

Litteraturstudie av østersen *Ostrea edulis*, fra larve- til yngelstadiet

Forfatter
Harald Berland

Rapport RF – 2002/024

Prosjektets tittel: Litteraturstudie av østersen *Ostrea edulis*, fra
larve- til yngelstadiet
Oppdragsgiver(e): Rogaland fylkeskommune
Forskningsprogram:

ISBN: 82-490-0169-9

Gradering: åpen

RF - Rogalandsforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001

Innhold

1	BAKGRUNN.....	3
2	INNLEDNING	3
3	ANATOMI;	4
3.1	Filtreringsorganet.	4
3.2	Muskel.....	4
3.3	Gonader	4
4	KLEKKERI, DYRKINGSBETINGELSER OG FASILITETER.	5
4.1	Stamskjell	5
4.2	Larve stadiet	6
4.3	Yngel stadiet.....	9
5	VEKST/DYRKINGSBETINGELSER	10
5.1	Før.....	10
5.2	Kunstig før.....	11
5.3	Filtreringsrate	11
5.4	Energiforbruk	13
5.5	Salinitet/vannstrøm.....	14
5.6	Temperatur	14
5.7	Lys	15
5.8	Ernæring (fettsyrer, protein og karbohydrater)	15
5.9	Sesongvariasjoner	17
6	OVERLEVELSE.....	17
6.1	Sykdom.....	17
6.2	Metaller.....	17
6.3	Temperatur	18
6.4	Bakterier.....	18
7	REFERANSER.....	19

1 Bakgrunn

Bakgrunnen for litteraturstudie var å øke den generelle kompetansen om østers for å opparbeide et grunnlag for produksjon av 20-30mm østers ved pilotanlegget ved Kårstø. Studiet ble finansiert av Rogaland fylkeskommune som en fortsettelse av Reginnprosjektet.

Til litteratursøket ble det brukt databasene, ISI og Bibsys.

2 Innledning

Østers tilhører familien *Ostreidae* under klassen skjell (Bivalvene) under fylum; Bløtdyrene (Molusker).

Bivalvene omhandler mer enn 7000 arter; Eks; Muslinger (clams), harpeskjell, terteskjell og kamskjell (scallops), blåskjell (mussels) og østers (oysters).

Innen familien *Ostreidae* har vi 200 østertyper, men mindre en ett dusin er kommersielt brukbar. Mest vanlig i oppdrettssammenheng er stillehavsøstersen *Crassostrea gigas* og flatøstersen *Osrea edulis*.

Østers er som mange andre skjellarter hermafroditter, men er til enhver tid bare hun eller han. Stillehavsøstersen modnes først som han, men kan deretter endre kjønn til hun eller forbli han. Flatøstersen starter også som han, men kan deretter endre kjønn i regelmessige intervaller.

Flatøsteren utfører normalt to gytinger per år, vår og høst med vekselvis produksjon av sperm og egg. Flatøsteren gyter rundt 15-16°C og produserer rundt 1 mill egg, mens *C. gigas* produserer ca. 60 mill. Dette varierer selvsagt med energireserver og dyrkningsbetingelsene skjellene lever under. Østers fra klekkerier blir i nordlige farvann normalt kjønnsmoden første sommeren etter utsett. I motsetning til *C. gigas* som frigjør eggene direkte, så beholder flatøstersen eggene i kappe hulen helt til de når larvestadiet. Larvene blir deretter sluppet løs og er frittsvømmende i en periode før de sedimenterer seg fast (bunnsår seg, ”settlement”) og begynner en metamorfose fra larve- til yngelstadie. I en naturlig utvikling vil bare noen få østers nå opp til en kjønnsmoden størrelse.

3 Anatomi;

Skallet til østersen består av flere lag med kalsiumkarbonat. Det ytre og indre skallet slipes fort bort eller reduseres etter kort tid. Skjellet vokser fra kanten ved at den får tilført materiale fra den myke kappekanten, mens skalltykkelsen dannes fra de myke kroppsdelene i østersen.

3.1 Filtreringsorganet.

På gjellene er det mange filamenter som til sammen danner en tett gitterstruktur. På foldene i gjellene sitter cilier som beveger vannet fra innstrømskammeret og inn i gjellekanalene. Ciliene i gjellene filtrerer bort eller transporterer partiklene videre til munn og mageregionen. Forkastede partikler fra ciliene eller fra munn regionen ramler ned i kappehulen og fjernes fra innstrømsåpningen ved at skjellet raskt lukker seg. Store pseudofaeces tyder på mye unyttbare partikler i vannet, noe som er skadelig for skjellet over tid.

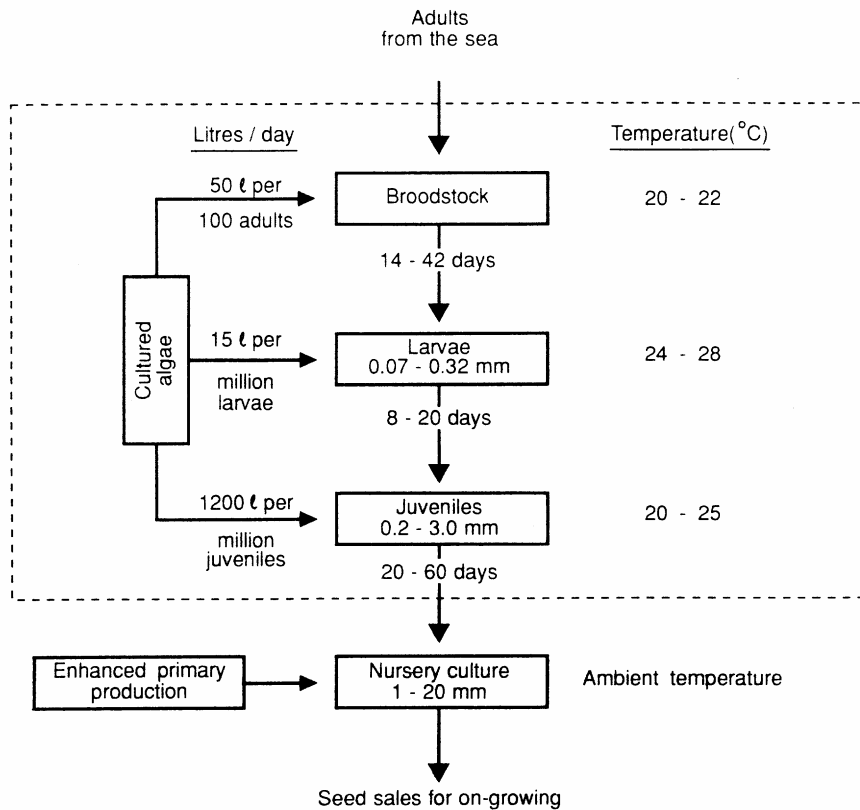
3.2 Muskel

Muskelen i østersen består av den store lukkemuskelen som holder skjellet stengt over tid, og den mindre hurtige lukkemuskelen som benyttes når skjellet raskt lukker seg.

3.3 Gonader

Mye energi går med til å produsere kjønnsceller noe som kan sees igjen som et fall i lipid, karbohydrat og til slutt proteinnivået i skjellet. Etter gyting eller ved dårlige dyrkingsbetingelser vil gonadeområdene være mørk av farge. Dette tyder på at skjellet er i dårlig kondisjon og må opparbeide seg nye energireserver (Walne 1974).

4 Klekkeri, dyrkingsbetingelser og fasiliteter.



Figur 1. Flytediagram over et østersklekkeri (Utting and Spenser 1991).

4.1 Stamskjell

Et utvalg av voksne østers (stamskjell) samles inn og holdes i glassfibertanker på 140L (figur 2). Sjøvannet som tilføres er som regel ufiltrert, slik at skjellene kan dra nytte av de naturlige algeforekomstene i inntaksvannet. Sjøvannet bør ha en salinitet som er over 25‰ og en vanntemperatur som ligger mellom 19-24°C (Videla, Chaparro et al. 1998). Vannstrømmen igjennom tankene bør være over 25±5 ml/min/individ for maksimum 60 stamskjell (20g våt/vekt) (Helm, Holland et al. 1991).

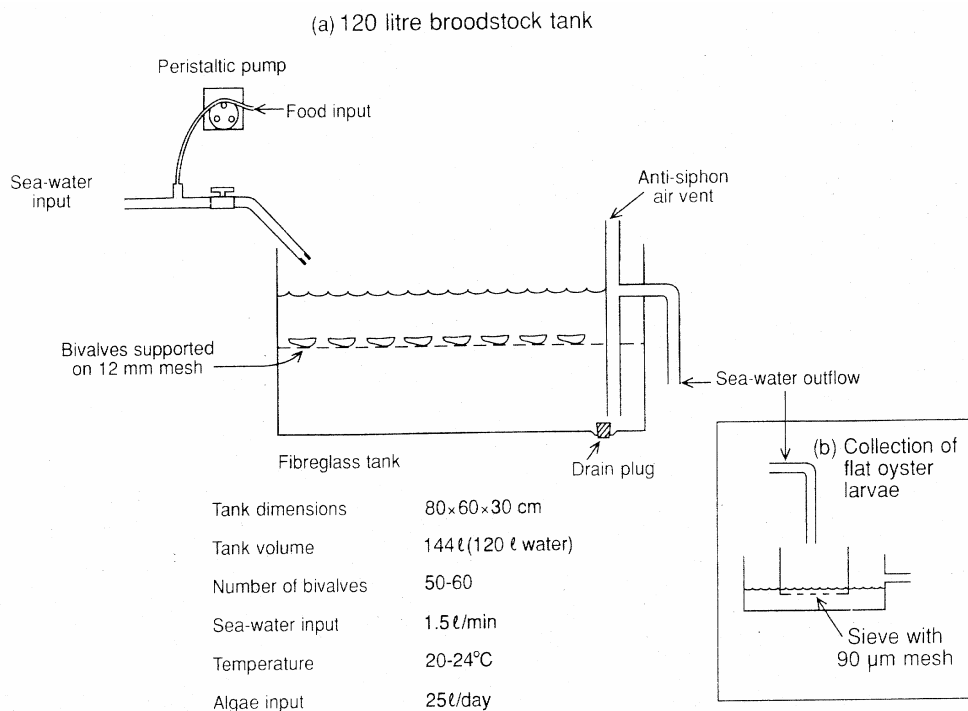
Kondisjonering og gyting

Om vinteren eller tidlig på høsten trenger stamskjellene 6-8 uker for å bli gytemoden. Kondisjoneres skjellene nærmere den naturlige gyteperioden trenger stamskjellene mindre tid på å bli gytemoden. Gyteklare østers rengjøres og overføres til 150*150*15 cm polyetylen gytetanker. Selve kondisjoneringen for gyting utføres ved å utsette stamskjellene for gjentatte sykluser med kaldt (18-20 grader) og varmt (28-30 grader) vann (Helm, Holland et al. 1973). Hos stillehavsøstersen trenger en generelt 4-6 timer med kondisjonering før skjellene begynner å gyte. Flatøstersen har i motsetning til stillehavsøstersen en befruktning og tidlig larveutvikling som foregår inne i skjelllets

kappehule. De frigir larvene til omgivelsene først når de har oppnådd en størrelse på ca 170 μ m (figur 4).

For stillehavsøstersen separeres han og hunn skjellene til separate 1l beholdere når de begynner å gyte. Når det har blitt oppnådd et tilfredsstillende antall egg (gytetid ca 15min.), tilføres de frisk sæd (yngre en 1 time) for å oppnå en høy befruktning. Egg og sperma kan også høstes kunstig for å oppnå en god befruktning.

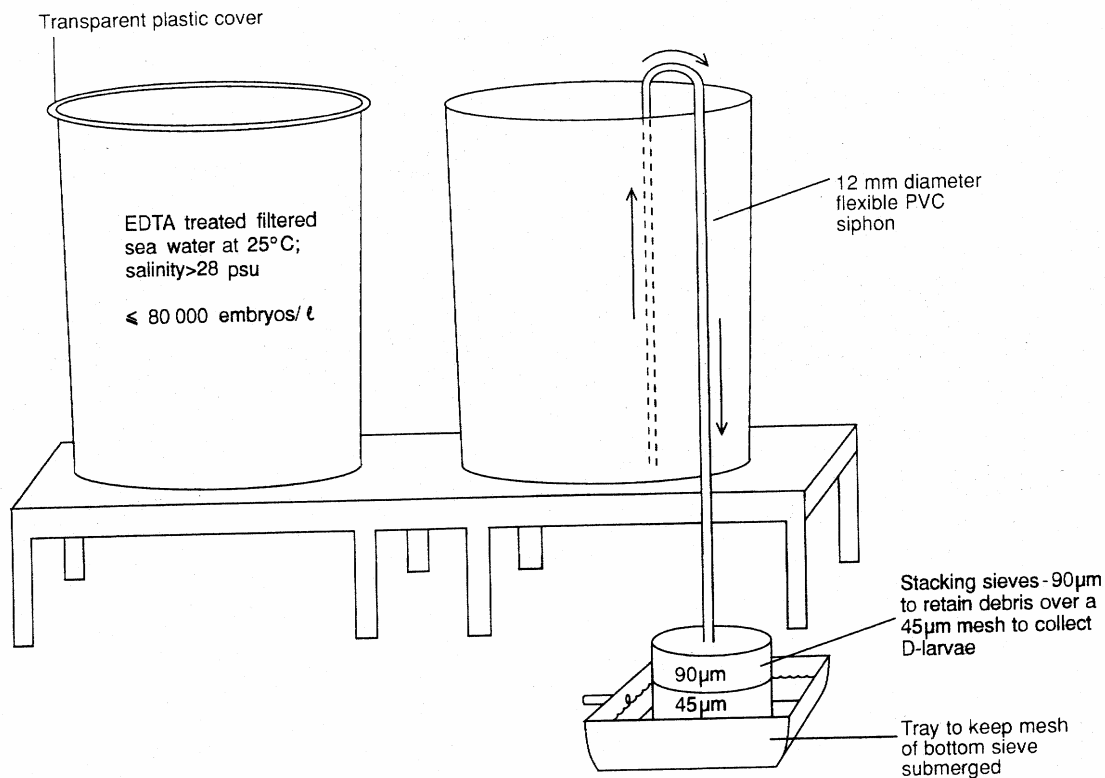
Befruktning; Mindre enn 30min. gamle egg blir forsiktig blandet sammen med sæd (<30min. gammel) før de etter 60-90 minutters henstand blir overført til nye tanker.



Figur 2. Stamskjell kondisjoneringsystem (Utting and Spenser 1991).

4.2 Larve stadiet

For stillehavsøstersen overføres befruktede egg til flatbunnede 100-250l polyetylen tanker for utvikling av embryoene til velediger larver (figur 3). Tankene blir tilført 25°C EDTA behandlet vann som innehar en salinitet på over 25‰. Embryoene som bringes til tankene 2 timer etter befruktningen blandes til en tetthet på under 80000/l. I løpet av 24 timer utvikler de seg fra embryoer til velediger larver. I dykningskårene blir larvene fanget opp fra avløpsvannet på 45-300 μ m nylon siler (Helm, Holland et al. 1991; Videla, Chaparro et al. 1998).



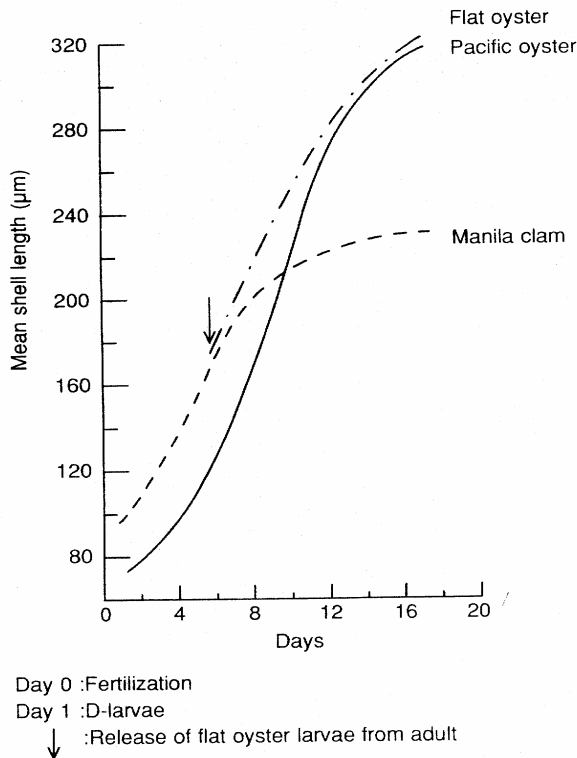
Figur 3. Dyrkningskar for embryo og larver for muslinger og stillehavsøsters (Utting and Spenser 1991).

Etter at larvene er silt fra blir de overført til flatbunnede kar eller koniske fiberglass tanker (75-350l) med utløp i bunn (figur 3). I tankene fortynnes larvene til en passende konsentrasjon (eks. 0,75g våt vekt/silo) og fødingsraten (eks. vekt spesifikk fødingsrate (tørrvekt alge/våttvekt skjell)) justeres opp mot antall og larvestørrelse (Caers, Coutteau et al. 1999). Hver tank kan inneholde et antall på ca. 1,5-2,5 mill larver (figur 5). Sjøvannet som blir tilført tankene filtreres (1-2 μm porestørrelse), UV-behandles, luftes og varmes opp til 25°C. Normalt blir dette vannet skiftet ut hver 2.-3. dag (Videla, Chaparro et al. 1998). For flatøsters bør saliniteten være over 30‰, stillehavsøstersen 25‰.

Til produksjon av larver har det vært vanlig å bruke en standard T-ISO algediett bestående av; *Isocrysis galbana* (green), *Chaetoceros calcitrans*, *Tetraselmis suecica* i 1:1:1 (Laing and Millican 1986). Den optimale tettheten og algesammensetningen bestemmes ut fra volum, skjelltetthet og størrelse. Vekstkurve fra egg til larver for stillehavsøsters og flatøsters er vist i figur 4.

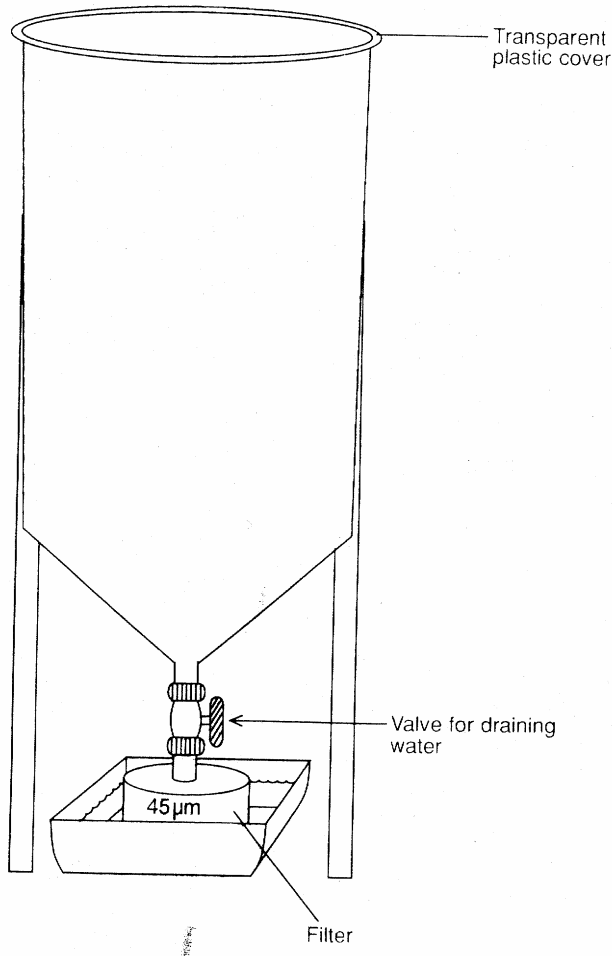
Fra dag 8 og før metamorfosen (280-300 μm) bunnslår larvene seg til en passende overflate. Larvene som er klar til bunnslåing har en svart pigmentert øyeflekk og når ca. 70-80% av larvene har nådd dette stadiet plasseres det svarte PVC plater i bunnen av karet. Når karet blir belyst svømmer larvene bort fra lyset og fester seg på oppsamlerne. Bunnslette larver fjernes fra oppsamlerne og antall larver bli bestemt. For maksimal

bunnslåing har det blitt brukt 0,4µg alger/larve*dag for *O. edulis* og 0,6µg for *C. gigas*. Høyere eller lavere algekonsentrasjoner gir lavere ”setling” (Laing 1995).



Figur 4. Vekst av skjell larver ved 25°C (Utting and Spenser 1991).

Kjemikalier som epinephrin og nor-epinephrin har blitt brukt til å indusere bunnslåing på partikler som deretter filtreres bort for høsting av bunnslette larver (Utting and Spenser 1991). I denne dyrkningsfasen har det også vært vanlig å bruke penicillin og streptomycin for å holde sykdomsfremkallende bakterier i sjakk.. Bedre kontroll og alternative vannvannbehandlingssystemer har medført at medisinbruken i dagens produksjon har blitt redusert.



Figur 5. Larve oppdretts tank (Utting and Spenser 1991).

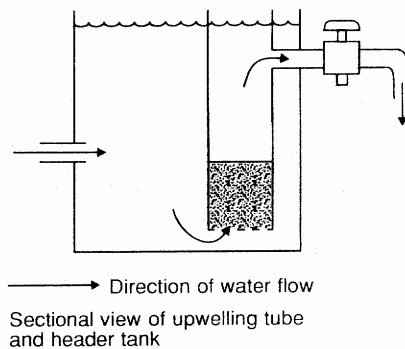
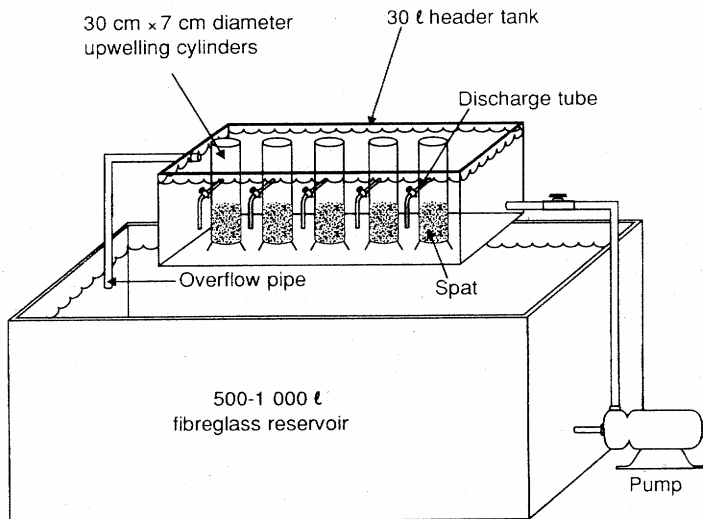
4.3 Yngel stadiet

Etter at larvene har bunnslått seg er det hensiktsmessig og plassere yngelen i et oppstrømsystem med netting bunnede (210µm) sylindere (figur 6). Et slikt system på 100l kan inneholde 0,5 mill. yngel med størrelse over 440µm. Yngelen høstes jevnlig og sorteres ut etter størrelse for å oppnå best vekst (Caers, Coutteau et al. 2000).

Ulike försammensetninger har blitt brukt til yngelproduksjon; Algene *Tetraselmis suecica* og *Isocrysis galbana* i et 1:1 forhold (Caers, Coutteau et al. 2000), *I. galbana* (50 celler/µl) og *Tetraselmis suecica* (5 celler/µl) (Beiras, Camacho et al. 1995). I denne fasen er det viktig å sørge for god rengjøring av algeledningsnettene og skjellkårene for å unngå sykdom.

Etter bunnslåing har yngelen mistet evnen til å svømme, men de er allikevel ekstremt mobile og må daglig passes på for å unngå at de kryper ut av vannfasen. Yngelen må derfor røktes ofte og vannutskifting med vask av yngelen bør utføres hver 3. dag. Siden det oppstår store vekstforskjeller innen ett og samme skjellparti bør sortering utføres hver uke i denne perioden for å kunne oppnå optimal tilvekst (Caers, Coutteau et al. 2000).

Yngeloppdrett krever relativt store volumer, siden bare mindre biomasser kan dyrkes med suksess per volum vann. For eksempel kan et 2000l system gi maksimum 400g våtvekt yngel uavhengig av yngelens snittvekt.



Figur 6. Oppstrømssystem med resirkulasjon av vann for oppdrett av østers yngel (Utting and Spenser 1991).

5 Vekst/dyrkingsbetingelser

5.1 Før

Larvestadiet har et bestemt spesifikt næringsbehov som må dekkes for å unngå sykdom og død fra marine sopp og bakterier (Davis, Loosanoff et al. 1954; Tubiash, Colwell et al. 1970; Brown 1981). Mangen ulike algesammensetninger og algetyper har blitt brukt på bakgrunn av larvenes filtreringstørrelse (partikkelstørrelse; 2-3 μ m) og ut fra algenes næringsinnhold.

I vekstperioden fra larver til yngel har det blitt oppnådd gode vekstresultater med bruk av ulike algekombinasjoner og algetyper.

Blandet kultur av; *I. galbana*, *M. lutheri*, *D. euclora* og *Platymonas*

Algene; *Isochrysis galbana*, *Monocrysis lutheri* (vd,) *Dunaliella euclora*, *Dicrateris inornata*, *Tetraselmis* (vd), *Pyramimonas* (vd=vanskelig å dyrke).

Andre algetyper som diatomégruppen; *Bacillariophyceae* er generelt for store og gir utilfredsstillende vekst. Unntaket er *Chaetoceros calcitrans* som har gitt gode vekstresultater, men som er vanskelig å holde i store algetette kulturer (Ukeles 1980).

Algevannet som brukes bør være næringsrik og fri for toksiske metabolitter. Arter som *Prymnesium parvum*, *Gymnodinium sp.* *Stichococcus sp.* og *Amphidinium carterii* har gitt høy larvedødelighet og er ubrukelig i oppdrettsammenheng. Celler som *Clorella autotrophica* og gjær er lett å dyrke, men har cellevegger som skjullet sitt fordøyelsessystem ikke klarer å bryte ned (Baker and Herson 1978).

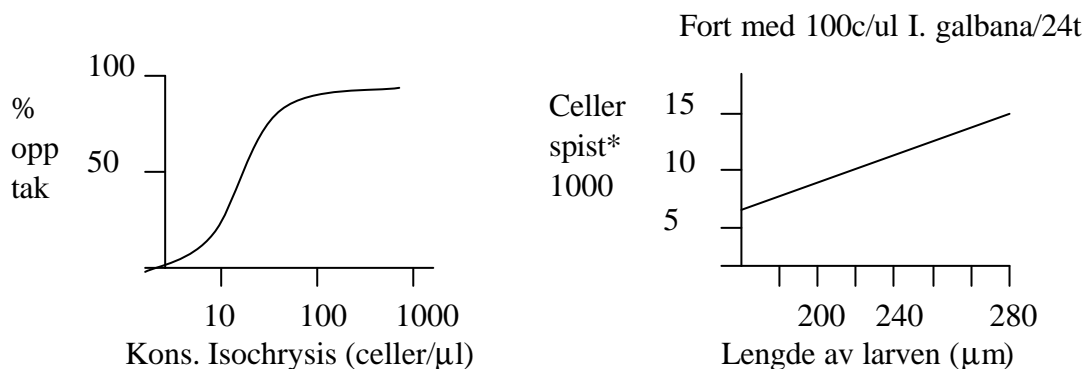
En blanding av flere gode alger forbedrer veksten markant i forhold til bruk av bare en algetype. Et dårlig fôr kan ikke forbedres ved å tilføre en liten del godt fôr. To gode fôr forbedrer skjellveksten når de er blandet i rett forhold, f. eks; 60:40 *Isochrysis:Tetraselmis* (Ukeles 1980).

5.2 Kunstig fôr

Foruten dyrking av alger har det blitt utprøvd en rekke kunstige fôr. Disse har til nå lidd under det faktum at de har vært vanskelig å holde i suspensjon og de har hatt en tendens til å forurense vannet. Frysetørking av alger har blitt prøvd, men har ikke ført til optimal tilvekst for østers larver (Shelef and Soeder 1980).

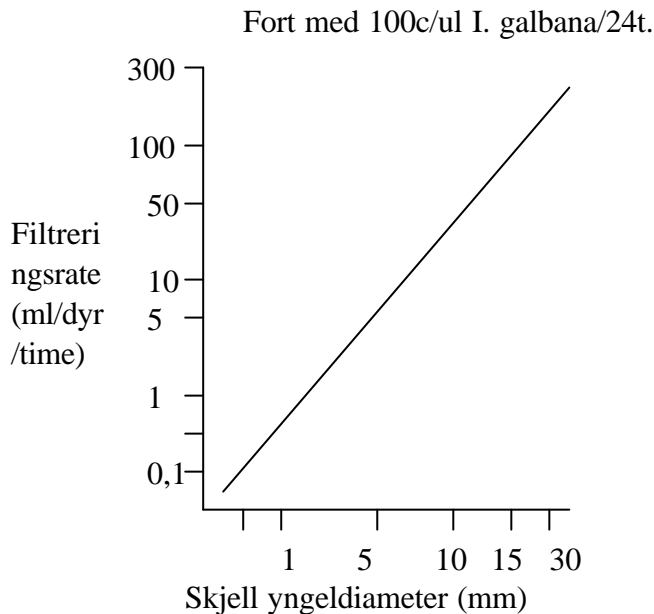
5.3 Filtreringsrate

Filtreringsraten for *Ostrea edulis*. kan bli påvirket av temperatur, vannstrøm og partikkelkonsentrasjonen (Walne 1974).



Figur 7. Opptak av *I. galbana* for *Ostrea edulis* larver. Minimum antall assimilerte *Isochrysis* celler i løpet av 24 timer (Walne 1974).

Filtreringsopptaket for *O. edulis* larver (figur 7) viser at føres skjellene med en algetetthet på 50celler/ μ l, så blir ca. 70% av algene opptatt. Brukes det alger av mindre størrelse kan filtreringseffektiviteten og det totale algeopptaket økes. Opptaket blir imidlertid forstyrret når partikkeltettheten nærmer seg 300 alger/ μ l. En får ved denne tettheten en stor pseudofecæes produksjon og det er av den grunn ikke praktisk å dyrke larver ved slike konsentrasjoner (Walne 1974),.



Figur 8. Filtreringsrate mot skjellhøyde for *Ostrea edulis* (Walne 1974),

Ut fra diagrammet så vil 4 uker gamle skjell (5 mm) filtrere 7ml/h, mens 8 uker gamle skjell (15 mm) filtrere 50ml/h. Vannvolumet som trengs for å gi 50% reduksjon i førkonsentrasjonen i løpet av 24h er for; 5mm skjell ca. 250 ml/skjell og for 3mm skjell; 100 ml/skjell.

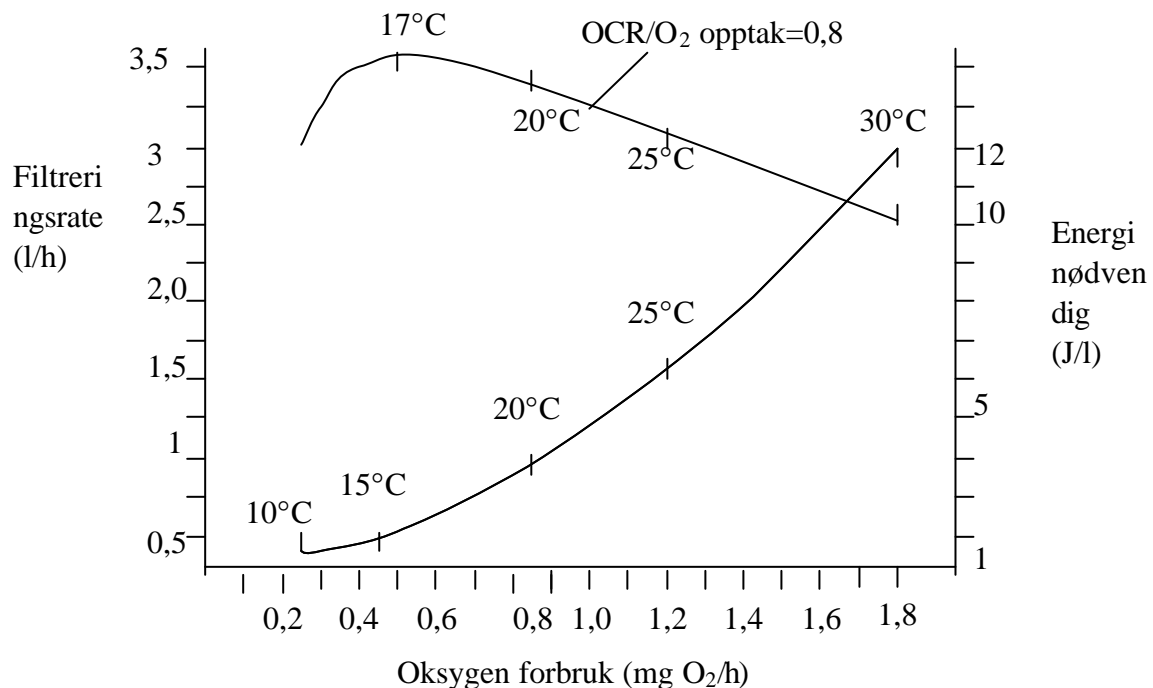
Blir førmengden redusert til under optimale algetetthet ~50celler/ μ l, vil førtapet kunne bli kompensert med økt filtreringsrate. Skjellene vil imidlertid bruke mer energi, så energiutbytte er ikke entydig proporsjonalt med algekonsentrasjonen.

Filtreringseffektiviteten er avhengig av partikkel størrelsen; Eks. vil en østers på 18mm øke filtreringsraten når algestørrelsen øker fra algen *I. galbana* til *Tetraselmis*. Det er også oppnådd et filtreringsopptak for *Ostrea edulis* på 100% når partiklene var større eller lik 4 μ m (Møhlenberg and Riisgård 1978)). Andre undersøkelser viser til en senkning i filtreringsraten når innholdet av partikulert organisk materiale (POM) øker i vannfasen. En økning i POM fra 1 til 7 mg/l førte i denne undersøkelsen til en reduksjon i filtreringsraten på 70% (Hutchison and Hawkins 1992). I (Mathers 1974) sine undersøkelser ble optimal filtreringsrate estimert for 7-9 mm *Ostrea edulis* yngel til 0,2-

0,7l/h/individ ved 12-13°C. For 30 mm skjell har denne raten blitt estimert til 1,2 l/h/individ ved 20°C (Walne 1972).

5.4 Energiforbruk

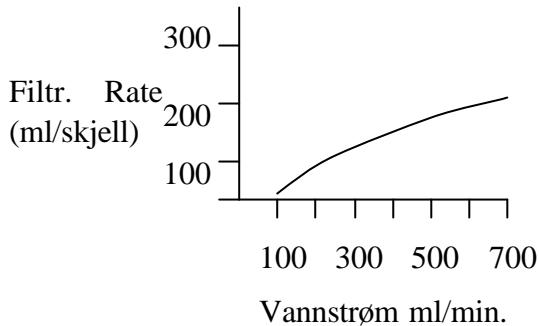
I følge (Buxton, Newell et al. 1981) vil ca. 80% av den totale energien som har blitt opptatt av *Ostrea edulis* absorberes uavhengig av vanntemperaturen. Ved en null produksjonssituasjon som tilsvarer overlevelses energien, vil derfor energien adsorbent (Adsorbent energi=0,8*opptatt energi) være tilnærmet energien forbrukt (oksygen forbruk). Av figur 9 fremgår det at hvis temperaturen økes, fører dette til en økning i filtreringsraten som er større enn økningen i oksygenforbruket for østers med tørrvekt 1g (tørrvekt er ca. 2,25 % av et skjells våtvekt, dvs. ca. 1g tørrv.=40g=60mm ca. 4år). Opprettholdelsesenergien vil være størst ved 17 °C og avtar mot 30 °C. Fra 17 °C øker filtreringsraten merkbart i forhold til økningen mellom 10-15 °C (Haure, Penisson et al. 1998). Selv om den totalt bruker mer energi på temperaturøkningen øker filtreringsraten mer i forhold til oksygenforbruket, slik at energiforbruket til opprettholdelse av liv avtar. Rent energimessig vil en høyere dyrkningstemperatur mot 30 °C være å foretrekke fremfor den generelt vanlige dyrkingstemperaturen på 18-25 °C (Loosanoff and Davis 1963).



Figur 9. Filtreringsrate mot oksygenopptak og energikonsentrasjonen som er nødvendig for å opprettholde en null produksjon (oxygen consumption rate (OCR)/O₂ opptak=0,8) (Haure, Penisson et al. 1998)

5.5 Salinitet/vannstrøm

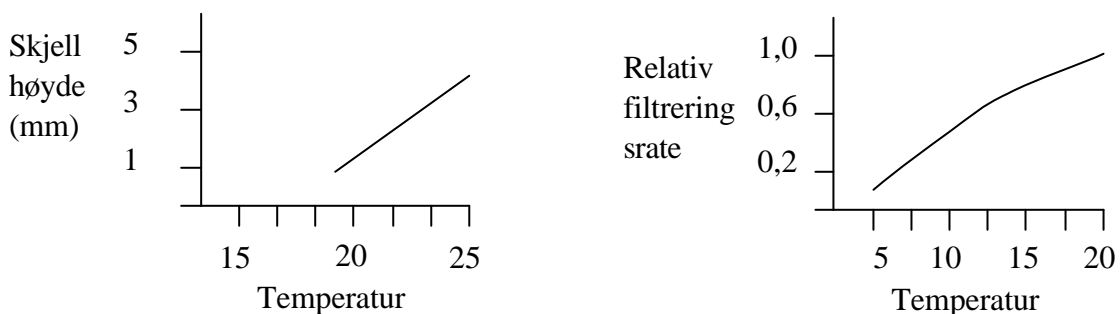
Filtreringsraten for voksne flatøsters er direkte avhengig av flow raten (Walne 1972) også når det er tatt høyde for temperatur og partikkulært organisk karbon (figur 10) (Wilson 1987). Østers trives best med en salinitet som overstiger 25‰. Holdes skjellene i utendørsbasseng med fare for stor fordampning må saliniteten justeres med ferskvann hvis saliniteten blir høyere enn normalt (Utting and Spenser 1991).



Figur 10. Filtreringsraten mot flow raten for voksne østers (Walne 1974).

5.6 Temperatur

Blir vanntemperaturen for østers økt så vil både den relative filtreringsraten og skjellveksten øke for ellers like forhold (figur 11). En økt vanntemperatur senker også den totale modningstiden for larvene (Walne 1974).



Figur 11. Vekst og filtreringsrate av østers larver for ulike temperaturer (Walne 1974).

Når dyrkingstemperaturen for *Ostrea edulis* økes så vil muskelmassen gå ned kontra tørrvekt skjell. To like skjell dyrket med ulike temperaturer vil inneholde ulike mengder muskelmasse. Lavere dyrkingstemperatur gir seinere vekst, men høyere fylningsgrad. Det er antatt at skjell med høy fylningsgrad har større mulighet til å overleve lengre vinterperioder med lave sjøvannstemperaturer (Walne 1974).

For *Ostrea edulis* er optimal dyrkningstemperatur hevdet å være mellom 15-25 °C, mens temperaturer på over 26 °C antas å ha en skadelig effekt (Buxton et al. 1981, Hutchinson og Hawkins 1992). Det er imidlertid utført vekstforsøk ved 22-29 °C, der 3mm østers vokste til 100mm på 490 dager (Sunderlin et al. 1976). Temperaturforsøk med yngel av *Ostrea edulis* har imidlertid vist at larvene innehar en stor fysiologisk fleksibilitet som fører larvene raskt tilbake til den optimale vekstraten etter tidligere temperaturendringer (Beiras, Camacho et al. 1995).

5.7 Lys

Direkte lys har vist seg å være skadelig for østers yngel. Svakt lys har medfører dårlig vekst og skjellene er mer eller mindre sensitive ovenfor bråe endringer i lysintensiteten. F.eks. lukker skjellene seg når noen går forbi (Walne 1974). For larver er lysbruk mot bedre vekst og overlevelse mindre klart. Lys er imidlertid viktig for å stimulere bunnslåing av larver når metamorfosen nærmer seg (Walne 1974; Utting and Spenser 1991).

5.8 Ernæring (fettsyrer, protein og karbohydrater)

Lipid og spesielt innholdet av nøytrale lipider i nylige frigitte larver er av stor betydning for seinere vekst. Larver som frigis med et høgt lipidinnhold har fått en signifikant bedre og hurtigere vekst enn for larver med lavt lipidinnhold dyrket under de samme betingelsene (stabil temperatur, vannkvalitet, mat og kost rasjon) (Helm, Holland et al. 1973). Generelt kan bivalvene ta opp og inkorporere alle fettsyrene som finnes i algene, men de har begrensede muligheter til å omdanne korte og mettede fettsyrer til lange umettede fettsyrer (Moreno, Moreno et al. 1976; Waldock and Holland 1984). I forsøk med stillehavsøstersen *C. gigas* yngel ble det registrert en signifikant økning i tilvekst når larvene som ble dyrket med C₂₀ og C₂₂ fattige alger til ekstra føring med mikrokapsler med høyt innhold av de umettede fettsyrene (PUFA) C₂₀ (20:4(n-6), 20:5(n-3)) og C₂₂ (22:6(n-3)) (Langdon and Waldock 1981).

Måling av lipider i egg og i tidlig larvestadiet er blitt brukt å detektere "batcher" som er potensielt energifattige. Metoden kan imidlertid ikke forklare hvorfor overlevelse er forskjellig for velediger larver med samme lipid innhold. En hypotese har vært at økt overlevelse er en refleksjon av de mikro omgivelsene som hunn individene har hatt under gametogenesen, resultat av skjellens kondisjonen eller gjenspeiler morskjellet/avkommet evne til å lage større kjeder av små fettsyrer (Helm, Holland et al. 1991).

Det antas at larver med et lavt innhold av umettede fettsyrer er svekket og at dermed er mer utsatt for sykdommer (Helm, Holland et al. 1991). Sammenhengen mellom sykdom og lipidinnhold kan knyttes opp mot gytepotensialet målt som vekstraten for frigitte larver. Dette potensialet korrelerer signifikant med lipidinnholdet ved frigiving av larvene (Helm, Holland et al. 1973). Store forandringer i PUFA vil kunne være en mulig forbindelse mellom PUFA og dødeligheten i klekkeriet. En må imidlertid ikke glemme at fettsyreinnholdet av bla. C₂₀ og C₂₂ i østerslarver sesongvarierer, og det er funnet

konsentrasjons variasjoner mellom larver frigitt fra mars til juli på hhv. 0-10% og 0-12% av det totale fettstoffsinnholdet (Helm, Holland et al. 1991).

Lipid og spesielt nøytrale lipider utgjør en antatt viktig energikilde for pelagiske larver under metamorfosen. Undersøkelser med *C. gigas* larver viser imidlertid at en stor del av energien som blir brukt i metamorfose stadiet kommer fra proteindelen. I dette energiforbruket utgjør proteiner 69%, mens lipider og karbohydrater utgjør henholdsvis 24% og 6% av energien forbrukt (Videla, Chaparro et al. 1998).

Når *Ostrea edulis* larvene blir frigitt fra kappehulen har de signifikant høyere proteinreserver i forhold til lipider og karbohydrater. Ved sulting vil larvene forbruke like mye av proteinreservene som fra lipidreservene, et forbruk som er signifikant høyere enn forbruket av karbohydrater (Labarta, FernandezReiriz et al. 1999).

For lipider vil energien fra frie virksomme lipider bli forbrukt raskere enn strukturelle lipider. Det kan derfor være viktig å kontrollere flere typer lipider, istedenfor å konsentrere seg om ett lipid for å avdekke energireservene i larvene/ungelen. Ulik overlevelse av yngel kan være et resultat av larvens evne til å mobilisere forskjellige typer substrater for å møte forskjellige anabolske og katabolske krav som er viktig for skjellet. Et estimert energiforbruk på 17,8KJ er antatt å være nødvendig for å lage 1g skjell, noe som igjen beskriver viktigheten av energimengden i larve fasen (Labarta, FernandezReiriz et al. 1999).

Å bruke et næringsrik før og etter gyting er viktig for å forberede overlevelse til yngel og larver. Før og dyrkningsforsøk med skjell i større poller har avdekket at skjell som gyter i poller produserer større egg og frigjør større larver enn for skjell som gyter i klekkeri. I undersøkelsen ble det antatt at forskjellen i egg og larvestørrelse skyldtes en senere start av gytingen i pollen i forhold til klekkeriet (~35 mot 91 dager). I samme forsøk gav sultede skjell mindre larver med en generelt dårligere vekst og en høyere dødelighet. De høyeste vekstrate ble oppnådd for *gigas* yngel som ble produsert i pollen og noe lavere vekstrate ble oppnådd i klekkeriet med algen; *Isocrysis aff. galbana* (Wilson, Chaparro et al. 1996).

For å oppnå et høyt antall bunnslåtte larver er riktig føring før og ved bunnslåing viktig. Reduseres føringen før larvene fester seg vil antall bunnslåtte larver bli mindre. Ca 50% slår seg ned selv om føringen reduseres når larvene er 295-325 µm store, mens bare 9% festet seg hvis de er 175-295µm store. Dette henger sammen med lipidinnholdet som var markant høyere for de største larvene (Laing 1995). I samme undersøkelse hadde larvene som slo seg ned ved lav mattilgang, mindre lipidinnhold og dårligere tilvekst enn yngel som slo seg ned som velfødde larver. Totalt overlevde 95-100% av larvene en sulting på over 2 dager, mens bare 20-30% overlevde en sulting som strekte seg over 6 dager. Påfølgende bunnslåing av larver fra lav til høg føring gav totalt mindre antall bunnslåtte larver enn hvis larvene fekk nok mat i hele perioden. Dette hang sammen med et vekttap på 15-25%, der lipidene utgjorde 53-61% av tapet for larvene etter sulteperioden på 6 dager. Forskjellige forregimer ble i undersøkelsen testet ut mot bunnslåing av øyelarver. En forkonsentrasjon på 0.4 µg organisk algevekt/larve*dag gav høyest antall bunnslåtte larver. Lavere eller høyere forkonsentrasjon gav i begge tilfellene lavere antall. Det er flere forhold som kan påvirke bunnslåingen av larver. Føring med næringsfattige alger fører til reduksjon (Laing 1995) samtidig som

temperatur (Carlson. 1982), salinitet (Newell, Jones et al. 1989) og bakterier (Bonar, Weiner et al. 1986; Fitt, Coon et al. 1990) også påvirker antall bunnslette larver.

5.9 Sesongvariasjoner

Gametogenesen starter om vinteren, men skjellene gyter ikke før i perioden mai juni, selv om eggene var modne i mars. Mattilgang og kondisjon påvirker gonadeveksten og spiller en viktig rolle i hvor tidlig yngelen blir sluppet løs.

Innholdet av lipider i østers er generelt stabil med små fall rundt nov-des og etter gyteperioden i juni. Lipidnivået øker igjen mot gyteperioden (mai-juni) og i tiden ut mot oktober. Deretter faller den for lav mattilgang i nov-des. De samme sesongvariasjonene kan måles for karbohydrater, foruten lipidoppgangen om høsten. Proteinnivået i skjellene øker i perioden jan-feb, avtar mot mai, men øker igjen mot gyteperioden. Etter at skjellene har gytt, faller proteinnivået i forhold til lipider. Kondisjonsfaktor følger delvis lipid og karbohydrat konsentrasjonen (Ruiz, Martinez et al. 1992). Sesongvariasjon av lipid og fettsyresammensetningen har en nær sammenheng med reproduksjonssyklusen, førmengden og algekomposisjonen (Beninger and Stephan 1985).

6 Overlevelse

6.1 Sykdom

I lang tid har østersparasitten *Bonamia ostrea* medført betydelige tap for østersnæringen i Europa. Parasitten har ikke blitt funnet i norske østers og har til dags dato ikke medført noen problemer.

I anlegg med flatøstersen *Tiostrea chilensis* ble ikke parasitten *Bonamia ostrea* oppdaget før østersen var 2 år gammel. Det ble ikke påvist *Bonamia* i yngre skjell før de infiserte 2-åringene førte til en generell konsentrasjonsøkning av parasitten i området. Dødligheten økte deretter de neste 2 månedene både hos han og hunnkjønn. Utbredelse og intensitet var i disse undersøkelsene størst tidlig på høsten (Hine 1991). Ut over dette har ikke denne og andre undersøkelser påvist noen spesiell sesongvariasjoner av *Bonamia* parasitten (Culloty and Mulcahy 1996). Andre undersøkelser underbygger dette og hevder at parasitten er overførbar igjennom hele året (Grizel and al. 1988).

6.2 Metaller

Larvene fra østers har vist seg sensitiv ovenfor kjemikalier og metall ioner fra bla. rustfritt stål som står i kontakt med saltvann (Calabrese et al. 1977).

6.3 Temperatur

Generelt vil overføring av østersyngel fra varmt til kaldt vann medfører høg dødelighet. Dette gjelder spesielt for vinter og tidlig vår utsett av larver. Er temperaturforskjellene for store bør skjellene gradvis temperaturlpasses før de plasseres i sjølokaliteten (Walne 1974).

6.4 Bakterier

Det ser ikke ut som om totalantallet bakterier i eks. algevannet har noen skadelig effekt for østers. Bakterieneholdet har vært $7,4 \cdot 10^5$ bakterier/mL i algedelen og $1,6 \cdot 10^6$ bakterier/mL i larve kulturen uten at det ble registrert noen sykdomstegn. Når dødelighet oppstod skyldes dette en kraftig dominans av *Vibrio sp.* bakterier (DiSalvo et al. 1978, Leibovitz 1978). Det er imidlertid en generell oppfatning at et høyt bakterienehold i algesuspensjonen ikke medfører noen fordel (Walne 1974), siden høy bakterietetthet kan gi dårlig vannkvalitet og sørge for kulminering av algekulturer bare etter 1-2 dager (f.eks. ved *Pseudomonas* innslag i monokulturer av *Thalassiosira pseudonana*).

7 Referanser

- Baker, K. and D. S. Herson (1978). "Interactions Between the diatom *Thalassiosira pseudonanna* and an associated Pseudomonad in a Mariculture system." Appl. environ. microbiol. **35**: 791-796.
- Beiras, R., A. P. Camacho, et al. (1995). "Short-term and long-term alternations in the energy budget of young oyster *Ostrea edulis* L. in response to temperature-change." Journal of experimental marine biology and ecology. **186**(2): 221-236.
- Beninger, P. G. and G. Stephan (1985). "Seasonal variations in the fatty acids of the triacylglycerols and phospholipids of two populations of adult clams (*Tapes decussatus* L. and *T. philippinarum*) reared in a common habitat." Comp. biochem Physiol **81B**: 591-601.
- Bonar, D. B., R. M. Weiner, et al. (1986). "Microbial invertebrate interactions and potential for biotechnology." Microbial ecology **12**: 101-110.
- Brown, C. (1981). "A study of two shellfish-pathogenic *Vibrio* strains isolated from a Long Island hatchery during a recent outbreak of disease." Journal of Shellfish Research **1**: 83-87.
- Buxton, C. D., R. C. Newell, et al. (1981). "Response-surface analysis of the combined effects of exposure and acclimation temperatures of filtration, oxygen consumption and scope for growth in the oyster *Ostrea edulis*." Mar. Ecol. Prog. Ser. **6**: 73-82.
- Caers, M., P. Coutteau, et al. (1999). "Dietary impact of algal and artificial diets, fed at different feeding rations, on the growth and fatty acid composition of *Tapes philippinarum* (L.) spat." AQUACULTURE **170**(3-4): 307-322.
- Caers, M., P. Coutteau, et al. (2000). "Impact of starvation and of feeding algal and artificial diets on the lipid content and composition of juvenile oysters (*Crassostrea gigas*) and clams (*Tapes philippinarum*)." MARINE BIOLOGY **136**(5): 891-899.
- Caers, M., P. Coutteau, et al. (2000). "Incorporation of different fatty acids, supplied as emulsions or liposomes, in polar and neutral lipids of *Crassostrea gigas* spat." Acquaculture **186**: 157-171.
- Carlson, B. K. (1982). "Settlement and subsequent survival of commercially-reared eye-pediveliger larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Tunberg)." Journal of shellfish res. **2**: 116.
- Culloty, S. C. and M. F. Mulcahy (1996). "Season-, age-, and sex-related variation in the prevalence of bonamiasis in flat oysters (*Ostrea edulis* L.) on the south coast of Ireland." AQUACULTURE **144**(1-3): 53-63.
- Davis, H. C., V. L. Loosanoff, et al. (1954). "A fungus disease in clam and oyster larvae." Science **120**(36-38).
- Fitt, W., S. L. Coon, et al. (1990). "Settlement behavior and metamorphosis of oyster larvae (*Crassostrea gigas*) in response to bacterial supernatants." Journal of marine biology **100**: 389-394.
- Grizel and e. al. (1988). "Bonamiasis: a model study of diseases in marine molluscs." American fish society spec. publications **18**: 1-4.
- Haure, J., C. Penisson, et al. (1998). "Influence of temperature on clearance and oxygen consumption rates of the flat oyster *Ostrea edulis*: determination of allometric coefficients." AQUACULTURE **169**(3-4): 211-224.
- Helm, M. M., D. L. Holland, et al. (1973). "The effect of supplementary algal feeding of a hatchery breeding stock of *Ostrea edulis* L. on larval vigour." Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. **53**: 673-684.

- Helm, M. M., D. L. Holland, et al. (1991). "fatty acid composition of early non-feeding larvae of the european flat oyster, *Ostrea edulis*." Journal of the biological association, united kindom. **71**: 691-705.
- Hine, P. M. (1991). "The annual pattern of infection by *Bonamia* sp. in New Zealand flat oysters *Tiostrea chilensis*." Aquaculture **93**: 241-251.
- Hutchison, S. and L. E. Hawkins (1992). "Quantification of the physiological responses of the European flat oyster *Ostrea edulis* L. to temperature and salinity." J. Moll. Stud. **58**: 215-226.
- Labarta, U., M. J. FernandezReiriz, et al. (1999). "Larvae of *Ostrea edulis* (L.) during starvation: growth, energy and biochemical substrates." HYDROBIOLOGIA **405**: 125-131.
- Laing, I. (1995). "Effect of food supply on oyster spatfall." Aquaculture **131**: 315-324.
- Laing, I. and P. F. Millican (1986). "Relative growth and growth efficiency of *Ostrea edulis* L. spat fed various algae diets." Aquaculture **54**: 245-262.
- Langdon, C. J. and M. J. Waldock (1981). "The effect of algal and artificial diets on meat content, lipid and fatty acid composition of *Crassostrea gigas* spat." Journal of the Marine biological association of the united kingdom. **61**: 431-448.
- Loosanoff, V. L. and H. C. Davis (1963). Rearing of bivalve mollusks. Advances in Marine Biology. F. S. Russell. London, Academic Press. **1**: 1-136.
- Mathers, N. F. (1974). Some comparative aspects of filter-feeding in *Ostrea edulis* L. and *rassostrea angulata* (jam) (Mollusca: Bivalvia). Proceedings of the Malacological Society of London.
- Moreno, J. E. A., V. J. Moreno, et al. (1976). "Lipid metabolism of the yellow clam, *Mesoderma mactroides*: 2-polysaturated fatty acid metabolism." Lipids **11**: 561-566.
- Møhlenberg, F. and H. U. Riisgård (1978). "Efficiency of particle retention in 13 species of suspension feeding bivalves." Ophelia **17**: 239-246.
- Newell, R. I. E., T. J. Jones, et al. (1989). "Factors regulating reproduction and recruitment in populations of the American oyster *Crassostrea virginica*." Journal of shellfish res. **8**: 434.
- Ruiz, C., A. Martinez, et al. (1992). "Seasonal variations in condition, reproductive activity and biochemical composition of the flat oyster, *Ostrea edulis*, from San cibran (Galicia, Spain)." Marine biology **112**: 67-74.
- Shelef, G. and C. J. Soeder (1980). Algae biomass. Amsterdam-New York-Oxford, Elsevier/North-Holland Biochemical Press.
- Tubiash, H. S., R. R. Colwell, et al. (1970). "Marine vibriod associated with bacillary necrosis, a disease of larval and juvenile bivalve molluscs." J. Bact. **103**: 271-273.
- Ukeles, R. (1980). American experience in the mass culture of micro-algae for feeding larvae of the american oyster, *Crassostrea viginica*. Algae biomass. G. Shelef and C. J. Soeder. Amsterdam-New York-Oxford, Elsevier/North-Holland Biochemical Press: 287-306.
- Utting, S. D. and B. E. Spenser (1991). The hatchery culture of bivalve mollusc larvae and juveniles. Laboratory leaflet nr. 68. Lowestoft, Ministry of agriculture, fisheries and food directorate of fisheries research.
- Videla, J. A., O. R. Chaparro, et al. (1998). "Role of biochemical energy reserves in the metamorphosis and early juvenile development of oyster *Ostrea chilensis*." Mairne biology **132**: 635-640.
- Waldock, M. J. and D. L. Holland (1984). "Fatty acid metabolism in young oysters, *Crassostrea gigas*: polysaturated fatty acids." Lipids **19**: 332-336.

- Walne, P. R. (1972). "The influence of current speed, body size and water temperature on filtration rate of five species of bivalves." Journal of Marine and Biological Association **52**: 345-374.
- Walne, P. R. (1974). Culture of bivalve molluscs. 50 years experience at Conwy. Farnham-Surrey-England, Fishing news books Ltd.
- Wilson, J. A., O. R. Chaparro, et al. (1996). "The importance of broodstock nutrition on the viability of larvae and spat in Chilean oyster *Ostrea chilensis*." Aquaculture **139**: 63-75.
- Wilson, J. H. (1987). "Environmental parameters controlling growth of *Ostrea edulis* and *Pecten maximus* L. in suspended culture." Aquaculture **64**(2): 119-131.