

Yngelproduksjon av kveite er i dag avhengig av levende fôr, Artemia, rotatorier og/eller innsamlet dyreplankton fra poll eller sjø. Kvantitet, kvalitet og regulariteten av pollprodusert dyreplankton eller byttedyr fra sjøen, som fôr til kveitelarver varierer enormt med temperatur og årstid. Videre er det vanskelig å produsere dyreplankton i poller i store nok mengder spesielt på tider av året hvor det ikke er en naturlig oppblomstring. I tillegg utsetter denne fôringsstrategien larvene for sykdom, parasitter og predasjon. Artemia er ernæringsmessig ikke tilfredstillende som fôr. Den gir høyt innslag av feilpigmentering og ufullstendig øyenvandring hos kveite.

En av nøkkelfaktorene for å lykkes i å få en lønnsom yngelproduksjon av kveite er å utvikle et høykvalitet formulert fôr som helt eller delvis kan erstatte levende plankton. Fôret må spises, fordøyes og imøtekomme larvenes næringsbehov og gi like god vekst og overlevelse som levende fôr. Det er i dag tre forsknings og utviklings strategier for tidspunkt/utviklingsstadium for overgang til formulert (ikke levende) fôr: 1. Formulert fôr fra starten, 2. Tidlig tilvenning og 3. Sein tilvenning.

Det er produsert formulert fôr som spises fra starten. Imidlertid har det ikke vært mulig å fremstille et formulert fôr som gir like god vekst og overlevelse som levende fôr fra starten. Det er en rekke pågående prosjekter som har som hovedmål å formulere et startfôr. Tidlig overgang til formulert fôr: Denne strategien går ut på å tilvenne larvene til formulert fôr før metamorfose (så tidlig som mulig). Etter hvert som larvene vokser og næringsbehovet øker, øker også behovet for antall byttedyr. En tidlig og problemfri overgang til formulert fôr er derfor viktig for å redusere kostnadene i yngelproduksjonen. Overgang til formulert fôr etter metamorfose, er den vanligste strategien som blir brukt i dag.



Fig. 1. Kveite fôr tørrfôrtilvenning, som er startfôret kun på zooplankton.

Praksis og problemer ved overgang til formulert fôr

Produksjonsresultater viser at det kan være stor dødelighet i tørrfôrtilvenningsfasen uten at det direkte skyldes sykdomsutbrudd.

Dødeligheten skyldes produksjonsrelaterte problemer slik som dårlig vannkvalitet og fôr som ikke er optimalt. Dårlige driftsrutiner kan føre til forurensing i karene dårlig vekst ved overgangen til tørrfôr, spredning i størrelsen og mobbing. Det er store variasjoner i dødelighet fra en gruppe fisk til en annen, noe som kan gjenspeile kvalitet på larvene under levendefôr fasen. Det er derfor viktig å se forholdene under hele larve- og yngelfase i sammenheng for å kunne evaluere behov i de senere faser.

Kveite er pelagisk i perioden fra klekking frem til en våtvekt på omtrent 0,14 g. Formulert fôr må ha andre egenskaper i den pelagiske fasen enn etter bunnslåing. Spesielt gjelder dette flyteegenskapene, men trolig også fôrsammensetningen.

Det pågår en rekke prosjekter med hovedmål å utvikle formulert fôr som gir vekst og overlevelse før metamorfose. Austevoll havbruksstasjon har i samarbeid med USA utviklet et fôrformulert fôr som kveitelarvene spiser fra første dag i startfôringsperioden (Fig.2).

Fôrinntakstudier viste at flyteegenskapene til

fôret hadde større betydning for fôrinntaket enn smakstilsetning. Forsøk har vist at kveitelarver kan overføres til formulert fôr etter tre uker med levende fôr (0,02 - 0,03 g våtvekt). Fôret gav vekst og overlevelse, men ikke like god våtvektsøkning som på Artemia. De samme forsøkene viste at det er vanskelig å få kveitelarvene til å spise formulert fôr, dersom de først har lært å spise Artemia (Opstad, upubliserte data)

Hos de fleste yngelprodusentene blir kveite tilvendt formulert fôr etter bunnslåing ved en våtvekt rundt 0,25 g. Noen oppdrettere venter til yngelen har blitt enda større. Ulike kartyper med flat bunn blir benyttet under tilvenning til formulert fôr. De kan være runde, firkantet med avrundet hjørner og lengdestrømsrenner. Det er viktig at karene fungerer selvrensende, slik at overskudd fôr og "feces" blir vasket ut. Vannstanden bør holdes så lav som mulig for å oppnå høyest mulig utskiftning. Best resultat oppnåes med en uke kombifôring under overgangen med levende fôr og formulert fôr. Det er viktigere dess tidligere overgangen til formulert fôr skjer. Overlevelse i perioden fra 0,2

g til 5 g er under optimale forhold over 90 %. Viktige faktorer for å oppnå best mulig vekst og overlevelse er å unngå stress slik som dunking mot karvegg og karstativ. Sortering av yngelen er også viktig. Optimal fôring for å unngå øyennapping, halenapping og tendenser til kanibalisme er avgjørende for et godt resultat.

Ett forsøk med kveitelarver/yngel viste at overlevelsen var høyere dersom de gradvis ble tilvendt formulert fôr (en uke overgangsfôring med både levende fôr og formulert fôr. Opstad 1995). Overlevelsen etter 30 dager i dette forsøket var opptil 90 % og høyest i gruppen fisk med høyest utgangsvekt (0,27 g våtvekt). I grupper med små fisk (0,08 g) var overlevelsen lav (34 og 2 %). Dette er larver før metamorfose. Veksten i de to gruppene med høyest utgangsvekt var lik både med direkte og gradvis overgang til formulert fôr.

Tilvenning i lengdestrømsrenner har blitt gjennomført med larver med en gjennomsnittlig våtvekt på 0,07 g med 81 % overlevelse. Den daglige tilveksten var 3,2, mens den var 5,3 i gruppen fôret med Artemia (Næss et al 2001).

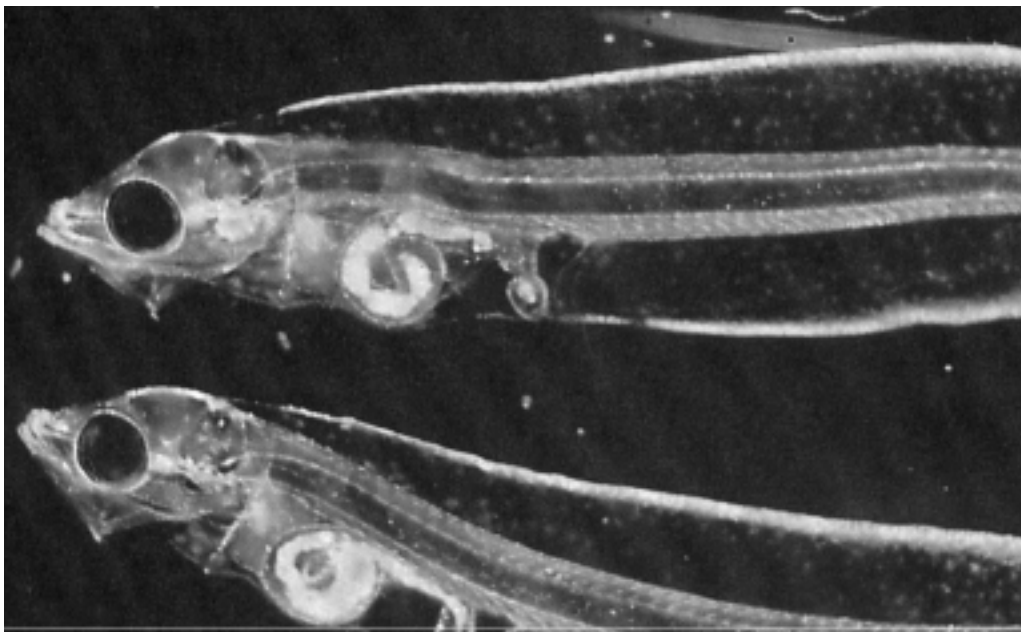


Fig.2. Kveitelarve som har spist formulert fôr fra dag 1.

År	Grupper	SGR	Kommentarer
1994	Vår	6,7	usortert
1996	Høst	4,0	usortert
1997	Høst	5,1	usortert
1997	Høst	8,0	sortert, lengdestømsrenner

Tabell 1. Spesifikk veksthastighet under tilvenning til tørrfôr (SSF) ved Austevoll havbruksstasjon i perioden 1994 - 1997. Tre av gruppene er kommet fra lysmanipulert stamfisk. Temperaturen var 12 °C.

Formulering og egenskaper av formulert fôr

Mikropartikulert fôr deles gjerne inn i tre ulike grupper, avhengig av prosess og binder/coatingstoff : 1. mikroinnkapsling, 2. mikrobinding og 3. mikrocoating

Størrelse/form

Partikkelstørrelse må tilpasses størrelse og utviklingstrinnet til fisken. Ut fra energimessige betraktninger bør fôrpartikkellene være så stor som mulig til ethvert stadium. En større partikkel vil tape relativt mindre vannløselige komponenter



Fig.3. Kveite som er tilvent formulert fôr i grønne 50 l kar.



Fig. 4. Lengdestomsrenne

enn en liten partikkel (Gaaratun-Tjeldstø 1993). Lekkasje fra fôrpartiklene er et stort problem.

Vanninnhold

Våtfôr (70 % vann) gav bedre vekst enn tørrfôr (Opstad, 1997)

Konsistens

Trolig har konsistens og utseende/farge betydning for fôrinntaket.

Bindemiddel/matrix

Ulike bindemidler benyttes for å holde partiklene sammen. Om mulig bør disse ha ernæringsmessig verdi. Gelatin gir en stabil, varig og myk partikkelstruktur, som tillater tørrstoff ned mot 2 % uten at partiklene går i oppløsning (Gaaratun-Tjeldstø 1993). Men «ucoatet» gelatin gir dårlig lekkasjehindring for små vannløselige molekyler (Gaaratun-Tjeldstø 1993).

Hydrolysegrad

Kveitelarver har et lavt nivå av fordøyelsesenzym. Forsøk med innblanding med hydrolysert protein i tilvenningsfôret, har vist at det gir en bedre vekst. (Opstad, upubliserte resultater)

Farge

Undersøkelser på større fisk (Jacobsen et al 1987) viser at blanding av fôrpartikler med ulik farge gir økt fôropptak. Dette er ikke undersøkt på fiskelarver. Farging av Artemia har gitt bedre fôropptak hos larver og yngel av tunge (Dendrinis et al.1984). Farging av fôret ga ikke signifikant bedre vekst hos torskeyngel (0,4 g) (Otterå pers.med.).

Attraktanter/smak

Fiskelarver er hovedsakelig visuelle predatorer, uansett hvilke fødevalg de har som voksne (Hunter 1981). Luktstimuli har betydning for fangstatferd (Døving & Knutsen 1993).

Lagringsegenskaper

Den lave partikkelstørrelse av formulert fôr (høyt areal/volumforhold) gjør at oksidasjon er et stort problem.

Lekkasjetetting

Lekkasje fører til redusert næringsverdi, samtidig som løste næringsstoffer gir opphav til mikrobiell vekst og dårlig hygiene i karene. I første rekke vil små vannløselige molekyler

som aminosyrer, peptider, vitaminer etc. vaskes ut. 50 % av de lekkbare stoffene går tapt de første minuttene (Garatun-Tjeldstø 1993). Lekkasjen er avhengig av partikkelstørrelse, og store partikler lekker mindre enn små partikler.

Den hurtige frisetting av materiale umiddelbart etter at fôret kommer i vann antyder en avvasking av lekkbart materiale fra partikkelen (Garatun-Tjeldstø 1993). Det er derimot ikke tilgjengelig data som viser næringsinnhold i slike fôr før og etter utvasking. De ulike fôrs næringsverdi er således ikke kjent i det fôret blir spist av larven.

Det kan imidlertid være positivt med en viss lekkasje av attraktanter for at fiskelarvene skal søke etter fôrpartiklen. Det er vist at noen frie aminosyrer utløser spiseatferd hos bl.a. kveite (Knutson & Døving 1993).

Forurensing/hygiene

Forurensing/hygiene er et sentralt problem ved bruk av formulert fôr og skyldes både lekkasje og fôrspill. Grad av forurensing er en funksjon mellom fôrtype, foringsregimer, strøm, vannutskifning og bruk av rensearm. Problemene med forurensing kan grovt grupperes etter hvordan fôret fordeles i karet, stoffer som flyter, sedimenterbare stoffer og vannløselige forbindelser med nøytrale flyteegenskaper. Det er utviklet en rensearm ved Austevoll havbruksstasjon som effektivt rengjør startfôringskarene i den pelagiske fasen. Dette er viktig for å kunne holde god hygiene i karene.

Forurensing kan reduseres ved spesiell karde-sign. Det er oppnådd gode resultater ved å gjennomføre tilvenning til formulert fôr i lengdestrømsrenner der det benyttes vannstand på 1 - 2 cm (Øiestad, V.).

Flyte/synke-egenskaper

Synkehastigheten på fôret er en viktig egenskap som kan være bestemmende for om fôret blir spist av fiskelarven. Dersom fôret synker for raskt vil fiskelarven ikke få tak i det, og dersom fôret er for lett vil det flyte i overflaten og heller ikke være tilgjengelig for fiskelarvene.

Tilsetning av eksogene enzymer

Forsøk på å forbedre formulert fôr med tilsetninger av fordøyelsesenzymer var lite vellykkede (Dabrowski & Glowowski 1977).

Tilsetning av oppmalt pankreas til pelletert fôr er imidlertid vist å være vekstfremmende hos sea bass larver (Kolkovski 1993).

Kjemiske sammensetning

Protein og aminosyrer: (64 - 70 %)

Lipid: under 20 %

Karbohydrat: under 10 %

Vitaminer tilsettes i overskudd

Vanninnhold: tørrfôr har mindre enn 10 %

Inntak, fordøyelse og absorpsjon av formulert fôr

Kveite har lavere aktivitet av fordøyelses og absorberende enzymer ved startfôring enn andre flatfisker som piggvar og japansk flyndre (Gawlicka et al 2000, Segner et al 1993, Kurokawa and Suzuki 1996). Larvenes manglende evne til å fordøye fôr er trolig en viktig begrensende faktor i tidlig tilvenning og er vanskeligere å løse enn manglende forinntak (Person-Le Ruyet et al. 1993). Flere studier viser klare ontogenetiske endringer og endring av aktivitet til fordøyelsesenzym som respons på sammensetning av dietten, presentasjon og størrelsen på fôret (Stroband & Dabrowski 1981, Lauff & Hofer 1984, Govoni et al. 1986, Hjelmeland et al. 1988, Munilla Moran et al. 1990, Pedersen 1990, Kjorsvik et al. 1992). Målinger av aktiviteten til nøkkelenzymer har vist at mindre enn 10 % av enzymmengden kom fra Artemia, men levendefôr kan muligens stimulere produksjon av enzymer. Slinde et al. (upubliserte data), har vist at aktiviteten av chymotrypsin i tarmen på kveitelarver økte med en faktor på 10 fra startfôring til 23 dager etter startfôring. Det skjer også en anatomisk utvikling og modning av organer fra startfôring og gjennom metamorfosen (Pittman et al. 1990, Kjorsvik 1992).

Referanser

- Dabrowski, K. & Glowowski, J. 1977 (a). Studies on the role of exogenous proteolytic enzyme digestion processes in fish. *Hydrobiologia*. 45. 2: 129-143.
- Dabrowski, K. & Glowowski, J. 1977 (b). A study of the application of proteolytic enzymes to fish food. *Aquaculture*. 12: 333-344.
- Dendrinis, P., Dewan, S., Thorpe, J.P. 1984. Improvement in the feeding efficiency of larval, post larval and juvenile Dover sole (*Solea solea* L.) by the use of staining to improve the visibility of *Artemia* used as food. *Aquaculture*. 38:137-144. et al 1984
- Døving K.B., & Knutsen, J.A. 1993. Chemokinesis in marine fish larvae. In: Walther, B.T., Fyhn, H.J. (eds) *Fish larval physiology and biochemistry*. University of Bergen (139-145).
- Gawlicka, A., Parent, B., Horn, M.H., Ross, N., Opstad, I., Torrissen, O.J. 2000. Low activities of digestive and absorptive enzymes in yolk-sac larvae indicate limitations for early feeding of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture* 184:303-314.
- Garatun-Tjeldstø, O., 1993. Våtfôr til start og tilvenning av marine fiskelarver. Sluttrapport: (NFR V108.016/1501.125.001).
- Govoni, J.J., Boehlert, G.W., Watanabe, Y. 1986. The physiology of digestion in fish larvae. *Environmental Biology of Fishes*. 16.1-3: 59-77.
- Hamre, K., Næss, T., Espe, M., Holm, J.C. and Ø. Lie. A formulated diet for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.) larvae. *Aquaculture Nutrition* 2001; 123-132.
- Hjelmeland, K., Pedersen, B.H., Nilssen, E.M., 1988. Trypsin content in intestines of herring larvae, *Clupea harengus*, ingestion inert polystyrene spheres or live crustacea prey. *Marine Biology*. 98:331-335.
- Hunter, J. 1981. Feeding ecology/predation. In: Lasker R. (ed). *Marine fish larvae, Morphology, Ecology, and relation to Fisheries*. Washington Sea Grant Program, Seattle, p 33-77.
- Jacobsen, P., Johnsen, G. and Holm, J.C., 1987. Increased growth rate in Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) by using a twocoloured diet. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 44:1079-1082.
- Kolkovski, S., Tandler, A., Kissil, G. Wm. 1993. The effect of dietary enzymes with age on protein and lipid assimilation and deposition in *Sparus aurata* larvae. In: Kaushik, S.J., Luquet, P. (eds.). *Fish nutrition in practice*. (Les Colloques, n° 61) INRA, Paris,; 569-578.
- Kjorsvik, E. and 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. *J.Fish.Biol.* 41: 1-19.
- Lauff, M. and Hofer, R. 1984. Proteolytic enzymes in fish development and the importance of dietary enzymes. *Aquaculture*. 37: 335-346.
- Munilla-Moran, R., Stark, J.R., Barbour, A., 1990. The role of exogenous enzymes in digestion in cultured turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*. 88: 337-350.
- Opstad, I., 1995. At what size and how should halibut be weaned to dry diets? LARVI'95. *Fish & Shellfish larviculture symposium*. P.Lavens, E.Jaspers and I.Roelants (Eds). European Aquaculture Society, Special Publication No.24, Gent, Belgium, 1995.
- Næss, T., Hamre, K., and Holm, J.C. Successful early weaning of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in small shallow raceway systems. *Aquaculture Research*, 2001, 32, 163-168.
- Opstad, I. & Lie, Ø. 1997. Tilvenning av kveite til formulert fôr. Sluttrapport NFR nr. 104.8834/110.
- Pedersen, B.H., I. Ugelstad, K. Hjelmeland 1990. Effects of a transitory, low food supply in the early life of Larval herring (*Clupea harengus* L.) on mortality, growth and digestive capacity. *Marine Biology*. 107: 61-66.
- Person-LeRuyet, J., Alexandre, J.C., Thebaud, L., Mugnier, C., 1993. Marine fish larvae feeding: Formulated diets or live preys? *Journal of World Aquaculture Society*. 24, 2:211-224.
- Pittman, K., Skitesvik, A.B., Berg, L., 1990. Morphological and behavioural development of halibut larvae. *J.Fish Biol.* 37: 455-472.