

Begrepet startfôring har vært benyttet til å beskrive larvenes første fôropptak. Hvor lenge denne perioden varer har det imidlertid vært ulike oppfatninger om. I det følgende vil begrepet startfôring benyttes om perioden fra larven tilbys exogent fôr og fram til den tilvennes et formulert fôr (weaning). Selvfølgelig er ikke dette noen god definisjon, siden begge disse tidspunktene stadig er under evaluering.

Produksjon av kveitelarver i noe antall ble først utført i Norge ved bruk av store flytende presenningsposer hvor larvene ble tilbudt naturlig zooplankton. Denne metoden har dannet grunnlaget for den kommersielle norske kveiteproduksjonen i mange år (Øiestad and Berg 1989; Tilseth et al. 1992; Berg 1997; van der Meeren and Naas 1997). Selv om *Artemia* benyttes som fôr supplement når mengden zooplankton er begrensende (Berg 1997), er denne «semi-intensive» metoden avhengig av store mengder tilgjengelig naturlig zooplankton.

I 1994 ble mer enn 300.000 kveiteyngel produsert semi-intensivt, hovedsakelig ved Stolt Sea Farms anlegget på AGA i Hordaland. Senere produksjoner i semi-eks-tensive systemer har imidlertid ikke innfridd forventningene som ble lagt tidlig på 90-tallet. Årsakene til dette er komplekse, men ligger hovedsakelig i forbindelse med store sesong-variasjoner i zooplanktonforekomster, temperatur, lys og alger. I de senere årene har også nodaviruset VER bidradd ytterligere til å begrense produksjonen. Usikkerhetene i den semi-intensive metoden medført at flere og flere oppdrettere helt eller delvis har gått over til intensiv drift der alle miljøparametrene er kontrollerbare. I det følgende vil de to hovedmetodene kort beskrives. En mer utførlig beskrivelse av den semi-intensive metoden finnes imidlertid under kapittelet «mesokosmos».



Den semi-intensive metoden

En praktisk definisjon på semi-intensiv yngelproduksjon kan være produksjon der man lar yngelstadiet vokse opp i sitt naturlige miljø uten tilførsel av noe annet enn tidlige stadier av arten selv. Den rene semi-intensive produksjonsformen blir idag benyttet i pollproduksjon av torskeyngel og var i sin tid betraktet som litt av et under. Denne metoden krever imidlertid store volumer for å opprettholde en tilstrekkelig mengde dyreplankton, og blir idag i liten grad benyttet til produksjon av fisk. Skjelldyrking i ulike kulturer er et eksempel på at denne denne produksjonsformen likevel er svært anvendelig for andre typer organismer. I produksjon av fiskeyngel har det skjedd en gradvis overgang fra den semi-intensive produksjonsformen til det man idag kaller for semi-intensiv. I den semi-intensive produksjonsformen av kveiteyngel, brukes store nedsenkede poser av et syntetisk materiale. Posene er normalt plassert i en poll der man drar fordel av gunstige vårtemperaturer, og som også benyttes som vannkilde for en liten vannutskifting i posene. I en avgrenset poll der topp-predatorer som fisk og maneter er fjernet, vil man om våren oppleve store oppblomstringer av ulike arter zooplankton. Selv om man i mange poller har en forholdsvis ensartet sammensetning av dyreplankton fra år til år, varierer mengden mye. Siden den tilgjengelige mengden zooplankton også i åpen sjø varierer fra år til år, er vanskelig å forutsi fôrtilgjengelighet.

Det er forekomstene i pollene som danner næringsgrunnlaget for den semi-intensive pro-

duksjonsformen. I år der man har god produksjon og tidsoverensstemmelse mellom startfôringsklare kveitelarver og riktig størrelse zooplankton, er det sannsynligvis ingen metode som kan vise til så gode driftsresultater som den semi-intensive (jrf 1994). For en utførlig beskrivelse, se kapittelet om: Semi-intensiv og semi-intensiv yngelproduksjon av Terje van der Meeren.

Den intensive metoden

Arbeidet med å utvikle en alternativ metode for yngelproduksjon ble startet på et tidlig tidspunkt etter modell av den tradisjonelle intensive produksjonsformen som blir benyttet til en rekke marine arter bl. a. i Europa. Dette er en metode der yngelen produseres i mindre og kontrollerbare systemer, og hvor fordyrene samtidig produseres i de til enhver tid nødvendige mengdene. Alle miljøparametre slik som temperatur, oksygeninnhold, salinitet og algekonsentrasjoner kan i prinsippet kontrolleres og varieres etter ønske.

De første forsøkene med intensiv produksjon av kveiteyngel var langt fra oppløftende. Sammenlignet med intensivproduksjon av f.eks piggvaryngel, var det helt andre problemer som kom for dagen. Tradisjonelt har fôr og fôr kvalitet sammen med hygiene vært de største hindringene for masseproduksjon av marine fiskeyngel. I kveitas tilfelle viste det seg at larvene umiddelbart etter utsetting i startfôringskarene nærmest begikk kollektivt selvmord ved å stimle sammen i overlatten i tette svermer uten å ha den minste interesse for føret de ble tilbudt. De ytterst få individene som overlevde de kritiske 2-3 dagene viste liten lyst til å spise og døde som regel etter noen uker. Denne uheldig atferden ble tilskrevet larvenes sterke fototaktiske instinkter, d.v.s. trang til å svømme mot en lyskilde, og alle tenkelige tiltak ble gjort for å redusere både lyskildeeffekten, og refleksjoner fra karveggen. Tilslutt ble systemene så kompliserte at de var uhensiktsmessige som produksjonsenheter,

og man var tvunget til å tenke helt nytt. Det viste seg ganske snart at man ved å manipulere lyskvalitet heller enn lysstyrke, samtidig som det ble satt igang en svak omrøring i karet, at startfôringsresultatene ble adskillig hyggeligere. I 1994 klarte man for første gang å oppnå at nær alle larvene i en startfôrings-tank begynte å ta til seg fôr etter kun noen timer etter overføring. På dette tidspunktet kom ernæringsproblematikken på banen med full tyngde. Tidligere ernæringsforsøk hadde vært svært preget av den lave overlevelsen, slik at mye av dette arbeidet ble gjenopptatt. Det viste seg at et kosthold bestående av kun anrikt Artemia (saltkrepss) på langt nær var godt nok til å gi vekst og overlevelse. Dette ble imidlertid kompensert for ved å gi små tilskudd av zooplankton, slik at man i 1995 fikk de første "store" gruppene med intensivt produsert yngel. Selv om det i produksjonssammenheng ble produsert et lite volum, var likevel overlevelsestallene forbløffende. I flere av startfôrings-tankene var overlevelsen fra larve til metamorfosert yngel på mer enn 50%, et resultat knapt noen annen marin fisk kan matche. Det viste seg også at yngelen kunne produseres i store tettheter.

Et av de store problemene ved å flytte oppdrettet fra utendørs mesokosmos til innendørs intensive startfôrings-tanker var å finne et fornuftig lysregime. I de tidligste forsøkene ble startfôringen foretatt i kar med liten vannbevegelse og meget lav utskiftingsrate og med kunstig lyskilde. Larvenes meget utpregete fototaksi førte til sterk overflateaggregering med påfølgende dødelighet (Naas and Mangor-Jensen, 1990). Denne adferden ble mistenkt å ha sammenheng med det snevre spekteret og den lengre bølgelengden til de intensive lyskildene sammenlignet med naturlig dagslys. Ved å benytte UV-A lys som tilleggsllys har man senere oppnådd en bedre fordeling av larvene i startfôrings-tankene i den kritiske perioden like etter overføring til startfôringskarene.

Den intensive produksjonsformen krever i



Figur 1. Intensiv produksjonslinje for kveiteyngel. Den semiekstensive metoden benytter samme produksjonssystemer som den intensive helt fram til startfôring.

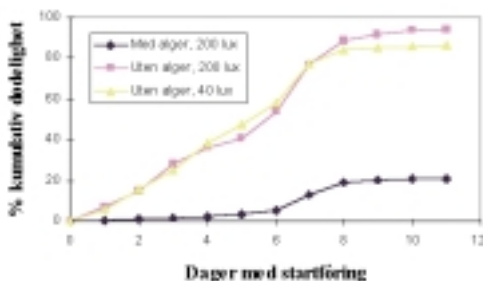
sin natur store ressurser både arbeidsmessig, og ikke minst i produksjon av levendefôr og alger. Ønsket om å være sesonguavhengig, slik at produksjonsenhetene kan benyttes flere ganger årlig har derfor vært en av de viktigste argumentene for intensiv drift. Siden miljøforhold stort sett kan produseres kunstig, var det kun et spørsmål om fôr kvalitet og selvfølgelig tilgang på kveiteegg som begrenset denne muligheten. Årstidsmanipulering med lys og temperatur på stamfisk resulterte i forskjøvet gytesyklus, slik at egg og larver nå er tilgjengelig til flere tider på året. Nye kommersielle anrikningsprodukter til *Artemia* har sørget for at dette fôrdyret har en ernæringsmessig kvalitet som nærmer seg naturlig zooplankton.

Effekt av mikroalger

Det har lenge vært kjent at i oppdrett av marine fiskearter vil en viss tilsetning av mikroalger til oppdrettsvannet ha god virkning på overlevelse og vekst (Reitan 1994). Dette har også vist seg å være tilfellet for kveitelarver (Naas et al. 1992). Selv effekten av grøntvann har vært et tema for diskusjon, og har ikke fått noe fullgodt svar. De teoriene som har vært framsatt har gått på 1) Anti-bakteriell effekt.

2) Ernæring 3) Forbedret lys/kontrast for fôr-opptak. Det er tidligere påvist at en rekke algearter produserer anti-bakterielle stoffer (Azam et al., 1983). Dette er imidlertid avhengig av at algen er i vekst, noe som har vært vanskelig i oppdrettskar med lav lysintensitet og lave temperatur. Alger som kosttilskudd har også vært diskutert, og da spesielt i forbindelse med «grønn tarm» funnene både på torsk og piggvar. Flere arter har vist å ha et aktivt opptak og fordøyelse av mikroalger (Reitan, Bolla and Olsen, 1991), d.v.s. et opptak som er høyere enn det man vil forvente å finne som resultat av drikking av vann, dette gjelder også for kveite (Reitan 1994). Det er imidlertid svært tvilsomt at tilsvarende konsentrasjoner av alger noensinne vil opptre i artenes naturlige oppvektsområder. For kveite sin del har det derfor blitt antatt at den viktigste effekten av alger er å forbedre miljøet med hensyn til lys og turbiditet, slik at byttedyrene blir lettere synlige for kveitelarven. Dette understrekes også ved at den mest åpenbare forskjellen mellom grøntvann og klartvann er at larvene i grøntvann kommer raskere igang med fôr-opptak. Overlevelse blant larver er også mye bedre i grøntvann enn i klartvann (Naas et al, 1992). I 1995 og 1996 gjennomgikk metoden for intensiv produksjon av kveiteyngel en radikal forbedring, som i enkelte tilfeller resulterte i overlevelser fram til metamorfose på mer enn 50%. Et sentralt spørsmål var derfor om det fortsatt var behov for algetilsetninger, eller om dette var et behov som var knyttet til de ikke-optimale systemene man tidligere hadde benyttet. I 1999 ble derfor forsøkene med alger gjentatt i systemer som statistisk gir god overlevelse fram til metamorfose. Disse undersøkelsene viste med all tydelighet at tilsetninger av mikroalger har en klar effekt på overlevelse (Fig. 2). I dette forsøket ble det også benyttet to ulike lysstyrer i karene uten alger. Som det fremgår av resultatene er det ikke forskjell på 40 og 200 lux lysstyrke i karene uten alger. I begge disse karene var

dødeligheten i perioden fram til dag 12 med startfôring ca 90%. (hhv 87 og 93%). En stor del av denne dødeligheten skjedde før man ville forvente sultdød (ca dag 6 med startfôring - 340 døgngader). Det er derfor grunn til å tro at tilsetninger av mikroalger virker reduserende på stress blant larvene. Siden dyrking og distribusjon av alger representerer et betydelig arbeid i forbindelse med startfôring, har man i enkelte sammenhenger forsøkt andre tilsetninger (leire, kaolin, algepasta) for å oppnå samme «grøntvannseffekt». Det har i disse forsøkene vært klare indikasjoner på økt fôropptak sammenlignet med klart vann. Langtidseffekter av disse stoffene er imidlertid ikke klarlagt. Det er imidlertid sikre resultater som viser at algetilsetninger har en klar positiv effekt på etablering av tarmflora hos larvene (Bergh et al., 1994) Man har fortsatt ikke sikre resultater som viser hvor lenge, og hvor mye alger man behøver til startfôring, men idag benyttes algekonsentrasjoner som gir en lysspredning på ca 2 NTU og med en varighet på 12 dager. Det er grunn til å tro at begge disse faktorene i fremtiden kan reduseres.

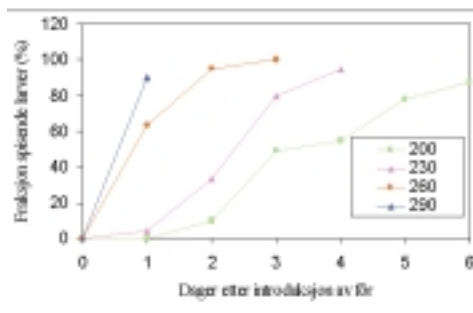


Figur 2. Effekt av mikroalger som tilsetning til oppdrettskar ved startfôring.

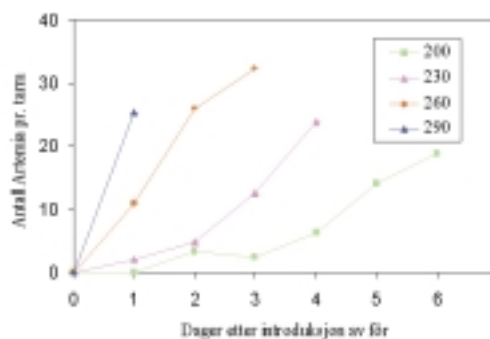
Alder ved startfôring

Fra naturen hadde man ingen informasjon eller retningslinjer for hvilken alder kveitelarver bør ha før de tilbys startfôr all den tid kveitelarver på dette stadiet ikke er funne i naturen. Av praktiske hensyn er denne parameteren svært viktig. Ved startfôring overføres larvene fra plommesekkinkubatorene (siloene) til flatbunnete startfôringskar hvor alger og fôr tilsettes. For å oppnå et godt fôrtilslag og god overlevelse er det viktig at larvene er biologisk modne for å innta forpartikler. For å løse dette er det gjennomført en rekke undersøkelser med ulike tilnærminger til problemet. En histomorfologisk undersøkelse av Kjorsvik og Reiersen (1992) indikerte at larvene var klar til eksogent fødeopptak på et meget tidlig utviklings-trinn (ca 150 døgngader, eller 25 dager ved 6°C etter klekking). Dette resultatet ble støttet av undersøkelser på opptakmekanismer av alger hos plommesekkklarver (Reitan et al. 1994), og av atferdsobservasjoner og vekstundersøkelser (Skiftesvik et al. 1994). Histologiske undersøkelser av muskelfibre fra plommesekkklarver viste også et skifte i funksjon på et relativt tidlig stadium (Galloway et al. 1995).

I kontrast til disse funnene, har praktiske fôringsforsøk gjentagende ganger vist at larvene må være mer enn 200 døgngader for fôropptak, noe som også etterhvert har blitt implementert som industristandard. I en tidlig undersøkelse ble naturlig zooplankton gitt til kveitelarver i alderen fra 150 døgngader til 230 døgngader etter klekking. Fôropptaket ble funnet å øke med økende alder, og 230 døgngader ble foreslått som et optimalt tidspunkt (Harboe et al., 1990). Den samme trenden ble funnet av Lein og Holmefjord (1992) der rotatorier ble benyttet som fôr. De høyeste fôropptaksratene i denne undersøkelsen ble funnet blant larver i alderen 200-265 døgngader. Senere undersøkelser har vist at første fôropptak ytterligere kan forbedres ved å utsette startfôringstidspunktet til etter 260 døgngader (Harboe et al, 1998, Figur 3 og 4).



Figur 3. Alder ved startfôring 1: Andel larver med fôr-optak.



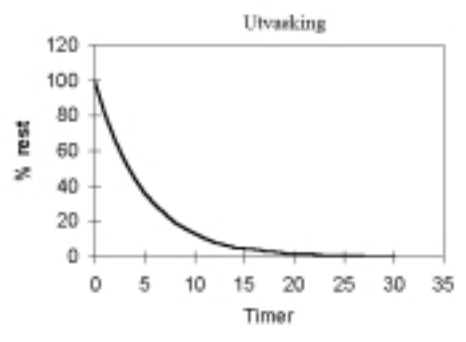
Figur 4. Alder ved startfôring 2: Antall byttedyr pr. larve som funksjon av tid etter introduksjon av fôr.

Siden det er biologisk mulig å starte fôring over en lengre periode, er det andre faktorer enn larvefysiologi som er viktig for vellykket produksjon. Tidlig startfôring (200 døgngrader) er vanligvis ikke ønskelig på grunn av larvenes lave spiserate, selv om de har samme krav til byttedyrtetthet som eldre larver. Resultatet blir derfor at en stor fraksjon av det tilførte foret blir værende uspist igjen i karet hvor det etter en tid dør og danner substrat for bakterievekst (Skiftesvik 1996). Økt oppholdstid i tanken vil også bidra til å redusere næringskvaliteten til Artemia. Det er vist at DHA innholdet av en anriket Artemia reduseres med 50% i løpet av 24 timer (Evjemo et al.

1997). Flerumettet fett (og da spesielt DHA) er vist å spille en viktig rolle i ernæringen til marine fiskelarver (Kanazawa 1993; Reitan et al. 1994; Næss et al. 1995).

Problemet med uspist Artemia unngås lettest ved å la larvene bli litt eldre før startfôring. Som det fremgår av figur vv, vil larver som er eldre enn 260 døgngrader umiddelbart ta til seg føde i motsetning til yngre larver som kan bruke flere dager på å komme igang. I tillegg kan vanntilførsel økes slik at Artemia vaskes ut med avløpsvannet før den forringes kvalitetsmessig. Dette er en løsning som egner seg best for perioden etter at algeperioden er over på grunn av uønsket utvasking av alger. Som det framgår av figur 5, vil det i et 1500 liters startfôringskar med en vanntilførsel på 5 l/min ta ca 3,5 timer før konsentrasjoner av alger og artemia er halvert.

I tillegg til de negative konsekvensene av ikke-spist Artemia, vil en overfôring også ha et sterkt økonomisk element. Kostnader forbundet med innkjøp, dyrking og anrikning av Artemia er en av de største utgiftspostene i et intensivt yngelanlegg. I tillegg til vente med startfôring til etter 260 døgngrader, vil en høy tetthet av larver i karet også bidra til å forbedre «dynamikken» i karet, d.v.s. balansen mellom byttedyr og larver.



Figur 5. Teoretisk utvaskingskurve med flow= 5 liter/min i et 1500 liters kar. Utvasking (halveringstider) forutsetter ideell blanding av tilførselsvann.

Ernæring

Som for de fleste andre marine fiskearter har man ikke funnet et formulert fôr som tilfredstiller kravene til kveitelarvene i de første dagene etter at de begynner å spise. Foreløpeig er man derfor avhengig av å benytte levende organismer som fôr til larvene. I naturen lever larvene på en diett av copepodenauplier, og i de første startfôringsforsøkene ble naturlig zooplankton benyttet som fôr til larver i utendørsystemer (Naas et al. 1987). Som et ledd i intensivering av yngelproduksjonen, har utviklingen gått i retning av å benytte de intensivt produserte fôrorganismene *Artemia* og hjuldyret *Brachionus*. *Artemia* tilhører krepsdyrene i en klasse som kalles *Brachiopoda* («gjelle-føttinger») og er hjemmehørende i varme strøk. Mesteparten av all *Artemia* som benyttes i akvakultur kommer fra de store saltsjøene i Utah, USA, selv om etterhvert også *Artemia* fra andre deler av verden har kommet på markedet. *Artemia* skiller seg fra vårt naturlige zooplankton hovedsakelig ved et svært lavt innhold av flerumettet fett og frie aminosyrer. *Artemia* klekkes fra tørre hvileegg som kjøpes på boks, og er svært enkelt å dyrke i intensive kulturer. Hjuldyret *Brachionus pilschardus* er vanlig benyttet som startfôr til små fiskelarver som ikke klarer å svelge byttedyr på størrelse med *Artemia*. I likhet med *Artemia* har hjuldyr også et kjemisk innhold som avviker sterkt fra det man finner hos naturlig zooplankton. På grunn av kveitelarvens store størrelse ved startfôring har det vært mulig å utelate hjuldyr som første startfôr, selv om en i en rekke undersøkelser har hatt som mål å sammenligne disse fôrorganismene med det naturlige zooplanktonet for å finne årsakene til at man ikke oppnår samme kvalitet på yngel produsert på *Artemia* eller *Brachionus*.

Artemiaproduksjon

Artemia cyster er et kommersielt produkt som kan kjøpes fra en rekke forhandlere. Cystene er hvileegg, og vil opprettholde sin klekkbarhet i svært lang tid dersom de oppbevares riktig (kaldt, mørkt, tørt). Det finnes idag en rekke forskjellige cyster på markedet, og disse varierer endel med hensyn til behandling for å oppnå godt resultat. Noen former for cyster har bl.a. et meget kraftig eggeskall som bør fjernes kjemisk for å forbedre klekkeandelen. *Artemia* klekkes ved inkubering i brakkvann (anbefalt ca 25 promille) ved 27°C under kraftig omrøring i form av luftbobling. Etter 24 timer er eggene klekket, og naupliene kan siles fra og overføres til anrikningstanker.

Anrikning

For at *Artemia* og hjuldyr skal kunne benyttes som startfôr for kveitelarver, og andre areter av kaldt-vannsarter, må deres næringsinnhold forbedres ved såkalt anrikning. Ved anrikning tilsettes en emulsjon av fett (-og evt. proteiner) til dyrkingsmediet som så blir tatt opp av fôrdyrene ved filtrering. I dag finnes en rekke kommersielt tilgjengelige produkter for anrikning av *Artemia* og hjuldyr, men ingen av disse har sålangt gitt tilfredsstillende resultat med hensyn til yngelkvalitet.

Ved produksjon av anriket *Artemia* blir anrikningen først emulgert med vann ved kraftig miksing. Deretter blir emulget tilsatt produksjonstankene. Man anbefaler tettheter av *Artemia* opp til 200 ind/ml under anrikningen. Ca 24 timer etter at *Artemia* er satt til klekking vil krepsdyret gå inn i stadium Instar 2 av larvestadiet. På dette tidspunktet er den istand til å filtrere ut mikropartikler av vannet som føde.

Tidlige startfôringsforsøk var sterkt preget av stor dødelighet, uten hensyn til hva slags fôr som ble benyttet. (Holmefjord et al. 1989; Boxaspen et al. 1990). Dette gjenspeiler begrensingene til den tids oppdrettssystemer og mangelen på retningslinjer for larvenes energibehov. Larveveksten i disse forsøkene var



Figur 6. Skisse av Artemiaproduksjon. 1. Artemia cyster (evnt. decapsulerte) tilsettes klekketanken (27 °C, 22 ppt salinitet). 2. Etter ca 24 timer siles, skylles og overføres Artemia til anrikningstanker (27 °C, 34 ppt salinitet) hvor anrikningen tilsettes. 3. Etter ytterligere 24 timer sies Artemia, skylles, og føres ut til larvene.

da også svært dårlige sammenlignet med dagens standard. Likevel ble det slått fast at larver føret med naturlig zooplankton viste bedre vekst enn larver føret med Artemia eller hjuldyr. (Holmefjord et al. 1989; Boxaspen et al. 1990; Skjoldal et al. 1990). Selv om disse forsøkene ble utført under ikke optimale forhold gav de likevel en god pekepinn på at naturlig zooplankton var ernæringsmessig overlegent, noe som senere undersøkelser også har stadfestet (Næss et al. 1995; Næss and Lie). Noe av forskjellene i vekst mellom grupper føret på Artemia og naturlig zooplankton ble imidlertid forklart ved utarbeidelsen av en fôringstabell basert på energibehov (van der Meeren 1995). Det viste seg at mengden Artemia benyttet i tidlige fôringsforsøk etter all sannsynlighet lå langt under behovet for normal vekst, mens larvene som ble tilbudt en diett av naturlig zooplankton hadde fordelen av å kunne beite på økende størrelser av plankton etterhvert som de vokste og derfor kunne klare seg med et lavere antall byttedyr. I følge denne energimodellen kan kveitelarver ventes

å spise mer enn 2500 Artemia daglig. I praktiske forsøk har det da også vist seg at høye vekst- og overlevelsestall kan oppnås ved å bruke fôringsregimer basert på Artemia etter energimodell, forutsatt at man oppnår tilfredsstillende appetitt hos larvene. (Harboe et al. 1997; Gara et al. 1998)

Metamorfose og Feilutviklinger

Etter at larvene har nådd et visst utviklings-trinn starter den prosessen som i en fellesbetegnelse kalles for metamorfose eller omvandling. Under metamorfosen vil larven legge seg på den ene siden, først som pelagisk larve, og siden nær knyttet til bunnen («bunnslåing»). Kveita vil etter metamorfose ha den høyre siden som «oppside» (dorsalside), og vil dermed være høyrevendt, i motsetning til f.eks piggvar som normalt sett er venstrevendt. Samtidig som dette pågår vil det ene øyet vandre fra det som skal bli undersiden («blindsiden») og over til den andre siden som også pigmenteres. Det er imidlertid svært vanlig å finne individer som er feilvendte. I oppdrett utgjør dette vanligvis 5-10% av yngelen. Om dette medfører ulemper for fisken i naturen vet man ikke, men i oppdrett har man ikke observert at feilvendt fisk har lavere vekst eller overlevelse enn «normal» fisk.

Med de forbedrede resultatene i intensivt oppdrett ble det samtidig synliggjort at selv om rimelig god overlevelse og vekst oppnås ved bruk av Artemia, er det fortsatt store innslag av ulike misdannelser blant larvene, spesielt i forbindelse med metamorfose. Dette gjelder i første rekke feilpigmentering og ufullstendig øyevandring. Feilpigmentering omfatter både ulik grad av på pigmentmangel, og uønsket pigmentering på «blindsiden». Ufullstendig øyevandring varierer fra små avvik fra normal til ett øye på hver side (Gara et al. this issue; Pittman et al. this issue). Man vet idag lite om hvilke faktorer som styrer metamorfoseprosessen. Ved å tilsette hormonet thyroxin har man i forsøk oppnådd forbedret pigmentering og øyevandring, hvilket viser at dette hormonet er

medvirkende i metamorfoseprosessen. Andre forsøk har vist at man kan oppnå normal utvikling ved å benytte zooplankton i et kort tidsrom før metamorfose Næss et al. (1995) and Næss and Lie (1998). Denne «copepodevindu» tilnærmingen til problemet har i kommersiell sammenheng gitt gode resultater, selv om det begrenser seg til oppdrettere som har tilgang på naturlig zooplankton.

Betydningen av fôrregimer

Ved å benytte anriket artemia som startfôr vil risikoen for at larvene spiser et kvalitetsmessig for dårlig fôr øke oppholdstiden til artemia i startfôringskaret. Flerumettet fett vil i løpet av noen timer reduseres i Artemia, både på grunn av tarmtømming og på grunn av metabolisme. Etter ca 12 timer vil denne nedgangen være på ca 50% i forhold til innholdet umiddelbart etter at Artemia er høstet fra anrikningstankene. Det er derfor viktig at Artemia tilføres i en mengde som kveitelarvene klarer å spise. Underfôring vil gi redusert vekst og overlevelse, og overfôring vil likeledes gi forringelse av fôrkvaliteten. Ved å bruke en fôringstabell (van der Meeren, 1996, tabell 1) som utgangspunkt vil man kunne justere tilført fôrmengde utfra larvenes appetitt. Blant oppdrettere er det svært ulike oppfatninger om hvordan den daglige fôrmengden skal rasjoneres. Enkelte mener at hele rasjonen skal føres ut i en én-gang, mens andre foretrekker at dagsrasjonen

skal fordeles på mange mindre måltider, eller helst kontinuerlig tilførsel av fôr. Sålangt finnes det lite eksperimentelt arbeid som belyser dette, og gode (og dårlige) resultater er oppnådd etter begge ytterlighetene.

Som det fremgår av tabellen vil behovet for byttedyr øke sterkt etterhvert som larven blir eldre. På dag 35 ved 13°C vil behovet for Artemia være nærmere 2500 pr. larve, hvilket igjen vil si 25 millioner Artemia i et yngelkar med 10.000 individer. I tillegg til dette må det tas hensyn til utvasking og dødelighet, slik at effektiv utfôring vanligvis ligger 20-30 % over tabellverdier.

Startfôrings-tanken

Ved oppnådde 265 døgngrader er larvene klar til å ta til seg føde, og overføres til startfôringskar i tettheter fra 2-10 individer pr. liter. Normal størrelse på produksjonskar er fra 1,5 til 3 meter diameter, og vanndybde på 0,8-1,2 meter. God hygiene ser ut til å være en nøkkelfaktor i vellykket yngelproduksjon, og bunnsedimentet som i hovedsak består av fekalier, døde fôrorganismer, sedimenterte alger og døde larver må med jevne mellomrom fjernes for å hindre unødig bakterievekst. Vanligvis blir startfôringstanker rengjort manuelt ved hjelp av ulike utforminger av heverter, noe som er en både tidkrevende og tung prosedyre og hvor bunnsedimentet lett blir virvlet opp blant de pelagiske larvene. Problemet forster-

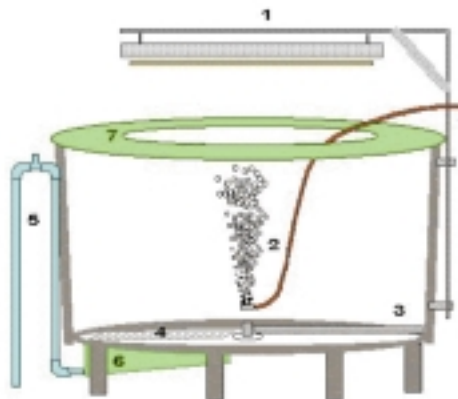
Tabell 1. Beregnet fôrbehov (antall Artemia) for å opprettholde en middels vekstrate. SVR er daglig tilvekst i prosent av larvevekten.

Alder (dager)	SVR %	Tørrvekt (mg)	Våtvekt (mg)	StandardL (mm)	Fôrbehov			
					7°C	9°C	11°C	13°C
5	5,5	1,1	8,4	14,3	108	117	128	141
10	7,8	1,5	11,8	15,0	168	179	193	209
15	9,8	2,4	18,1	15,9	273	287	305	326
20	11,3	3,9	30,2	17,2	453	474	499	529
27	12,1	8,6	66,0	19,3	926	963	1006	1059
35	11,5	21,0	161,8	22,9	2066	2142	2232	2338

kes når larvene begynner å legge seg på bunnen av karet. Når larvene har oppnådd en størrelse på ca 0.1 gram kan de tilvennes tørrfôr (Opstad, 1995).

Flere oppdrettere har i den siste tiden tatt i bruk automatiske rensesystemer som i prinsippet består av en rensarm påført enten børster eller gumminaler. Disse systemene sikrer at karet til enhver tid er rent, samtidig som fisken ikke blir forstyrret av manuell røkting.

Utviklingen av rensesystemet er utvilsomt et av de til nå viktigste bidragene til en mer effektiv drift av kar. Ikke bare på grunn av arbeidsbesparelse, men også ved et svært forbedret miljø i form av bedre hygiene og mindre forstyrrelser.



Figur 7. Skisse av tank i perspektiv. 1) Belysning med lysstoffrør. 2) Sentral luftbobling. 3) Rensarm med avløp. 4) Rist. 5) Utvendig avløpsmunk. 6) Pung 7) skyggekant.

Referanser

- Azam F, Fenchel T., Field J.G., Gray J.S., Meyer-Reil L.A. and Thingstad F. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10:257-263
- Berg L. 1997. Commercial feasibility of semi-intensive larviculture of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, 155: 333-340.
- Bergh, Ø.; Naas, K.E.; Harboe, T. 1994. Shift in the intestinal microflora of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) larvae during first feeding: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51: 1899-1903.
- Boxaspen K., Harboe T., Skjolddal L.H. 1990. A pilot study of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) reared from startfeeding to metamorphosis on diets of wild zooplankton and *Artemia*. *International Council for the Exploration of the Sea C.M.* 1990/F:52 19pp. (in mimeo)
- Evjemo J.O., Coutteau P., Olsen Y. and Sorgeloos P. 1997. The stability of docosahexaenoic acid (DHA) in two *Artemia* species following enrichment and subsequent starvation. *Aquaculture* 155: 135-148.
- Galloway T., Lein I., Akster H.A., Kjørsvik E. 1995. Growth of swimming musculature during the yolk sac stage of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) Pp. 94-97, In: Lavens, P., Jaspers, E., Roelants, I. (eds) *Larvi'95, Fish & Shellfish Larviculture Symposium*, Gent, Belgium, sept. 1995. EAS Special Publication no. 24.
- Gara B., Shields R.J., and McEvoy L. 1998. Feeding strategies to achieve correct metamorphosis of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. using enriched *Artemia*. *Aquaculture Research* 29: 935-948.
- Harboe T. and Mangor-Jensen A. 1998. Time of first feeding of Atlantic halibut larvae. *Aquaculture research* 29:913-918

- Harboe T., Mangor-Jensen A., Naas K. E. and Næss T., 1998. First feeding tank designed for halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) larvae. *Aquaculture research* 29: 919-923
- Harboe T., Mangor-Jensen A. and Berg L., 1997. Intensive production of halibut fry, with emphasis on larval feeding. In: Short communications and abstracts from Aquaculture Trondheim '97. Cultivation of coldwater species: Production, Technology and Diversification (ed. by L. Jørgensen), pp 30-31.
- Harboe T., Næss T., Naas K.E., Rabben H., Skjolddal L.H. 1990. Age of Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) at first feeding. *International Council for the Exploration of the Sea C.M. 1990/F:53* 7pp. (in mimeo)
- Holmefjord I., Bolla S., Reitan K.I. 1989. Start feeding of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) on enriched rotifers and *Artemia* compared with collected plankton. Pp. 479 In: Blaxter, J.H.S., Gamble, J.C., von Westernhagen, H. (eds) *The Early Life History of Fish. The Third ICES Symposium, Bergen, 3-5 October 1988. Rapports et Procès-verbaux des Réunions Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 191.
- Kanazawa A. 1993. Nutritional mechanisms involved in the occurrence of abnormal pigmentation in hatchery reared flatfish. *Journal of the World Aquaculture Society* 24: 162-166.
- Kjørsvik, E., Reiersen, A.L. 1992. Histomorphology of the early yolk-sac larvae of the Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) - an indication of the timing of functionality. *Journal of Fish Biology*, 41: 1-19.
- Lein I., Holmefjord I. 1992. Age at first feeding of Atlantic halibut larvae.: *Aquaculture*, 105: 157-164.
- McEvoy L.A., Naess T., Bell J.G. and Lie O. (1998) Lipid and fatty acid composition of normal and malpigmented Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed enriched *Artemia*: a comparison with fry fed wild copepods. *Aquaculture* 163: 237-250.
- 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. and Lie Ø. 1998. A sensitive period during first feeding for the determination of pigmentation pattern in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L., juveniles: the role of diet. *Aquaculture Research* 29: 925-934.
- Naas K.E. and Mangor-Jensen A. 1990. Positive phototaxis during late yolk-sac-stage of Atlantic halibut larvae *Hippoglossus hippoglossus* (L.). *Sarsia*, 75: 243-246.
- Naas K.E., Næss T., Harboe T. 1992. Enhanced first feeding of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in green water. *Aquaculture*, 105: 143-156.
- Naas K.E., Berg L., Klungsøyr J., Pittman K. 1987. Natural and cultivated zooplankton as food for halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) larvae: *International Council for the Exploration of the Sea C.M. 1987/F:17* 22pp. (in mimeo)
- Opstad I. 1995. At what size and how should Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) be weaned to dry diets? Pp. 301-304, In: Lavens, P., Jaspers, E., Roelants, I. (eds) *Larvi'95, Fish & Shellfish Larviculture Symposium, Gent, Belgium, Sept. 1995. EAS Special Publication no. 24.*
- Pittman K., Jelmert A., Næss T., Harboe T. and Watanabe K. 1998. Plasticity of viable post-metamorphic forms of farmed Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. *Aquaculture Research* 29: 949-954.
- Reitan K.I. 1994. Nutritional effects of algae in first-feeding of marine fish larvae. PhD Thesis, Dep. of Botany, University of Trondheim, Norway. 29 pp and 7 papers.

- Reitan K.I., Bolla S., Olsen Y. 1994. A study of the mechanism of algal uptake in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Journal of Fish Biology*, 44: 303-310.
- Shields R.J., Bell J.G., Luizi F.S., Gara B., Bromage N.R. and Sargent J.R. 1999. Natural copepods are superior to enriched *Artemia nauplii* as feed for halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus*) in terms of survival, pigmentation and retinal morphology: Relation to dietary essential fatty acids. *Journal of Nutrition* 129: 1186-1194.
- Skiftesvik A.B. 1996. The effects of ontogenic state, light and bacterial infection on the developmental trajectory of activity and behaviour in three species of marine fish larvae: aquacultural and ecological perspectives PhD. thesis, Dep. Fish. Mar. Biol., University of Bergen, Norway, 44pp and 5 papers.
- Skiftesvik A.B., Bergh Ø., Opstad I. 1994. Activity and swimming speed at time of first feeding of halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) larvae. *Journal of Fish Biology*, 45: 349-351.
- Skjolddal L.H., Harboe T., Næss T., Naas K.E., Rabben H. 1990. A comparison of growth rate of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed wild zooplankton and enriched *Artemia*: International Council for the Exploration of the Sea C.M. 1990/F:60 13pp. (in mimeo)
- Tilseth S., Blom G. and Naas K.E. 1992. Recent progress in research and development of marine cold water species for aquaculture production in Norway. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23: 277-285.
- van der Meeren T., Naas, K.E. 1997. Development of rearing techniques using large enclosed ecosystems in the mass production of marine fish fry. *Reviews in Fisheries Science*, 5: 367-390.
- van der Meeren T. 1996. Matbehov ved startfôring av kveitelarver. *Havforskningsnytt* Nr 1-1996, 2 pp.
- van der Meeren T. 1995. Feed consumption and gut evacuation in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) larvae. Pp. 381-384 In: Lavens, P., Jaspers, E., Roelants, I. (eds) *Larvi'95, Fish & Shellfish Larviculture Symposium*, Gent, Belgium, Sept. 1995. EAS Special Publication no. 24.
- Øiestad V., Berg L. 1989. Growth and survival studies of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) from hatching to beyond metamorphosis carried out in mesocosms. Pp. 233-240 In: De Pauw, N., Jaspers, E., Ackefors, H., Wilkins, N. (eds) *Aquaculture - A Biotechnology in Progress* (Vol. 1). Bredene: European Aquaculture Society.