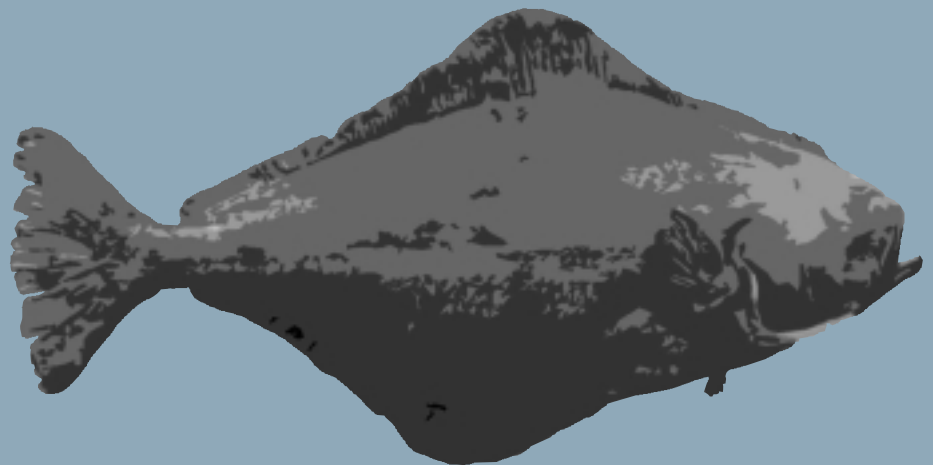


Spesielle tilpasninger i oppdrett



Begrepet “Ekstensiv yngelproduksjon” har vært knyttet til bruk av poll- og bassengsystemer for produksjon av marin yngel. Motsetningen er “Intensiv yngelproduksjon” som tradisjonelt har blitt sett på som innendørs anlegg i karsystemer med kontrollert produksjon i alle ledd (alger, byttedyr og fiskelarver). Den ekstensive metoden assosieres med store vannvolum hvor tettheten av byttedyr og larver (biomassen) er lav, for eksempel ved produksjon av torskeyngel direkte i en poll hvor det produseres 1-2 yngel pr. m³ vannvolum. Til sammenligning er tettheten av biomassen i intensiv produksjon høy, og et utbytte i størrelsesorden mer enn 2 yngel pr. liter vannvolum regnes som et akseptabelt resultat. Innføring av “Posemetoden” i marin yngelproduksjon har imidlertid ført til en del begrepsforvirring både i forskermiljøet, forvaltningen og næringen. Begreper som “ekstensiv”, “semi-ekstensiv” og “semi-intensiv” produksjon har versert om hverandre. Posemetoden karakteriseres ved

bruk av en innhegning (store plastposer i poll eller sjø) som aktivt må tilføres byttedyr fordi larvenes behov er større enn egenproduksjonen av plankton i systemet. En annen variant er at det benyttes store kar på land istedet for poser (Fig. 1). Fôrorganismene som brukes ved denne metoden er ulike stadier av hoppekreps (copepoder) som samles inn fra et pollsystem eller fra sjøen. I tillegg har betydelige mengder Artemia blitt benyttet når det er mangel på copepoder. Når det gjelder biomassetetthet regnes en poseproduksjon på 0,2-0,3 yngel pr. liter vannvolum som et godt resultat. Inntil nå er posemetoden benyttet for det aller meste ved yngelproduksjon av kveite i Norge, men dette er i ferd med å endre seg da intensiv produksjon stadig øker (Fig. 2).

Koblingen til naturlig plankton har ført til at posemetoden ofte kalles ekstensiv produksjon. Samtidig kan den ses på som en oppskalering av intensiv produksjon. Ut fra en klassifisering av de ulike metodene defineres pose-



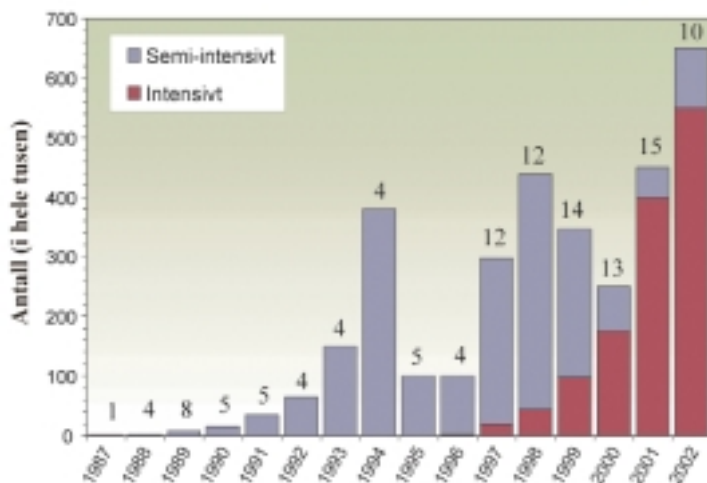
Figur 1. Skjematisk fremstilling av semi-intensiv startfôring av kveitelarver

metoden som en semi-intensiv produksjon (van der Meeren & Naas 1997). Ekstensiv produksjon defineres her som en produksjon hvor byttedyr ikke trenger å tilføres. I intensiv produksjon må fôrorganismene tilføres fordi matbehovet til larvene er større enn reproduksjonen av byttedyr i systemet. Posemetoden med sin karvariant er derfor intensiv, og begrepet "semi" som betyr "halv", antyder bruk av innsamlede copepoder fra sjøen eller fra ekstensiv planktonproduksjon i poll.

Historikk

Yngelproduksjon av marin fisk i store sjøvannsbassenger har en historie som går tilbake til slutten av forrige århundrede. Våren 1986 satte kaptein G.M. Dannevig ut nyklekte torskelarver i et 2500 m³ stort sjøvannsbasseng ved Flødevigen Biologiske Stasjon (Rognerud 1887). Larvene overlevde på plankton i bassenget og flere tusen yngel ble produsert. Basseng-metoden fikk ingen vid utbredelse innen produksjon av marin yngel, men ble gjennom første halvdel av 1900-tallet også prøvd for andre arter som rødspette og skrubbe (Rollesfsen 1940, 1946). Først i 1970-årene fikk idéen med bruk av store sjøvannsbasseng og naturlig zooplankton sin fornyelse, og da både som metode for yngelproduksjon i akvakultur og forskning på rekrutteringsmekanismer i naturen (Øiestad et al. 1976, Øiestad 1982, Øiestad 1985). En rekke arter ble forsøkt oppdrettet i bassenget som Dannevig benyttet i Flødevigen, samt i et mindre 20 m³ basseng og i 2 m³ plastposer. I årene 1976 til 1979 ble det gjennomført forsøk med rødspette, torsk, sild, lodde og en hybrid mellom rødspette og skrubbe i disse pose- og bassengsystemene. Det ble rapportert om god overlevelse både for sild, lodde og torsk. De lovende resultatene fra bassengforsøkene førte til at larver av andre arter ble prøvd. I 1980 ble de første forsøkene med piggvar og kveite gjennomført i Flødevigen (Danielssen et al. 1990, Blaxter et al. 1983).

Fra 1980 ble mye av aktiviteten flyttet til Havforskningsinstituttets akvakulturstasjon i Austevoll. Det var her gjennombruddet for



Figur 2. Produksjon av kveiteyngel totalt i Norge. Tallene er basert på opplysninger direkte fra oppdrettere og forskningsinstitusjoner (van der Meeren 2000).

metoden i akvakultur kom i 1983 med produksjon av ca 60 000 torskeyngel i den 60 000 m³ store Hyltropolten (Kvenseth & Øiestad 1984). Inspirert av suksessen med torsk ble også tunge og piggvar satt direkte ut i Svartatjernet, et 20 000 m³ tjern hvor ferskvannet i 1984 ble erstattet med sjøvann (Naas et al. 1991). Resultatet var imidlertid dårlig, og larvene overlevde kun når de ble satt ut i en pose som var plassert i tjernet (van der Meeren 1991b). Med bakgrunn i erfaringene fra posesystemene ble omfattende forsøk med oppdrett av flatfiskyngel (tunge, piggvar og kveite) i poser gjennomført innen poll- og bassengforsøkene ved akvakulturstasjonen i Austevoll i 1985 og 1986 (Berg et al. 1985, Berg 1987). De tre første kveiteyngelene ble produsert i 1985. To av disse overlevde videre og fikk navnene "Hallstein" og "Viggo Jan" etter daværende fiskeridirektør Hallstein Rasmussen og assisterende fiskeridirektør Viggo Jan Olsen. Ytterligere 200 kveiteyngel ble produsert i 1986 (Berg & Øiestad 1986, Øiestad 1999).

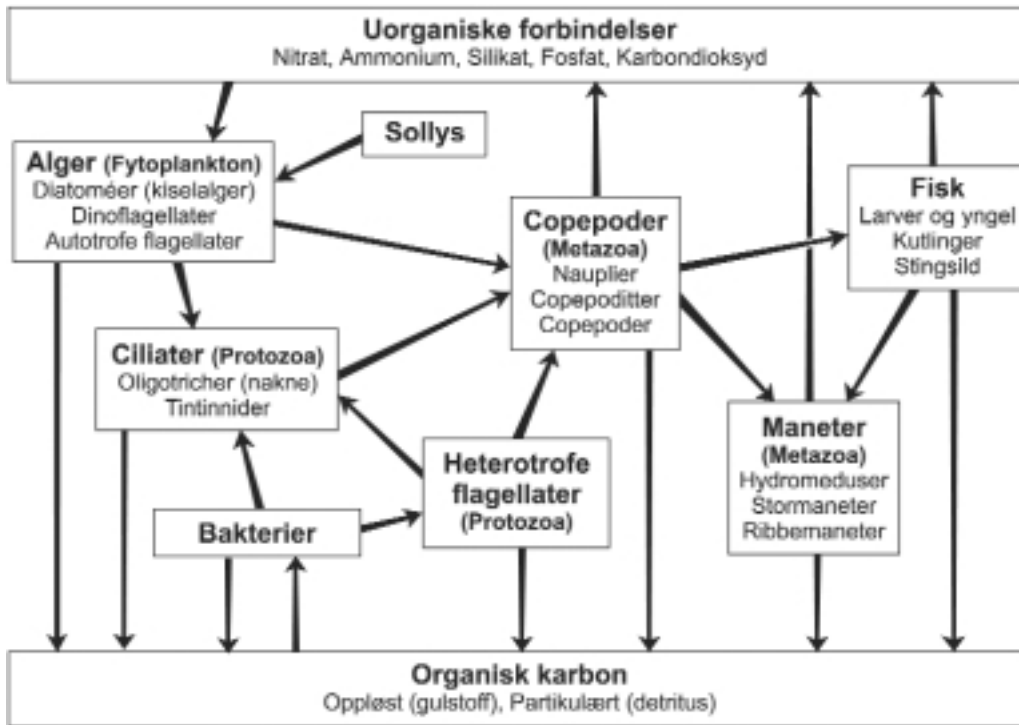
Forsøkene i posesystemene viste at larvene krevde stor tilgang på egnede byttedyr. Innsamling av zooplankton til posene var basert på en strømsetter koblet til et håvsystem av planktonduk. Systemet var lite effektivt og krevde ofte og manuell reingjøring. I 1987 kom hjulfilteret på markedet. Hjulfilteret var

selvrensende og kunne konsentrere planktonet i to ulike størrelsesfraksjoner (van der Meeren 1991a, van der Meeren & Naas 1997). Gjennom sin effektivitet og kapasitet åpnet hjulfilteret veien for kommersiell produksjon av marin yngel i posesystemer. Mowi AS (eid av Norsk Hydro), LMC og Stolt Sea Farm AS var de tidlige kommersielle pionerene som utviklet posemetoden i storskalaproduksjon av kveiteyngel. Av disse er kun sistnevnte fremdeles aktiv som yngelprodusent av kveite. I 1990 ble mer enn 10000 kveiteyngel produsert totalt i Norge (Fig. 2), og i 1994 hadde produksjonen økt til nesten 400 000. Mesteparten av denne yngelen ble produsert av Stolt Sea Farm AS (Berg 1997). Reduksjonen i antall kveiteyngel i årene 1995 og 1996 hadde sin årsak i utbrudd av viruset VER (Viral Encephalopathy and Retinopathy). Dette viruset begrenser fremdeles yngelproduksjonen i betydelig grad (Øiestad 1999). Frem til 1995 var semi-intensiv yngelproduksjon i poser og store landbaserte kar enerådende som produksjonsmetode. Imidlertid har andelen av intensivt produserte kveiteyngel økt jevnt siden 1995 og utgjorde i 2000 ca 50% av den totale produksjonen.

Siden den kommersielle utviklingen av posemetoden har skjedd innenfor næringen, finnes det en rekke forskjellige utforminger og praktiske løsninger på posesystem, posedrift og polldrift. Dokumentering av metoden slik den anvendes i dag er derfor vanskelig fordi tilgang til tekniske og biologiske data samt driftsprosedyrer hos de ulike oppdrettere er begrenset. I tillegg har utvikling og raffinering av metoden i kommersiell skala innenfor de offentlige forskningsinstitusjonene stor sett vært fraværende. Det er derfor vanskelig å snakke om poseproduksjon som en enhetlig metode. Den videre beskrivelse av planktonproduksjon i poll og yngelproduksjon i poser vil derfor være basert på kommunikasjon med oppdrettere samt erfaringer gjort med ulike marine arter ved Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon, både i pilot og kommersiell skala.

Produksjon av byttedyr

Copepoder vil være det primære byttedyret for fiskelarver i forbindelse med polloppdrett. Næss (1996) gir en oversikt over en del poller som har vært eller er i bruk til dette formålet. Styring av pollene er en viktig faktor for å øke og kontrollere sekundærproduksjonen (copepoder). Redskaper for slik styring er tilførsel av næringssalt (gjødsling) og omrøring av vannmassene (turbulens) (Naas et al. 1991). Til omrøring benyttes strømsettere, mens både fullgjødsel og natriummetasilikat (vannglass) har vært brukt for å tilføre nitrat (NO₃-), fosfat (PO₄-) og silikat (SiO₄-). Silikat brukes for å stimulere produksjon av kiselalger (diatoméer) som fører til copepodene. Mulighetene for å kontrollere produksjonen byttedyrt i pollene er likevel langt dårligere enn i forhold til rein intensiv produksjon av levendefôr (f. eks. Artemia). Dette skyldes blant annet at pollene er små økosystemer som kan karakteriseres med forholdsvis korte men komplekse næringskjeder eller næringsnett (Fig. 3). Primærproduksjonen (alger) beites stort sett av encellede organismer (ciliater) og ulike stadier av copepoder (Gaudy 1974, Capriulo & Carpenter 1983, Turner 1984, Andersen & Sørensen 1986, Berggreen et al. 1988, Kiørboe & Nielsen 1994, Nejtgaard et al. 1997, Båmstedt et al. 1999). Copepodene vil også kunne beite på mikrozooplankton som ciliater, heterotrofe flagellater, copepodegg og copepodnauplier (Landry 1978, Turner & Granéli 1992, Hada & Uye 1991, Lazzaretto & Salvato 1992, Kleppel 1993, Heerkloss et al. 1993, Hansen et al. 1994, Nielsen & Kiørboe 1994, Peterson & Kimmerer 1994, Saiz & Kiørboe 1995, Gismervik et al. 1996, Uye & Liang 1998). Ulike typer maneter (hydromeduser, stormaneter og ribbemaneter) kan blomstre opp i pollen og beite på copepodene (Grice et al. 1980, Øiestad et al. 1985, Daan 1989, Næss 1997). Maneter vil kunne følge med til larveposene sammen med copepoder samlet inn i planktonfraksjonene i hjulfilteret. Dette er lite ønskelig fordi manetene vil spise både kveitelarver og førorganismer i posene. Mindre fisk i pollen som kutlinger, stingsild og larver eller yngel av ulike arter vil også beite på copepoder.



Figur 3. Sjematisk fremstilling av de viktigste ledd og energistrømmer i næringsnettet i en marin poll (modifisert fra Gismervik et al. 1996). Bidrag til uorganiske forbindelser fra bakterier, alger, ciliater og heterotrofe flagelleater er ikke vist.

Fra et oppdrettssynspunkt er det ønskelig at copepoder og ikke maneter eller fisk utgjør toppnivået av næringskjeden i pollen. Imidlertid mangler det kunnskap om å kontrollere oppblomstring av maneter. Ulike metoder har vært benyttet for å fjerne uønskede organismer fra pollen. De fleste organismer i sjøen har forskjellige stadier i livssykluser knyttet til årstidene. Ved å bryte disse syklusene kan etablering og oppblomstring av slike arter hindres. Mindre poller (< 60 000 m³) kan tømmes, og dette vil hindre etablering av ulike fiskearter, rur, rørbyggende børstemakk og hydroider som alle lever av blant annet copepoder. Hydroider, som hører til gruppen nesledyr, er forøvrig det fastsittende stadiet for en del manetarter (hydromeduser). Tømming av pollen vil også fjerne strandsnegl som er mellomvert for digene ikter (blant annet *Cryptocotyle lingua* som parasitterer ulike fiskearter og gir svartprikkesyke) (Möller & Anders 1986). Andre parasitter (ikter, bendelorm, nematoder

og microsporider) har copepoder som mellomvert og er funnet i kveitelarver fra poseanlegg (Bristow 1990, Appelby 1996). I pollsystemer er det trolig vanskelig å bryte syklusene for parasitter med copepoder som mellomvert, og ytterligere kunnskap om parasitens livssyklus er nødvendig. En del poller er for store til å kunne tømmes (> 60 000 m³), og andre metoder for å fjerne uønskede organismer må vurderes. Dette kan være bruk av plantegiften rotenon eller stagnerende forhold om vinteren med dannelse av hydrogensulfid (H₂S). Rotenon tar livet av fisk og en god del plankton (Næss 1991b, Næss et al. 1991), men er i dag miljøpolitisk svært omstridt og trolig lite aktuelt. H₂S vil være en bedre løsning, men vil ikke dannes i øverste del av vannsøylen. Senking av vannstanden ved utpumping av dette overflatevannet vil derfor være aktuelt. Hvis nedslagsfeltet er stort nok kan det legges et 1 til 3m "lokk" med ferskvann i pollen. Ferskvannet vil hindre etablering av marine

arter i de grunne delene av pollen, mens H₂S fjerner uønskede organismer i resten av pollen. Denne metoden kan også anvendes for mindre poller i kombinasjon med utpumping. H₂S fjernes ved utskifting og omrøring av pollvannet. For å hindre ny introduksjon av uønskede organismer ved utskiftingen bør innpumpet vann filtreres (f.eks. ned til 80µm). Forøvrig kan det tenkes at enkelte poller vil være så store eller utsatt for vindeksponering at omrøring om vinteren vil hindre effektiv bruk av H₂S-metoden med ferskvannsløkk.

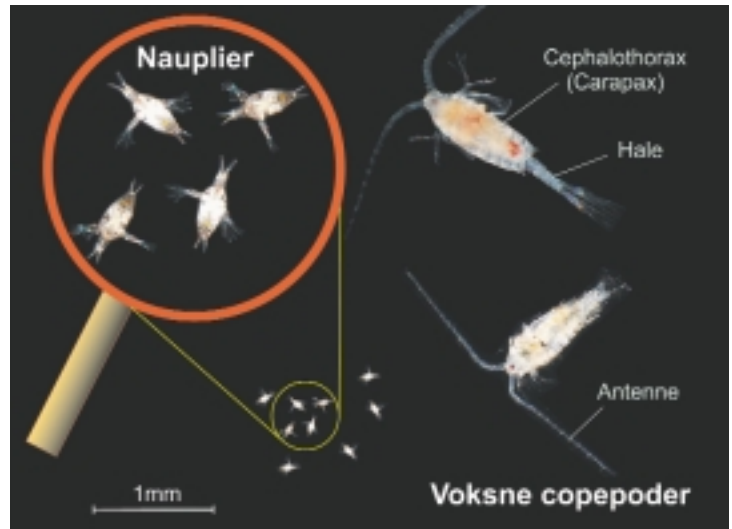
Undersøkelser fra ulike poller viser at arts-sammensetning av copepoder kan være høyst forskjellig fra poll til poll (Næss 1996). I nordatlantiske farvann domineres copepodene i sjøen stort sett av en stor art (raudåte: *Calanus finmarchicus*), mens i norske pollene er mindre arter som *Eurytemora affinis*, *Temora longicornis*, *Centropages hamatus*, *Acartia* spp., *Oithona similis*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus* og *Tisbe* sp. vanlige (Næss 1996, van der Meeren & Naas 1997). I de store og litt dypere pollene vil nok også raudåta finnes i rikelige mengder. Informasjon fra oppdretterne og erfaringer fra Austevoll havbruksstasjon viser at også produksjonen av copepoder i poller er svært variabel med hensyn til tidspunkt og mengde. Produksjonen foregår i perioder, og dette resulterer i uforutsigbare og store forskjeller i copepodtetthet gjennom sesongen og fra sesong til sesong. Kunnskapen for å styre produksjonen av copepoder er ufullstendig, og en oppdretter er på mange måter prisgitt den naturlige variasjonen i systemet. Det er gjort flere forsøk på å utvikle intensive produksjonslinjer for ulike copepoder (Kahan et al. 1982, Støttrup et al. 1986, Støttrup & Norsker 1997, Støttrup et al. 1998). Den viktigste hindringen for å kunne utnytte dette i kommersiell produksjon er lav produksjonskapasitet på grunn av lang generasjonstid og lav copepodtetthet i oppdrettssystemet. For å kompensere for dette må produksjonen av copepoder derfor skje i større volum, noe som har vært prøvd ut tildels med hell i store tanksystemer (Nellen et al. 1981, Urup 1994, Ohno & Okamura 1988, Støttrup et al.

1998). Mengde copepoder som kan høstes fra intensiv produksjon og store tanksystemer er rapportert til mellom 10 og 30% av produksjonen i systemet for å holde populasjonen i likevekt (Nellen et al. 1981, Ohno et al. 1990). Likevel vil oppdrett basert på denne type forproduksjon måtte benytte *Artemia* i tillegg som byttedyr fordi copepoder fremdeles ikke kan produseres i store nok mengder til å dekke matbehovet hos fiskelarvene i et anlegg i kommersiell skala (van der Meeren & Naas 1997).

For å forstå dynamikken i produksjonen av copepoder i poller kan det være nyttig å se litt på copepodenes biologi. Copepodene består av tre hovedgrupper: calanoide, cyclopoide og harpacticoide copepoder. Siden copepodene er krepsdyr foregår reproduksjonen som hos mer kjente tiftokreps som hummer og krabbe. Den modne hunnen får overført en spermpakke fra hannen, og denne brukes til å befrukte mange egg. Utviklingen fra egg til voksen skjer gjennom en rekke stadier (Fig. 4). Dette omfatter seks larvestadier (nauplier), fem juvenile stadier (copepoditter) og ett voksenstadium (copepod). Varigheten for denne utviklingen (generasjonstiden) er i størrelsesorden 2,5-10 uker avhengig av temperatur og art (Katona 1970, Uye 1982, Støttrup et al. 1986, Næss 1991a, Ianora 1998). Harpacticoide copepoder har svært korte antenner og er knyttet til et substrat (bunn og andre faste overflater), mens naupliene er i stor grad pelagiske (oppe i vannmassen). Både cyclopoide og calanoide copepoder er stort sett pelagiske og har lengre antenner, men skilles blant annet på om eggene bæres i ytre eggsekker (cyclopoide) eller gytes direkte ut i vannmassen (calanoide). Professor G.O. Sars, en av pionerene i norsk havforskning, har tegnet og beskrevet copepoder funnet i norske farvann (Sars 1903, 1911, 1918). Av nyere litteratur for å bestemme copepoder kan Enckell (1980) anbefales.

Copepodenes diet er høyst variert og spenner fra en rekke typer alger til ciliater og heterotrofe flagellater (Fig. 3). Byttet kan fanges på to måter: 1) copepoden skaper en vannstrøm forbi antennene med munnapparatet og selektivt fanger algeceller eller annet bytte som

den oppdager med et fint sanseapparat langs antennene (Alcaraz et al. 1980, Strickler 1985), og 2) copepoden lar seg synke langsomt gjennom vannet og angriper bevegelige byttedyr som oppdages ved hjelp av sansehår på de utslåtte antennene (Jonsson & Tiselius 1990). Det har vist seg at byttedyrtype og turbulens i vannmassen påvirker copepodenes spiseatferd, og at økende grad av turbulens er mest fordelaktig for den sistnevnte fangstmetoden (Hwang et al. 1994, Kiørboe & Saiz 1995, Saiz & Kiørboe 1995, Alcaraz 1997, Kiørboe 1997). Det har vist seg at en del copepodarter foretrekker å beite på ciliater (Wiadnyana & Rassoulzadegan 1989, Stoecker & Eglhoff 1987, Turner & Granéli 1992, Nejtgaard et al. 1997). Ved lave tettheter av alger kan inntak av ciliater være betydelig og bidra i stor grad til eggproduksjon (Gifford & Dagg 1988, Ohman & Runge 1994). Videre ser det ut til at copepoder har en optimal størrelse relativ til sin egen størrelse (Hansen et al. 1994), men at de også i betydelig grad kan nyttiggjøre seg små alger med cellediameter ned mot $5\mu\text{m}$ (Støttrup & Jensen 1990, Harris 1994, Nejtgaard et al. 1997, Båmstedt et al. 1999). Mange copepodarter er altså omnivore (spiser både vegetabilsk og animalsk kost), og denne diversiteten i dietten antas å være viktig for reproduksjon og vekst (Kleppel 1993). Blant ulike algetyper som før har det eksistert en forestilling om at diatoméer generelt er spesielt egnet for copepoder (Runge 1988). I den seinere tid har det blitt stilt spørsmål om dette er tilfelle (Kleppel et al. 1991, Uye 1996). I fra feltobservasjoner og i laboratorieforsøk med en rekke copepodarter er det påvist at fekunditet (eggproduksjon), eggutvikling og klekking har blitt negativt påvirket av enkelte diatoméer, og at dette skyldes kjemiske forbindelser i algene (Poulet et al. 1994, Ianora et al. 1995, Miralto et al. 1995, Chaudron et al. 1996, Ianora et al. 1996, Ban et al. 1997, Miralto et al. 1999). I motsetning til dette fant Kiørboe & Nielsen (1994) i en studie fra sørlige Kattegat at produksjon av egg hos copepoder samsvarte med mengde av klorofyll for partikler større enn $11\mu\text{m}$, og at



Figur 4. Calanoide copepoder og nauplier fra Svartatjern, Austevoll havbruksstasjon

denne planktonfraksjonen stort sett bestod av diatoméer og andre store algearter. Forøvrig har eggproduksjon og klekking også vist seg å variere med algenes størrelse, tetthet og ernæringsmessige kvalitet i form av innhold av nitrogen (protein og aminosyrer) eller fettsyrer (Berggreen et al. 1988, Kiørboe 1989, Støttrup & Jensen 1990, Norsker & Støttrup 1994, Jonasdottir & Kiørboe 1996, Pond et al. 1996, Calbet & Alcaraz 1997, Kleppel et al. 1998, Båmstedt et al. 1999). Ulike algetyper kan ha svært forskjellig innhold av fett (lipider og fettsyrer), og oppblomstring av enkelte algearter med ugunstig fettprofil (f.eks. ulike diatoméer) kan derfor påvirke reproduksjonen hos copepodene negativt (Fraser & Sargent 1989, Graeve et al. 1994, Kleppel & Burkart 1995, Pond & Harris 1996, Nejtgaard et al. 1997). En annen faktor som kan redusere copepodproduksjonen er kannibalisme eller beiting fra andre copepodarter. Dette går særlig ut over egg og tidlige naupliestadier. Fenomenet er rapportert for en rekke arter og kan utgjøre en betydelig reduksjon av bestandsveksten ved de tettheter av voksne copepoder som observeres i pollene (Landry 1978, Heerkloss et al. 1993, Hada & Uye 1991, Lazzaretto & Salvato 1992). Kannibalisme ser ut til å være en mekanisme for å regulere

populasjonsstørrelse og fjerne svake individer i populasjonen (Uchima & Hirano 1986, Heerkloss et al. 1993, Uye & Liang 1998). Høy tetthet av voksne individer ser imidlertid ikke ut til å påvirke selve eggproduksjonen i nevneverdig grad (Miralto et al. 1996).

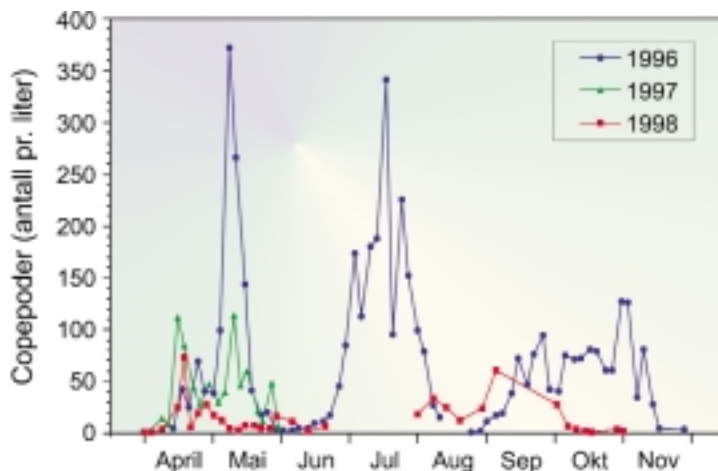
Ved ugunstige forhold vil en rekke copepodarter legge hvileegg i pollene (Næss 1991a, 1994, 1996). Disse synker til bunns og overlever til forholdene igjen blir optimale (Grice & Marcus 1981). I norske poller vil flere arter overvintre som hvileegg. Mekanismene som bestemmer klekking av hvileegg er ikke fullt forstått, men daglengde (lysforhold), endring av miljøforhold (oksygenmetning) og temperatur er mulige nøkkelfaktorer (Uye & Fleminger 1976, Uye 1980, Dahms 1995). Høye nok tettheter av alger (næringstilgang) er en annen mulig faktor. Hvileeggene for de ulike artene vil klekke til forskjellige tider på året og resultere i en bestemt rekkefølge i oppblomstring av artene (suksesjon). Imidlertid vil mengden egg fra år til år kunne variere mye og føre til store årlige svingninger i tettheten av copepoder i pollen (Næss 1996). Hvileegg er svært motstandsdyktige og enkelte arter vil kunne overleve både desinfeksjon, H₂S og rotenonbehandling (Næss 1991c, 1996, Næss & Bergh 1994). Det kan faktisk se ut til at dårlige miljøforhold i en periode er nødvendig for å få god klekking. Upubliserte data fra Austevoll havbruksstasjon viser at kort eksponering med H₂S ved lav temperatur i ett tilfelle var nødvendig for å klekke hvileegg fra arten *Centropages hamatus*. Videre vil hvileegg tåle rotenon, mens uttørring og nedfrysing ser ut til å føre til total dødelighet (Næss 1991c). Høy temperatur i kombinasjon med H₂S ser imidlertid ut til å være skadelig for hvileeggene. Slike forhold var trolig årsak til fullstendig utryddelse av en av copepodartene (*Acartia teclae*) fra Svartatjern ved Austevoll havbruksstasjon. Det er derfor ikke likegyldig hvordan pollen behandles om høsten og vinteren. Driftsrutiner for Svartatjern basert på 15 års erfaringer vil bli gitt i avsnitt nedenfor. Fordelen med hvileegg i poller er at klekkingen ved starten av produksjonssesongen kan

synkroniseres. Uttak av plankton til bruk i posesystemer om våren kan derfor til en viss grad planlegges.

Erfaringer fra Svartatjern viser at produksjonstoppene av copepoder er relativt forutsigbare i tid, men at mengde copepoder i toppene kan variere mye fra år til år (Fig. 5). Et av hovedproblemene har vært at copepodproduksjonen årevis synker kraftig og endrer artsammensetning midt i mai når kveitelarvene trenger planktonet mest. Styling av pollene for å unngå slike endringer er derfor ønskelig. Pollene som brukes til poseoppdrett, er forskjellige i både temperatur, saltholdighet, vannutskifting, lysregime (breddegrad), dyp, volum, overflate, vindeksponering og nedslagsfelt for nedbør. Disse faktorene vil være bestemmende for naturlig omrøring av pollvannet (turbulens), tilførsel av næringssalt og lysforhold som igjen vil påvirke hvilke algearter som blomstrer i pollen. Spørsmålet er da om algenes sammensetning og produksjon i pollen er av betydning for produksjonen av copepoder? Fra gjennomgangen av copepodenes biologi ovenfor synes det klart at algesamfunnet vil ha effekt på vekst, overlevelse og reproduksjon. Bruk av kunstgjødning i kombinasjon med omrøring ved hjelp av strømsetter har vist seg å øke algeproduksjonen og endre ciliatsamfunnet i poller (Naas et al. 1991, Strand 1996). Økt produksjon av copepod-nauplier er også antydning, blant annet ved bruk av selektiv gjødning (Naas et al. 1991, Nejtgaard et al. 1997). Selektiv gjødning har vist seg å påvirke hvilke algetyper og arter som blomstrer opp, samt varigheten av oppblomstringen (Harrison & Davis 1979, Lane & Collins 1985, Egge & Aksnes 1992, Egge & Heimdal 1994, Egge & Jackobsen 1997, Egge 1998). Selektiv gjødning har også hindret sammenbrudd i en algooppblomstring ved å begrense tilgang på fosfat som er nødvendig for vekst av virus som ødelegger algeceller (Egge 1993, Bratbak et al. 1993). Ut fra litteraturen nevnt i avsnittet ovenfor om copepodenes diett skulle omrøring og moderat gjødning være gunstig for økt produksjon. Det kan imidlertid stilles spørsmål om gjødning

med silikat for å fremme vekst av diatoméer er gunstig med hensyn til copepodenes reproduksjon. Mekanisk omrøring av vannmassene ved hjelp av strømsetter vil imidlertid kunne være fordelaktig for alger uten egenbevegelse som for eksempel diatoméer. Synking av algeceller har blitt foreslått som en viktig mekanisme for å regulere algeoppblomstringer i lukkede vannvolumer (Eppley et al. 1978). Forøvrig vil omrøring sikre gode miljøforhold og hindre dannelse av H_2S i bunnvannet, mens gjødsling vil kunne sikre høy algeproduksjon og gode oksygenforhold i hele pollen.

Som eksempel på styring av poll kan det være av interesse å se nærmere på årsyklusen for produksjon av copepoder i Svartatjern ved Austevoll havbruksstasjon. Svartatjønn ble i 1984 omdannet fra et ferskvannstjern til et sjøvannsbasseng som er 3,5 m dypt og har et volum på ca. 20 000 m³. Årsyklusen starter med tømning av tjernet tidlig i februar. Dette fører til at organismer som enten konkurrerer med fiskelarver om planktonet eller selv spiser fiskelarver, fjernes fra systemet. I bunnslammet ligger hvileegg fra copepoder som overlever nedtappingen. Nedtappingen velges slik at hvileeggene ikke utsettes for frost eller uttørring. Når så bassenget fylles med næringsrikt vann fra 39 m dyp sent i februar, skjer våroppblomstringen av alger innen en til to ukers tid. Omtrent samtidig vil store mengder nauplier klekkes fra hvileeggene. Naupliene trenger planktonalger som føde, og algeproduksjonen økes ved å tilføre næringssalter (kunstgjødsel). Gjødslingen foregår et par ganger i uken og blandes i egen tank før spredning i pollen via en strømsetter. Strømsetteren holder vannmassene i bevegelse akkurat nok til at oksygenforholdene er tilfredstillende like over bunn. Innen tre til seks uker er første generasjon av nauplier blitt voksne copepoder som fortløpende produserer nye nauplier. Denne første produksjonssyklusen består nesten utelukkende av copepoden *Eurytemora affinis*, og kan gi svært høye tettheter (opp til 1600 nauplier pr. liter er observert). Noen få år har også copepoden *Temora longicornis* blomstret opp i vårsyklusen. De høye tetthetene kan illustreres



Figur 5. Tetthet av umodne og voksne stadier av copepoder i Svartatjern, Austevoll havbruksstasjon.

ved at det i 1998 med filtreringsgrad på 8% av Svartatjern sitt volum ble samlet inn over 70 kg (våtvekt) copepoder i løpet av 20 dager. Dette tilsvarer nok føde til å drette opp ca 60 000 kveitelarver i 30 dager etter overføring til startfôring. I midten av mai skjer en overgang til andre arter (blant annet *Centropages hamatus*) og copepodtettheten reduseres kraftig (Fig. 5). Dette er ugunstig med hensyn til tidspunkt for startfôring av kveitelarver. Utover i juni og juli vil copepodene få påvekst av klokkeedyr, en encellet ektoparasitt som vokser utenpå copepodskallet tilsynelatende uten å gjøre noen skade. Svartatjern tømmes da på nytt og fylles umiddelbart opp igjen for å hindre uttørring av sedimentet og hvileeggene. Dette vil fjerne klokkeedyrene og eventuelle maneter som har etablert seg gjennom vårsesongen i tjernet. Etter denne andre oppfyllingen klekker hvileegg av en ny og mer varmekjær art (*Acartia grani*), men også *Centropages* og *Eurytemora* kan dukke opp utover høsten. Tettheten av copepoder i høsts sesongen kan bli høy og vare helt ut til oktober (Fig. 5). Ny forekomst av klokkeedyr kan skje seint på høsten. Om høsten kjøres Svartatjern med omrøring og gjødsling som i vårsesongen. I løpet av de to produksjonssyklusene vil de ulike copepodartene i bassenget legge nye hvileegg. Det er derfor viktig å sikre overlevelsen av

disse gjennom vinteren. Første steg er nedkjøling av vannmassen under gode oksygenforhold. Strømsetteren går til seint i desember, og ferskvannslag fra nedbør presses ut med innpumping av vann for å hindre drivhuseffekt og oppvarming. Alternativt kan omrøring økes slik at ferskvannslaget blandes ned i vannsøylen. Når temperaturen er under fire til fem grader ved årsskiftet stoppes strømsetteren. Ferskvannslag eller islegging vil hindre omrøring og H_2S dannes i bunnvannet i løpet av januar. I første halvdel av februar tømmes tjerntet og en ny sesong settes i gang.

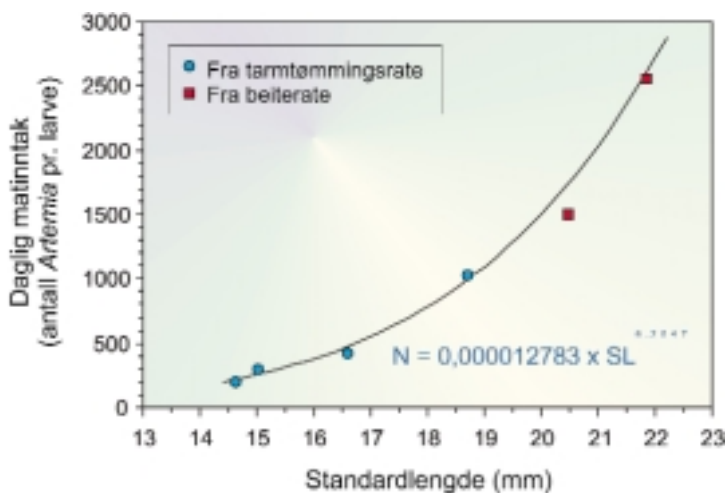
Innsamling av byttedyr

Produksjonslinjen i poser er vist skjematisk i figur 1. Hjulfilteret er en svært sentral del av føringssystemet, og er ofte plassert på et flåtesystem i selve pollen. Sammen med innendørs produksjon av *Artemia* skal hjulfilteret sikre mattilgangen som kan anta betydelige mengder når larvene vokser til (Fig. 6). For eksempel er en 21,8mm lang kveitelarve (125mg våtvekt) i stand til å spise ca 2500 byttedyr, målt som *Artemia* (van der Meeren 1995, van der Meeren 1996). I forhold til rein intensiv produksjon med utelukkende bruk av *Artemia* som byttedyr, har helt eller delvis bruk av

copepoder ført til yngel av god kvalitet.

Kvalitet i denne sammenheng måles da først og fremst som andel av yngel med naturlig pigmentering og fullstendig øyevandring. Det er ikke avklart hva som fører til bedre pigmentering og øyevandring, men byttedyrenes innhold av essensielle næringsstoffer som ulike vitaminer, lipider og fettsyrer (særlig DHA og EPA) ser ut til å spille en viktig rolle (Venizelos & Benetti 1999). Erfaringer fra Austevoll havbruksstasjon med piggvareyngel drettet opp i 5 m³ poser viser at copepoder som fôr gir nær sagt 100% normal pigmentering. Svært høy grad av pigmentering oppnås også for kveite hvis copepoder benyttes i perioder av larvefasen (vindusføring: Næss & Skår 1996, Næss et al. 1995). Omfattende analyser av biokjemisk innhold i copepoder fra poller gjennom hele produksjonssesongen fra april til november er i gang (van der Meeren et al. 2001), og en del biokjemiske data fra copepoder både i pollene og fra sjøen generelt er publisert (Gatten et al. 1983, Watanabe et al. 1983, Witt et al. 1984, Sargent & Henderson 1986, Fraser & Sargent 1989, Klungsoyr et al. 1989, Olsen et al. 1991, van der Meeren et al. 1993, Norsker & Støttrup 1994, Fyhn et al. 1995, Næss et al. 1995, Evjemo & Olsen 1997). Det er vist at ulike alger kan gi betydelige forskjeller i innhold av essensielle fettsyrer hos copepoder (Wang-Andersen 1995, Graeve et al. 1994).

Bruk av *Artemia* er en omfattende og arbeidskrevende prosess. *Artemia* kjøpes som tørre cyster på boks, og før de kan brukes som fôr til larvene må dehydreres, dekapuleres, klekkes og anrikes (se kapitlet om startføring for detaljer). Innsamling av plankton kan høres enklere ut, men i praksis er det mange feil som også kan gjøres i denne prosessen. Filtersystemet for innsamling av plankton består av en tilførselspumpe koblet til et hjulfilter. Pumpen henges på ønsket dyp som vil være avhengig av vertikal fordeling av de organismer som filteret skal samle. For copepoder betyr dette vanligvis en grunn posisjonering hvis det er ønskelig å samle eldre copepodstadier, mens nauplier ofte finnes i større mengder nærmere bunn. De eldre stadiene

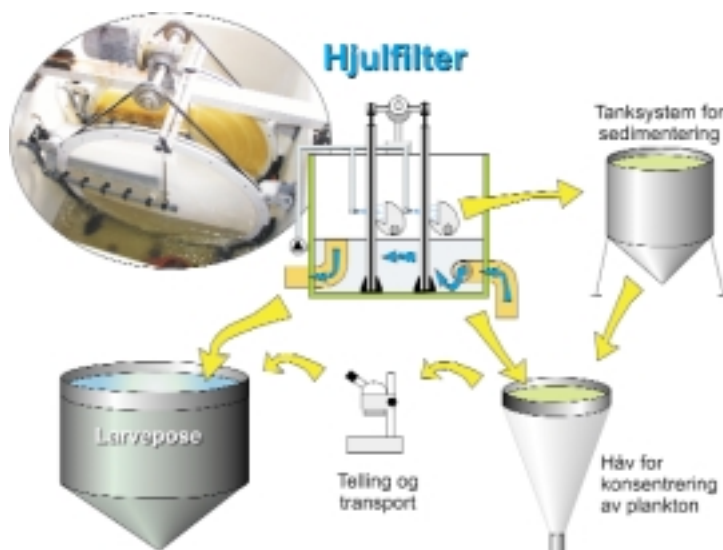


Figur 6. Daglig matinntak hos kveitelarver bestemt fra tarmtømmingsrate (Elliot & Persson 1978) og fra beiterate (van der Meeren 1995). Matinntaket er beregnet med *Artemia* som byttedyr. *Artemia* ble gitt i overflod og kurven viser derfor maksimalt mulig matinntak (N) som en funksjon av larvestørrelse (SL: standardlengde).

med rimelig egenbevegelse kan trolig for en del arters vedkommende konsentreres ved bruk av lys om natten (Szczerbowski & Mamcarz 1984). Foruten lys (døgnsyklus) vil også temperatur kunne påvirke vertikal fordeling av copepoder (Berg 1997).

Selve hjulfilteret består av en beholder av glassfiber med to utskiftbare hjul trukket med planktonduk (Fig. 7). Hjulene roteres av remmer som er koblet til en motor med gir på toppen av filteret. Planktonet presses mot hjulduken, løftes ut av vannet, og spyles av duken inn i en samleklasse som fører planktonfiltratet ut av filteret. Filtratet er konsentrert ca. 1000 ganger i forhold til det opprinnelige vannet som pumpes inn i filteret. To hjul vil gi tre kammerer i filteret (Fig. 7), og hjulet nærmest vanninntaket har større maskevidde enn hjulet nærmest avløpet. Vannet pumpes inn i filteret (ca 1m³ pr. min. for et UNIK 900 filter) til det første kammeret hvor partikler større enn maskevidden på det første hjulet oppkonsentreres. I kammeret mellom hjulene oppkonsentreres partikler som avgrenses av maskevidden i begge hjulene. I det siste kammeret skjer ingen oppkonsentrering, og vannet er her filtrert i samsvar med maskevidden i det andre hjulet. Det filtrerte vannet fra siste kammeret brukes til å spyle plankton av hjulene og inn i samleklassene som ligger inntil hjulene (Fig. 7). Ved utsetting av startføingsklare kveitelarver i posene vil det være aktuelt å benytte mellom 250 og 350µm maskevidde i duken til det første hjulet, mens mellom 80 og 150µm maskevidde vil være tilstrekkelig i duken til det siste hjulet. Akkurat hvilke dukstørrelser som skal brukes vil være avhengig av størrelsen på det aktuelle planktonet i pollen. Dukstørrelsen er et tverrsnittsmål som vil slippe gjennom byttedyr med større lengde enn maskevidden skulle tilsi. En 350µm duk vil for eksempel slippe igjennom copepoder som har ryggskjold (cephalothorax, se Fig. 4) med lengde opp til 700µm. Startføingsklare kveitelarver vil faktisk være i stand til å spise så store byttedyr etter få dager. Vanligvis er det filtratet fra det midterste kammeret som blir brukt fordi dette vil gi en forfiltrering med fjerning av stort og

uønsket plankton (f.eks. maneter som vil kunne spise kveitelarver i posene). Filtratet fra det første kammeret må kun benyttes hvis slike store uønskede organismer ikke finnes i pollen. Hjulene i filteret må skiftes i henhold til larvenes behov for større byttedyr etter hvert som larvestørrelsen øker. For kveite kan for eksempel 80 og 250µm benyttes de første 5 dagene etter overføring til posene. De neste 10 dagene kan 150 og 350µm brukes mens 200 og 500µm kan være passelig fra dag 15. Avhengig av larvenes vekst vil det første hjulet kunne byttes med 600 eller 750µm fra dag 25.



Figur 7. Innsamling av copepoder med hjulfilter. Tverrsnitt av hjulfilter med vannstrøm (blå piler) er vist skjematisk med ulike alternativer for behandling og kontroll av planktonfiltrat (gule piler).

Filtreringen er en belastning for planktonet, og det må påregnes en viss dødelighet. Et problem vil derfor være å unngå at dødt plankton og annet dødt organisk materiale blir overført til posene med kveitelarver. Dødt materiale vil kunne være substrat for uønsket bakterievekst i posene. Utforming og drift av filtersystemet vil kunne ha stor betydning for planktonets levedyktighet frem til det gis som fôr i larveposene. Mengde spylevann som brukes på hjulene vil i stor grad bestemme tettheten av copepoder i planktonkonsentratet. For

høy tetthet vil gi økt dødelighet hvis det ikke brukes oksygen i oppsamlingssystemet etter filteret. Samtidig vil for mye spylevann føre til sprut som korroderer motor og gir. Videre bør det holdes kontroll med hvor mye fôr som tilføres posene. Det er viktig at larvenes matbehov blir dekket, og kontroll med tilført fôr og larvenes beiting er nødvendig for å avgjøre når *Artemia* må tas i bruk som tilleggsfôr. *Artemia* bør tilføres sakte over tid gjennom en tynn slange helt i overflaten slik at de blir godt spredt og larvene rekker å spise byttedyrene etter hvert som de tilføres. Tilføring av masse *Artemia* på en gang vil føre til at mesteparten synker til bunns uten å bli spist fordi lav temperatur i posen vil passivere byttedyrene. Her vil *Artemia* dø og føre til økt organisk belastning i posene.

Etter at planktonet er filtrert kan det føres direkte til posene med et rørsystem (Fig. 7) (Berg 1997). Denne metoden vil gjøre det vanskelig å fjerne dødt plankton og andre små organiske partikler i filtratet. Direkte tilførsel gir også liten kontroll på tilført mengde fôrorganismer til poseanlegget, og daglig telling av byttedyrtetthet i de enkelte posene eller hyppige tellinger fra tilførselsrørene vil da bli nødvendig. Et alternativ til kontinuerlig tilførsel vil være å bestemme hva som totalt tilføres hver pose i separate utføringer. Dette kan gjøres med et oppsamlingssystem for planktonfiltratet som kommer ut av filteret. Etter oppsamling konsentreres planktonet ytterligere før telling og transport til larveposene. To typer oppsamling kan benyttes: 1) tanker med kon bunn på dekket av flåtesystemet, 2) håv av planktonduk som henger ned i pollvannet (Fig. 7). I begge tilfeller har målinger vist at oppsamlingssystemet må oksygeneres for å opprettholde god overlevelse av planktonet. Uten bruk av oksygen vil oksygenmetningen synke til under 20% med stor planktondødelighet som resultat. Bruk av tanker med kon bunn gjør det mulig å sedimentere ut dødt materiale etter at disse er fylt opp. Fjerning av slikt sediment er vanskeligere fra en håv med planktonduk. Pumping av vann fra bunnen av

håven er en mulighet. Konsentrering før telling og transport er imidlertid enklere og hurtigere hvis oppsamlingen foregår i en planktonhåv. Selv med bruk av sedimenteringstanker må filtratet konsentreres i en håv av planktonduk før telling og transport (Fig. 7). Dette medfører ekstra håndtering av planktonet. Det er verd å merke seg at copepoder som trenges tett sammen i høye konsentrasjoner blir passivisert og stopper å svømme. Dette fører til at alt copepodene etter få minutter havner på bunn av transportkaret hvis det ikke er noen form for luft- eller oksygentilførsel. De er imidlertid ikke døde, og vil kunne lives opp innen kort tid hvis de overføres til kar med luft- eller oksygenbobling. Copepodene kan holdes i live uten problemer i minst 5 timer ved svært høye tettheter (300-400 individer pr. ml). Uten luft og oksygenbobling vil de imidlertid dø svært fort.

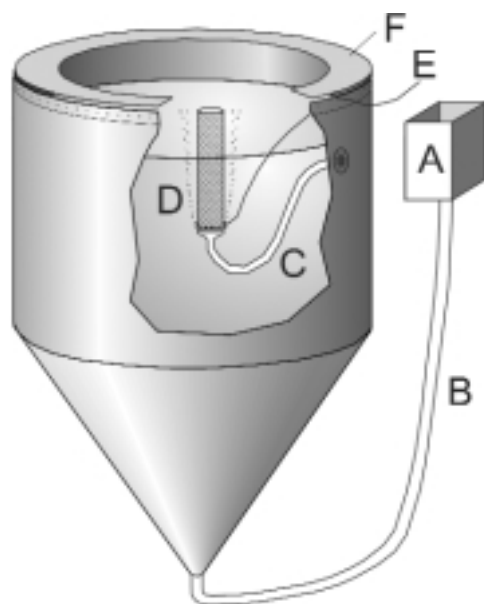
Til sist må det nevnes at det filtrerte vannet fra hjulfilterene vanligvis går tilbake til pollen. I denne sammenheng er det i forsøk med copepoddyrking i 27m³ tanker observert at filtrering kun med planktonduk gav en negativ effekt på produksjonen sammenlignet med å ta ut tilsvarende filtrert volum og bytte dette med nytt vann (Nellen et al. 1981).

Yngelproduksjon i poser

Poseanlegget består vanligvis av et sjøanlegg med poseoppfang og system for vanntilførsel og røking. Posen er typisk sylinderformet med kon bunn (Fig. 8), men også poser med mer eller mindre flat bunn har vært benyttet. Øverst er det sydd inn tau og maljer for å feste posen i opphenget. Som i intensive startfôringskar har også krage (skyggekant) av poseduk vært benyttet for å trekke kveitelarvene bort fra poseveggen. Kragen vil i tillegg hindre begroing av poseveggen, men også redusere lyset slik at vekst av planktonalger i posene vil kunne holdes litt tilbake. Duken i posene er svart og laget av tre-lags vevet polyetylen (PEL). Denne duken er meget lett å håndtere og svært slitesterk mot revning. Imidlertid tåler den mindre når det gjelder spisse gjenstander. Duken lar seg ikke sveise eller lime og

må sys. Posestørrelsen i de ulike anleggene varierer fra 15 til 120 m³. Tilførsel av vann skjer enten i overflaten eller fra bunn gjennom en fleksibel miljøslange. Avløpet er vanligvis i øvre del av posen gjennom en sil kledd med planktonduk (Fig. 8). Maskevidden i planktonduken kan variere mellom 350 og 1000 µm. Luftbobling rundt silen vil redusere sannsynligheten for at larver kommer for nær avløpet. Data på vannutskifting er ikke uten videre tilgjengelig og vil være avhengig av biomassen (vekt av larver og plankton) som er i systemet. Store poser vil kreve mindre vannutskifting fordi biomassen her vanligvis er mindre pr. liter vannvolum enn i små poser. Vannutskiftingen må være tilstrekkelig til at det ikke bygges opp ammonium eller skjer en reduksjon i oksygenmetning noen steder i posen.

Poser til bruk for produksjon av kveiteyngel må betraktes som små økosystemer på samme måte som pollsystemet. Forskjellen blir at



Figur 8. Sjematisk illustrasjon av pose for produksjon av kveiteyngel. A) Røttestrømmer, B) Fleksibel bunnslange, C) Fleksibel avløpslange, D) Avløpsil med luftbobling, E) Lufttilførsel, F) Skyggekant (krage). Se tekst for videre forklaring.

posene hele tiden må tilføres byttedyr for at økosystemet ikke skal “bryte sammen” for kveitelarvenes del. I posene er det bakterier, alger, ciliater, heterotrofe flagellater og copepoder (Fig. 3). Kveitelarven er på toppen av næringskjeden men finnes i så store mengder at økosystemet ikke klarer å produsere nok copepoder. Resultatet vil bli hurtig nedbeiting med påfølgende vekststopp, sult og dødelighet. Kveitelarvene og copepodene som tilføres posene forbruker oksygen (O₂) og produserer store mengder ammonium (NH₄⁺) og karbondioksid (CO₂). Alger i posevannet utfører den motsatte prosessen, med lys tilstede forbruker de CO₂ og NH₄⁺, og produserer O₂ (Fig. 3). Ammonium løst i vann er i likevekt med ammoniakk (NH₃) som er svært giftig. Denne likevekten er avhengig av saltholdighet, temperatur og pH. Lite er undersøkt når det gjelder fiskelarvers toleranse for NH₃, men larvene tåler trolig langt mindre enn juvenile og voksne individer (Guillén et al. 1993, 1994). Observasjoner ved Austevoll havbruksstasjon kan tyde på at dødeligheten øker ved konsentrasjoner av NH₄⁺ på over 15 µM. Løst i vann er CO₂ en svak syre og vil kunne påvirke vannets pH. Sjøvann har imidlertid stor bufferkapasitet for CO₂, og dette vil vanligvis ikke være noe problem. I en pose som kjøres på riktig måte er det nok alger og lys til at overskudd av NH₄⁺ og CO₂ forbrukes. På denne måten resirkuleres avfallsstoffene slik at skadelige nivåer for kveitelarvene unngås. Avfallsstoffene i posen fjernes også ved vannutskifting. Gitt gjennomblending av posevannet og en daglig utskiftingsrate på 50% av posevolumet vil det ta 5,7 døgn før 90% av opprinnelige NH₄⁺ molekyler er vasket ut. Halveringstiden (50% av opprinnelig NH₄⁺ fjernet) vil være 1,7 døgn. Med daglig vannutskifting på 30% vil halveringstiden være ca 2,6 døgn. Det er verd å merke seg at vannutskifting har størst betydning for miljøforholdene mot slutten av posefasen i tilfeller med god overlevelse.

For å få økosystemet i posen i gang kan det være lurt å “kondisjonere” posen. Kondisjonering betyr at et algesamfunn får lov

til å etablere seg med alle ledd i næringskjeden på plass før larvene settes ut. Dette betyr at et systemet for biologisk fjerning av NH_4^+ og CO_2 etableres i god tid. Det kan også være nødvendig å gjødle forsiktig for å få algesamfunnet hurtig i gang, men kraftig oppblomstring bør unngås fordi dette bare fører til produksjon av organisk materiale som må brytes ned bakterielt. Copepoder må inder kondisjoneringen tilsettes med forsiktighet, og tettheten av byttedyr bør være moderat og tilsvarende pollsystemet. Oppkonsentrering av nauplier og copepoditter bør skje like før kveitelarvene settes ut i posen. Kondisjoneringen må vare lenge nok til at algene vil kunne omsette ammonium som produseres fra byttedyrene. I et forsøk i 1999 med utsetting av kveitelarver i 110 m³ poser ved Austevoll havbruksstasjon ble posene kondisjonert i ca en uke. Overskyet vær gav lite algevekst, og når larvene ble satt ut i posene førte det til kraftig økning i NH_4^+ og reduksjon av O_2 -metning. Først 14 dager etter utsetting av larvene stabiliserte NH_4^+ seg på et lavt nivå. Et alternativ til kondisjonering er å bruke pollvann som i utgangspunktet er et kondisjonert vann. Algene i pollen kan imidlertid være tilpasset mer lys enn hva som vil finnes i posen, særlig hvis posen dekkes til med krage eller skyggenot for å beskytte kveitelarvene mot direkte sollys. Det kan derfor ta tid før algene fra pollen tilpasser seg poseforholdene.

Etter utsetting i posen vil kveitelarvene på dagtid fordele seg nedover i vannmassen. Seint i skumringen vil de igjen være å finne i posens øvre vannlag. Denne døgnvandringen er til en viss grad motsatt av copepoder som kan observeres i overflaten på dagtid (Berg 1997). En bedre fordeling av byttedyr i forhold til larvenes posisjon vil være ønskelig, og omrøring av vannmassen har vært benyttet både til å oppnå jevne miljøforhold og bedre byttedyrfordeling. Dannelse av oksygenfattige lommer noe sted i posen bør absolutt unngås. Luftbobling i midten av posen kan anvendes til å

skape omrøring og turbulens, men dette kan overmette vannet med nitrogen (Colt & Westers 1982). Tilførselspunktet er derfor anbefalt å være grunnere enn 1 meter (Fig. 8). Effekten av nitrogenovermetning på kveitelarver er ikke kjent, men larver og yngel av ulike fisk har vist betydelig dødelighet selv ved lav overmetning (Cornacchia et al. 1984, Colt et al. 1987, Otterlei et al. 1999). Bruk av svak oksygenbobling fra bunnen av posen kan derfor være et alternativ. Utformingen av vanntilførselssystemet og temperatursvingninger vil også påvirke omrøring av vannet i posen. Når det gjelder vanntilførsel og temperatur er det viktig å merke seg at oppvarming også kan lede til nitrogenovermetning. Larvene kan uten videre startføres innen temperaturområdet 6 til 14°C, og temperaturen i pollen er i liten grad kontrollerbar og vil gradvis øke og svinge i takt med innstråling og lufttemperatur. Tilførsel av betydelige mengder kaldt dypvann inn i poll eller poser med høyere temperatur er trolig lite gunstig. Selv lufting av det kalde vannet før tilførsel til posen kan være utilstrekkelig hvis temperaturforskjellen er stor. Bruk av luftet dypvann i poser ved Austevoll havbruksstasjon har vist økt dødelighet og redusert vekst hos kveitelarver i perioder hvor tilførselsvannet var kaldere enn posevannet. En mulig måte å styre temperaturen på er at oppdrettsposene ligger i vannbad i en større pose som gjennomstrømmes av vann med ønsket temperatur.

Larvenes vekst og overlevelse i posen vil være avhengig av byttedyrtilgang og miljøforhold i posen. Vekst og overlevelse fra et kommersielt anlegg i en "god" posesesong (1994) er gitt av Berg (1997). I dette arbeidet ble det pekt på at størrelsesvariasjon grunnet individuelle vekstforskjeller var et stort problem, og at dette trolig hadde sin årsak i fordeling mellom larver og byttedyr. Forøvrig er det ut fra miljøforhold og forventet førtilgang viktig å balansere forventet biomasse i posene. Selv om *Artemia* benyttes bør en betydelig andel av

fåret utgjøres av copepoder gjennom hele larvefasen. Med rikelig tilgang på fôr er det ikke urealistisk å forvente overlevelse på opp til 50% de første 30 dagene etter igangsetting av startfôring. Larvetetthet ved start bør ikke overstige 1,0 pr liter, og ved godt tilslag kan selv dette være for mye mot slutten av posefasen. Berg (1997) rapporterte om starttettheter på 0,3 til 0,7 larver pr. liter. Et godt utgangspunkt kan være at tettheten ved poseavslutning bør være i størrelsesorden maksimum 0,3 pr. liter i store poser og noe høyere (f. eks. 0,5 pr. liter) i mindre poser. Denne forskjellen mellom store og små poser har sin forklaring i at vannutskiftingen i små poser relativt sett kan være større enn i store poser. Blant annet skyldes dette at avløpsystemet i posene foruten å være begrenset av en avløpsil, er passivt og drevet kun av en liten høydeforskjell i vannivå innenfor og utenfor posen. For stor larvetetthet mot slutten av posefasen vil føre til massiv organisk belastning i posen i form av fekalier fra larvene og dødt fôr. Særlig ved bruk av *Artemia* vil døde byttedyr akkumuleres i posebunnen. Dette stiller store krav til reingjøring og røkting. Røkting foregår vanligvis ved at bunnvann pumpes ut gjennom bunnslangen ved å pumpe ut vann fra røtekassen (Fig. 8), eller ved at bunnen støvsuges med en egen røkestang koblet til en pumpe. Effektivitet og frekvens for røkting vil være avhengig av posens utforming, vannsirkulasjon (sedimenteringssoner), biomasse og røkteteknologi. Ut fra larvenes fordeling er sein skumring et egnet tidspunkt for røkting, men røktingen bør da automatiseres ut fra hensyn til arbeidsmiljø.

Godt posemiljø og lav organisk belastning vil være viktig under innsamling av kveiteyngelen. Innsamling kan foregå på flere måter. Yngelen kan fanges med håv i den grad den er i overflaten. Hvis yngelen har bunnslått må posen pumpes tom etter hvert som den løftes ut av vannet. Utpumpingen skjer for eksempel i en nedsenket kasse kledd med finmasket not, og kveiteyngel fanges forsiktig inn med håv

underveis. Hvis posebunnen ikke er godt røktet vil gjenværende yngelen i tillegg til stress fra håndteringen utsettes for et betydelig mikrobielt stress når posen nesten er tom. Perioden med bunnslåing og innsamling i posene er den mest kritiske fasen for poseproduksjon. Larvene er store og trenger mye mat. Den organiske belastningen størst og larvene søker i tillegg ned mot bunn av posen hvor bakteriell nedbrytning av sediment foregår. Utvikling av posesteknologi som tilfredstiller krav til godt reinhold og larvenes behov for bunnslåing er kanskje en mulighet, men det er klart at dette er enklere å imøtekomme i karsystemer med flat bunn. Pollsystemet har derfor trolig størst fremtid som produksjon av et ernæringsmessig godt tilleggsfôr i mer intensivt yngeloppdrett av kveite hvor temperaturkontroll og middels store kar med renseteknologi (van der Meeren et al. 1998) er sentrale elementer. Karsystemer med renseteknologi vil gjøre det mulig å holde kveita i en og samme enhet både gjennom startfôringsfasen og fasen for tilvennings til formulert fôr ("weaning"). Pollenes plass i denne intensive linjen vil være å forsyne oppdretteren med copepoder fra april til oktober. Copepodene som produseres i pollene er en verdifull og fornybar ressurs som så langt er et overlegent fôr når det gjelder å produsere yngel av god kvalitet.

Referanser:

- Alcaraz, M. 1997. Copepods under turbulence: grazing, behavior and metabolic rates. In Marrasé, C., Saiz, E., and Redondo, J. M. (eds). Lectures on plankton and turbulence. Scientia Marina 61 (Suppl. 1): 177-195.
- Alcaraz, M., Paffenhoefer, G.A., & Strickler, J.R. 1980. Catching the algae: A first account of visual observation of filter-feeding calanoids. Am. Soc. Limnol. Oceanogr. Spec. Symp. 3: 241-248.
- Andersen, P. & Sørensen, H.M. 1986. Population dynamics and trophic coupling in pelagic microorganisms in eutrophic coastal waters. Marine Ecology Progress Series 33: 99-109.
- Appelby, C. 1996. Mulige parasittproblem i kveiteoppdrett. Norsk Fiskeoppdrett 21 (20A): 44-45.
- Ban, S.H., Burns, C., Castel, J., Chaudron, Y., Christou, E., Escribano, R., Umani, S.F., Gasparini, S., Ruiz, F.G., Hoffmeyer, M., Ianora, A., Kang, H.K., Laabir, M., Lacoste, A., Miralto, A., Ning, X.R., Poulet, S., Rodriguez, V., Runge, J., Shi, J.X., Starr, M., Uye, S., & Wang, Y.J. 1997. The paradox of diatom-copepod interactions. Marine Ecology Progress Series 157: 287-293.
- Berg, L. 1987. Produksjon av kveiteyngel - en statusrapport. Norsk fiskeoppdrett 12 (1): 21-23.
- Berg, L. 1997. Commercial feasibility of semi-intensive larviculture of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). Aquaculture 155: 333-340.
- Berg, L., Baarøy, V., Danielssen, D.S., Meeren, T.v.d., Naas, K.E., Senstad, K., & Øiestad, V. 1985. Production of juvenile flatfish species in different sized mesocosms. ICES C.M. F:65: 23pp (in mimeo).
- Berg, L. & Øiestad, V. 1986. Growth and survival studies of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) from hatching to beyond metamorphosis carried out in mesocosms. ICES C.M. F:16: 19pp (in mimeo).
- Berggreen, U., Hansen, B., & Kiørboe, T. 1988. Food size spectra, ingestion and growth of the copepod *Acartia tonsa* during development: implications for determination of copepod production. Marine Biology 99: 341-352.
- Blaxter, J.H.S., Danielssen, D., Moksness, E., & Øiestad, V. 1983. Description of the early development of the halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) and attempts to rear the larvae past first feeding. Marine Biology 73: 99-107.
- Bratbak, G., Egge, J.K., & Heldal, M. 1993. Viral mortality of the marine alga *Emiliania huxleyi* (Haptophyceae) and termination of algal blooms. Marine ecology Progress Series 93: 39-48.
- Bristow, G.A. 1990. Dødelighet hos kveitelarver og yngel i startfôringsfasen. Norsk Fiskeoppdrett 15 (15): 40-43.
- Båmstedt, U., Nejtgaard, J.C., & Solberg, P.T. 1999. Utilisation of smal-sized food algae by *Calanus finmarchicus* (Copepoda, Calanoida) and the significance of feeding history. Sarsia 84: 19-38.
- Calbert, A. & Alcaraz, M. 1997. Growth and survival rates of early developmental stages of *Acartia grani* (Copepoda: Calanoida) in relation to food concentration and fluctuations in food supply. Marine Ecology Progress Series 147: 181-186.
- Capriulo, G.M. & Carpenter, E.J. 1983. Abundance, species composition and feeding impact of tintinnid microzooplankton in central Long Island Sound. Marine Ecology Progress Series 10: 277-288.
- Chaudron, Y., Poulet, S.A., Laabir, M., Ianora, A., & Miralto, A. 1996. Is hatching success of copepod eggs diatom density-dependent? Marine Ecology Progress Series 144: 185-193.
- Colt, J., Bouck, G., Fidler, L.C.A. 1987. Review of current literature and research on gas supersaturation and gas bubble trauma. Special publication number 1. Fish Factory, Davis, CA (USA) DOE/BP-808, 53 pp.

- Colt, J & Westers, H. 1982. Production of gas supersaturation by aeration. *Transactions of the American Fisheries* 111 (3): 342-360.
- Cornacchia, J.W. & Colt, J.E. 1984. The effects of dissolved gas supersaturation on larval striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum). *Journal of fish diseases* 7 (1): 15-27.
- Daan, R. 1989. Factors controlling the summer development of copepod populations in the southern Bight of the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 23 (3): 305-322.
- Dahms, H-V. 1995. Dormancy in the copepoda - an overview. *Hydrobiologia* 306: 199-211.
- Danielssen, D.S., Haugen, A.S., & Øiestad, V. 1990. Survival and growth of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) in a land-situated mesocosm. *Flødevigen rapportser.* 2: 11-45.
- Egge, J.K. 1993. Nutrient control of phytoplankton growth: Effects of macronutrient composition (N, P, Si) on species succession. Dr.Scient thesis, Universitetet i Bergen, 104 pp.
- Egge, J.K. 1998. Are diatoms poor competitors at low phosphate concentrations? *Journal of Marine Systems* 16: 191-198.
- Egge, J.K. & Aksnes, D.L. 1992. Silicate as regulation nutrient in phytoplankton competition. *Marine ecology Progress Series* 83: 281-289.
- Egge, J.K. & Heimdal, B.R. 1994. Blooms of phytoplankton including *Emiliania huxleyi* (Haptophyta). Effects of nutrient supply in different N:P ratios. *Sarsia* 79: 333-348.
- Egge, J.K. & Jacobsen, A. 1997. Influence of silicate on particulate carbon production in phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series* 147: 219-230.
- Elliott, J.M. & Persson, L. 1978. The estimation of daily rates of food consumption for fish. *Journal of Animal Ecology* 47: 977-991.
- Enckell, P.H. 1980. *Kräftdjur*. Bokförlaget Signum i Lund, Sverige
- Eppley, R.W., Koeller, P., & Wallace Jr., G.T. 1978. Stirring influences the phytoplankton species composition within enclosed columns of coastal sea water. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 32: 219-239.
- Evjemo, J.O. & Olsen, Y. 1997. Lipid and fatty acid content in cultivated live feed organisms compared to marine copepods. *Hydrobiologia* 358 (1-3): 159-162.
- Fraser, A.J. & Sargent J.R. 1989. Formation and transfer of fatty acids in an enclosed marine food chain comprising phytoplankton, zooplankton and herring (*Clupea harengus* L.) larvae. *Marine Chemistry* 27: 1-18.
- Fyhn, H.J., Rønnestad, I., & Berg, L. 1995. Variation in free and proteinic amino acids of marine copepods during the spring bloom. In Lavens, P., Jaspers, E., and Roelants, I. (eds). *Larvi'95 - Fish & shellfish larviculture symposium*. Gent, Belgium, September 3-7. European Aquaculture Society, Special publication No., 24: 321-324.
- Gatten, R.R., Sargent, J.R., & Gamble, J.C. 1983. Diet-induced changes in fatty acid composition of herring larvae reared in enclosed ecosystem. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 63: 575-584.
- Gaudy, R. 1974. Feeding four species of pelagic copepods under experimental conditions. *Marine Biology* 25: 125-141.
- Gifford, D.J. & Dagg, M.J. 1988. Feeding of the estuarine copepod *Acartia tonsa* Dana: Carnivory vs. herbivory in natural microplankton assemblages. *Bulletin of Marine Science* 43 (3): 458-468.
- Gismervik, I., Andersen, T., & Vadstein, O. 1996. Pelagic food webs and eutrophication of coastal waters: impact of grazers on algal communities. *Marine Pollution Bulletin* 33 (1-6): 22-35.
- Graeve, M., Kattner, G., & Hagen, W. 1994. Diet-induced changes in the fatty-acid composition of arctic herbivorous copepods - experimental-evidence of trophic markers. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 182 (1): 97-110.

- Grice, G.D., Harris, R.P., Reeve, M.R., Heinbokel, J.F., & Davis, C.O. 1980. Large-scale enclosed water-column ecosystems. Av overview of Foodweb I, the final CEPEX eperiment. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 60: 401-414.
- Grice, G.D. & Marcus, N.H. 1981. Dormant eggs of marine copepods. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 19: 125-140.
- Guillén, J.L., Endo, M., Turnbull, J.F., Kawatsu, H., Richards, R.H., & Aoki, T. 1993. Depressed growth rate and damage to the cartilage of red sea bream larvae associated with exposure to ammonia. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59 (7): 1231-1234.
- Guillén, J.L., Endo, M., Turnbull, J.F., Kawatsu, H., Richards, R.H., & Aoki, T. 1994. Skin Responses and mortalities in the larvae of Japanese croaker exposed to ammonia. *Fisheries Science* 60 (5): 547-550.
- Hada, A. & Uye, S-i. 1991. Cannibalistic feeding behaviour of the brackish-water copepod *Sinocalanus tenellus*. *Journal of Plankton Research* 13 (1): 155-166.
- Hansen, B., Bjørnsen, P.K., & Hansen, P.J. 1994. The size ratio between planktonic predators and their prey. *Limnology and Oceanography* 39: 395-403.
- Harris, R.P. 1994. Zooplankton grazing on the coccolithophore *Emiliania huxleyi* and its role in inorganic carbon flux. *Marine Biology* 119 (3): 431-439.
- Harrison, P.J. & Davis, C.O. 1979. The use of outdoor phytoplankton continous cultures to analyse factors influencing species selection. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 41: 9-23.
- Heerkloss, R., Schiewer, U., Wasmund, N., & Kühner, E. 1993. A long-term study of zooplankton succession in enclosures with special reference to *Eurytemora affinis* (Poppe), Calanoida, Copepoda. *Rostocker Meeresbiologische Beitrage* 1: 25-35.
- Hwang, J.-S., Costello, J.H., & Stricler, J.R. 1994. Copepod grazing in turbulent flow: elevated foraging behavior and habituation of escape responses. *Journal of Plankton Research* 16 (5): 421-431.
- Ianora, A. 1998. Copepod life history traits in subtemperate regions. *Journal of Marine Systems* 15: 337-349.
- Ianora, A., Poulet, S.A., & Miralto, A. 1995. A comparative study of the inhibitory effect of diatoms on the reproductive biology of the copepod *Temora stylifera*. *Marine Biology* 121: 533-539.
- Ianora, A., Poulet, S.A., Miralto, A., & Grottoli, R. 1996. The diatom *Thalassiosira rotula* affects reproductive success in the copepod *Acartia clausi*. *Marine Biology* 125: 279-286.
- Jonasdottir, S.H. & Kiørboe, T. 1996. Copepod recruitment and food composition: Do diatoms affect hatching success? *Marine Biology* 125: 743-750.
- Jonsson, P.R. & Tiselius, P. 1990. Feeding behaviour, prey detection and capture efficiency of the copepod *Acartia tonsa* feeding on planktonic ciliates. *Marine Ecology Progress Series* 60: 35-44.
- Kahan, D., Uhlig, G., Schwenzer, D., & Horowitz, L. 1982. A simple method for cultivating harpacticoid copepods and offering them to fish larvae. *Aquaculture* 26: 303-310.
- Katona, S.K. 1970. growth characteristics of the copepods *Eurytemora affinis* and *E. herdmani* in laboratory cultures. *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 20: 373-384.
- Kiørboe, T. 1989. Phytoplankton growth rate and nitrogen content: implications for feeding and fecundity in a herbivorous copepod. *Marine Ecology Progress Series* 55: 229-234.
- Kiørboe, T. 1997. Small-scale turbulence, marine snow formation, and planktivorous feeding. In Marrasé, C., Saiz, E., and Redondo, J. M. (eds). *Lectures on plankton and turbulence*. *Scientia Marina* 61 (Suppl. 1): 141-158.
- Kiørboe, T. & Nielsen, T.G. 1994. Regulation of zooplankton biomass and production in a temperate, coastal ecosystem. 1. Copepods. *Limnology and Oceanography* 39 (3): 493-507.

- Kiørboe, T. & Saiz, E. 1995. Planktivorous feeding in calm and turbulent environments, with emphasis on copepods. *Marine Ecology Progress Series* 122: 135-145.
- Kleppel, G.S. 1993. On the diets of calanoid copepods. *Marine Ecology Progress Series* 99: 183-195.
- Kleppel, G.S. & Burkart, C.A. 1995. Egg production and the nutritional environment of *Acartia tonsa*: The role of food quality in copepod nutrition. *ICES Journal of Marine Science* 52: 297-304.
- Kleppel, G.S., Burkart, C.A., & Houchin, L. 1998. Nutrition and the regulation of egg production in the calanoid copepod *Acartia tonsa*. *Limnology and Oceanography* 43 (5): 1000-1007.
- Kleppel, G.S., Holliday, D.V., & Pieper, R.E. 1991. Trophic interaction between copepods and microplankton: A question about the role of diatoms. *Limnology and Oceanography* 36: 172-178.
- Klungsoyr, J., Tilseth, S., Wilhelmsen, S., Falk-Petersen, S., & Sargent, J.R. 1989. Fatty acid composition as an indicator of food intake in cod larvae *Gadus morhua* from Lofoten, Northern Norway. *Marine Biology* 102: 183-188.
- Kvenseth, P.G. & V. Øiestad. 1984. Large-scale rearing of cod fry on the natural food production in an enclosed pond. In Dahl, E., D.S. Danielssen & E. Moksness, (eds). *The propagation of cod Gadus morhua L. Flødevigen rapportser. 1: 645-656.*
- Landry, R.L. 1978. Predatory feeding behaviour of a marine copepod, *Labidocera Trispinosa*. *Limnology and Oceanography* 23 (6): 1103-1113.
- Lane, P.A. & Collins, T.M. 1985. Food web models of a marine plankton community network: an experimental mesocosm approach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 94: 41-70.
- Lazzaretto I. & Salvato, B. 1992. Cannibalistic behaviour in the harpacticoid copepod *Tigriopus fulvus*. *Marine Biology* 113: 579-582.
- Miralto, A., Ianora, A., & Poulet, S.A. 1995. Food type induces different reproductive responses in the copepod *Centropages typicus*. *Journal of Plankton Research* 17 (7): 1521-1534.
- Miralto, A., Ianora, A., Poulet, S.A., Romano, G., & Laabir, M. 1996. Is fecundity modified by crowding in the copepod *Centropages typicus*? *Journal of Plankton Research* 18 (6): 1033-1040.
- Miralto, A., Barone, G., Romano, G., Poulet, S.A., Ianora, A., Russo, G.L., Buttino, I., Mazzarella, G., Laabir, M., Carbini, M., & Giacobbe, M.G. 1999. The insidious effect of diatoms on copepod reproduction. *Nature* 402: 173-176.
- Möller, H. & Anders, K. 1986. *Diseases and parasites of marine fishes.* Verlag Möller, Kiel. 365 pp.
- Naas, K.E., van der Meer, T., & Aksnes, D.L. 1991. Plankton succession and responses to manipulations in a marine basin for larval fish rearing. *Marine Ecology Progress Series* 74: 161-173.
- Nejtgaard, J.C., Gismervik, I., & Solberg, P.T. 1997. Feeding and reproduction by *Calanus finmarchicus* and microzooplankton grazing during mesocosm blooms of diatoms and the coccolithophore *Emiliania huxleyi*. *Marine Ecology Progress Series* 147: 197-217.
- Nellen, W., Quantz, G., Witt, U., Kuhlmann, D., & Koske, P.H. 1981. Marine fish rearing on the base of an artificial food chain. *European Mariculture Society Spec. Publ.* 6: 133-147.
- Nielsen, T.G. & Kiørboe, T. 1994. Regulation of zooplankton biomass and production in a temperate, coastal ecosystem. 2. Ciliates. *Limnology and Oceanography* 39 (3): 508-519.
- Norsker, N.-H. & Støttrup, J.G. 1994. The importance of dietary HUFAs for fecundity and HUFA content in the harpacticoid, *Tisbe holothuriae* Humes. *Aquaculture* 125: 155-166.
- Næss, T. 1991a. Marine calanoid resting egg in Norway: abundance and distribution of two copepod species in the sediment of an enclosed marine basin. *Marine Biology* 110: 261-266.
- Næss, T. 1991b. Ontogenic and sex dependent rotenone tolerance of a marine copepod, *Acartia clausi* Gilbrecht. *Sarsia* 76: 29-32.
- Næss, T. 1991c. Tolerance of marine calanoid resting eggs: effects of freezing, desiccation and rotenone exposure - a field and laboratory study. *Marine Biology* 111: 455-459.

- Næss, T. 1994. Hvillegg av hoppekreps i poller. Havforskningsinstituttet, Havforskningsnytt Nr.4: 2 pp.
- Næss, T. 1996. Benthic resting eggs of calanoid copepods in Norwegian enclosures used in mariculture: abundance, species composition and hatching. *Hydrobiologia* 320: 161-168.
- Næss, T. 1997. Den norske "Artemia": Bruk av copepoders hvileegg for å øke sesonguavhengigheten i yngelproduksjon av kveite. Sluttrapport, Norges Forskningsråd, NFR-prosjekt nr. 110969/120. 16 pp. (in mimeo).
- Næss, T. & Bergh, Ø. 1994. Calanoid copepod resting eggs can be surface-disinfected. *Aquacultural Engineering* 13: 1-9.
- 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., Naas, K.E., & Samuelsen, O.B. 1991. Toxicity of rotenone to some potential predators on marine fish larvae- An experimental study. *Aquacultural Engineering* 10: 149-159.
- Næss, T. & Skår, S.Å. 1996. Feilpigmentering - effekt av fôrtype. *Norsk Fiskeoppdrett* 21 (22): 34-37.
- Ohno, A. & Okamura, Y. 1988. Propagation of the calanoid copepod *Acartia tsuensis*, in outdoor tanks. *Aquaculture* 70: 39-51.
- Ohno, A., Takahashi, T., & Taki, Y. 1990. Dynamics of exploited populations of the calanoid copepod, *Acartia tsuensis*. *Aquaculture* 84: 27-39.
- Olsen, R.E., Henderson, R.J., & Pedersen, T. 1991. The influence of dietary lipid classes on the fatty acid composition of small cod *Gadus morhua* L. juveniles reared in an enclosure in northern Norway. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 148: 59-76.
- Ohman, M.D. & Runge, J.A. 1994. Sustained fecundity when phytoplankton resources are in short supply: Omnivory by *Calanus finmarchicus* in the Gulf of St. Lawrence. *Limnology and Oceanography* 39: 21-36.
- Otterlei, E., Nyhammer, G., Folkvord, A. & Stefanson, S.O. (1999). Temperature- and size-dependent growth of larval and early juvenile cod (*Gadus morhua* L.): a comparative study of Norwegian coastal cod and northeast Arctic cod. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56: 2099-2111.
- Peterson, W.T. & Kimmerer, W.J. 1994. Processes controlling recruitment of the marine calanoid copepod *Temora longicornis* in the Long Island Sound: Egg production, egg mortality and cohort survival rates. *Limnology and Oceanography* 39 (7): 1594-1605.
- Pond, D.W. & Harris, R.P. 1996. The lipid composition of the coccolithophore *Emiliania huxleyi* and its possible ecophysiological significance. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 76 (3): 579-594.
- Pond, D., Harris, R., Head, R., & Harbour, D. 1996. Environmental and nutritional factors determining seasonal variability in the fecundity and egg viability of *Calanus helgolandicus* in coastal waters off Plymouth, UK. *Marine Ecology Progress Series* 143: 45-63.
- Poulet, S.A., Ianora, A., Miralto, A., & Meijer, L. 1994. Do diatoms arrest embryonic development in copepods? *Marine Ecology Progress Series* 111: 79-86.
- Rognerud, C. 1987. Hatching cod in Norway. *Bulletin of the United States Fish Commission* 7 (8): 113-119. (Oversettelse fra Dannevig, G.M. 1986. Aarsberetning for Arendal og Omegns Filial. Årsberetn. Selsk. norske Fisk. Frem.: 37-44.)
- Rollefson, G. 1940. Utklekking og oppdretting av saltvannsfisk. *Naturen* 6-7: 197-217.
- Rollefson, G. 1946. Kunstig oppdrett av flyndreyngel. In Godske, C.L. (red.). *Forskning og framsteg*. J.W. Eides forlag, Bergen. pp 91-112.

- Runge, J.A. 1988. Should we expect a relationship between primary production and fisheries? The role of copepod dynamics as a filter of trophic variability. *Biology of copepods*. *Hydrobiologia* 167-168: 61-71.
- Saiz, E. & Kiørboe, T. 1995. Predatory and suspension feeding of the copepod *Acartia tonsa* in turbulent environments. *Marine Ecology Progress Series* 122: 147-158.
- Sargent, J.R. & Henderson, R.J. 1986. Lipids. In Corner, E. D. S. & O'Hara, S. C. M. (eds). *The biological chemistry of marine copepods*. Oxford University Press, Oxford.: 59-108.
- Sars, G.O. 1903. An account of the crustacea of Norway. Vol .4. Copepoda calanoida. Bergen Museum, Bergen Norway. 171pp and 108 autographic plates.
- Sars, G.O. 1911. An account of the crustacea of Norway. Vol .5. Copepoda harpacticoida. Bergen Museum, Bergen Norway. 449pp and 284 autographic plates.
- Sars, G.O. 1918. An account of the crustacea of Norway. Vol .6. Copepoda cyclopoida. Bergen Museum, Bergen Norway. 225pp and 108 autographic plates.
- Stoecker, D.K. & Egloff, D.A. 1987. Predation by *Acartia tonsa* Dana on planktonic ciliates and rotifers. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 110: 53-68.
- Strand, Ø. 1996. Enhancement of bivalve production capacity in a landlocked heliothermic marine basin. *Aquaculture Research* 27: 355-373.
- Strickler, J.R. 1985. Feeding currents in calanoid copepods: two new hypothesis. In: Laverack, M.S. (ed.): *Physiological adaptations of marine animals*. Symp. Soc. Exp. Biol. 89: 459-485.
- Støttrup, J.G., Richardson, K., Kirkegaard, E., & Pihl, N.J. 1986. The cultivation of *Acartia tonsa* Dana for use as a live food source for marine fish larvae. *Aquaculture* 52: 87-96.
- Støttrup, J.G. & Jensen, J. 1990. Influence of algal diet on feeding and egg-production of the calanoid copepod *Acartia tonsa* Dana. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 141: 87-105.
- Støttrup, J.G. & Norsker, N.H. 1997. Production and use of copepods in marine fish larviculture. *Aquaculture* 155: 231-247.
- Støttrup, J.G., Shields, R., Gillespie, M., Gara, M.B., Sargent, J.R., Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., Sutherland, R., Næss, T., Mangor-Jensen, A., Naas, K., van der Meeren, T., Harboe, T., Sanchez, F.J., Sorgeloos, P., Dhert, P., & Fitzgerald, R. 1998. The production and use of copepods in larval rearing of halibut, turbot and cod. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 4: 41-45.
- Szczerbowski, J.A. & Mamcarz, A. 1984. Rearing of coregonid fishes (Coregonidae) in illuminated lake cages. 2. Environmental conditions during fish rearing. *Aquaculture* 40: 147-161.
- Turner, J.T. 1984. Zooplankton feeding ecology: contents of fecal pellets of the copepods *Eucalanus pileatus* and *Paracalanus quasimodo* from the Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 15: 27-46.
- Turner, J.T. & Granéli, E. 1992. Zooplankton feeding ecology: Grazing during enclosure studies of phytoplankton blooms from the west coast of Sweden. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 157: 19-31.
- Urup, B. 1994. Methods for the production of turbot fry using copepods as food. In Lavens, P. & Remmerswaal, R.A.M. (eds). *Turbot culture: problems and prospects*. European Aquaculture Society, Special publication 22: 47-53.
- Uchima, M. & Hirano, R. 1986. Predation and cannibalism in neritic copepods. *Bull. Plankton Soc. Japan / Nihon Purankuton Gakkaiho* 33 (2): 147-149.
- Uye, S-i. 1980. Development of neritic copepods *Acartia clausi* and *A. steuri*, I. Some environmental factors affecting egg development and nature of resting eggs. *Bull. Plankton Soc. Japan* 27 (1): 1-9.

- Uye, S-i. 1982. Population dynamics and production of *Acartia clausi* Giesbrecht (Copepoda: Calanoida) in inlet waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 57: 55-83.
- Uye, S-i. 1996. Induction of reproductive failure in the planktonic copepod *Calanus pacificus* by diatoms. *Marine Ecology Progress Series* 133: 89-97.
- Uye, S-i. & Fleminger, A. 1976. Effects of various environmental factors on egg development of several species *Acartia* in southern California. *Marine Biology* 38: 253-262.
- Uye, S-i. & Liang, D. 1998. Copepods attain high abundance, biomass and production in the absence of large predators but suffer cannibalistic loss. *Journal of Marine Systems* 15: 495-501.
- van der Meeren, T. 1991a. Production of marine fish in Norway. *World Aquaculture* 22 (2): 37-40.
- van der Meeren, T. 1991b. Selective feeding and prediction of food consumption in turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.) reared on the rotifer *Brachionus plicatilis* and natural zooplankton. *Aquaculture* 93: 35-55.
- van der Meeren, T. 1995. Feed consumption and gut evacuation in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) larvae. In Lavens, P., Jaspers, E., and Roelants, I. (eds). *Larvi'95 - Fish & shellfish larviculture symposium*. Gent, Belgium, September 3-7. European Aquaculture Society, Special publication No. 24: 381-384.
- van der Meeren, T. 1996. Matbehov ved startfring av kveitelarver. *Havforskningsinstituttet, Havforskningsnytt Nr.1: 2 pp.*
- van der Meeren, T. (2001). Intensiv produksjon av torskeyngel. In Olsen, R.E., Hansen, T. (Red). *Havbruksrapporten 2000. Fisken og Havet srnummer 3: 72-73.*
- van der Meeren, T., Harboe, T., Holm, J.C., & Solbakken, R. 1998. A new cleaning system for rearing tanks in larval fish culture. *ICES C.M. L:13: 11 pp.* (in mimeo).
- 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 (4): 367-390.
- van der Meeren, T., Klungsyr, J., Wilhelmsen, S., & Kvenseth, P.G. 1993. Fatty acid composition of unfed cod larvae *Gadus morhua* L. and cod larvae feeding on natural plankton in large enclosures. *Journal of the World Aquaculture Society* 24 (2): 167-185.
- van der Meeren, T., Fyhn, H.J., Pickova, J., Hamre, K., Olsen, R.E., Evjen, M.S. & Lignell, M. 2001. Biochemical composition of copepods: seasonal variation in lagoon-reared zooplankton. In Sorgeloos, P., Olsen, Y., & Ollevier, F. (Eds). *Larvi 2001 - Fish & shellfish larviculture symposium*. Gent, Belgium, September 3-6. European Aquaculture Society Special Publication (in press).
- Venizelos, A. & Benetti, D.D. 1999. Pigmentation abnormalities in flatfish. *Aquaculture* 176: 181-188.

- Wang-Andersen, J. 1995. Fettsyre- og fettalkoholsammensetningen i marine copepoder. Hovedfagsoppgave (Upublisert), Kjemisk Institutt, Universitetet i Bergen. 105 pp.
- Watanabe, T., Kitajima, C., & Fujita, S. 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish : A review. *Aquaculture* 34: 115-143.
- Wiadnyana, N.N. & Rassoulzadegan, F. 1989. Selective feeding of *Acartia clausi* and *Centropages typicus* on microzooplankton. *Marine Ecology Progress Series* 53: 37-45.
- Witt, U., Quantz, G., Kuhlmann, D., & Kattner, G. 1984. Survival and growth of turbot larvae *Scophthalmus maximus* L. reared on different food organisms with special regard to long-chain polyunsaturated fatty acids. *Aquacultural engineering* 3: 177-190.
- Øiestad, V. 1982. Application of enclosures to studies on the early life history of fishes. In Grice, G.D. & M.R.Reeve, (eds). *Marine mesocosms. Biological and chemical research in experimental ecosystems*. Springer-Verlag, New York. pp 49-62.
- Øiestad, V. 1985. Predation on fish larvae as a regulatory force, illustrated in mesocosm studies with large groups of larva. *NAFO Scientific Council Studies* 8: 25-32.
- Øiestad, V. 1999. 25 years of Norwegian halibut research. *Fish farmer* 22 (1): 18-19.
- Øiestad, V., Ellertsen, B., Solemdal, P., & Tilseth, S. 1976. Rearing of different species of marine fish fry in a constructed basin. In Persoone, G. & Jaspers, E. (eds). *Proceedings of the 10th European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgia Sept. 17-23, 1975* . Universa Press, Wetteren, Belgium. Vol. 1. pp 303-329.
- Øiestad, V., Kvenseth, P.G. & Folkvord, A. 1985. Mass production of atlantic cod juveniles *Gadus morhua* in a Norwegian saltwater pond. *Trans. Am. Fish. Soc* 114: 590-595.