

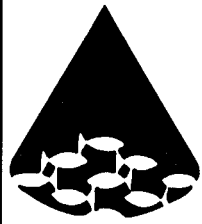
13 MAI 1992

FISKERIDIREKTORATET
BIBLIOTEKET

Begrenset distribusjon.

Dato: . . 06.04.90

Rapport/Notat Nr. . 6./91



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Nordnesparken 2, Postboks 1870, 5011 Bergen. Tlf. 05 327760

Rapportens Tittel:

BRUK AV STYRT BIOLOGISK PRODUKSJON TIL KULTIVERING AV STORT KAMSKJELL (*PECTEN MAXIMUS*).

Forfatter/Saksbehandler:

Sissel Andersen

Avdeling:

Senter for havbruk

Prosjekt Nr:

701.201 (NFFR)

Oppdragsgiver ref:

Ansvarlig:

Kjell Emil Naas

Sammendrag:

Utsettingsforsøk med yngel i 1989, viste at et grunt, gjødslet sjøvannsbasseng kan egne seg som lokalitet for stort kamskjell. Tilveksten der var størst i april-mai, da saliniteten var mest stabil.

Innendørs forsøk for å bestemme yngelens behov for fôrtikler, resulterte i utvikling av et gjennomstrømnings-system med kontinuerlig tilførsel av fôralger.

Abstract, p. 5

Stikkord:

. stort kamskjell
. vekst
. lokaliteter
. filtreringshastighet

Sendt til:

. NFFR
. Skjellklekkeriet BioMarin A.S.
. IMB, UiB
. IMP, UiB

Årsrapport 1989

for

"BRUK AV STYRT BIOLOGISK PRODUKSJON TIL
KULTIVERING AV STORT KAMSKJELL"
(NFFR-prosjekt V701.201)

Bidragstyttere

NFFR-prosjekt V701.201, "Bruk av styrt biologisk produksjon til kultivering av stort kamskjell" (kamskjell-prosjektet), var for 1989 budsjettert med lønnsmidler fra NFFR til en forsker, og driftsmidler fra **Havforskningsinstituttet (HI)**.

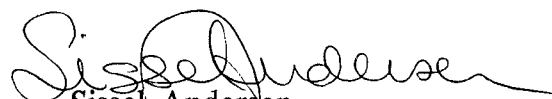
Egeninnsatsen fra Senter for havbruk (HI), har vært betydelig i form av arbeidskraft og drift av forsøkslokaliteter ved **Akvakulturstasjonen Austevoll**. Flere av det tekniske personalet ved Akvakulturstasjonen har vært direkte involvert i prøvetaking og forsøk. Særlig kan nevnes: **Arve Kristiansen**, som utførte mesteparten av prøvetakingen på utsettings-lokalitetene; **Svein Jarle Vatnøy**, som hadde ansvaret for driften av sjøvannsbassenget Svartatjønn og som også deltok i prøve-takingen; **Janne Huse**, som røktet yngelen innendørs; **Sissel Waage Kalvenes**, som hadde ansvaret for stamkulturer av fôr-alger, og som sammen med **Svanhild Gokstad** har tilført prosjektet mye.

NFFR-prosjekt V701.191 "Produksjons-forutsetninger i oppdrett av marin fisk" - del: Poll - har stilt sine planteplankton-prøver til rådighet for kamskjell-prosjektet.

Skjellklekkeriet BioMarin A/S har avstått yngel, og også bidratt med utlån av utstyr. De ansatte har, sammen med **Øivind Strand (IMB)**, gitt atskillig av sin kunnskap om kamskjell.

Jeg vil benytte anledningen til å takke alle, for store og små bidrag i 1989. Takk.

Storebø 21.12.89


Sissel Andersen
(prosjektleder)

INNHold

Innledning	4
Problemstillinger	5
Abstract	5
KAP. 1. UTSETTINGSFORSØK MED YNGEL ..	6
Kap. 1.1 Lokaltetene	7
Drift SVTJ	7
Temperatur	9
Salinitet	12
Algeplankton	12
Begroing	13
Kap. 1.2 Utsetting	14
Transport	14
Oppheng	14
Kap. 1.3 Yngel på ulike lokaliteter	16
Skallhøyde	16
Tilvekst	19
Dødelighet	19
Diskusjon	21
Planer for 1990	23
KAP. 2. FØRING AV YNGEL MED ALGER.....	24
Kap. 2.1 Stagnerende og kontinuerlig	
system.....	25
Stagnerende system	25
Kontinuerlig system	28
Kap. 2.2 Dyrkningsgass til fôr-alger ...	30
Diskusjon	33
Planer for 1990	34
Referanser	34

BRUK AV STYRT BIOLOGISK PRODUKSJON TIL KULTIVERING AV STORT KAMSKJELL.

Undersøkelse av vekst for å se om kamskjell yngel er egnet til å utnytte overproduksjonen av alger i et gjødslet sjøvannsbasseng.

Utsettelsesforsøk med yngel i 1989, viste at et grunt, gjødslet sjøvannsbasseng kan egne seg som lokalitet for stort kamskjell. Tilveksten der var størst i april-mai, da saliniteten var mest stabil.

Innendørs forsøk for å bestemme yngelens behov for fôrpartikler, resulterte i utvikling av et gjennomstrømnings-system med kontinuerlig tilførsel av fôr-alger.

Innledning

Etter flere års arbeid med marin yngelproduksjon i sjøvannsbassenget Svartatjønn (Kvenseth and Øiestad, 1984), ble det reist spørsmål om et slikt basseng kunne egne seg som lokalitet for kultivering av stort kamskjell (*Pecten maximus*).

"Styrt primærproduksjon" omfatter her kontrollert inn-pumping av sjøvann for å styre salinitet og temperatur, samt inokulering av alger. I tillegg registreres algebiomasse (chl a) og nærings-salt-verdier for ved riktig gjødsling å holde en høy primærproduksjon og dominans av antatt gode fôr-alger (d.v.s. alger som effektivt utnyttes videre i næringskjeden).

Det er registrert høye vanntemperaturer i sjøvannsbassenget fra april til oktober, med sommer-temperaturer opp i 20°C (Øiestad et al., 1984). Næringsstilførsel og omrøring har gitt svært høy primærproduksjon, og algeplankton-samfunnet har vært dominert av ikke-bevegelige arter (eks. diatomeer; Naas et al. in prep.). Det har ennå ikke vært registrert gift-produserende arter i bassenget. Et av problemene har vært overproduksjon av algeplankton, med påfølgende uheldige effekter av nedbrytningen, såsom oksygenmangel og sulfidproduksjon i nederste vannlag. Det var derfor ønskelig å innføre arter som livnærer seg ved filtrering av alger.

Stort kamskjell ble valgt som forsøksart av flere årsaker. Den pekte seg ut som en lovende art både med tanke på priser og markedsmuligheter. Skjell-forskningen har vært noe nedprioritert i Norge i de siste årene, men på verdensbasis er skjellmarkedet enormt. Dette beskrives i en rapport nylig utgitt

av Svanøy stiftelse (Stavøstrand, 1989).

Problemstillinger

- 1) Vil høye sommertemperaturer, høye fyttoplankton-tettheter og tilgang på antatt gode fôr-arter i Svartatjønn, gi god tilvekst hos stort kamskjell - til og med høyere tilvekst enn i åpnere sjøvanns-lokaliteter uten styrt produksjon?
- 2) Dersom dette er tilfelle, er det høyere temperatur eller bedre fôr-tilbud som har mest å si for den økte tilveksten?
- 3) Er fôr-behovet til yngel av stort kamskjell så stort at man med et rimelig antall kan høste overproduksjonen av alger?

For å svare på den første problemstillingen, noe som er prosjektets hovedmål, ble det igangsatt utsettingsforsøk med yngel av stort kamskjell. De to siste problemstillingene blir best besvart ved forsøk innendørs, hvor det er mulig å isolere og kontrollere de enkelte miljø-faktorer. Det er derfor satt igang forsøk og metodeutvikling for å måle effekten av ulike parametre på kamskjellets filtreringshastighet.

Abstract

Ongrowth experiments were started in April 1989 with queen scallop spat (Pecten maximus) held in pearl-nets. The nets were placed on three locations: 1) on 2 m in an enclosed seawater basin; 2) on 2, 5 and 10 m at a fish farm using net pens, and 3) in a coastal area nearby the basin. From April to June the highest temperatures were recorded in the bassin. Later on, only small differences in temperature between the three locations were recorded. Salinity showed large variations in the bassin, and reached lower minimum values compared to 2m at the fish farm. The phytoplankton samples analyzed so far, showed the biomass to be up to ten times higher in the bassin then at 2 m on the other two locations in April-June.

Ongrowth of the spat in the total period of April-September ranked the locations and depths in the following manner: fish farm 2 m > 5 m > coastal area 2 m > bassin > fish farm 10 m > coastal area 5 m. However, ongrowth in April-May was highest in the bassin.

In-door experiments were carried out in stagnant 20 and 30 litres jars to find the effect of algal concentration on the filtering rate of scallop spat. Control experiments without spat, showed the algal distribution to vary with time. The developement of a continous experimental set-up has therefore started, while stagnant set-ups are abandoned. In connection to the filtration experiments, the growth of two algal species with and without CO₂ addition in their air-supply, was observed in 1 litre cultures. Both the growth rate and the yield increased when adding CO₂.

KAP. 1. UTSETTINGSFORSØK MED YNGEL

Undersøkelse av vekst for å se om sjøvannsbassenget kan egne seg som lokalitet.

Det ble valgt ut tre lokaliteter:

- 1) sjøvannsbassenget Svartatjønn (SVTJ)
- 2) sjøanlegget ved forskningsstasjonen (ANL)
- 3) åpen sjøvannslokalitet utenfor Svartatjønn (SJØ)

Den første er hovedlokaliteten. Den andre representerer en lokalitet som har høy organisk belastning, men upåvirket temperatur i forhold til sjøen ellers. Den siste lokaliteten er upåvirket i alle henseende.

De tre lokalitetene ble benyttet fra 10.april til 13.oktober. Da ble yngelen flyttet til overvintring på 20 m ved et nytt sjøanlegg (Sauaneset) ved Akvakulturstasjonen Austevoll. Dette for å sikre yngelen jevn, høy temperatur og salinitet vinteren igjennom.

Vekst hos skjell kan måles på ulike måter, hvorav måling av skallhøyde (maksimal lengde vinkelrett på hengslen) er en vanlig metode (Manzani and Castagna, 1989). Den er rask å utføre, også i båt, noe som var årsaken til at den ble valgt i utsettingsforsøkene. Ulempen er at den ikke uttrykker eventuelt størrelsestep i stress-perioder, som f.eks. våtvekt gjør.

Både absolutt vekst (økning i mm pr. tid) og relativ vekst (% økning pr. tid), endres med skjellens alder. I forsøk slipper men å ta hensyn til dette, dersom størrelsen på skjellene er omtrent lik ved forsøkets start.

Kap. 1.1 Lokaltetene.

Undersøkelse av hydrografi for å beskrive forskjellene mellom Svartatjønn (SVTJ) og de to andre lokalitetene.

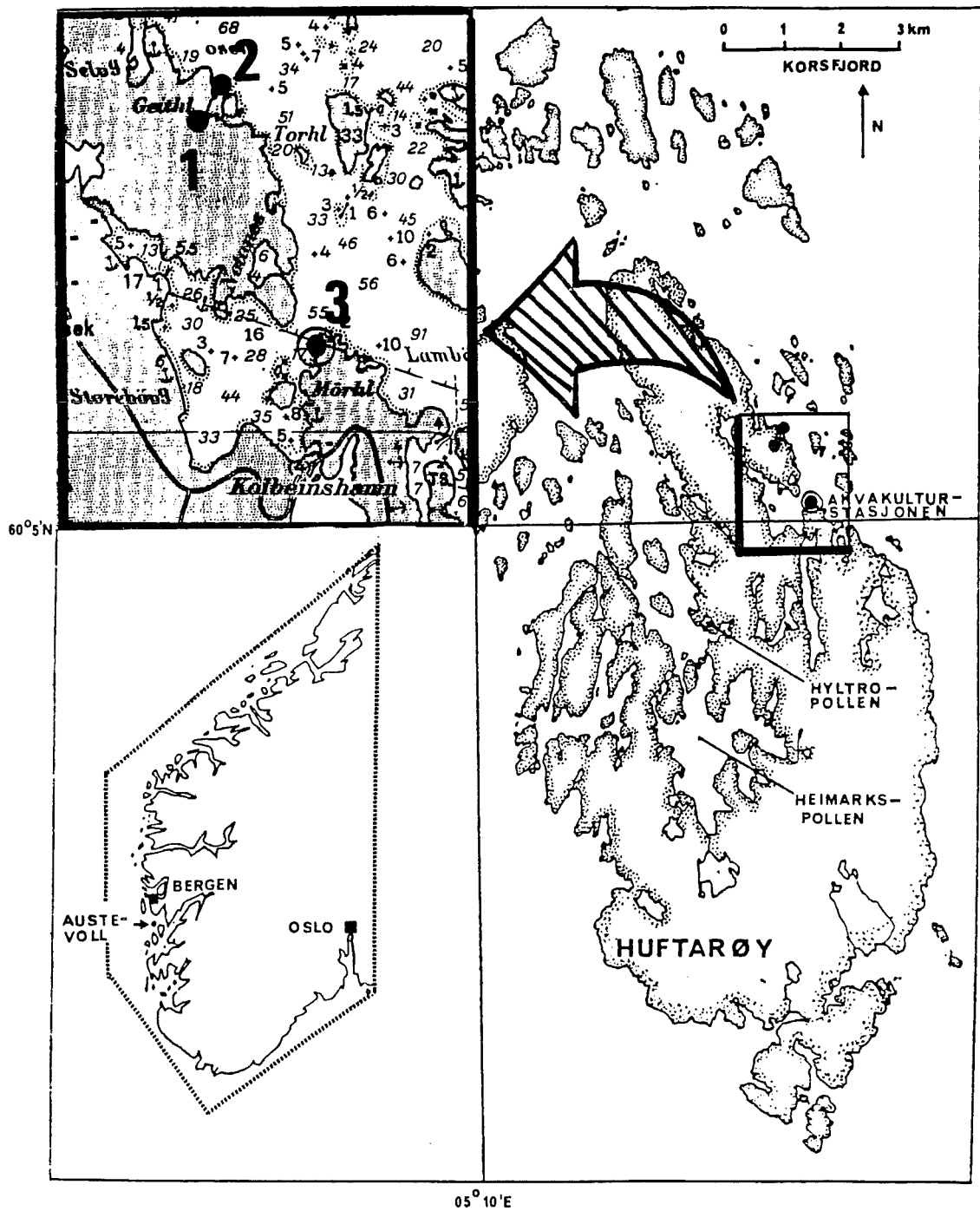
SVTJ ble tilsammen gjødslet med 1050 kg fullgjødsel i 1989. Hydrografiske målinger viste at temperaturen var høyere der enn på de andre to lokalitetene i perioden april-juni. Saliniteten var relativt lav i SVTJ fra april til juli, og varierte mye i august. Algeplankton-mengden var opptil ti ganger høyere der enn på de andre to lokalitetene.

Lokalitetenes plassering er vist i figur 1. SVTJ var tidligere et ferskvann, men er nå fylt med sjøvann. Maks dyp er ca. 4m.

Drift SVTJ. Etter behandling med giften "rotenon" i februar, ble bassenget fylt opp med sjøvann fra 30 meters dyp. Fullgjødsel 21-4-10 ble tilført når nitratverdiene sank under 5 μ M. Det ble gjødslet med 50 kg første gang i slutten av februar, deretter i slutten av mars, tre ganger (3x) i april, 2x i mai, 5x i juni, 3x i juli, 4x i august og 2x i september. Tilsammen ble det tilført 1050 kg fullgjødsel, som tilsvarer 220 kg nitrogen (N) og 42 kg fosfor (P).

Omrøring ble igangsatt med en strømsetter på 2.5m, som rettet vannstrømmen skrått oppover. Strømsetteren sikrer en relativ homogen vannsøyle (Naas et al., in prep.).

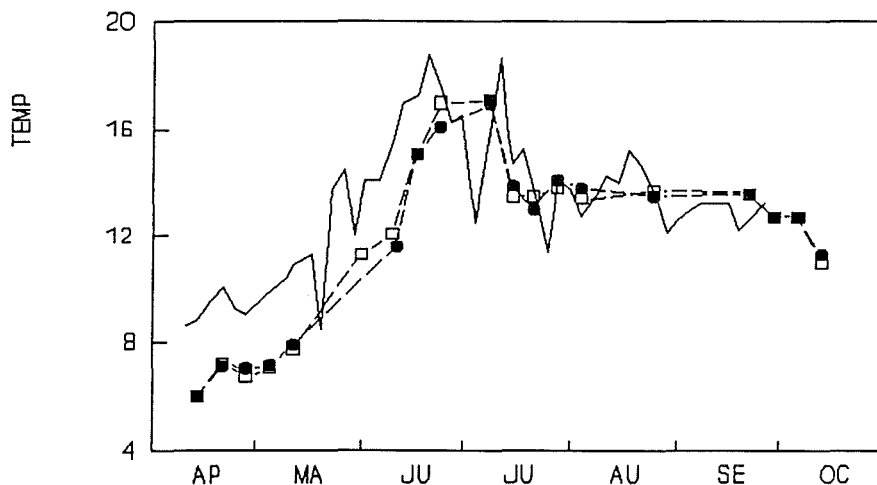
Salinitet og temperatur i SVTJ ble delvis styrt ved innpumping av dypvann. Etter utsetting av yngel 10.april, ble dypvanns-innpumping startet manuelt så snart saliniteten ble registrert lavere enn 28 ppt. Dette førte også til en temperaturstabilisering eller -senking.



Figur 1 Kartutsnitt av Austevoll kommune. De tre forsøkslokalitetene er vist som fylte sirkler. - 1) I Svartatjønn; - 2) I sjøen utenfor; - 3) På sjøanlegget.

Temperatur. Temperatur ble målt på alle lokaliteter og dyp ukentlig. Fra april til slutten av juni var temperaturen på 2m høyest i SVTJ (figur 2). Deretter var det relativt liten forskjell på temperaturen i SVTJ og de andre to lokalitetene. Tabell I viser gjennomsnitt-temperatur, minimum og maksimum i de tre periodene yngelens tilvekst ble beregnet for (se kap.1.3). I perioden april-mai ble temperaturen aldri målt under 8.0°C i SVTJ, mens den i de andre lokalitetene ikke ble målt over denne verdien. I mai-juli var middeltemperaturen i SVTJ noe høyere (ca. 1°C) enn på 2m i de andre to lokalitetene, mens forskjellen er liten for juli-september.

Forskjellene i temperatur på dypene 2, 5 og 10m i ANL og SJØ, var ubetydelige fra april til midten av mai, og fra midten av august til slutten av september (figur 3 og 4).

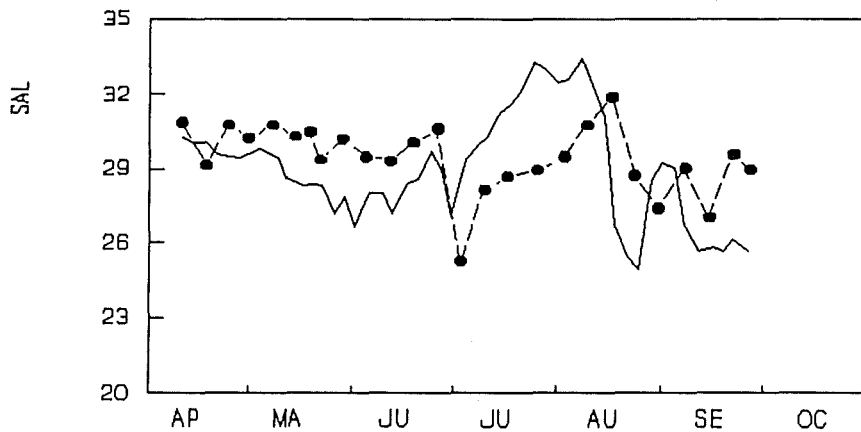


Figur 2 Temperatur på 2m i SVTJ (heltrukken linje), SJØ (åpne symboler) og ANL (fylte symboler).

Tabell I Gjennomsnittlig temperatur (T), minimums- og maksimums-verdier for tre påfølgende vekstperioder for kamskjellyngelen, og totalt for alle tre periodene. Det er tatt hensyn til periodenes lengde.

PERIODE	LOK	DYP (m)	T	MIN-MAKS	
Apr-Mai	SVTJ	2	9.6	8.5-11.3	
		ANL	2	7.0	6.0- 7.9
		5	6.8	5.9- 7.8	
		10	6.6	5.8- 7.8	
		SJØ	2	6.9	6.0- 7.7
			5	6.8	5.9- 7.7
	10		6.7	5.9- 7.7	
	Mai-Jul	SVTJ	2	15.6	12.0-18.7
			ANL	2	14.7
5			14.3	10.7-17.5	
		10	13.1	9.2-16.5	
		SJØ	2	14.4	11.3-17.1
			5	13.5	10.6-16.4
10			12.1	9.4-15.9	
Jul-Sep		SVTJ	2	13.3	11.4-15.2
			ANL	2	13.6
	5		12.9	11.1-13.6	
		10	11.8	9.0-13.5	
		SJØ	2	13.6	13.4-13.8
			5	12.9	11.0-13.6
	10		12.0	9.0-13.5	
	Ap-Sep	SVTJ	2	13.3	
			ANL	2	12.4
5			11.8		
		10	10.8		
		SJØ	2	12.3	
			5	11.7	
10			10.7		

Salinitet. Salinitet ble målt i SVTJ og på 2m ved ANL, mens den ellers ble antatt å være relativt stabil i området 30-33 ppt. Resultatene er vist i figur 5 . Saliniteten var lavere i SVTJ enn ved ANL 2m, bortsett fra i juli og halve august hvor den hadde et maksimum med verdier over 30 ppt. I august var variasjonene i saliniteten svært høy i Svartatjønn, med maksimum- og minimums-verdier på henholdsvis 33.4 og 24.9 ppm. Disse to verdiene ble registrert med bare 11 dagers mellomrom.



Figur 5 Salinitet i SVTJ (heltrukken linje) og på ANL, 2m (fylte symb.).

Algeplankton. Algeplankton-prøver ble tatt med en Ruttner-henter på 1m i SVTJ, og på 2m i SJØ og ANL. Forskjellen mellom 1 og 2 m i SVTJ ble antatt å være neglisjerbar p.g.a. strømsetter. Prøvene ble fiksert med lugol og formalin, og er opparbeidet av cand. real. Nils Bernt Andersen. Etter utsetting av yngel 10.april skjedde disse prøvetakingene hovedsakelig ukentlig fram til september, deretter månedlig.

Foreløpig opparbeidete prøver (til juli) viste at alge-biomassen som ventet var svært mye høyere i SVTJ enn i de andre to lokalitetene (tabell II).

Tabell II Fytoplankton-biomasse (mm^3/l)
på ANL og i SJØ - 2m, og på 1m i SVTJ.

dato	ANL	SJØ	SVTJ
13.04	0.25	0.39	2.07
20.04	0.33	0.35	0.49
27.04	0.26	0.38	3.91
03.05	0.60	0.49	3.70
11.05	0.24	0.20	6.09
26.05	0.58	0.45	12.94
01.06	0.67	0.45	4.39
16.06	0.84	0.64	5.29
23.06	0.94	1.08	-

Begroing. Etter utsetting av yngel i april og frem til målingen i mai, ble perlenettene på 2m undersøkt visuelt for begroing to ganger ved å heve de forsiktig opp til overflaten. Etter mai ble disse undersøkelsene utført bare en gang mellom hver måling. Dette ble gjort for å stresse yngelen minst mulig. Vurderingene er presentert i tabell III.

Ved måling i mai, ble nettene i SJØ byttet med rene nett, mens i SVTJ og ANL ble nettene rengjort ved høytrykks-spyling. Høytrykkspylingen ble foretatt ved å "helle" skjellene inn i ett hjørne av nettet, mens de andre områdene av nettet ble spylt. Dermed var det ikke nødvendig å ta ut skjellene. Etter dette ble alle nettene spylt i juni og juli.

Tabell III Subjektiv vurdering av begroingen.

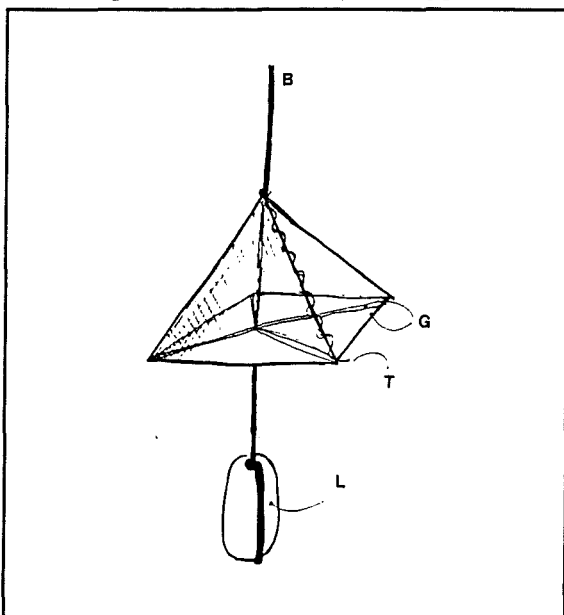
	SVTJ	ANL	SJØ
MAI	- endel brunalger - løstsittende	- mye brunalger - tråder - fastsittende	- en del brunalger - tråder - fastsittende
JUL	- noe brunalger - løstsittende	- noe brunalger - noe sekkedyr	- litt brunalger - litt sekkedyr - svamp på skjell
SEP	- mye brunalger	- mye brunalger	- mye alger (brun- og rød-) - litt sekkedyr
	- mye rur på skjellene	- mange sekkedyr	

Kap. 1.2. Utsetting.

Beskrivelse av metoder som en bakgrunn for vekstresultatene.

Grupper på 25 yngel (20-25mm) ble plassert i pyramide-formede perlenett. Disse ble hengt ut på eksisterende brygger i Svartatjønn (SVTJ) og ved anlegg. I sjø utenfor SVTJ ble det først benyttet en aluminiums-ramme på blåser. Etter mai ble nettene der hengt på line spent opp under havflaten, for å unngå kraftig påvirkning av bølgebevegelse.

Transport. Yngelen ble etter grov-sortering på Rong, transportert i isoporkasser, liggende i perlenett omgitt av papirmasse fuktet med kaldt sjøvann. Transporten tok ca. 2 timer. Umiddelbart etter ankomst til Akvakulturstasjonen ble nettene satt ut på ca. 5m ved sjøanlegget.



Figur 6 Perlenett på line (B) med lodd (L). Nettet i bunnen er trukket over et plastbelagt metall-skjelett (G). Nettets åpning reguleres med en tykk plast-tråd (T).

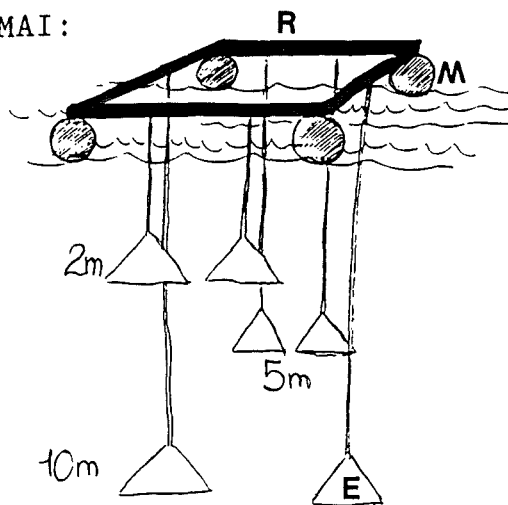
Oppheng. Tre dager etter transporten fra Øygarden, ble yngelen overført til nye pyramideformede perlenett. Skisse av nettene er vist i figur 6.

Yngelen ble fordelt på 14 nett, 25 individer i hvert. To nett ble satt ut på hvert av dypene 2, 5 og 10 meter i SJØ og ANL. I SVTJ ble det satt ut to nett på 2 meter, da maksimum dyp der er ca. 3 meter.

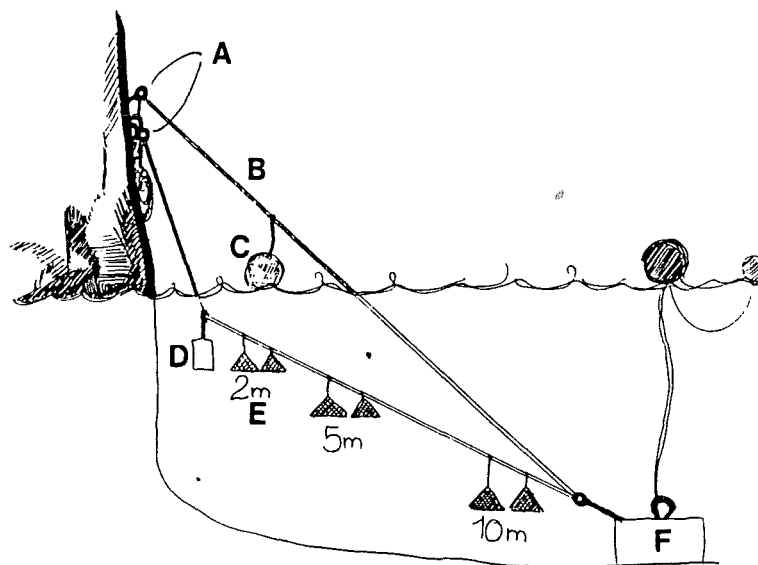
I SVTJ og ANL ble perlenettene festet direkte til eksisterende brygger, mens i SJØ ble de først festet til en aluminiums-ramme på blåser. Bevegelsen i nettene ble undersøkt av dykkere i begynnelsen av mai, og ble i SJØ vurdert å være relativt stor. Opphenget ble derfor endret på denne lokaliteten. Perlenettene ble festet til en line som var spent opp

mellom en fjellvegg og et lodd på bunnen (figur 7).

I PERIODEN APRIL-MAI:



ETTER MAI:



Figur 7 Oppheng av perlenett (E) i SJØ før og etter mai. R - Aluminiumsramme; M - Oppdriftsblåse; A -Bolter i fjell; B - nylonline; C - Markeringsblåse; D - Stabiliseringslodd, 10kg; F - Forankrings-lodd, 75kg.

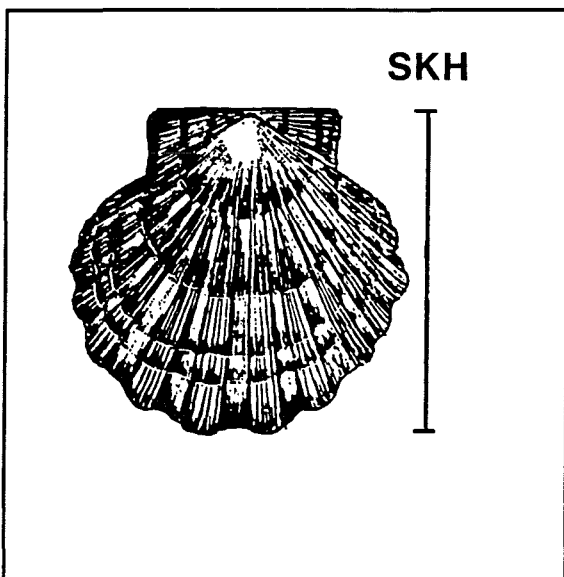
Kap. 1.3. Yngel på ulike lokaliteter.

Undersøkelse av tilvekst for å rangere de ulike lokaliteter og dyp.

Målinger av skallhøyden hos halvparten av utsettings-gruppene, viste at tilveksten (økning i gjennomsnittlig skallhøyde for den enkelte gruppe pr. 30 døgn) i perioden april-juli var høyest i Svartatjønn. I hele perioden april-september var den likevel høyest på 2m ved anlegg. Dødelighet antas å ikke ha innvirkning på disse beregningene.

Håndtering av yngelen på land ble alltid gjort så raskt og forsiktig som praktisk mulig, og aldri når det var nedbør. Yngelen ble alltid skjermet mot sollys og kald vind, ved at den ble plassert i plast-dunker mens registrering pågikk.

Skallhøyde. Skallhøyden (figur 8) ble målt med et digitalt skyvelær. Noen få av



Figur 8 Skallhøyde (SKH) hos stort kamskjell.

skjellene utviklet etter hvert deformasjon i voksekanten som antagelig skyltes ørsmå brekk i skjellkanten ved uforsiktighet ved måling.

Bare ett av de to nettene på hvert dyp (måle-gruppene) ble målt flere ganger i sesongen, da yngelen antas å vokse dårligere ved gjentatt håndtering (Øvind Strand, IMB, pers.med.). Skallhøyden på disse måle-gruppene ble målt ved utsetting 10.april, 19.mai, 19.juli og 26 september. Dermed sammenlignes tilveksten for hver av de tre periodene mellom målingene, samt for hele perioden april-september. De andre gruppene ble målt to ganger,

10.april og 13.oktober.

Den gjennomsnittlige skallhøyde ved utsetting 10.april var signifikant forskjellig (t-test) mellom de fleste gruppene, men denne forskjellen antas å være uten betydning for forskjeller i tilveksten. De gjennomsnittlige skallhøydene er

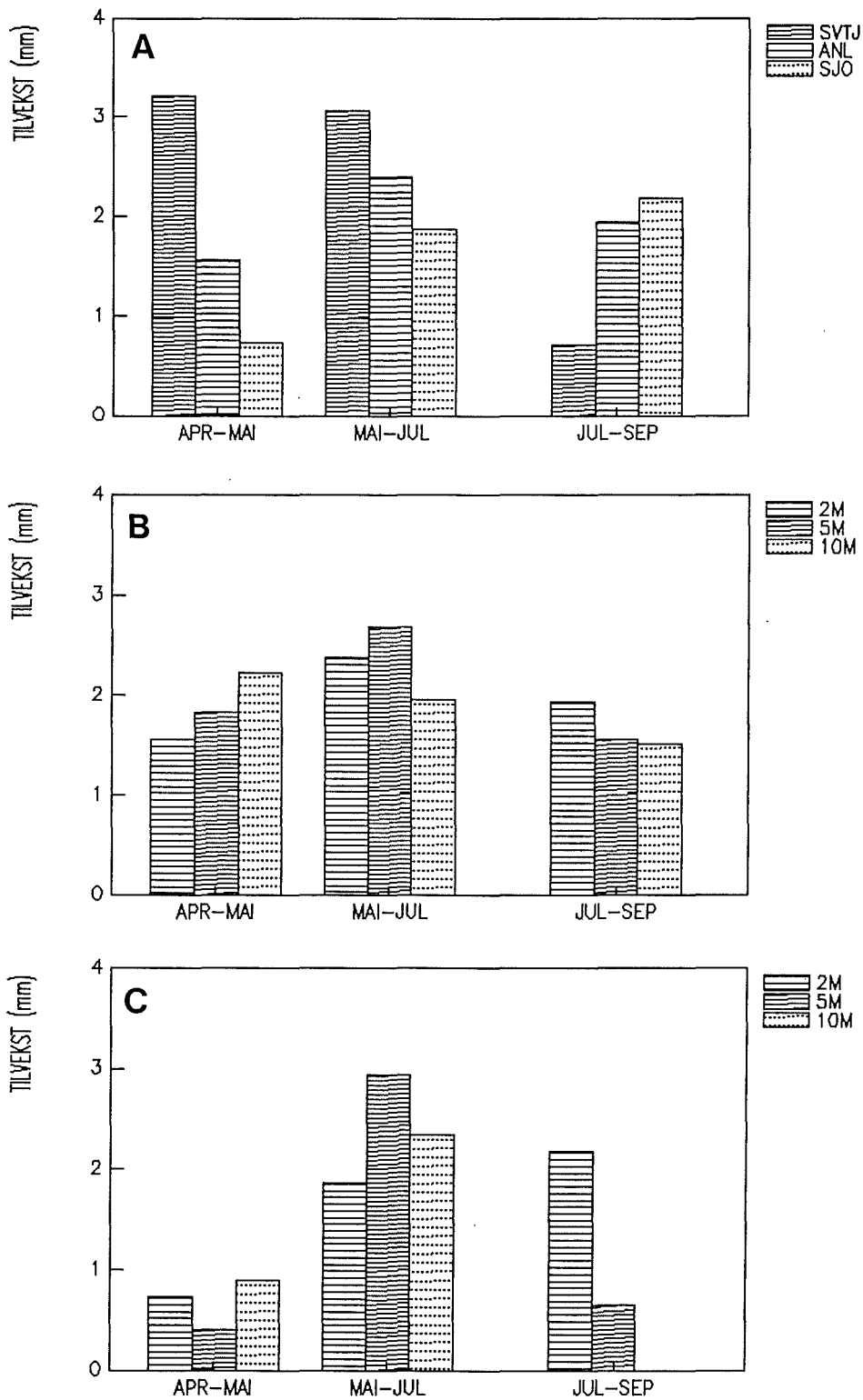
presentert i tabell IV.

Tabell IV Gjennomsnittlig skallhøyde (mm) for grupper av kamskjell-yngel målt 10.april (APR), 18-19.mai (MAI), 19.-20.juli (JUL), 26.september (SEP) og 13.oktober (OKT).

	DYP	ANL	SJØ	SVTJ
APR	2m	24.0(1.0)*	25.1(1.2)	25.0(1.5)
		23.1(1.2)+	25.0(1.4)+	23.7(0.9) ⁽²⁴⁾ +
	5m	25.6(1.2) ⁽²⁴⁾	24.2(1.1)	-
27.2(1.7) ⁽²⁴⁾ +		26.5(1.3)+	-	
10m	25.9(1.3)	29.5(1.7)+	-	
	29.4(1.3)+	26.2(1.5) ⁽²³⁾	-	
MAI	2m	26.1(1.3)	26.0(1.4)	29.2(1.3)
	5m	28.0(1.3)	24.8(1.1) ⁽²²⁾	-
	10m	28.8(1.3)	27.4(1.4) ⁽²⁰⁾	-
JUL	2m	34.0(3.4)	32.3(3.5) ⁽²²⁾	39.4(2.1)
	5m	37.0(2.7) ⁽²²⁾	34.6(2.6) ⁽¹⁵⁾	-
	10m	35.3(1.7)	35.2(2.0) ⁽²⁰⁾	-
SEP	2m	44.9(4.1)	44.5(5.2) ⁽²⁴⁾	43.4(3.3)
	5m	45.8(3.8) ⁽²³⁾	38.2(4.4) ⁽¹⁵⁾	-
	10m	43.8(2.5)	-	-
OKT +	2m	41.1(4.1) ⁽²⁰⁾	45.2(9.1) ⁽¹⁸⁾	41.6(2.0) ⁽²¹⁾
	5m	44.9(8.4) ⁽²³⁾	47.1(4.1)	-
	10m	45.5(5.8) ⁽²⁴⁾	-	-

* - middel(S.D.), n=25 dersom ikke annet er gitt ⁽ⁿ⁾.

+ - grupper med yngel som er målt kun to ganger.



Figur 9 Gjennomsnittlig tilvekst (mm) - A) på 2m i SVTJ, ANL og SJØ - B) i ANL på 2, 5, 10m - C) i SJØ på 2, 5, 10m.

Tilvekst. Tilveksten i de tre periodene ble uttrykt som differansen mellom skallhøydene ved to tidspunkter pr. 30 døgn (figur 9).

SVTJ hadde den høyeste gjennomsnitts-tilveksten i april-mai, mens den var lik 5m i ANL og SJØ i mai-juli. I juli-september hadde SVTJ den dårligste tilveksten. Generelt for ANL og SJØ var en høyere tilvekst på det største dypet i april-mai, mens tilveksten var best på det minste dypet i juli-september. Totalt for hele perioden april-september ga den gjennomsnittlige tilvekst for grupper av yngel følgende rangering av lokaliteter og dyp: 2m oppdrettsanlegg > 5m oppdrettsanlegg > 2m SJØ > SVTJ (2m) > 10m oppdrettsanlegg > 5m SJØ.

Middel skallhøyde målt ved sesongens begynnelse og slutt for grupper som er målt flere ganger (MÅLEGR.), og for grupper som er målt bare 2 ganger (2X GR.), er vist i tabell V. Siste måling for 2X GR. ble foretatt to uker etter siste måling for MÅLEGR. Dersom en ser alle lokaliteter og dyp under ett, er det ingen signifikant forskjell i tilveksten (t-test) hos disse ulike gruppene.

Tabell V Middel skallhøyde (mm) for grupper av yngel som er målt flere ganger (MÅLEGR.) og for grupper som bare er målt 2 ganger (2X GR.).

	MÅLEGR.	2X GR.
APRIL		
middel (S.D.)	25.0 (1.4)	25.8 (2.6)
n	149	148
SEP./OKT.*		
middel (S.D.)	43.8 (4.4)	44.2 (6.3)
n	137	125

Dødelighet. Fire dager etter transport ble det av totalt 409 individer registrert 37 døde. Dette er en dødelighet på 9%.

Totalt var dødeligheten størst i SJØ (tabell VI), og den opptrådte hovedsakelig i perioden fra april til mai. Etter dette synes det å være liten forskjell i dødelighet mellom de ulike lokalitetene.

Tabell VI Dødelighet (antall individer).

LOK dyp(m)	Apr -Mai	Mai- Juli	Juli(Mai-) -Sept(Okt)	SUM	TOT/LOK
SVTJ					
2	0	0	0	0	
2	0	-	(3)	3	3
ANL					
2	0	0	0	0	
2	0	-	(5)	5	
5	0	2	0	2	
5	3	-	(0)	3	
10	0	0	0	0	
10	2	-	(0)	2	12
SJØ					
2	0	2	0	2	
2	7	-	(0)	7	
5	3	0	7	10	
5	6	-	(1)	7	
10	0	5	*	5	
10	3	-	*	3	34

- : ikke registrert.

* : gruppene var mistet e. juli.

Diskusjon

Temperatur og salinitet. I SVTJ er temperaturen og saliniteten sterkt påvirket av innpumping av salt dypvann. Dypvann ble pumpet inn når saliniteten ble lavere enn 28 ppt, noe som også førte til en temperatur-senking eller -stabilisering. I tiden frem til juni var det problemer med tilførsel-slangen, og det var vanskelig å holde saliniteten over 28 ppt når nedbørsmengden var høy. Temperaturen var høyere i SVTJ enn i ANL og SJØ frem til juni. Etter juni ble problemet med slangen løst, og den uvante gode pumpe-kapasiteten førte til en unødvendig stor dypvannstilførsel i kortere perioder. Resultatet ble store svingninger i saliniteten, og lavere temperatur enn forventet.

I perioden med relativt stabil salinitet, og høyere temperatur i SVTJ, var tilveksten svært god i SVTJ i forhold til ANL og SJØ. Relativt sett var forskjellen i tilvekst størst i april-mai, og mindre i mai-juli. I perioden juli-september, hvor saliniteten varierte mye i SVTJ, og det var liten forskjell i temperaturen på de tre lokalitetene, var tilveksten i SVTJ relativt svært dårlig.

Den varierende saliniteten i SVTJ antas derfor å ha vært en vesentlig stressfaktor for yngelen, og ha virket veksthemmende. Det ble likevel ikke registrert høyere dødelighet i SVTJ enn i de to andre lokalitetene.

Perlenett. Det viste seg å være vanskelig å beholde en jevn fordeling av yngelen på bunnen av nettene når disse ble senket ned. Yngelen ble tildels liggende i hjørnene, siden bunnen ikke var helt plan. Dette kan være et problem med andre utsettings-enheter også, f.eks. plastkasser uten romdeling.

Klumping av yngelen på nett-bunnen kan ha gitt individene i samme nett svært ulik tilgang på fôrpartikler. Yngel med god tilgang forventes dermed å ha hatt en større økning i skallhøyden enn yngel med dårligere tilgang på fôr. Det forventes dermed en økende spredning i skallhøyden i en slik gruppe av yngel. Dette antas å ha størst effekt når fôr-tilgangen allerede er liten, og mindre effekt når fôr-mengden er i overskudd.

Denne atagelsen støttes av at spredningen i den gjennom-snittlige skallhøyden (mean) for den enkelte yngel-gruppe, representert ved standard avviket (S.D. - tabell IV), øker mest på 2 og 5 m i SJØ og ANL (dersom den beregnes som prosent av gjennomsnittet). Det var nettopp på disse lokalitetene og dypene at begroingen ble ansett å være kraftigst, og dermed regnes fôr-tilgangen å ha vært minst.

Begroing. Begroingen ble bare vurdert subjektivt til å variere mellom de ulike lokaliteter og dyp.

I mai ble begroingen vurdert å være størst på ANL, både i tetthet og når det gjaldt hvor lett den var å fjerne. I SJØ var begroingen mindre tett, men satt svært godt fast. I SVTJ var begroingen middels tett, men var svært løstsittende. Nettene var da mest begrodd med brun-alger.

Ved måling i juli var nettene mest begrodd med sekkedyr (Tunicata), men også noe alger. Skjellene i SJØ og ANL var dessuten begrodd med svampedyr.

I september var både nett og skjell i SJØ og ANL svært tett begrodd med sekkedyr. Dessuten var skjellene i SVTJ da tett begrodd med rur.

Generelt var algebegroingen størst på 2m og minst på 10m.

Siden rengjøring av nettene var noe mangelfull i slutten av sesongen, kan dette ha påvirket tilgangen på fôr-partikler for alle individene, og dermed tilveksten.

Dødelighet. Dødeligheten var generelt størst i den første tiden etter utsetting, og høyest var den i SJØ. Dette kan skyldes at yngelen der var utsatt for større påvirkning fra bølgebevegelse enn yngelen i de andre lokalitetene. Dersom yngelen er i stadig bevegelse antas dette å være en vesentlig stress-faktor (Paulson, BioMarin, pers. med.), noe som også var årsaken til endring av opphenget i denne lokaliteten. Det ser imidlertid ikke ut til at mekanisk stress ved måling av yngelen har vært vekstbegrensende i 1989, siden det ikke var signifikant forskjell i tilveksten hos gruppene som var målt flere ganger og gruppene som var målt to ganger.

Siden tilveksten er beregnet som differansen mellom gruppens gjennomsnittlige skallhøyde ved to tidspunkter, blir den også påvirket av gruppens dødelighet i dette tidsrommet. Dersom det er gruppens minste individer som dør, vil den beregnede tilveksten representere et overestimat, og vice versa. Effektens størrelse er avhengig av spredningen av individstørrelsen i gruppen, og selvfølgelig prosentandel døde. Siden dødeligheten var størst rett etter utsetting, da spredningen i skallhøyde var minst, antas dødeligheten å ha påvirket den beregnede tilveksten lite.

Til ulike tider gjennom sesongen antas det at temperatur, salinitet (i SVTJ) og begroing har vært de viktigste vekst-begrensende faktorer. Det er vanskelig å si noe om næringsmangel. Da må en først vite næringsbehovet under ulike miljø-betingelser, og det vet man ikke pr. i dag.

Planer for 1990

Planene for 1990 omfatter flere forbedringer i rutinene for utsettingsforsøkene. Begroingen vil bli forsøkt kvantifisert, og utsettings-enhetene vil bli rengjort oftere. Vi vil søke å unngå store svingninger i saliniteten i SVTJ, og dermed unødvendig senking av temperaturen, ved å koble pumpen til en salinitets-føler slik at pumpingen startes og stanses automatisk ved gitte saltholdigheter.

For å bedre det statistiske materialet, og fjerne "støyen" fra dødelighet, er det allerede igangsatt forsøk med individmerking av yngelen. Dette vil øke oppløseligheten av vekstresultatene og gi sikrere konklusjoner.

KAP. 2. FØRING AV YNGEL MED ALGER

Undersøkelse av filtreringskapasitet for å bestemme yngelens muligheter i sjøvannsbassenget.

Resultatene fra utsettingsforsøkene ville ikke gi noen klar konklusjon om årsaken til eventuelle forskjeller i tilveksten. Heller ikke ville det gi noe indikasjon på bæreevnen til bassenget, med tanke på produksjonen av maksimalt antall kamskjell. Det var derfor av stor betydning å få undersøkt den isolerte effekten av hver av de tre antatt viktigste faktorene:

- temperatur
- salinitet
- førtilgang

Det tar relativt lang tid å få gode målinger på tilvekst hos yngel i innendørsforsøk, og det ble dermed bestemt å benytte filtrerings-hastighet som et mål på effekten av faktorene. Filtreringshastighet er ikke et direkte mål på vekst. Vekst (økning i vev- og skall-vekt) er et resultat av flere prosesser:

1. Inntak av føde-partikler (filtrering - inn i "munnen")
2. Produksjon av **pseudofeces** (ut av "munnen")
3. Opptak i tarmen
4. Produksjon av faeces (ut av tarmen)
5. Respirasjon (forbrenning av mat tatt opp i tarmen)

Forenklet kan en si at vekst er forskjellen på mat inn og mat ut. Filtrering representere da et mål på "mat inn". For å få et uttrykk for "mat ut", vil pseudofaeces og faeces bli forsøkt samlet opp og mengden bestemt.

Filtreringshastigheten er vanligst bestemt ved å se på nedgangen av antall førtikler (alger) over tid i et gitt stillestående volum med et gitt antall individer (**stagnerende system**); eller ved gjennomstrømming med en gitt hastighet i et volum som inneholder et antall individer (**kontinuerlig system**). I det sistnevnte systemet måles partikkeltettheten før og etter forsøkskammeret.

Kap. 2.1. Stagnerende og kontinuerlig system.

Utprøving av forsøksoppsett for å bestemme filtrerings hastigheten ved ulike fôr-konsentrasjoner og -kvaliteter.

Fôringsforsøk med to alge-arter i stagnerende 30 og 20 liters enheter viste at dette systemet ikke var stabilt nok med hensyn til algefördeling og temperatur. Utviklingen av et kontinuerlig system er påbegynt. Arbeidet med å få en konstant stabil gjennomstrømming gjennom forsøksenhetene gjenstår.

Yngelen som ble benyttet til disse forsøkene ble hentet inn fra 5m i ANL 2-4 uker før forsøkens start. De ble oppbevart på siler i 30 og 20 liters plastdunker som var temperert til ca.16°C i 500 liters kar med vanngjennomstrømming. Filtrert sjøvann (1 μ m) ble skiftet, og fôr-alger tilsatt annenhver dag.

Stagnerende system. To forsøk med tre ulike størrelses-grupper av kamskjellyngel ble utført i 20 og 30 liters hvite plastdunker som beskrevet i tabell VII.

Tabell VII Forsøksoppsett med tre størrelses-grupper av yngel i stagnerende system.

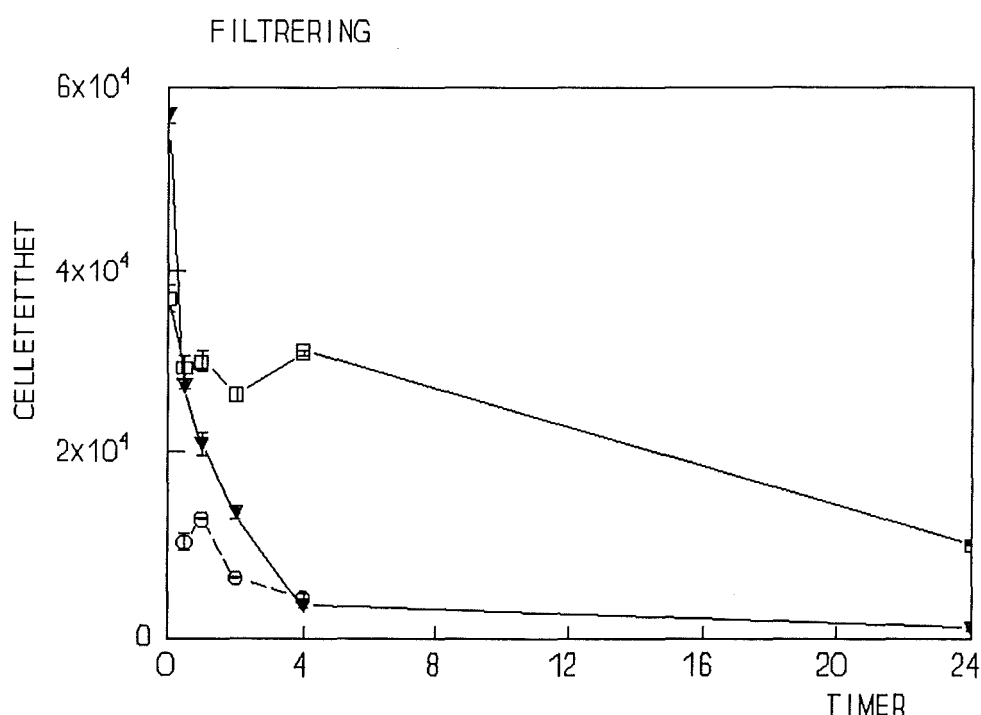
GR	VOL	N	SKH
1	15	20	14-17
2	30	40	19-21
3	30	34	24-26

VOL - vol sjø i forsøksenhet (l)
N - antall yngel
SKH - skallhøyde (mm)

Dunkene ble fylt med 0.2 μ filtrert sjøvann, og ved forsøkets start ble en blanding av *Isochrysis galbana* T. (36 ml med tetthet 21 000 000 celler/ml) og *Pavlova lutherii* (29 ml med tetthet 26 000 000 celler/ml) tilsatt til en start-verdi mellom

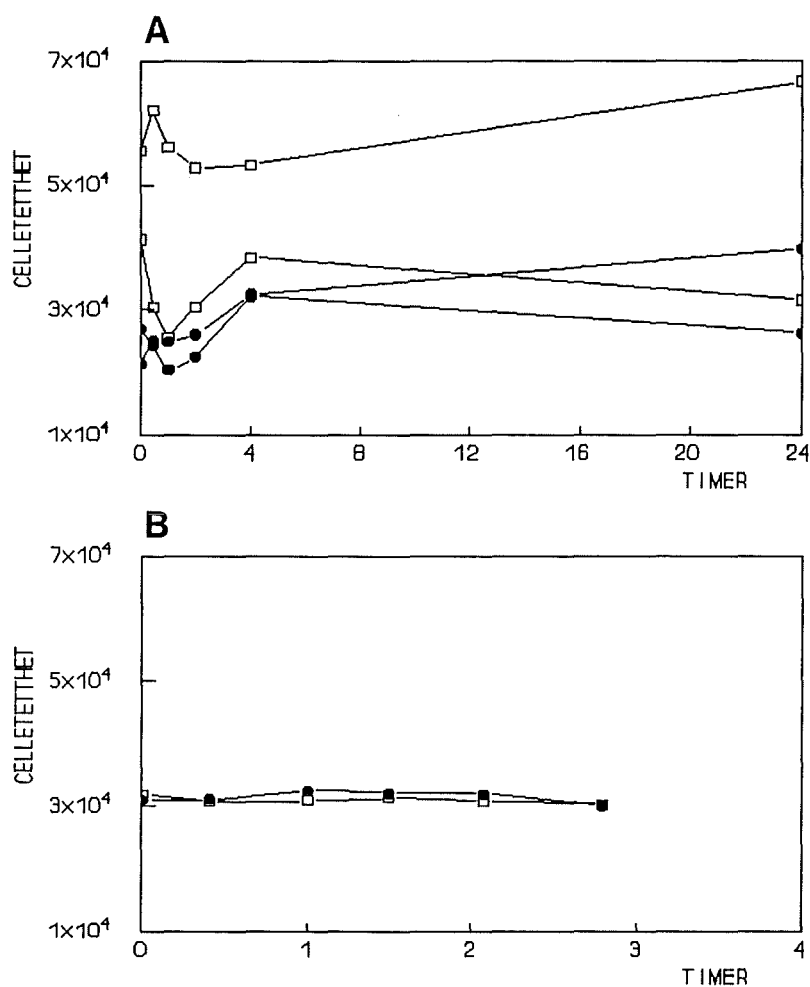
14000 og 59000 celler/ml. Normalt føres det med en cellekonsentrasjon lik 50000 celler/ml (Paulson, BioMarin, pers.medd.). En luftheis sørget for både omrøring og lufttilførsel. Gass-gjennomstrømmingen var ca. 20 ml/s. Førtettheten ble bestemt ved Coulter-målinger rett etter tilsats av algene, og deretter etter 30, 60, 120 og 240 minutter. For gr.1, og gr.3 i 2.forsøk ble algetettheten også målt etter 24 timer. Resultatene er vist i figur 10.

Gr.2 og 3 ser ut til, uavhengig av start-tettheten av alger, å filtrere partikler til en minimums-konsentrasjon i løpet av 4 timer. Resultatene for gr.1 er vanskeligere å tolke. Denne gruppen inneholdt også de minste individene, og var færre enn gr.2 og 3. Kontrollforsøk uten yngel ble gjort med ellers samme oppsett, og med en dobling av luftgjennomstrømming til 40ml/sek (figur 11).



Figur 10 Nedgang i celletetthet i dunker med yngel. - Firkanter: gr1, - sirkler: gr2, - fylte trekanter: gr3.

Kontrollforsøkene viste at algefördelingen var homogen i ca. 3 timer, etter en dobling i gjennomstrømmingen. Denne gjennomstrømmingen ble imidlertid antatt å være for kraftig for yngelen.



Figur 11 Kontrollforsøk uten yngel. - Åpne symboler: 20l; - Fylte symboler: 30l. - A) Samme luftgjennomstrømning som i forsøk med yngel. - B) Doblet luftgjennomstrømning.

Dersom man antar at sedimentering av partikler var lik null, kan man allikevel regne ut "clearance rate" (Matthews et al. 1989) som er det volumet som blir renset for partikler pr. tid pr. individ:

$$m = M(\log C_0 - \log C_t) / (n * t)$$

hvor **m** er "clearance rate" ($l * t^{-1} * ind^{-1}$), **n** er antall individer, **M** er totalvolumet (l), **C₀** er start-konsentrasjonen av partikler (partikler * l⁻¹) og **C_t** er konsentrasjonen av partikler etter tiden **t** (timer).

Tabell VIII Gjennomsnittlig "clearance rate" ($\text{ml} \cdot \text{t}^{-1} \cdot \text{ind}^{-1}$) i de første 4 timene av to parallelle forsøk (I og II), for tre størrelsesgr. av yngel.

GR. (str.)	I	II
1 (14-17)	45	14
2 (19-21)	51	72
3 (24-26)	163	267

Gjennomsnittlig rense-rate (clearance rate) beregnet ut fra målinger i forsøkernes første 4 timer, er vist i tabell VIII. På tross av metode-problemene, er verdiene for de to forsøkene i samme størrelsesorden.

I tillegg til problemene med gjennomføring av forsøkene, var det vanskelig å holde i konstant temperatur i forsøkskaret, og det var tungvint å røyke yngelen utenom selve forsøkene. Dunkene måtte tømmes og rengjøres annenhver dag, og den stadige flyttingen av yngelen påførte disse mye stress.

Alle problemene medførte at forsøk i stagnerende system ikke ble videreført.

Kontinuerlig system. Et kontinuerlig system som skal erstatte det stagnerende, er skissert i figur 12. Systemet består av følgende fire enheter: fôralger, filtrert sjøvann, blandetank og termostaterte forsøkskar.

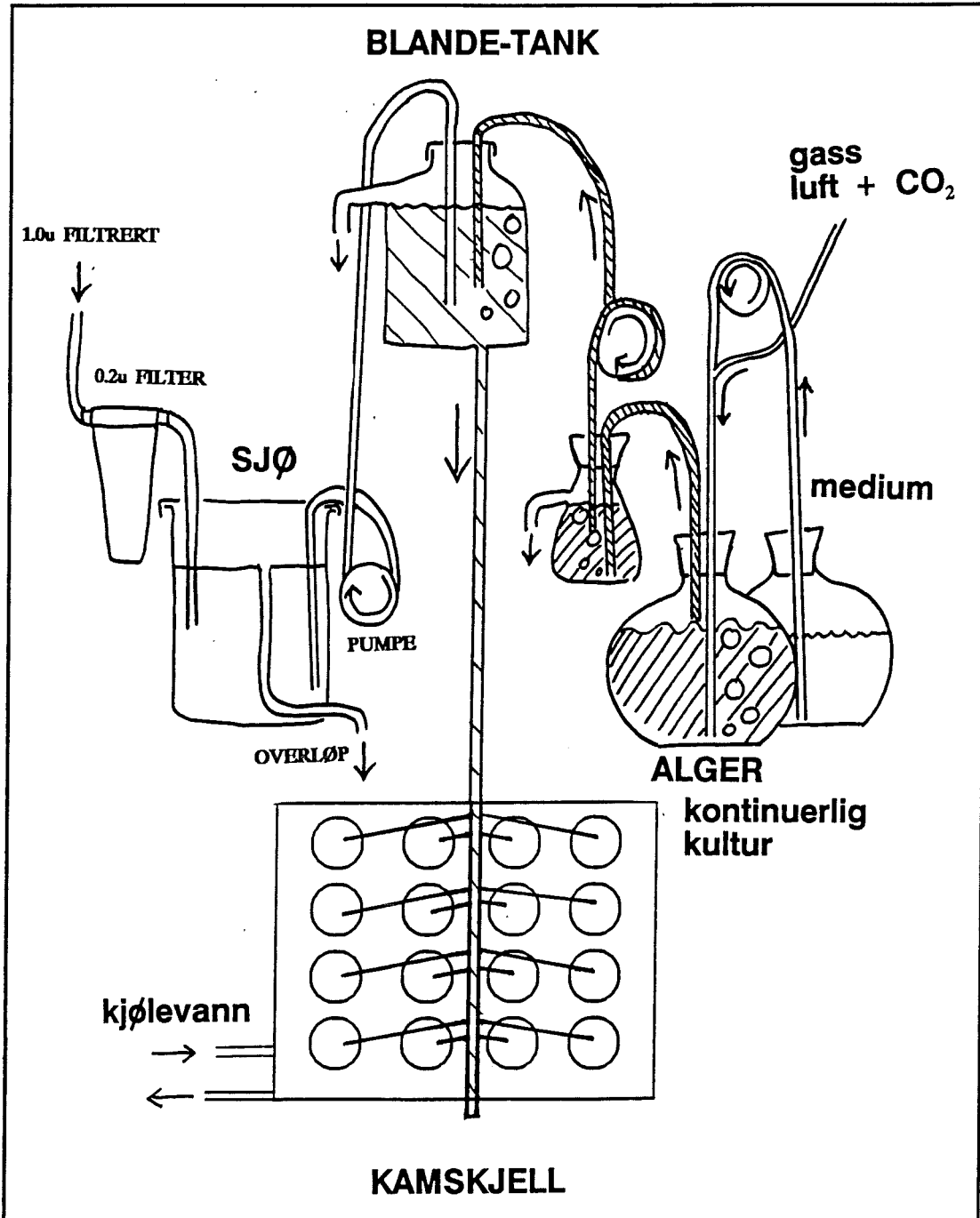
En eller to kontinuerlige algekulturer tilføres medium kontinuerlig med en 2-kanals Gilson peristaltisk pumpe. Fordi det er overtrykk i kulturene, blåses kultur med samme hastighet inn i en blandetank. Kultur kan også gå via en "reduksjonsflaske", dersom det er ønskelig med lavere tilførsel til blandetanken enn fortynnings-hastigheten til algekulturen tilsier. Kultur må i så fall pumpes inn i blandetanken.

Sjøvannet filtreres gjennom en $0.2\mu\text{m}$ filterpatron før det tilføres blandetanken med konstant hastighet via en Masterflex peristaltisk pumpe (Cole-Parmer), og blandes med fôralgene.

Forsøksenhetene som inneholder enkelt-individer eller grupper av yngel, er 10 liters glassflasker. Flaskene er montert opp-ned på gummikorker, og bunnen er skåret av. En grovmasket plastrist holder på kamskjellet, som blir liggende i et ned-strøms system.

Flaskene er plassert i vannbad, som sørger for konstant temperatur. Temperaturen reguleres med termostatert varmeenhet påmontert en kraftig sirkulasjonspumpe. I tillegg er det montert 3 nedsenkbare sirkulasjonspumper på

bunnen av kassen, for å hindre vertikale gradienter. Kjøling foretas med regulert gjennomstrømming av kaldt vann i ca. 7 m nylonarmert plastslange. Dette gir konstant temperatur ved 16°C (+/- 0.1), både vertikalt og horisontalt i kassen. Dersom gjennomstrømmingen av forblandet sjøvann er liten, kan det også monteres på luftesystem for hver flaske.



Figur 12 Skisse av forsøkssystem med kontinuerlig gjennomstrømming av filtrert sjøvann og for-alger.

Kap. 2.2 Dyrkningsgass til fôrpalger.

Undersøkelse av vekst for å se om det var nødvendig med tilførsel av CO₂-gass til en liters kulturer.

Vekstforsøk med en gulalge og en diatome ble utført i kontinuerlig lys, ved 365 $\mu\text{Ein} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Både vekst-hastighet og -utbytte målt som celler/ml, var høyere i kulturer tilført CO₂-gass enn i kulturer med bare lufttilførsel. De svært høye pH-verdiene i sistnevnte kulturer kan være medvirkende årsak.

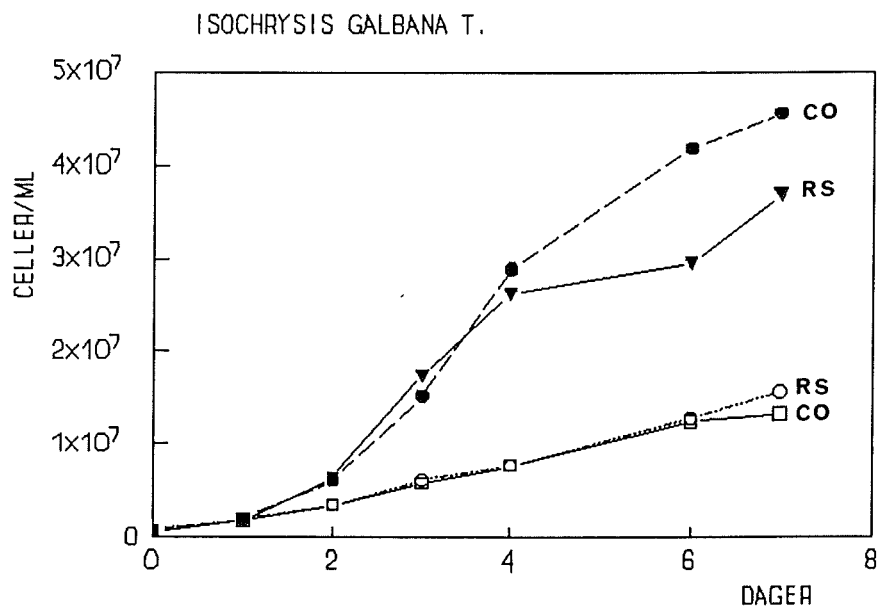
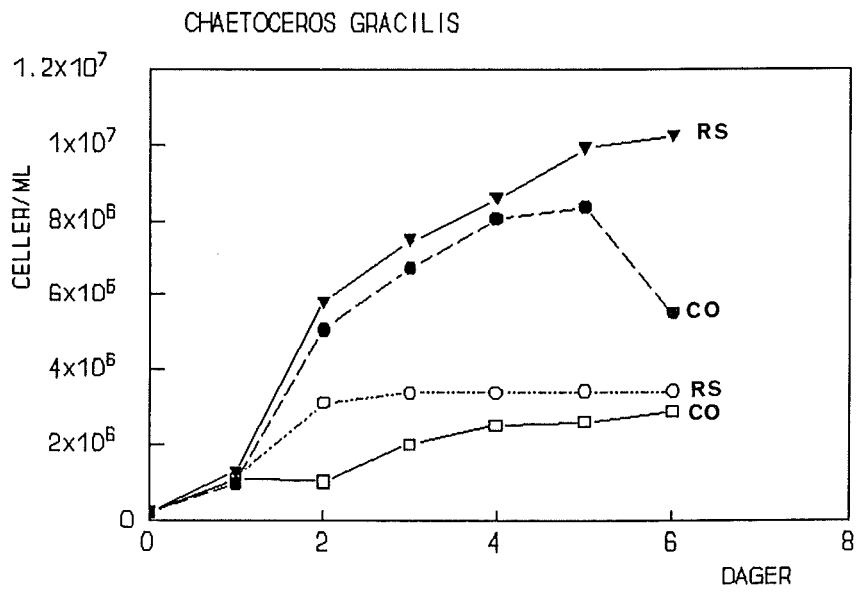
De vanlige fôr-algene *Isochrysis galbana* Tahiti og *Chaetoceros gracilis* SHÜTT ble benyttet i dette forsøket. Begge ble mottatt fra Institutt for mikrobiologi og plantefysiologi, Universitetet i Bergen. Stamkulturene ble holdt i Rød Superba, 70% sjø (ca. 23 ppt), ved ca.16 °C og i kontinuerlig rom-belysning.

Metode. For hver art ble det satt opp 4 kulturer, hver på 1 liter. To av disse kulturene ble satt opp med Rød Superba medium, og to med Conway medium (Walne 1970), begge i 70% sjø. For *C. gracilis* ble det tilsatt 10 ml pr. liter medium av en stamløsning med 2 g Na₂SiO₃ pr. liter. Den ene av to kulturer med samme medium, ble tilført 1-2% CO₂ i dyrkningsgassen. Kulturene ble inokulert med ca. 10ml av en start-kultur i log-fase (eksponentiell vekst-fase). Da var celle-tettheten for *I. galbana* og *C. gracilis* henholdsvis ca. 7400 000 og 200 000 celler/ml.

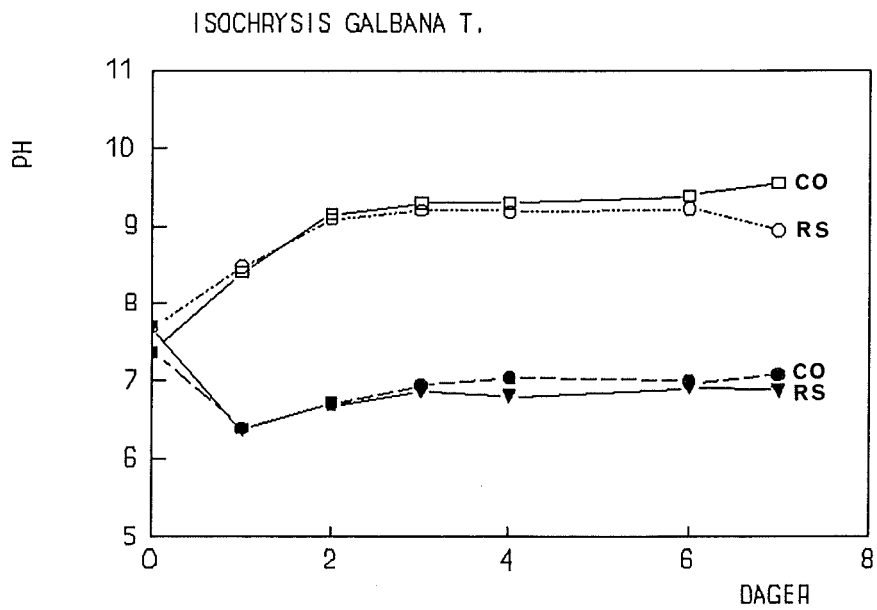
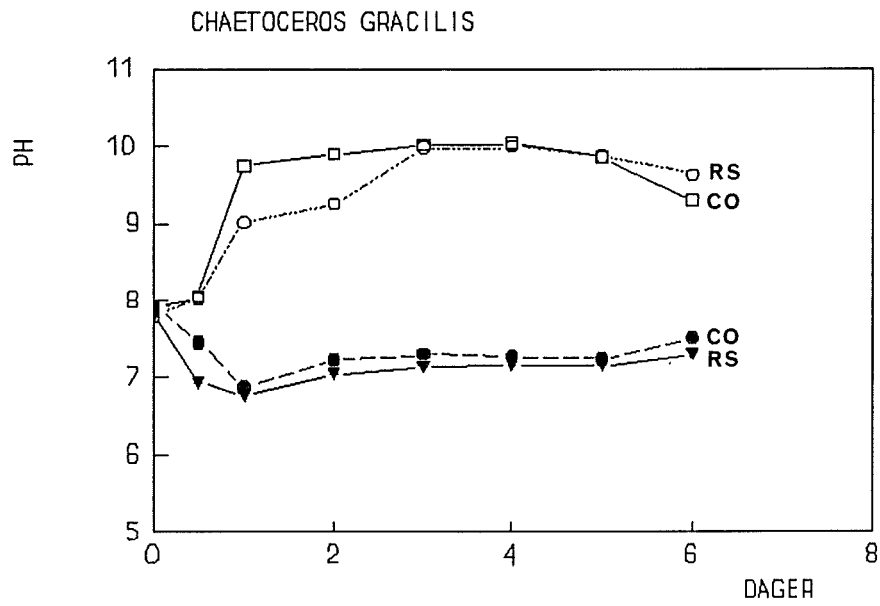
Algene ble dyrket ved 20-21°C med kontinuerlig lys, ved 365 $\mu\text{Ein} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Lysintensiteten ble målt i forkant av dyrkningsrørene med en nedsenkbar sfærisk detektor (QSL-100, Biospherical Instruments Inc.). Lysstoffrørene var 5 stk. Osram Weiss Lumilux White 21 og ett stk. Osram Fluora. Celletetthet og cellevolum ble målt daglig på ufikserte prøver i en Coulter Counter. Prøver ble også tatt ut daglig til pH-målinger.

Resultater. Celletetthet som funksjon av tiden for kulturene er vist for *C. gracilis* og *I. galbana* i figur 13. Figurene viser at både veksthastigheten og celleutbyttet var høyere i kulturene som ble tilført CO₂. Forskjellen på de to ulike mediene syntes å være ubetydelig. I kulturer med CO₂-tilførsel, ble cellevolumet etter 2-3 dager noe større enn hos celler uten CO₂-tilførsel.

pH-verdiene i kulturer uten CO₂-tilførsel steg raskt (figur 14), og nådde etter 2 døgn et platå. Dette platået var 9.0-9.5 hos *C. gracilis* og 9.6-10.0 hos *I. galbana*.



Figur 13 Utviklingen av celledensitet med tilførsel av CO₂ (fylte symb.) og uten (åpne symb.), med to ulike medier: Conway - CO, Rød Superba - RS.



Figur 14 Utvikling av pH med tilførsel av CO₂ (fylte symb.) og uten (åpne symb.), i to ulike medier: Conway - CO, Rød Superba - RS.

Diskusjon

Filtreringshastighet. Forsøkene utført i stagnerende system ga usikre resultater, særlig for den gruppen av yngel med de minste individene. Vi ser likevel at de to parallelle forsøkene gir resultater i samme størrelses-orden. Det er dermed interessant å se nærmere på hvilke konsekvenser den målte filtreringshastigheten har.

Dersom det er ønskelig med en filtreringskapasitet som halverer en algetetthet på 50 mill. celler/l i løpet av en uke, kan samme formel benyttes til å regne ut hvor mange ind. tilsvarende gr.3 som behøves i SVTJ. Med et areal på ca. 9800m², og en nedgang i dette på 10% pr. meter dybde, vil volumet utgjøre 25 mill. liter. En vil dermed trenge 229 000 yngel for å løse denne teoretiske oppgaven. Eller omvendt: dersom denne fôr-konsentrasjonen er tilstrekkelig, vil SVTJ kunne livnære nærmere 230 000 yngel med en skallhøyde på 25 mm. Det er rapportert om "clearance rate" for fullvoksne kamskjell (skallhøyde over 10 cm) på 1 liter/time ved 18°C (Paulson, BioMarin, pers.medd.). I dette tilfellet ville antallet yngel reduseres til nærmere 46 000 individer.

Dette er interessante perspektiver, og det blir spennende å se resultatene etter 1990-sesongen.

Kontinuerlig system. Utvikling av et kontinuerlig, stabilt system for undersøkelse av filtreringshastigheten ble startet etter de relativt dårlige erfaringene med stagnerende system. Kontinuerlige system til forsøk med ulike typer skjell, er beskrevet hos bl.a. Tenore and Dunstan (1973) og Winter (1971, 1973).

Det har vært problemer med å få en konstant, stabil gjennomstrømming av sjøvann/alge-blandingen i forsøkskarene. Dette problemet vil kunne løses med en mangelkanals peristaltisk pumpe. Det antas at forsøksoppsettet vil gi svært kontrollerte og stabile forhold, også med hensyn til fôr-mengde og fôr-kvalitet.

Fôralger. Den klare fordelene ved bruk av CO₂-tilførsel som er vist for disse kulturrene, er ikke overraskende. Det er kjent at algenes fotosyntese er avhengig av tilgang på denne gassen. Dersom algene ellers har rikelig med næring, vil behovet for ekstra tilførsel av CO₂ til kulturer være både lys og temperatur-avhengig. I store dyrkingssystemer (>100 liter) vil ofte lysbegrensing ha så stor betydning, at karbontilførsel er mindre interessant for veksten. Likevel kan CO₂-tilførsel ha en stabiliserende effekt på stor-kulturer. Mengden av denne gassen tilstede er med på å regulere pH-verdiene i kulturen. Algene vokser innenfor et gitt pH-område, som kan variere en del fra art til art. Generelt vil pH-verdier under 6.0 regnes som lave, og over 9.0 regnes som svært høye. Sjøvann inneholder mer karbonat (deltar i gass-likevekten) enn ferskvann, og vil dermed

gi en mer stabil pH.

Algenes tilgang på CO₂ vil også, som andre næringsstoffer, ha betydning for cellenes sammensetning, som igjen bestemmer algecellenes verdi som fôr. Det er derfor viktig å definere fôr-algenes vekstbetingelser så godt som mulig, da dette kan værere en utslagsgivende parameter i fôrings-forsøk.

Planer for 1990

Dersom en mange-kanals peristaltisk pumpe blir skaffet til veie, vil det bli satt igang forsøk for å finne filtrerings-kapasiteten til enkelt-individer av yngel med skållhøyde 4-5 cm. Disse forsøkene vil i første omgang starte med monokulturer av fôr-algen *Isochrysis galbana* (gulalge), med en temperatur i flaskene på 16-18°C. Algenes antall og gjennomsnittlige cellevolum vil registreres med en elektronisk partikkel-teller (Coulter Counter) i sjøvannet før og etter flaskene. Det vil også tas ut prøver for å analysere algenes sammensetning (fôr-verdi) m.h.t. karbohydrater og fettsyrer.

I tillegg til å belyse mulighetene for yngel i et sjøvannsbasseng, vil også forsøkene belyse interessante fysiologiske prosesser hos kamskjell yngel.

Referanser.

Kvenseth, P.G. and Øyestad, V. 1984. Large-scale rearing of cod fry on the natural food production in an enclosed pond. In: The propagation of cod (*Gadus morhua* L.). Flødevigen Rapportser. 1, 645-656. (Eds: E. Dahl, D.S. Danielsen, E. Moksnes and P. Solemdal)

Manzani, J.J., and Castagna, M. (eds.) 1989. Clam mariculture in North America. - Developements in Aquaculture and Fisheries Science, 19. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands.

Matthews, S., Lucas, M.I., Stenton-Dozey, J.M.E. and Brown, A.C. 1989. Clearance and yield of bacterioplankton and particulates for two suspension-feeding infaunal bivalves, *Donax serra* Röding and *Macra lilacea* Lam. - J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 125, 219-234.

Naas, K.E., Aksnes, D. and Van der Meeren, T. (in prep.). Phytoplankton and zooplankton in response to fertilization and other manipulations in a marine fish pond at Austevoll, Norway.

Stavøstrand, S.M. (red.). 1989. Norsk skjellnæring. Strategi for utvikling. Rapport utgitt av Svanøy Stiftelse.

Tenore, K.R. and Dunstan, W.M. 1973. Comparison of feeding and biodeposition of three bivalves at different food. - Marine Biology 21, 190-195.

Walne, P.R. 1970. Studies on the food value of nineteen genera of algae to juvenile bivalves of the genera *Ostrea*, *Crassostrea*, *Mercenaria* and *Mytilus*. - Fish. Invest. ser.II, 26(5) 45pp.

Winter, J.E. 1971. Filter feeding and food utilization in *Arctica islandica* L. and *Modiolus modiolus* L. at different food concentrations. In: Marine food chains, 196-206. (Ed: J.H. Steele) Berkely: University of California Press.

- .1973. The filtration rate of *Mytilus edulis* and its dependence on algal concentration, measured by a continous automatic recording apparatus. - Marine Biology 22, 317-328.

Øiestad, V., Kvenseth, P.G. and Pedersen, T. 1984. Mass-production of cod fry (*Gadus morhua* L.) in a large basin in Western Norway. - A new approach. I.C.E.S. C.M. 1984 (F:16).