

ISSN 0804 - 211X

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
RAPPORT FRA SENTER FOR HAVBRUK 1993 NR. 4.

Tore Næss og Kjell E. Naas

BRUK AV MESOKOSMOS SOM DEL AV PRODUKSJONSLINJE
FOR KVEITEYNGEL
Sluttrapport for NFFR-prosjekt nr. 1501.701.290

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
SENTER FOR HAVBRUK - AUSTEVOLL HAVBRUKSSTASJON

INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	1
INNLEDNING	2
PERSONELL	3
MÅL	3
GJENNOMFØRING	4
RESULTATER OG KONKLUSJONER	5
Delmål 1	5
Delmål 2	9
Delmål 3	10
Delmål 4	13
INFORMASJON	16
RESULTATOPPFØLGING	16
RAPPORTER OG PUBLIKASJONER	17
VEDLEGG	20

SAMMENDRAG

I perioden 1990 til og med 1992 ble det gjennomført et forskningsprosjekt ved Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon. Tittel på prosjektet har vært "Bruk av mesokosmos som del av produksjonslinje for kveiteyngel" med hovedmål å utvikle egne lukkede økosystem, såkalte mesokosmos, som startfôringsystem for kveitelarver. Prosjektet som vært finansiert gjennom støtte fra Norges Fiskeriforskningsråd (NFFR), har hatt følgende delmål; 1) Finne årsakene til at mesokosmos gir bedre startfôringsresultat enn startfôring i kar innendørs med klart vann, 2) utvikle energimodell for kveitelarver, 3) utvikle metode for kombinert bruk av naturlig zooplankton og *Artemia salina* og 4) utvikle hvilestadier av lokalt zooplankton i startfôringsøyemed.

I forhold til et innendørs startfôringskonsept basert på klart vann og bruk av "labdyrene" *Artemia salina* og *Brachionus plicatilis* som fôr er et mesokosmossystem karakterisert ved tilstedeværelse av alger i vannet, såkalt "grønt vann", bruk av naturlig zooplankton som fôr og naturlig sollys/fotoperiode.

Prosjektet har vist at bruk av grønt vann i forbindelse med startfôring av kveitelarver, er klart positivt for fôrtilslag og overlevelse. Selv om grunnene til dette ikke er klarlagt fullt ut, synes algenes effekt som turbiditetsfaktor og dermed som påvirkning på det totale lysmiljøet, å ha størst betydning. Det er klare indikasjoner på at effekten av algene er størst i forbindelse med fiskelarvenes igangsetting og første utvikling av spiseadferd. Målinger har vist at lysmiljøet i kar er mer likt det naturlige lysmiljøet som finnes i sjøen hvis karene inneholder grønt vann.

Videre har prosjektet vist at hos kveitelarver øker det spesifikke oksygenforbruket i tidlig startfôringsfase linjært med kroppsvekten tilsvarende $1,7 \pm 0,2 \mu\text{lO}_2 \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$. Kveitelarvene viste størst fôrinntakrate mellom 0,7 og 3 *Artemia* sp. ml^{-1} , mens maksimalt fôrtilslag ble funnet ved enda høyere byttedyrkonsentrasjoner.

Det er verifisert at *Artemia* sp. er tilfredstillende for å oppnå vekst og overlevelse hos kveitelarver i et mesokosmossystem, men at disse fôrdyrene ikke er kvalitativt gode nok til å forhindre høy frekvens av feilpigmentering. Bruk av naturlig zooplankton gir derimot både vekst, overlevelse og tilnærmet 100 % korrekt pigmenterte larver. Et fôringsregime bestående av *Artemia* sp. i de første opptil 19 dagene og deretter naturlig zooplankton resten av startfôringsfasen ser ut til å gi vekst, overlevelse og korrekt pigmenterte kveiteyngel etter metamorfose.

Gjennom prosjektet er det blitt dokumentert at det finnes store mengder hvileegg av calanoide copepoder i sedimentet av norske pollsystem og at disse i stor grad er bestemmende for mengde og artsammensetning av zooplanktonsamfunnet gjennom sesongen. Det er vist at tørrlegging, frysing og rotenonbehandling medfører økt dødlighet av disse eggene. I enkelte pollsystem kan tidspunktet for klekking av hvileeggene styres til et ønsket tidspunkt. Hvileeggdannelse hos copepoder har blitt manipulert fram i kulturer. Siden prosjektet også har vist at disse hvileeggene tåler desinfeksjon og kan lagres flere år i kjøleskap, synes viktige biologiske forutsetninger å ligge tilrette for bruk av slike egg som grunnlag for startfôring av marine fiskelarver.

INNLEDNING

Arbeidet med kultivering av andre arter enn laksefisk er gitt høy prioritet både politisk og i oppdrettsnæringen, og kveite blir sett på som en av de mest interessante artene i denne sammenheng. Ved initiering av dette prosjektet hadde forskningen på kveite hovedsaklig vært konsentrert om stamfisk, egginkubasjon og plommesekkfasen, og resultatene så langt var lovende med hensyn til metodikk. Dette betydde at man behersket en teknikk for å produsere store mengder startfôringsklare kveitelarver. Tiden var derfor inne til å fokusere mer på startfôringsfasen og aktuelle bytteorganismer, samt deres næringsverdi, hvilket var den største flaskehalsen for å kunne etablere en kommersiell produksjonslinje for kveiteyngel.

I denne situasjonen stod man ovenfor et valg av strategi. Man kunne på den ene siden ta utgangspunkt i kjente byttedyr som er lette å holde i kultur (*Brachionus plicatilis*, *Artemia salina*) og anrike disse til en riktig næringspartikkel i et *intensivt* system. Det andre ytterpunktet var å la larvene selv velge føde blant et spekter av arter i et *ekstensivt* system. Ved å anvende en "*styrt biologisk produksjon*" kunne man kombinere de to strategier. I et lukket økosystem (mesokosmos) var det mulig å manipulere suksesjonen og selektere på ønskede arter eller grupper av arter ved å variere systemets abiotiske og biotiske parametre.

Da prosjektet ble formulert var de beste startfôringsresultatene på kveite oppnådd ved bruk av levende naturlig dyreplankton (zooplankton) i store utendørs bassenger (mesokosmos). Som for andre marine fiskelarver, kunne man forvente at kveitelarvene var avhengig av et svært næringsrikt fôr for å kunne vokse, bl.a. essensielle flerumettede fettsyrer og essensielle aminosyrer. De positive resultatene fra startfôringsforsøk i mesokosmos, tydet på at kvaliteten på det naturlige zooplanktonet var tilstrekkelig for vekst og overlevelse. Det var derfor viktig å kartlegge den biokjemiske sammensetning av naturlig zooplankton i forhold til kultiverte byttedyr (*Artemia* sp.), som ikke hadde gitt tilsvarende resultater. I tillegg til fôrtypen var det også en rekke andre karakterer som skilte et mesokosmos fra en intensiv startfôringsstank; f.eks. tetthet av larver/byttedyr, tilstedeværelse av alger ("grønt vann") og lyskvalitet (fotoperiode, sollys). Dette var alle parametre som kunne bidra til de positive resultatene i mesokosmos. Ved å ta utgangspunkt i et system som virket var det mulig å isolere og studere de enkelte faktorene som kjennetegnet dette systemet, og på den måten ville resultatene også bidra til økt forståelse i forhold til utviklingen av en mer intensiv produksjonslinje for kveiteyngel.

Ved prosjektets begynnelse synes en initiell startfôring i små lukkede økosystemer, mesokosmos, å være den foreløpige veien å gå for å oppnå et brukbart resultat. Kombinert med en etterfølgende tilførsel av innsamlet zooplankton event. *Artemia* sp., ville dette være den metode som hurtigst kunne realiseres. Vellykket anvendelse av intensivt produserte byttedyr (*Brachionus* sp., *Artemia* sp. m.m.) kunne synes å ligge litt lengre fram i tid. Da det på samme tid fantes et etablert forskningsmiljø med spesialkompetanse på studier av lukkede ekstensive systemer for produksjon av marine fiskelarver ved Austevoll havbruksstasjon, ble det søkt om forskningsmidler fra NFFR til forskningsprosjektet "Bruk av mesokosmos som del av produksjonslinje for kveiteyngel".

PERSONELL

Vitenskapelig hovedansvarlig for prosjektet har vært

Forsker Kjell E. Naas

Prosjektmedarbeidere, lønnet av prosjektet har vært:

Stipendiat, senere forsker Tore Næss (heltid) og fiskeriassistent Laila Baardseth (4 månedesverk).

Øvrige medarbeidere

En stor del av staben ved Austevoll havbruksstasjon har bidratt i varierende grad til gjennomføringen av prosjektet. I denne sammenheng nevnes spesielt havforskerassistent Arve Kristiansen, fiskeriassistent Sissel W. Kalvenes og forskerne Torstein Harboe, Anders Mangor-Jensen, Ingvar Huse og Øivind Bergh. NORAD-student Marcia C.H. Germain-Henry, Universitet i Bergen, har tatt sin hovedoppgave i samarbeid med prosjekt.

Vitenskapelige samarbeidspartnere (eksterne):

Forsker K. Hjelmeland, FORUT, Tromsø

Forsker J. Iglesias, Instituto Español de Oceanografía, Vigo, Spania

Stipendiat I. Rønnestad, Zoologisk Laboratorium, Universitet i Bergen

MÅL

Målet med prosjektet har vært å utvikle mesokosmos som del av produksjonslinje for kveiteyngel. Dette ble konkretisert gjennom følgende delmål:

- 1) Finne årsakene til at mesokosmos gir bedre startfôringsresultat enn startfôring i kar innendørs med klart vann.
- 2) Utvikle energimodell for kveitelarver basert på målinger av vekst, konsum, assimilasjon, respirasjon og ekskresjon og tilpasset startfôring i mesokosmos.
- 3) Utvikle metode for kombinert bruk av naturlig zooplankton og *Artemia*.
- 4) Utvikle hvilestadier av lokalt zooplankton i startfôringsøyemed.

GJENNOMFØRING

I den opprinnelige prosjektsøknaden til NFFR (1989) var det skissert et forsknings- og utviklingsarbeid på bruk av små innelukkede økosystemer som startfôringsenhet for kveite og piggvar. Prosjektet hadde tittel "Bruk av mesokosmos som del av produksjonslinje for kveite- og piggvaryngel". Etter at prosjektet fikk tildelt under halvparten av de midlene det ble søkt om, ble det likevel besluttet å utføre deler av prosjektet og å rapportere dette. Etter en faglig og ressursmessig vurdering ble forsøkene med piggvar tatt ut av prosjektet, og de enkelte delmålene ble noe omformulert etter anmodning fra NFFR. Tittelen ble likeså endret tilsvarende. Det ble antatt at prosjektet likevel ville bidra til økt generell informasjon vedrørende startfôring av marine fiskelarver.

Den praktiske gjennomføringen av prosjektet kom raskt igang siden prosjektet personellmessig og metodisk var en videreføring av et tidligere NFFR-prosjekt (V 701.188/191: *Produksjonsforutsetninger i oppdrett av marin fisk*). Av samme grunn var mange av fasilitetene som var nødvendig for gjennomføringen allerede på plass (Svartatjønnbassenget, store og små tanker/kar o.s.v.). Prosjektet har også tjent på at flere forskningsprosjekter som jobbet med relaterte problemstillinger, etablerte et team-samarbeid av forskere og assistenter med hvert sitt spesialområde under den praktiske gjennomføringen av forsøkene.

I prosessen med å isolere de ulike faktorene som kjennetegnet mesokosmos (naturlig zooplankton, grønt vann, utendørs etc.) har prosjektet sammen med andre startfôringsprosjekter på stasjonen forestått et utviklingsarbeid av forsøksenhetenes størrelse i forhold til det å få kveitelarver til å begynne å spise. I løpet av få år har utviklingen gått fra store tanker (12 m i diameter) via 3m kar, 1,5 m kar, 100-150 liters plastposer og ned til 10-20 l plastbøtter. Dette har gjort at et av ankepunktene ved tidligere mesokosmos-studier fra et vitenskapelig synspunkt, nemlig mangel på replikater, ikke lenger har gyldighet. I tillegg har dette medført at det konseptet som den opprinnelige søknaden skisserte, nemlig at fiskelarver ble satt ut i et eget økosystem (mesokosmos) for å beite på det zooplanktonet som ble produsert i systemet selv, har utviklet seg til et konsept med startfôring i et grøntvannssystem med daglig tilførsel av næringsdyr. Ved at næringsdyra beiter på algene i grøntvannet vil de alltid ha høyt næringsinnhold.

RESULTATER/KONKLUSJONER

Delmål 1: Finne årsakene til at startfôring i et mesokosmossystem gir bedre resultat enn i innendørs system med klart vann

Et av de mest karakteristiske trekk ved et mesokosmos-system i forhold til et klartvannssystem er tilstedeværelsen av en suspensjon av alger i vannet (grønt vanns system). I prosjektet valgte man å konsentrere mye av aktiviteten rundt dette aspektet av mesokosmos-begrepet. Dette var i overenstemmelse med tilrådninger fra ICES mariculture commitee. En annen viktig forskjell på et mesokosmossystem og et intensivt innendørs startfôringssystem er bruken av naturlig zooplankton contra *Brachionus* sp. og *Artemia* sp.. Aspekter knyttet til dette er imidlertid omhandlet under delmål 3.

Effekt av grønt vann.

I et startfôringskar vil tilsetning av slikt algevann endre en rekke forhold både av biotisk og abiotisk art som kan påvirke resultatet. Mulige effektene av algene vil være; direkte ernæring, indirekte ernæring via fôrorganismene, endring av bakteriefloraen i tarm, initiering av spiseaktivitet via exudater (attraktanter), initiering av fysiologiske prosesser f.eks. enzymsyntese ved partikler i tarmen, forbedring av vannkvalitet (ammoniumforbruk, oksygenproduksjon og økning i pH via fotosyntese) og endring av lysmiljøet (økt attenuasjon, økt lysspredning, forbedret kontrastforhold, mindet synslengde). I prosjektet er de fleste av disse forklaringsmodellene testet.

Ernæring

I 1990 ble det gjennomført et utendørs startfôringsforsøk hvor kveitelarver ble holdt i to forskjellige vanntyper; grønt vann og filtrert dypvann. Grøntvannet inneholdt en suspensjon av naturlig planteplankton som var produsert i et eget basseng ved hjelp av gjødsling og bobling (styrt biologisk produksjon). I løpet av 21 dager ble utviklingen i fysisk/kjemiske parametre samt kveitelarvenes fôrtilslag, vekst og overlevelse analysert. Forsøket er publisert som Naas, Næss og Harboe (1992).

Resultatene viser at tilstedeværelse av grønt vann førte til en kraftig forbedring av fôrøpptak, vekst (Fig. 1) og overlevelse (30 % vs. 1,2 %) i forhold til klart vann. Den mest markante forskjellen var at kveitelarvene startet fôrøpptak i løpet av de første dagene i grønt vann, noe de ikke gjør i klart vann. Det ble ikke funnet noe direkte ernæringsmessig effekt av algene (tilstedeværelse i tarm) og heller ingen indirekte effekt (via fôrorganismene) av disse. Tydeligvis representerte algevannet et mer "optimalt" miljø for kveitelarvene og initierte en adferdsendring mot mer vellykket søking, fangst og muligens utnyttelse av byttedyra.

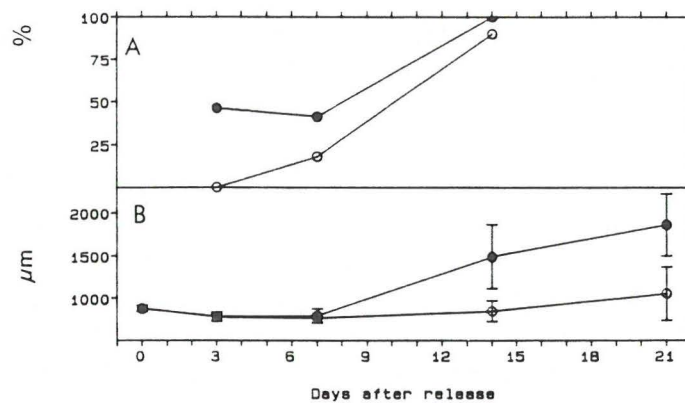


Fig. 1. Andel larver med fôropptak (A) og vekst (B) hos kveitelarver i grønt (o) og filtrert vann (o). Fra Naas, Næss og Harboe (1992).

Initiering av mer funksjonell tarmbakterieflora

I samme forsøket ble det også tatt ut prøver for analyse av algenes innvirkning på dannelse av tarmbakterieflora. Dette ble gjort i samarbeid med NTNf-stipendiat Øivind Bergh (St. 10.12.221325).

Før startfôringen var larvenes tarmflora dominert av såkalt ikke-fermentative stammer av slektene *Flavobacterium*, *Cytophaga* eller *Flexibacter*. Opptak av fôr ble fulgt av en endring i tarmfloraen mot fakultativt anaerobe stammer i *Vibrio/Aeromonas*-gruppen. Diversiteten i bakteriesamfunnet økte, antall stammer med evne til å produsere syre fra et vidt spekter av karbonater økte, og antallet citrat-utnyttende stammer økte. Tilsvarende endringer underveis i eksperimentet skjedde ikke med bakteriefloraen i de to vanntypene. Derimot skjedde endringene i fiskelarvenes tarmflora vesentlig raskere i grøntvannsguppen. Siden en tilsvarende endring i tarmfloraen også ble funnet for klartvannsguppen seinere i forsøket, syntes endringen i tarmflora å ha vært en konsekvens av at fiskelarvene startet fôropptak og derfor ikke direkte som følge av vanntypen.

Initiering av trypsinsyntese.

For å teste om opptak av alger kunne igangsette eller øke syntesen av trypsin, og dermed gjøre tarmen mer istand til å nyttiggjøre seg mer komplekse proteinforbindelser (f.eks *Artemia*), ble det i samarbeid med forsker Knut Hjelmeland, Forut, Tromsø, analysert kveitelarver som var startfôret i grønt h.h.v. filtrert vann. Resultatene viste ingen signifikante forskjeller mellom nivåene av trypsin i larver som hadde gått i grønt vann i forhold til larver som hadde gått i filtrert vann (K. Hjelmeland, pers. medd.). Larvene som ble brukt i dette forsøket var imidlertid ikke "gode" og svært få fra samme gruppe startet å spise. Det negative resultatet skal

derfor verifiseres før det kan publiseres.

Effekt på turbiditet/lysmiljø

Siden resultatene fra grøntvannsforsøket i 1990 heller ikke kunne forklares ut fra forskjeller i vanlige vannkvalitetsparametre (ammonium, oksygen, pH - forsøket ble kjørt med kontinuerlig vanngjennomstrømming), tydet det på algene hadde størst effekt som turbiditets-/lysmiljøfaktor i karene. Prosjektet arbeidet derfor videre etter denne hypotesen og i samarbeid med forskere ved Instituto Español de Oceanografía, Vigo, Spania, ble det gjennomført et forsøk for å se om turbiditet *per se* påvirket det initielle fôropptaket hos marine fiskelarver. Piggvar- og seabass larver ble føret med rotatorier i en gradient av organiske og uorganiske partikler. De organiske partiklene var *Isochrysis galbana* og *Tetraselmis suecica*, og de uorganiske var kaolin og bentonitt. Forsøket ble gjennomført innendørs i 10 l svarte plastbøtter, og i tillegg til klart vann varierte gradientene fra 10^3 til 10^6 partikler ml^{-1} . Forsøket ble avsluttet når man observerte betydelig fôropptak i de presumtivist beste forsøksgruppene.

I motsetning til det man fant hos kveitelarver, ga ikke algetilsetning forbedret fôrinntak hos piggvarlarver (Fig. 3b). Ingen av konsentrasjonene av *Isochrysis* eller *Tetraselmis* forbedret fôropptaket. De høyeste konsentrasjonene av kaolin og bentonitt ($0,5$ og $1,0 \times 10^6$) førte til nedsatt fôrinntak hos piggvarlarver. Hos seabass larver var det derimot ingen reduksjon av fôrinntaket ved høye partikkelkonsentrasjoner (Fig. 3a), og det var signifikant bedre fôrinntak ved $1,0 \times 10^5$ og $0,5 \times 10^6$ *Tetraselmis* ml^{-1} .

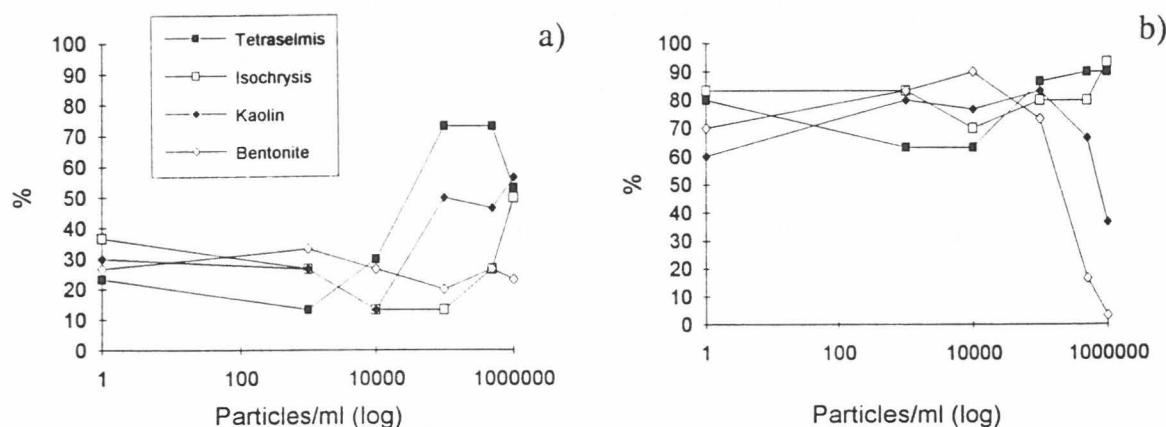


Fig. 3. Andel larver med fôropptak hos a) seabass og b) piggvar, startfôret i en gradient av alger og uorganiske partikler.

I forsøket med seabasslarver var både fôrtilslag og antall byttedyr pr. tarm lavere enn hos piggvar. I klart vann varierte antallet larver med fôropptak hos seabass mellom 23 og 37 % mens tilsvarende piggvargrupper varierte mellom 60 og 93 %. Det kan se ut som om piggvarlarvene har hatt tilnærmet optimale lysbetingelser, selv i klart vann, og at tilsetning av alger kun har effekt når man gir larvene suboptimale betingelser.

Lys/karfarge

For å kvantifisere hvordan grønt vann og karfarge påvirket lysmiljøet i et kar ble lysintensitet målt i alle retninger og dyp i et hvitt, et svart og et svart kar med hvit bunn, med og uten alger i vannet. Forsøket ble utført som et samarbeid med forskere ved Instituto Español de Oceanografía, Vigo, Spania. Lyset ble målt ved hjelp av en undervannssensor og den totale lysmengden i et punkt ble utregnet i forhold til innstrålt lysmengde på overflaten av punktet. Dette ble gjort i vertikale og horisontale transekter.

I det svarte karet var lysintensiteten høyest i sentrum, og avtok gradvis nedover i dypet, i motsetning til i det hvite karet hvor intensiteten var høyest ved veggene. Lysets komponent nedenfra var høyest ved bunnen i alle karene (refleksjon), men denne effekten var mest uttalt i karet med svarte vegger og hvit bunn. Algene i vannet økte lysekstingsjonen betraktelig i alle karene. Samtidig økte refleksjonen fra veggene noe, trolig p.g.a. at den økte spredningen i det turbide vannet resulterte i en økt vertikal komponent. Konklusjonen fra dette forsøket er at svarte kar er best egnet til å etterligne de naturlige lysforholdene i sjøen. Bruk av grønt vann er fordelaktig i alle karfarger. Arbeidet ble publisert under et ICES-møte i juni 1992 (Huse, Naas og Iglesias 1992).

Et annet moment er at i et turbid vannsystem vil forbedrede kontrastforhold gjøre byttedyrene mer tilgjengelig for fiskelarvene. Forsøk har vist at kveitelarvene i startfôringsfasen er i stand til å posisjonere seg vertikalt (bl.a. Naas og Mangor-Jensen (1990b)). En algesuspensjon i vannet vil gi fiskelarvene mulighet til å oppholde seg i områder med optimal lysintensitet. En lysintensitet som langt blir oversteget i grunne (< 1 m) klartvannssystemer. Denne forklaringsmodellen passer også med den adferdsforskjell en kan observere hos kveitelarver i grønt (god fordeling i vannsøylen) kontra klart vann (trykker i sidene og bunnen).

Hvor lenge er grønt vann nødvendig?

Da varigheten av grøntvannsfasen vil ha stor betydning for den praktiske bruk av metoden, ble det gjennomført forsøk for å finne ut hvor lenge grønt vann er nødvendig. I forsøket gikk larvene i grønt vann fra 1 - 6 dager før de ble overført til filtrert vann.

Tabell 1. Fôrtilslag (%) hos kveitelarver i grønt vann i ulik tid.

Dag nr.	Alder					
	1	2	3	4	5	6
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,0	0,0	1,2	2,2	2,5
2	0,0	0,0	4,7	4,7	2,4	-
3	0,0	0,0	12,2	17,1	43,6	20,5
4	0,0	22,0	22,0	25,0	25,0	15,0
7	21,6	41,5	46,3	66,7	40,9	45,9

Tabell 2. Overlevelse av kveitelarver etter 7 og 21 dager i forsøk som funksjon av antall dager i grønt vann.

Prosent overlevelse	Antall dager i grønt					
	1	2	3	4	5	6
Dag 7	14,8	33,6	24,6	38,1	37,1	30,1
Dag 21	2,3	9,4	4,8	11,1	11,6	5,7

Resultatene viser ingen systematiske forskjeller mellom gruppene som hadde gått i grønt vann i 2 - 6 dager. Derimot var det klart dårligere resultat på larvene som bare hadde gått én dag i grønt vann.

Konklusjon: I et mesokosmossystem er bruk av grønt vann i forbindelse med startfôring av kveitelarver, klart positivt for fôrtilslag og overlevelse. Selv om grunnene til dette ikke er klarlagt fullt ut, synes algenes effekt som turbiditetsfaktor og dermed som påvirkning på det totale lysmiljøet å ha størst betydning. Det er klare indikasjoner på at effekten av algene er størst i forbindelse med fiskelarvenes igangsetting og første utvikling av spiseadferd. Målinger har vist at lysmiljøet i kar er mer likt det naturlige lysmiljøet som finnes i sjøen hvis karene inneholder grønt vann.

Delmål 2: Utvikle energimodell for kveitelarver basert på målinger av vekst, konsum, assimilasjon, respirasjon og ekskresjon og tilpasset startfôring i mesokosmos.

I 1990 ble det utført en serie metabolismemålinger på kveitelarver fra startfôring og opp til 7 mg tørrvekt. Larvene ble fôret med naturlig zooplankton i utendørs kar. En gang pr. uke (3 uker) ble larver samlet inn og oksygenopptak og ammoniumeksekresjon målt i lukkede respirometre. Larvene ble deretter veid og frysetørket for senere tørrvektsmål. I den tidlige startfôringsfasen økte det spesifikke oksygenforbruket linjært med kroppsvekten ($1,7 \pm 0,2 \mu\text{lO}_2 \cdot \text{mg}^{-1} \text{t}^{-1}$) (Rønnestad og Naas, in press).

I et annet forsøk ble kveitelarver tilbudt forskjellige konsentrasjoner av byttedyr (*Artemia*). Forsøket ble utført i svarte plastbøtter utendørs, og avsluttet etter 4 timer. Femti larver fra hver bølge ble fiksert og feeding incidence og antall byttedyr i tarm ble analysert. Resultatene viste at kveitelarvene spiste mest (flestep *Artemia* pr. tarm) ved mellom 0,7 og 3 *Artemia* ml⁻¹ (Naas og Mangor-Jensen 1990a). Høyest fôrtilslag ble funnet ved høyeste byttedyrkonsentrasjon (7 *Artemia* ml⁻¹).

I 1991 ble det gjennomført et forsøk for å identifisere tarmtømmingsraten hos kveitelarver. Forsøket var et pilotforsøk og designet for å se om alger i vannet påvirket tarmtømmingsraten. Larver som hadde startet fôropptak (på naturlig zooplankton) ble samlet inn. Av disse ble en gruppe plassert i mørke uten fôrtilsetning, og med grønt

vann, en annen gruppe ble plassert i mørke uten fôrtilsetning, men med vann uten alger. En siste gruppe ble plassert i fortsatt lys, og med en ny type fôr (*Artemia*) for å se om tarmtømmingsraten var forskjellig med og uten fôrinntak. Resultatene fra forsøket viste ingen signifikant forskjell mellom gruppene, men viste samtidig at slike forsøk bør vare i ca 12 timer, at antall tarmers sløyd pr. gruppe bør være mer enn 50 samt at tarminnholdet bør biomasseestimeres.

I 1992 ble det av NFFR innvilget et prosjekt ved Austevoll havbruksstasjon med tittel: *Energioptimalisering hos marine fiskelarver*. Arbeidet med energimodellen i mesokosmosprosjektet ble derfor tonet ned, da det nye prosjektet vil arbeide videre langs de samme linjer med mål å etablere en energimodell for kveitelarver.

Konklusjon: I tidlig startfôringsfase hos kveitelarver øker det spesifikke oksygenforbruket linjært med kroppsvekten og er bestemt til $1,7 \pm 0,2 \mu\text{LO}_2 \cdot \text{mg}^{-1} \text{t}^{-1}$). Kveitelarvene viser størst fôrinntaksrate mellom 0,7 og 3 *Artemia* ml⁻¹, mens maksimalt fôrtilslag skjer ved enda høyere byttedyrkonsentrasjoner.

Delmål 3: Utvikle startfôringsmetode for kombinert bruk av naturlig zooplankton og *Artemia* .

Det har vært hevdet at frie aminosyrer er nødvendige både som byggestener for proteiner og som energikilde for marine fiskelarver, og at innholdet av frie aminosyrer i f.eks *Artemia* er for lavt. Det ble derfor satt opp et forsøk med hypotese at naturlig zooplankton var nødvendig en viss tid tidlig i startfôringsfasen.

Forsøket foregikk i svarte 150 l plastposer i utendørs kar (vannbad) og med grønt vann i posene. Følgende fôringsregimer ble utprøvd: Naturlig zooplankton i 3 d deretter uanrikt *Artemia* til dag 19 (3d zoopl.), naturlig zooplankton i 7 d deretter uanrikt *Artemia* til dag 19 (7d zoopl.), naturlig zooplankton i 19 dager (zoopl.), uanrikt *Artemia* i 19 dager (19d UA) og Super-selco (fra *Artemia* Systems) anrikt *Artemia* i 19 dager (19d EA). En NORAD student Marcia Germain-Henry ved Institutt for Marinbiologi (UiB) tok sin hovedoppgave på fettsyre- og aminosyreanalyse av fôr og fiskelarver fra dette forsøket.

Vekst og overlevelse

Resultatene viste at kveitelarver fôret med anrikt *Artemia* var signifikant større enn alle andre grupper på dag 19 (Fig. 4). Overlevelsen var høyere i begge *Artemia*-gruppene enn i zooplanktongruppene (Tab. 3).

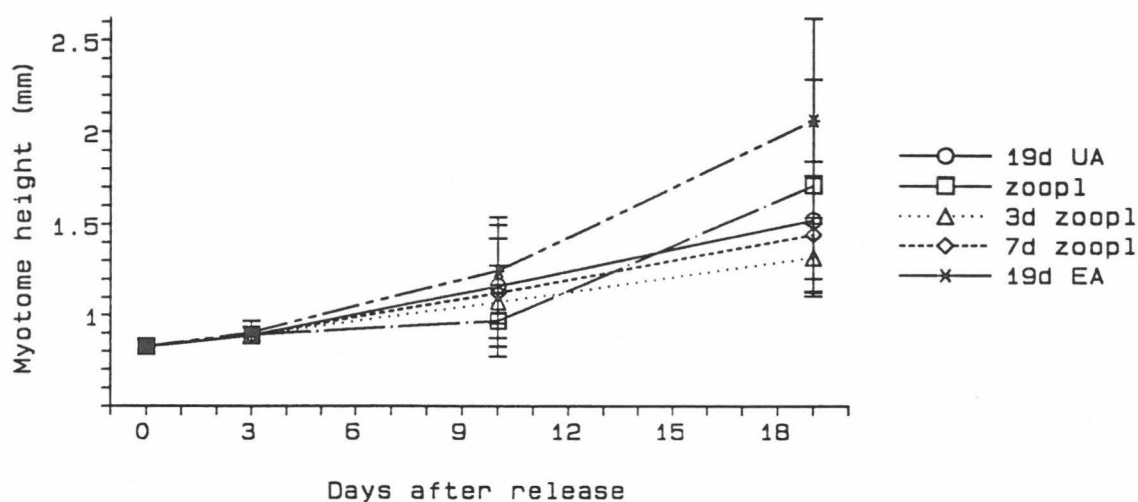


Fig. 4. Vekst hos kveitelarver ved forskjellige fôrkombinasjoner av *Artemia* og naturlig zooplankton. Forkortelsene i tegnforklaringen er gitt i teksten over.

Tabell 3. Overlevelse (\pm SD) på dag 19 etter utsetting av kveitelarver ved forskjellige fôrkombinasjoner av *Artemia* og naturlig zooplankton.

Zoopl.	3d zoopl	7d zoopl	19d UA	19EA
14,0 \pm 0,6	8,5 \pm 3,2	13,6 \pm 3,4	22,8 \pm 3,5	28,7 \pm 6,3

Dette viser at *naturlig zooplankton ikke er nødvendig som initielt startfôr for kveitelarver.*

Aminosyrer

Aminosyreanalysene av fôrtypene viste at mengden frie aminosyrer i *Artemia* utgjorde så mye som 30-50 % av mengden i naturlig zooplankton (Vedlegg 1). Det høye innholdet i *Artemia* gjør at det ikke kan fastslås om frie aminosyrer er nødvendige i denne fasen. I følge Legér og medarbeidere (1986) er innholdet av FAA i *Artemia* tilstrekkelig for fisk.

Fettsyrer

I forbindelse med startfôring av marine fiskelarver har mye av interessen vært rettet mot de flerumettede fettsyrene 20:5n-3 og 22:6n-3 som anses å være essensielle for marin fisk (Watanabe et. al. 1978). Naturlig zooplankton inneholdt store mengder av begge disse (20-30 % av total lipid), mens innholdet i *Artemia* var lavt. Etter en Super-Selco anriking, økte innholdet særlig av 20:5n-3, men var fortsatt forholdsvis lavt for 22:6n-3 (5-6 % av totalt fett). Resultatene som er presentert i vedlegg 2, samsvarte bra med tidligere publiserte verdier (Legér og medarbeidere 1986, Naas, Næss og Harboe 1992).

Fettsyresammensetningen av de forskjellige kveitelarvegruppene ble foretatt på dag 0, 10 og 19 etter utsetting (se vedlegg 3a,b). En multivariat komponentanalyse av dataene viste at fettsyresammensetning i kveitelarver fôret med naturlig zooplankton var mest lik sammensetningen i larvene før startfôring (dag 0). Larvene som fikk *Artemia* fjernet seg mer og mer fra utgangssammensetningen. Liknende analyser viste at forskjellen hovedsaklig skyldes forskjellig innhold av fettsyren 22:6n-3 (forklarte mellom 80 og 90 % av variasjonen). Det kjemiske innholdet i kveitelarvene ble altså mer og mer likt det i fôrorganismene.

Feilpigmentering

Siden det i et pilotskalaforsøk i 1990 ble registrert varierende grad av feilpigmentering hos kveiteyngel startfôret på en kombinasjon av *Artemia* og naturlig zooplankton, ble de gjenlevende fiskelarvene fra overnevnte forsøk fulgt helt fram til feilpigmentering kunne detekteres. Det ble foretatt visuell pigmenteringsregistrering på dag 57 (fiksert materiale) og dag 88 (levende materiale). Resultatene blant seks forskjellige fôrkombinasjoner av *Artemia* og zooplankton er vist i Tab. 4.

Tabell 4. Frekvens av korrekt pigmentert kveiteyngel etter 57 og 88 dager startfôret ved ulikt fôringsregime

Alder (dager)	Fôr-regime					
	Zoopl.	Anriket <i>Artemia</i>	Uanriket <i>Artemia</i>	19d <i>Art.</i> så zoopl.	7d zoopl så <i>Artemia</i>	57d <i>Art.</i> så zoopl.
57	100 (16)	29,4 (17)	4,3 (23)	100 (10)	19,2 (26)	
88	100 (19)	23,8 (21)				27,5 (29)

De forskjellige fôrregimene hadde stor innvirkning på pigmenteringen. Mens kveitelarver startfôret på naturlig zooplankton var 100 % korrekt pigmenterte, førte bruk av *Artemia* som startfôr til en majoritet av feilpigmenterte larver. Forsøket viste imidlertid også at introduksjon av naturlig zooplankton som fôr etter 19 dager med *Artemia* ga 100 % korrekt pigmentering. Tilsvarende fôrbytte etter 57 dager ga ikke tilsvarende resultat. Det ser derfor ut til at det eksisterer en periode, "et vindu", innenfor startfôringsperioden hvor naturlig zooplankton er nødvendig for å motvirke utviklingen av feilpigmentering. Ved å sammenligne med fettsyredataene synes feilpigmenteringen å ha sammenheng med varigheten av utgangslager av fettsyren 22:6n-3. Dette stemmer godt overens med en hypotese nylig fremsatt av Kanazawa (1991), hvor feilpigmentering knyttes til utviklingen av pigmentceller i øyet og hvor, ifølge hypotesen, fettsyren 22:6n-3, fosfolipider og vitamin A er essensielle.

De overnevnte funn bør kunne ha stor verdi for oppdrettere av marin yngel som benytter naturlig zooplankton som fôr. Da tilgangen på dette ofte er et usikkerhetsmoment, er vissheten om at en kan bruke *Artemia* i flere uker tidlig i startfôringsperioden av stor betydning for en sikrere produksjon. Forsøket vil bli publisert etter foredrag på ICES-symposium i Bergen 21-23. juni 1993.

Fødeseleksjon mellom naturlig zooplankton og Artemia

I forbindelse med dårlig tilgang på naturlig zooplankton vil en blandingsdiett bestående av varierende mengde av både *Artemia* og zooplankton, være et naturlig fôrvalg. For å teste kveitelarvenes seleksjonen mellom disse byttedyrtypene ble det gjennomført et forsøk (i 150 l svarte poser) der kveitelarver ble tilbudt følgende kombinasjoner av naturlig zooplankton og *Artemia*: 90/10 (i prosent av antall), 75/25, 50/50, 25/75 og 10/90. Prøver av kveitelarver ble tatt etter 4, 15 og 39 timer.

Analysene av tarminnholdet viste tydelig at fôropptak startet tidligere i grupper hvor *Artemia* dominerte som fôr. Allerede etter 4 timer hadde 20 % av larvene spist i den rene *Artemia* gruppen, mens intet fôropptak ble funnet i den rene zooplanktongruppen. Etter 39 t hadde imidlertid de rene gruppene samme andel larver med fôropptak. Selv om materiale ikke var stort nok (p.g.a. stort innslag av feilutviklede larver) til å trekke en absolutt sikker konklusjon, tydet analysene på at kveitelarvene selekterer *Artemia*. Høyest fôrtilslag ble funnet i de gruppene der *Artemia* utgjorde 75 og 90 %, noe som kan skyldes økende tilgjengelighet p.g.a. kontrastvirkningen fra det naturlige zooplanktonet.

Konklusjon: *Artemia*, særlig anriket, er tilfredstillende for å oppnå vekst og overlevelse hos kveitelarver, men er ikke kvalitativt gode nok til å forhindre høy frekvens av feilpigmentering. Naturlig zooplankton gir både vekst, overlevelse og tilnærmet 100 % korrekt pigmenterte larver. Et fôringsregime bestående av *Artemia* i de første opptil 19 dagene deretter naturlig zooplankton resten av startfôringsfasen ser ut til å gi vekst, overlevelse og korrekt pigmenterte kveiteyngel etter metamorfose.

Delmål 4: Utvikle hvilestadier av lokalt zooplankton i startfôringsøyemed

I 1989 ble det i et tidligere NFFR-prosjekt ved Austevoll havbruksstasjon (V 701.188/191) klarlagt at hvileegg av copepoder hadde stor betydning for zooplanktonets mengde og artsammensetning i Svartatjønnbassenget. Arbeidet med å klarlegge faktorer som har betydning for produksjon og overlevelse av slike hvileegg samt å undersøke om disse kunne utnyttes i akvakultursammenheng, har derfor inngått som en vesentlig del av mesokosmosprosjektet.

Fra Svartatjønnbassenget har prosjektet dokumentert de første funn av hvileegg av marine copepoder i Skandinavia (Næss 1991a). For å undersøke effekten av diverse driftsmessige manipuleringer av bassenget ble hvileeggmengden i sedimentet bestemt både før og etter at det var foretatt nedtapping og rotenonbehandling om (Fig. 5).

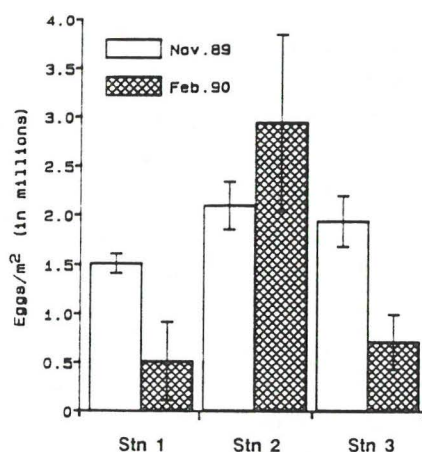


Fig. 5. Mengde nauplier klekket fra sedimentprøver før og etter nedtapping og rotenonbehandling. Stn.1 = fra område som tørrlegges, Stn.2 = intermediær sone, Stn.3 = fra rotenonbehandlet område. (Fra Næss 1991b).

Resultatene viste at både i nedtappede og rotenonbehandlede områder skjer det en drastisk nedgang i hvileeggmengden, mens det i en intermediær sone ikke ble registrert noen nedgang. Videre oppfølgingsforsøk i laboratoriet viste at både innfrysing, tørking og rotenonbehandling med den aktuelle konsentrasjonen var dødelig for hvileeggene. Disse faktorene var sannsynligvis sterkt delaktig i den nedgangen som ble funnet i Svartatjønn, og viste at driftsmåten ved poller og basseng betyr mye for overlevelse av slike egg. Forsøket er publisert (Næss 1991b).

Etter flere års undersøkelser er det verifisert at klekkingen av hvileeggene har direkte sammenheng med innpumping av friskt sjøvann om våren/ettermøst. Dette gjør at tidspunktet for "oppstart" av zooplanktonproduksjonen i dette bassenget kan bestemmes. Styring av tidspunkt for klekking blir nå gjennomført hvert år i Svartatjønn, og det fungerer utmerket.

I Svartatjønn er det dokumentert en utvikling av zooplanktonsamfunnet over tid mot 2-3 dominerende arter som alle har hvileegg i sin livssyklus (Næss 1993). Undersøkelser har vist at slike hvileegg betyr svært mye for zooplanktonproduksjonen i dette bassenget. Bl.a ble potensielt antall nauplier klekt fra sedimentet i Svartatjønn beregnet til $4,7 \times 10^9$ (ca 250 l^{-1}) før 1990 sesongen og til 2×10^{10} (ca 1000 l^{-1}) før 1993 sesongen. Observasjoner fra andre norske poller som brukes i akvakultursammenheng tyder på at hvileegg av copepoder har stor betydning for zooplanktonutviklingen i flere av disse

Naturlig zooplankton brukt som fôr til fiskelarver er mistenkt for å være smittekilde for flere sykdommer. Det ble derfor gjennomført et forsøk for å teste om disse eggene tålte desinfeksjon. Egg fra to copepodearter, *Eurytemora affinis* og *Acartia clausi*, skilt ut fra sediment fra Svartatjønn, ble eksponert for tre forskjellige desinfeksjonsmidler og plassert enkeltvis i 24 brønner Nunc-brett. Klekkeprosent og overlevelse av naupliene er vist i tabell 5.

Tabell 5. Klekkeprosent og overlevelse av nauplier 5 dager etter klekking hos to copepodearter (fra Næss og Bergh, in press).

Art	Desinf.middel	Klekkeprosent	Overlev. dag 5 (%)
<i>A. clausi</i>	Kontroll	100	79,2
	Buffodine	100	70,8
	FAM-30	95,8	78,3
	Glutaraldehyd	95,8	0
<i>E. affinis</i>	Kontroll	91,7	86,4
	Buffodine	83,3	100
	FAM-30	37,5	0
	Glutaraldehyd	79,2	73,7

Resultatene viste at eggene fra de to artene hadde forskjellig toleranse ovenfor desinfeksjonsmidlene. Dette kan skyldes at de tilhører to fysiologiske forskjellige former for hvileegg, nemlig "diapause" egg og "quiescent" egg (Grice og Marcus 1981). For å teste effekten av desinfeksjonen ble det analysert for bakterievekst på to forskjellige næringsmedium. Dette viste seg at Buffodine ga klart dårligere desinfisering enn FAM-30 og glutaraldehyd, hvilket er i samsvar med resultatene til Salvesen og medarbeidere (1991) på marine fiskeegg. Resultatene styrker mulighetene for å etablere "rene" copepodekulturer.

I tillegg til disse forsøkene har det i prosjektperioden vært manipulert fram hvileeggdannelse både i labskalakulturer og i utendørs storskalakulturer samt vist at disse eggene kan oppbevares i kjøleskap i opptil flere år. Dette åpner for muligheten av å lagre copepodekulturer som hvileegg i perioder med liten anvendelse, istedenfor å vedlikeholde meget arbeidskrevende kontinuerlige kulturer. I løpet av prosjektperioden har det blitt verifisert hvileeggproduksjon hos fem norske arter av calanoide copepoder.

Konklusjon: Store mengder hvileegg av calanoide copepoder er tilstede i sedimentet i norske pollsystem. Tørrlegging, frysing og rotenonbehandling medfører økt dødlighet av disse. I enkelte pollsystem kan tidspunktet for klekking av slike egg styres til ønsket tidspunkt. Hvileeggdannelse hos copepoder kan manipuleres fram både i kulturer. Hvileegg av copepoder tåler desinfeksjon og kan lagres flere år i kjøleskap. Viktige biologiske forutsetninger synes derfor å ligge tilrette for bruk av slike egg i forbindelse med startfôring av marine fiskelarver.

INFORMASJON

I forbindelse med å formidle resultatene fra prosjektet har en særlig rettet seg mot to målgrupper; 1) forskere og forskningsinstitusjoner som arbeider innen samme eller relevante fagområder, og 2) næringsutøvere innen marin fiskeyngelproduksjon.

Informasjonen til den første gruppen har foregått gjennom publikasjoner i internasjonale vitenskapelige tidsskrifter, samt presentasjoner på tre internasjonale symposier. Et av forsøkene (angående feilpigmentering) vil bli publisert som foredrag på ICES Symposium i Juni 1993. Nasjonale forskere har blitt informert gjennom NFFR sine "Ny Fisk"-møter og gjennom foredrag på årsmøte til Norsk Forening for Akvakulturforskning.

Informasjonen til næringsutøvere har dels vært gjort gjennom artikler i Norsk Fiskeoppdrett (3 stk), på Ny Fisk-møter, samt gjennom utdeling av såkalte "fakta-ark" på Aqua-Nor messen i Trondheim.

RESULTATOPPFØLGING

Prosjektet har aktualisert behovet for videre forskning innenfor alle de fire delene det har arbeidet med.

Det er fremdeles et stort problem å få kveitelarver til å starte det initielle fôropptaket. Forskning på faktorer som påvirker dette er fremdeles et område hvor det trengs mer viten. Et viktig bidrag her vil være å fortsette å nøste opp i årsakskomplekset omkring alger i vannet. Videre innsats her vil antagelig være vesentlig for arbeidet med å få til en kontrollert startfôring innendørs. Forsker Kjell E. Naas har i 1993 mottatt et stipend av NFFR for å arbeide videre med dette. I dette arbeidet vil algenes effekt på turbiditet og lysmiljø bli prioritert. En undergruppe innen ICES har anbefalt at forskning omkring grønt vanns teknikk blir prioritert.

Arbeidet med å lage en energimodell for kveitelarver blir videreført av det nye NFFR-prosjektet "Energioptimalisering hos marine fiskelarver".

Arbeidet med å finne et startfôringsregime for kveitelarver, basert på en kombinert bruk av *Artemia* og naturlig zooplankton, som gir både vekst, overlevelse og korrekt pigmentering vil bli videreført gjennom NFFR-prosjektet "Et startfôringskonsept for korrekt pigmentert kveiteyngel". Dette prosjektet vil også foreta utendørs storskala produksjonsforsøk med copepoder der også aspektet med hvileegg vil bli berørt. Imidlertid vil det være behov for ytterligere forskning og utviklingsarbeid for ytterligere å øke anvendelsen av slike hvileegg i akvakultursammenheng.

RAPPORTER OG PUBLIKASJONER

Bergh, Ø., Naas, K.E. og Harboe, T. (in ms.). Effects of larvae on the aerobic intestinal microflora of start-feeding halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) larvae.

Germain-Henry, M.C.H. (1992). First feeding in halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). Do halibut larvae require natural zooplankton at the onset of exogenous feeding. Master of Philosophy thesis, Inst. Fiskeri. Marinbiol. UiB.

Harboe, T, Huse, I, Næss, T. og Naas, K.E. (1992). Økt kunnskap om kveiteyngelproduksjon. Norsk Fiskeoppdrett 2A: 16-18.

Huse, I., Naas, K.E. og Iglesias, J. (1992). Illumination in first feeding tanks for marine fish larvae. Int. Coun. Explor. Sea C.M: 1992/F:6

Mangor-Jensen, A., Naas, K.E., Harboe, T. & Holm, J.C. (1990). Beware of benthic algae in green water larviculture. World Aquaculture 21(4): 95-95.

Meeren, v.d.T. og Næss, T. (in press). How does cod (*Gadus morhua* L.) cope with variability in the feeding conditions during early larval stages? Marine Biology.

Næss, T. (1990). Funn av hvileegg av marine calanoide copepoder (hoppekreps) i Norge. Fauna, 43: 186.

Næss, T. (1990). Startfôringsfasen hos kveite bør skje i grønt vann. Norsk Fiskeoppdrett 15: 46-47.

Næss, T. (1991a). Marine calanoid resting eggs in Norway: abundance and distribution of two copepod species in the sediments of an enclosed marine basin. Marine Biology 110: 261-266.

Næss, T. (1991b). Tolerance of marine calanoid resting eggs: effects of freezing desiccation and Rotenone exposures - a field and laboratory study. Mar. Biol. 111: 455-459.

Næss, T. (1991c). Funn av hvileegg av hoppekreps i norske poller. Norsk Fiskeoppdrett 6: 25-26.

Næss, T. (1993). Importance of diapausing eggs on the crustacean zooplankton community in a manipulated marine basin, western Norway. Bull. Mar. Sci. Vol 53, no. 2.

Næss, T. og Bergh, Ø. (in press). Calanoid copepod resting eggs can be surface disinfected. Aquacultural Engineering.

Næss, T., Bergh, Ø, Harboe, T, Naas, K.E, Rabben, H. og Skjolddal, L.H. (1990). Green water i larval culture. - An experiment with natural phytoplankton in tanks for first feeding of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) Int. Coun. Explor. Sea C.M.

- Naas, K.E. (1990). Extensive startfeeding of marine fry. Pp. 137-141 in Saunders, R.L. (ed.). Proceedings of Canada-Norway finfish aquaculture workshop, September 11-14, 1989, Can. Tech. Rep. Fish. aquat. Sci. 1761.
- Naas, K.E. og Mangor-Jensen, A. (1990a). Initial feeding rates of Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) at different prey densities. Int. Coun. Explor. Sea C.M. 1990/F:57
- Naas, K.E. og Mangor-Jensen, A. (1990b). Positive phototaxis during late yolksac-stage of Atlantic halibut larvae *Hippoglossus hippoglossus* (L.). Sarsia 75: 243-246.
- Naas, K.E. og Næss, T. (1991). Startfôring hos kveite bør skje i "grønt vann"! Havforskningsnytt Nr. 22-1991, Fiskets Gang 9: 19-20.
- Naas, K.E., Næss, T. og Harboe, T. (1992). Enhanced first feeding of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in green water. Aquaculture 105: 143-156.
- Rønnestad, I. og Naas, K.E. (in press). Oxygen consumption and ammonia excretion in larval Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) at first feeding. A first step towards an energetic model. In Walther, B. & Fyhn, H.J. (eds.) Physiology and biochemistry of fish larval development. University of Bergen, Bergen, Norway.

POSTERE

- Huse, I., Mangor-Jensen, A., Rabben, H., Naas, K., Harboe, T., Skjolddal, L., Tuene, S., Boxaspen, K. og Næss, T. (1990). A production line for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fry. Poster at *Development and aquaculture of marine larvae*. Bergen, August 1990.
- Naas, K.E., Næss, T. og Harboe, T. (1991). Enhanced first feeding of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in green water. Poster at *Larvi'91- Fish and crustacean Larviculture Symposium, European Aquaculture Society, Gent, Belgium*.
- Næss, T. (1991). Importance of diapausing eggs on the crustacean zooplankton community in a manipulated marine basin, western Norway. Poster at *Zooplankton Ecology Symposium*, 24-29 August 1991, Appleton, USA.

REFERERT LITTERATUR UTEN TILKNYTNING TIL PROSJEKTET

Grice, G. D. og Marcus, N.H. (1981). Dormant eggs of marine copepods. *Oceanogr. mar. Biol. A. Rev.* 19: 125-140.

Kanazawa, A. (1991). Nutritional mechanisms causing abnormal pigmentation in the cultured Marbled sole larvae, *Limanda yokohamae* (Heterosomata). Pp. 20-22 In: Lavens, P., Sorgeloos, P., Jaspers, E. and Ollevier, F. (eds): Larvi'91 - Fish and Crustacean Larviculture Symposium, European Aquaculture Society, Special Publications No. 15, Gent, Belgium.

Legér, P., Bengston, K.L., Simpson og Sorgeloos, P. (1986). the use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanography and Marine Biology Annual Review.* 24: 521-623.

Salvesen, I., Jørgensen, L. og Vadstein, O. (1991). Evaluation of four chemicals for surface-disinfection of marine fish egg. In: Lavens, P., Sorgeloos, P., Jaspers, E. and Ollevier, F. (eds): Larvi'91 - Fish and Crustacean Larviculture Symposium, European Aquaculture Society, Special Publications No. 15, Gent, Belgium.

Vedlegg 1. Innholdet av frie aminosyrer (mmol/g våtvekt \pm SD) i naturlig zooplankton (ZF), uanrikt *Artemia* (UAF) og super Selco anrikt *Artemia* (EAF) brukt som fôr til kveitelarver på dag 0, 10 og 19. (n=6-8). (fra Germain-Henry 1992).

Name of FAA	Day 0			Day 10	Day 19		
	ZF	UAF	EAF	ZF	ZF	UAF	EAF
Aspartic	0.49 \pm 0.09	0.29 \pm 0.04	0.15 \pm 0.02	0.34 \pm 0.04	0.41 \pm 0.05	0.14 \pm 0.02	0.21 \pm 0.01
Glutamic	0.63 \pm 0.09	0.77 \pm 0.09	0.92 \pm 0.07	0.24 \pm 0.02	0.27 \pm 0.06	0.64 \pm 0.14	0.75 \pm 0.06
Asparagine	0.37 \pm 0.06	0.31 \pm 0.04	0.32 \pm 0.04	0.24 \pm 0.02	0.29 \pm 0.05	0.21 \pm 0.05	0.22 \pm 0.01
Serine	0.89 \pm 0.13	0.54 \pm 0.09	0.71 \pm 0.08	0.66 \pm 0.07	0.72 \pm 0.12	0.35 \pm 0.10	0.58 \pm 0.03
Histidine	0.34 \pm 0.05	0.16 \pm 0.03	0.17 \pm 0.02	0.20 \pm 0.03	0.24 \pm 0.03	0.11 \pm 0.02	0.17 \pm 0.01
Glutamine	0.69 \pm 0.12	0.60 \pm 0.06	0.95 \pm 0.11	0.44 \pm 0.07	0.52 \pm 0.06	0.48 \pm 0.10	0.49 \pm 0.01
Glycine	3.61 \pm 0.57	0.44 \pm 0.08	0.40 \pm 0.04	4.84 \pm 0.77	5.43 \pm 0.75	0.33 \pm 0.07	0.36 \pm 0.03
Threonine	0.65 \pm 0.10	0.30 \pm 0.06	0.31 \pm 0.05	0.27 \pm 0.02	0.29 \pm 0.05	0.19 \pm 0.06	0.29 \pm 0.01
Arginine	1.97 \pm 0.32	0.80 \pm 0.09	0.86 \pm 0.09	1.95 \pm 0.15	2.05 \pm 0.25	0.57 \pm 0.10	0.61 \pm 0.03
Alanine	1.48 \pm 0.34	0.92 \pm 0.40	1.68 \pm 0.10	1.90 \pm 0.29	2.13 \pm 0.28	0.81 \pm 0.17	2.42 \pm 0.11
Taurine	6.73 \pm 1.00	1.57 \pm 0.08	2.48 \pm 0.11	5.53 \pm 0.71	7.09 \pm 0.78	1.43 \pm 0.21	1.74 \pm 0.08
Tyrosine	0.40 \pm 0.20	0.22 \pm 0.03	0.21 \pm 0.05	0.20 \pm 0.10	0.29 \pm 0.07	0.21 \pm 0.03	0.36 \pm 0.01
Valine	0.86 \pm 0.14	0.49 \pm 0.11	0.45 \pm 0.06	0.69 \pm 0.07	0.73 \pm 0.15	0.30 \pm 0.09	0.38 \pm 0.02
Methionine	1.13 \pm 0.21	0.52 \pm 0.11	0.48 \pm 0.07	0.8 \pm 0.07	0.84 \pm 0.18	0.33 \pm 0.09	0.33 \pm 0.02
Tryptophan	0.17 \pm 0.03	0.08 \pm 0.01	0.07 \pm 0.02	0.10 \pm 0.02	0.09 \pm 0.03	0.04 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01
Phenylalanine	0.50 \pm 0.10	0.34 \pm 0.09	0.28 \pm 0.05	0.35 \pm 0.04	0.38 \pm 0.07	0.23 \pm 0.06	0.22 \pm 0.01
Isoleucine	0.57 \pm 0.11	0.36 \pm 0.09	0.31 \pm 0.05	0.40 \pm 0.04	0.45 \pm 0.09	0.22 \pm 0.06	0.27 \pm 0.02
Leucine	1.10 \pm 0.22	0.60 \pm 0.16	0.51 \pm 0.08	0.75 \pm 0.10	0.83 \pm 0.20	0.37 \pm 0.10	0.39 \pm 0.03
Lysine	1.64 \pm 0.34	0.88 \pm 0.26	0.90 \pm 0.16	1.07 \pm 0.11	1.16 \pm 0.28	0.62 \pm 0.11	0.91 \pm 0.11
Total Amt.	24.19 \pm 3.63	10.21 \pm 1.79	12.14 \pm 1.03	20.96 \pm 2.35	24.21 \pm 2.51	7.56 \pm 1.53	10.72 \pm 0.57

Vedlegg 2. Prosentdel av de enkelte fettsyrer i totallipid ($W\% \pm SD$) i de forskjellige fôrtypene (se Appendix 2) på a) dag 0, 10 og 19. $n=9-10$. (Fra Germain-Henry 1992).

Name of fatty acids	Day 0			Day 10	Day 19		
	ZP	UAP	EAP	ZP	ZP	UAP	EAP
14:00	3.42 ± 0.25	0.84 ± 0.02	0.88 ± 0.02	4.33 ± 0.11	4.16 ± 0.20	0.76 ± 0.01	0.93 ± 0.01
15:00	0.88 ± 0.06	0.37 ± 0.03	0.30 ± 0.03	0.50 ± 0.02	0.47 ± 0.06	0.30 ± 0.01	0.30 ± 0.00
16:00	16.9 ± 1.04	13.4 ± 0.22	10.8 ± 0.20	16.5 ± 0.22	15.4 ± 0.22	11.9 ± 0.06	11.2 ± 0.08
16:1 n -9	0.70 ± 0.04	0.97 ± 0.02	0.84 ± 0.02	0.56 ± 0.01	0.42 ± 0.07	0.90 ± 0.01	1.07 ± 0.01
16:1 n -7	1.73 ± 0.08	4.15 ± 0.10	3.52 ± 0.08	4.77 ± 0.14	4.59 ± 0.22	3.95 ± 0.03	4.24 ± 0.04
16:2 n -4	0.27 ± 0.04	0.20 ± 0.29	0.09 ± 0.01	1.01 ± 0.10	0.52 ± 0.08	0.24 ± 0.38	0.07 ± 0.01
17:00	0.82 ± 0.06	1.02 ± 0.01	0.75 ± 0.01	0.41 ± 0.03	0.33 ± 0.05	0.78 ± 0.38	0.77 ± 0.01
16:4 n -3	0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.43 ± 0.03	0.44 ± 0.08	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.01
18:00	3.66 ± 0.37	7.95 ± 0.12	5.22 ± 0.14	2.64 ± 0.04	1.85 ± 0.23	6.87 ± 0.14	4.64 ± 0.03
18:1 n -9	2.93 ± 0.53	22.9 ± 0.15	19.0 ± 0.24	6.55 ± 0.26	11.8 ± 0.35	22.2 ± 0.11	20.4 ± 0.12
18:1 n -7	3.32 ± 0.20	10.6 ± 0.12	7.19 ± 0.12	1.74 ± 0.09	1.05 ± 0.03	10.6 ± 0.09	7.81 ± 0.06
18:1 n -5	0.15 ± 0.01	0.49 ± 0.05	0.50 ± 0.03	0.55 ± 0.01	0.59 ± 0.04	0.49 ± 0.01	0.54 ± 0.01
18:2 n -6	1.98 ± 0.14	6.80 ± 0.02	6.50 ± 0.06	2.36 ± 0.08	2.77 ± 0.04	6.80 ± 0.05	7.06 ± 0.02
18:3 n -6	0.12 ± 0.01	0.47 ± 0.03	0.52 ± 0.05	0.34 ± 0.02	0.16 ± 0.01	0.56 ± 0.04	0.64 ± 0.01
18:3 n -3	1.49 ± 0.43	18.8 ± 0.24	15.78 ± 0.11	2.64 ± 0.26	3.08 ± 0.03	21.7 ± 0.21	21.1 ± 0.29
18:4 n -3	1.49 ± 0.13	1.96 ± 0.04	2.34 ± 0.05	4.57 ± 0.11	7.80 ± 0.17	2.57 ± 0.04	3.04 ± 0.04
20:00	0.25 ± 0.07	0.38 ± 0.08	0.28 ± 0.03	0.18 ± 0.02	0.13 ± 0.02	0.25 ± 0.03	0.19 ± 0.00
20:1 n -9	0.21 ± 0.06	0.66 ± 0.07	1.22 ± 0.03	0.67 ± 0.02	0.54 ± 0.01	0.72 ± 0.03	0.83 ± 0.02
20:1 n -7	0.56 ± 1.41	0.13 ± 0.02	0.21 ± 0.05	0.12 ± 0.01	0.12 ± 0.05	0.17 ± 0.04	0.15 ± 0.02
20:4 n -6	0.84 ± 0.04	2.14 ± 0.03	1.72 ± 0.02	0.60 ± 0.04	0.65 ± 0.03	2.38 ± 0.03	1.64 ± 0.01
20:4 n -3	0.52 ± 0.05	0.47 ± 0.02	1.02 ± 0.02	1.49 ± 0.04	1.81 ± 0.02	0.69 ± 0.03	1.07 ± 0.09
20:5 n -3	21.1 ± 1.26	3.38 ± 0.39	12.2 ± 0.35	18.1 ± 0.19	14.5 ± 0.25	3.77 ± 0.07	7.39 ± 0.02
22:00	0.49 ± 0.08	1.13 ± 0.03	0.54 ± 0.03	0.19 ± 0.02	0.10 ± 0.01	1.00 ± 0.05	0.55 ± 0.01
22:1 n -11	0.13 ± 0.05	tr	0.27 ± 0.01	0.57 ± 0.04	0.27 ± 0.02	tr	0.14 ± 0.01
22:1 n -9	0.08 ± 0.03	0.08 ± 0.02	0.15 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.13 ± 0.05	0.09 ± 0.05	0.10 ± 0.01
22:5 n -3	0.81 ± 0.16	0.08 ± 0.02	1.01 ± 0.05	0.79 ± 0.01	0.69 ± 0.03	tr	0.57 ± 0.04
22:6 n -3	32.9 ± 2.3	0.28 ± 0.26	6.78 ± 0.38	24.8 ± 0.48	24.0 ± 0.57	0.14 ± 0.13	3.30 ± 0.01
24:00	0.23 ± 0.03	0.24 ± 0.02	0.07 ± 0.02	tr	0.14 ± 0.10	0.21 ± 0.08	0.14 ± 0.01
24:1 n -9	1.99 ± 0.16	0.31 ± 0.03	0.28 ± 0.04	2.44 ± 0.08	1.56 ± 0.08	0.09 ± 0.06	0.10 ± 0.02
Σ Saturated	26.6	25.3	18.8	24.7	22.6	22.1	18.7
Σ monosatur.	9.8	40.0	33.15	18.1	19.5	39.1	35.2
Σn -3 HUFA	55.3	4.2	21.0	45.2	41.0	4.6	12.3
Σn -3 PUFA	58.3	24.9	39.2	52.4	51.9	28.9	36.5
Σn -6 HUFA	0.8	2.1	1.7	0.6	0.7	2.4	1.6
Σn -6 PUFA	2.9	9.4	8.7	3.3	3.6	9.7	9.3
Σn -6/ Σn -3 HUFA	0.02	0.5	0.08	0.01	0.02	0.53	0.13
Σn -6/ Σn -3 PUFA	0.05	0.37	0.22	0.06	0.07	0.33	0.26
22:6 n -3/ 20:5 n -3	1.56	0.08	0.55	1.4	1.66	0.04	0.45

Vedlegg 3a. Prosentdel av de enkelte fettsyrer i totallipid ($W\% \pm SD$) i kveitelarver i forskjellige fôrregimer etter 0 og 10 dagers fôring (jfr. Tabell 3).
S = sultgruppen. (n=7-10). (Fra Germain-Henry 1992).

Name of fatty acids	Day 0	Day 10					
	'day-0' group	Z	Z-3	Z-7	UA	EA	S-group
14:00	1.48 ± 0.19	1.50 ± 0.61	0.85 ± 0.10	1.05 ± 0.05	0.86 ± 0.09	0.75 ± 0.08	1.13 ± 0.19
15:00	0.42 ± 0.08	0.38 ± 0.09	0.30 ± 0.04	0.37 ± 0.11	0.30 ± 0.03	0.24 ± 0.01	0.39 ± 0.14
16:00	17.6 ± 0.49	18.9 ± 0.64	16.0 ± 0.80	17.1 ± 1.3	15.2 ± 0.68	13.1 ± 0.6	18.7 ± 1.2
16:1n-9	1.14 ± 0.10	1.03 ± 0.08	1.06 ± 0.09	1.04 ± 0.08	1.11 ± 0.06	0.97 ± 0.06	1.05 ± 0.10
16:1n-7	2.02 ± 0.26	1.53 ± 0.22	1.89 ± 0.23	1.82 ± 0.39	2.40 ± 0.20	2.29 ± 0.09	1.51 ± 0.20
16:2n-4	0.17 ± 0.07	0.1 ± 0.06	0.11 ± 0.02	0.16 ± 0.06	0.13 ± 0.04	0.18 ± 0.17	0.33 ± 0.36
17:00	0.30 ± 0.04	0.40 ± 0.17	0.53 ± 0.06	0.52 ± 0.24	0.61 ± 0.09	0.61 ± 0.23	0.44 ± 0.21
16:4n-3	0.08 ± 0.03	0.06 ± 0.03	0.07 ± 0.02	0.09 ± 0.03	0.09 ± 0.02	0.08 ± 0.00	0.14 ± 0.05
18:00	7.15 ± 0.39	8.60 ± 0.57	8.71 ± 0.41	9.16 ± 0.92	8.50 ± 0.44	7.55 ± 0.26	9.55 ± 0.38
18:1n-9	6.48 ± 0.36	7.56 ± 0.67	12.1 ± 1.4	10.4 ± 1.9	14.3 ± 1.43	14.7 ± 0.7	7.45 ± 0.39
18:1n-7	2.51 ± 0.15	2.78 ± 0.26	6.00 ± 0.80	4.67 ± 1.56	7.33 ± 0.82	7.21 ± 0.39	2.29 ± 0.20
18:1n-5	0.30 ± 0.03	0.43 ± 0.11	0.32 ± 0.05	0.36 ± 0.07	0.38 ± 0.04	0.43 ± 0.05	0.38 ± 0.17
18:2n-6	2.21 ± 0.32	1.97 ± 0.32	4.26 ± 0.57	3.08 ± 0.92	4.78 ± 0.50	4.85 ± 0.25	1.97 ± 0.86
18:3n-6	0.15 ± 0.04	0.32 ± 0.25	0.37 ± 0.04	0.30 ± 0.16	0.41 ± 0.10	0.33 ± 0.10	0.09 ± 0.01
18:3n-3	0.18 ± 0.02	0.68 ± 0.27	6.34 ± 1.84	4.39 ± 2.6	9.03 ± 1.55	8.84 ± 0.97	0.30 ± 0.37
18:4n-3	0.50 ± 0.03	0.87 ± 0.19	0.90 ± 0.17	0.93 ± 0.25	1.29 ± 0.18	1.17 ± 0.11	0.54 ± 0.05
20:00	0.65 ± 0.07	0.49 ± 0.21	0.31 ± 0.07	0.54 ± 0.25	0.33 ± 0.12	0.21 ± 0.02	1.00 ± 0.29
20:1n-9	2.79 ± 0.18	1.17 ± 0.21	1.16 ± 0.06	1.22 ± 0.29	1.18 ± 0.05	1.27 ± 0.07	1.38 ± 0.26
20:1n-7	0.33 ± 0.04	0.34 ± 0.27	0.21 ± 0.02	0.36 ± 0.38	0.24 ± 0.03	0.25 ± 0.03	0.40 ± 0.40
20:4n-6	2.73 ± 0.09	2.62 ± 0.4	3.69 ± 0.16	3.03 ± 0.28	3.40 ± 0.12	2.91 ± 0.12	3.43 ± 0.18
20:4n-3	0.35 ± 0.04	0.46 ± 0.16	0.49 ± 0.09	0.38 ± 0.13	0.56 ± 0.10	0.70 ± 0.06	0.09 ± 0.05
20:5n-3	12.8 ± 0.27	11.1 ± 1.1	8.92 ± 0.32	9.03 ± 0.48	7.97 ± 0.33	13.8 ± 0.56	9.13 ± 0.31
22:00	0.07 ± 0.01	0.21 ± 0.24	0.27 ± 0.06	0.38 ± 0.29	0.37 ± 0.07	0.41 ± 0.03	0.28 ± 0.27
22:1n-11	0.83 ± 0.08	0.14 ± 0.07	0.11 ± 0.04	0.07 ± 0.01	0.10 ± 0.02	0.13 ± 0.02	0.11 ± 0.03
22:1n-9	0.33 ± 0.03	0.27 ± 0.25	0.16 ± 0.03	0.35 ± 0.39	0.18 ± 0.02	0.16 ± 0.01	0.38 ± 0.38
22:5n-3	1.64 ± 0.17	1.33 ± 0.18	1.04 ± 0.16	1.04 ± 0.23	0.80 ± 0.12	1.29 ± 0.15	1.19 ± 1.17
22:6n-3	32.2 ± 1.2	32.4 ± 2.9	22.3 ± 3.3	26.3 ± 5.8	16.9 ± 3.0	14.8 ± 1.7	34.0 ± 1.9
24:00	0.12 ± 0.03	0.25 ± 0.19	0.07 ± 0.02	0.29 ± 0.29	0.11 ± 0.04	0.08 ± 0.01	0.27 ± 0.32
24:1n-9	2.77 ± 0.12	2.29 ± 0.20	1.49 ± 0.21	1.87 ± 0.45	1.20 ± 0.25	0.85 ± 0.13	2.39 ± 0.16
ΣSaturated	27.7	30.8	27.0	29.4	26.3	23.0	31.7
ΣMonounsat.	19.5	17.5	24.5	22.1	28.4	28.2	17.3
Σn-3 PUFA	47.6	46.9	40.0	42.1	36.6	40.5	45.2
Σn-3 HUFA	46.9	45.3	32.8	36.8	26.3	30.5	44.4
Σn-6 PUFA	5.1	4.9	8.3	6.4	8.6	8.1	5.5
Σn-6 HUFA	2.7	2.6	3.7	3.0	3.4	2.9	3.4
Σn-6/Σn-3 PUFA	0.11	0.10	0.21	0.15	0.23	0.2	0.12
Σn-6/Σn-3 HUFA	0.06	0.06	0.11	0.08	0.13	0.10	0.08
22:6n-3/	2.5	2.9	2.5	2.9	2.1	1.1	3.7
20:5n-3							

Vedlegg 3b. Prosentdel av de enkelte fettsyrer i totallipid ($W\% \pm SD$) i kveitelarver i forskjellige fôrregimer etter 19 dagers fôring (jfr. Tabell 3).
S = sultgruppen. (n=7-10). (Fra Germain-Henry 1992).

Name of fatty acids	Day 19				
	Z	Z-3	Z-7	UA	EA
14:00	1.69 ± 0.19	0.94 ± 0.16	0.94 ± 0.21	0.80 ± 0.14	0.61 ± 0.06
15:00	0.29 ± 0.08	0.36 ± 0.08	0.40 ± 0.18	0.31 ± 0.10	0.20 ± 0.03
16:00	18.5 ± 0.52	15.7 ± 0.7	15.4 ± 0.61	15.1 ± 0.73	13.1 ± 0.35
16:1n-9	0.76 ± 0.07	1.14 ± 0.05	1.06 ± 0.13	1.03 ± 0.08	0.86 ± 0.04
16:1n-7	1.49 ± 0.14	1.94 ± 0.18	2.02 ± 0.17	1.94 ± 0.19	2.09 ± 0.24
16:2n-4	0.13 ± 0.05	0.13 ± 0.04	0.09 ± 0.03	0.10 ± 0.04	tr
17:00	0.32 ± 0.06	0.63 ± 0.12	0.58 ± 0.07	0.65 ± 0.09	0.63 ± 0.03
16:4n-3	0.10 ± 0.03	0.08 ± 0.04	0.09 ± 0.05	0.09 ± 0.02	0.27 ± 0.38
18:00	6.89 ± 0.94	8.85 ± 0.48	8.68 ± 0.44	8.17 ± 0.87	7.45 ± 0.13
18:1n-9	7.05 ± 0.32	15.2 ± 1.5	15.2 ± 1.4	15.51 ± 1.6	15.78 ± 0.68
18:1n-7	2.21 ± 0.09	7.62 ± 1.04	7.54 ± 0.91	8.29 ± 1.02	8.07 ± 0.34
18:1n-5	0.58 ± 0.09	0.37 ± 0.05	0.35 ± 0.03	0.38 ± 0.07	0.37 ± 0.04
18:2n-6	1.29 ± 0.11	4.65 ± 0.30	4.51 ± 0.39	5.27 ± 0.40	4.93 ± 0.32
18:3n-6	0.11 ± 0.08	0.27 ± 0.03	0.27 ± 0.03	0.30 ± 0.03	0.28 ± 0.04
18:3n-3	0.57 ± 0.17	7.63 ± 1.08	7.83 ± 1.03	9.26 ± 1.66	9.22 ± 1.22
18:4n-3	1.46 ± 0.40	0.94 ± 0.15	0.99 ± 0.17	0.85 ± 0.36	1.02 ± 0.13
20:00	0.17 ± 0.10	0.23 ± 0.05	0.23 ± 0.08	0.16 ± 0.07	0.14 ± 0.02
20:1n-9	0.85 ± 0.34	1.05 ± 0.09	1.00 ± 0.10	0.85 ± 0.35	0.96 ± 0.03
20:1n-7	0.16 ± 0.04	0.33 ± 0.04	0.32 ± 0.04	0.30 ± 0.04	0.23 ± 0.01
20:4n-6	1.91 ± 1.06	4.27 ± 0.44	3.86 ± 0.25	4.31 ± 0.04	2.93 ± 0.21
20:4n-3	0.78 ± 0.26	0.59 ± 0.11	0.57 ± 0.08	0.68 ± 0.11	0.67 ± 0.03
20:5n-3	12.1 ± 1.70	8.47 ± 0.73	8.59 ± 0.80	8.57 ± 0.67	14.71 ± 0.19
22:00	0.10 ± 0.08	0.28 ± 0.04	0.28 ± 0.05	0.30 ± 0.06	0.33 ± 0.03
22:1n-11	0.37 ± 0.71	tr	tr	0.06 ± 0.04	0.09 ± 0.04
22:1n-9	0.13 ± 0.03	0.17 ± 0.02	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.02	0.15 ± 0.01
22:5n-3	1.32 ± 0.07	0.81 ± 0.12	0.79 ± 0.11	0.76 ± 0.12	1.41 ± 0.16
22:6n-3	36.4 ± 2.0	16.0 ± 3.1	16.7 ± 2.6	13.7 ± 3.3	12.8 ± 2.0
24:00	0.13 ± 0.09	0.14 ± 0.08	0.10 ± 0.02	0.13 ± 0.03	0.09 ± 0.02
24:1n-9	2.25 ± 0.44	1.28 ± 0.40	1.47 ± 0.47	2.05 ± 2.17	0.80 ± 0.11
ΣSaturates	28.1	27.1	26.6	25.6	22.5
ΣMonounsat.	15.8	29.1	29.2	30.6	29.4
Σn-3 PUFA	52.6	34.5	35.5	33.8	39.9
Σn-3 HUFA	50.6	25.9	26.7	23.7	29.6
Σn-6 PUFA	3.3	9.2	8.6	9.9	8.1
Σn-6 HUFA	1.9	4.3	3.9	4.3	2.9
Σn-6/Σn-3 PUFA	0.06	0.26	0.24	0.29	0.20
Σn-6/Σn-3 HUFA	0.04	0.16	0.14	0.18	0.10
22:6n-3/	3.0	1.9	1.9	1.6	0.9
20:5n-3					