naturlige hoppekreps følger oppblomstringen av alger om våren og

høsten, og er således en ressurs som er sterkt avhengig av årstid. Dette gjør at helårlig produksjon av kveiteyngel ikke kan baseres på tilskuddsfring med naturlig dyrep plankton.

Hvilke tekniske installasjoner trenger man for å drive årstidsuavhengig.

Ved yngelproduksjon til «normale tider» vil vannkvaliteten fra en dypvannskilde være relativt stabil både med hensyn til salinitet og temperatur. På etter-sommeren og utover høsten er det normalt langt større vertikalomveltninger i vannmassene, og derfor et mindre stabilt miljø med hensyn til både temperatur og salinitet. I figur 2 er temperatur og salinitet plottet mot dato for både 1996 og 1997. Som det går frem av figurene vil temperaturen og saliniteten på sen-vinteren ha mindre og færre utslag enn på siste halvdel av året. En normal produksjonssyklus starter gjerne med egg i februar, og ferdig yngel i juni. Dette bilde vil kunne forbedres noe ved å gå dypere ned med vanninntaket.

Yngelproduksjon av kveite foregår innenfor tildels snevre temperaturgrenser. I eggfasen har man en viss plastisitet med hensyn til temperatur, men siden man er avhengig av å vite utviklingsalderen (døgngrader) til eggene for å kunne overføre til silo like før klekking, er temperaturvariasjoner lite ønskelig. En inkuberingsstemperatur på konstant 6 °C er gjennomprøvd og har prediktabelt utfall. Videre er det viktig at temperaturen under plommesekkfasen holdes på et nær konstant nivå, delvis av samme grunn som i eggfasen, og delvis på grunn av at temperatursvigninger vil endre tettheten på vannet og dermed endre larvenes vertikalsposisjonering i siloene. For høye eller for lave temperaturer har også gitt indikasjoner på forhøyet andel deformerte larver. Under startføring hever man vanligvis temperaturen fra ca 6 °C i siloene, til ca 12 °C i startføringskarene. Dette har vist seg å gi et forbedret førtilslag blant larvene, og dermed



Figur 2. Salinitet og temperatur ved Austevoll Havbruksstasjon på 55 meters dyp i perioden 1996-1998

også bedre synkronitet i vekst. Den høyere temperaturen under startføring passer også godt med den økende temperaturen man ofte finner i midten/slutten av april.

Det er ikke påvist fysiologiske effekter på egg og larver som følge av naturlige endringer i salinitet. Derimot har salinitet en stor effekt på den passive flyteevnen til både egg og larver. Egg vil normalt flyte i vann med en salinitet på ca 33,5. For å holde eggene suspendert i klekkeri-inkubatorene har disse et vannsystem som gir oppstrøm (se kapittel om eggfasen). Denne oppstrømmen er vanligvis nøyaktig regulert for hver enkelt egg-gruppe for å hindre eggene i å synke til bunnen eller sette seg fast på overløpssilen. Ved endringer i saliniteten vil dette bilde forandre seg, og sannsynligvis resultere i økt dødelighet. På samme vis vil larver i plom-

mesekkefase kunne synke til bunnen av siloen ved hurtige reduksjoner i salinitet. Dette har i mange tilfeller hatt svært uheldig effekt.

For å kunne kompensere for de skiftende forholdene i temperatur og salinitet som normalt opptrer om høsten, er det nødvendig å installere apparatur for vannkvalitetsforbedring. Siden vanntemperaturen i mange tilfeller er for høy i forhold til anbefalt temperatur, er en varmpumpe i mange tilfeller nødvendig for å kunne drive helårlig. Varmepumpen kan brukes til både å kjøle vann til klekkeri og silo (6 °C), samt varme vann til startføring (12 °C). Dessuten er varmpumpen både rimelig i anskaffelse og energieffektiv.

For å kompensere for endringer i salinitet som følge av vertikale omveltninger, er det mulig å benytte automatiske salt doseringsanlegg. Et slikt system er basert på automatisk kontinuerlig måling av ledningsevnen (saliniteten) til råvannet. Ved avvik fra en forhåndsinstilt salinitet, aktiveres en doseringspumpe som tilsetter en konsentrert saltlake til vannstrømmen før målepunktet. For å sikre jevn salinitet er det viktig å sette forhåndsstillingen på et nivå som tilsvarer det maksimale nivået. En redusert salinitet vil kunne oppnås med tilsvarende inndosering av ferskvann. Slike systemer for salinitetsjustering er driftssikre og rimelige i innkjøp.

Referanser

- Björnsson B.T., Halldórsson Ó., Haux C., Norberg B. and Brown C.L. 1998. Photoperiod control of sexual maturation of the Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*): plasma thyroid hormone and calcium levels. *Aquaculture*, 166: 117-140
- Bromage N., Randall C., Davis B., Thrush M., Duston J., Carillo M. and Zanuy S. 1993. Photoperiodism and the control of reproduction and development in farmed fish. In: Lahlou B., Vitello P. (eds), *Aquaculture: Fundamental and applied research, Volume Coastal and Estuarine Studies 43*. American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 81-102.
- Næss T., Germain-Henry M., Naas K.E. 1995. First feeding of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) using different combinations of *Artemia* or wild zooplankton. *Aquaculture*, 130: 235-250.
- Næss T., Harboe T., Mangor-Jensen A., Naas K.E., Norberg B. 1996. Successful first feeding of Atlantic halibut larvae from photoperiod-manipulated broodstock. *The Progressive Fish-Culturist*, 58: 212-214.
- Naas, K.E.; Næss, T.; Harboe, T. 1992. Enhanced first feeding of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in green water. *Aquaculture*, 105: 143-156.