

## ØSTERSPROJEKT FASE II



**Ditte Tørring (DSC) og Svend Jørgen Steinfeldt (DFU)  
April 2005**

Dansk Skaldyrcenter (DSC)  
Øroddevej 80  
7900 Nykøbing Mors





## Forord

Den 1. juni 1999 iværksatte Foreningen Muslingeerhvervet i samarbejde med Viborg Amt projekter til udvikling af opdræt af blåmuslinger og østers i Limfjorden. Projekternes fase 1 sluttede ultimo 2001. Afrapportering har fundet sted i rapporterne: ”Skaldyropdræt i Limfjorden, Blåmuslingeprojektet, 1.6.1999-30-6-2001” og ”Østersopdræt i Limfjorden, 2003”. Medio 2002 påbegyndtes fase 2 af disse projekter. Nærværende rapport sammenfatter resultaterne af østersprojektet under titlen ”Østersopdræt i Limfjorden – Fase 2”

Denne rapport er resultatet af et samarbejde mellem Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU) og Dansk Skaldyrcenter(DSC).

Projektet er gennemført med finansiel støtte fra EU’s fiskeriudviklingsprogram (FIUF) og Direktoratet for FødevarerErhverv (DFFE), Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

I forbindelse med afviklingen af projektet har der været nedsat en følgegruppe til støtte og vejledning under projektførelsen. Følgegruppen har bestået af følgende medlemmer:

Karl Bekhøj (Fiskeskipper)  
Poul Laursen (Direktør, Limfjordkompagniet)  
Per Dolmer (Senior Forsker, DFU)  
Jens Kjerulf Petersen (Senior Forsker, DMU)  
Frans O. Høyer (Direktør, DSC)

Medarbejderne hos DSC og DFU takkes for deres hjælp i forbindelse med registrering og oparbejdning af data. Lillemor Svärd fra Tjärnø Marin Biologiske Laboratorium, Göteborg Universitet takkes for udarbejdning af histologiske snit i forbindelse med gonadeundersøgelsen.

Nykøbing Mors den 7. april 2005  
Forfatterne



## INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>INDLEDNING</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>PRODUKTIONSFORLØBET</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PRODUKTION AF MIKROALGER</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>MODERØSTERS</b> .....	<b>6</b>
4.1	FORLÆNGELSE AF ØSTERSSENS GYDEPERIODE I AKVAKULTUR- ANLÆG .....	6
4.2	MODERØSTERS OG GYDNINGER 2002 .....	6
4.3	MODERØSTERS OG GYDNINGER 2003 .....	9
4.4	STUDIE AF GONADEUDVIKLING I 2003 .....	14
4.5	MODERØSTERS OG GYDNINGER 2004 .....	24
<b>5</b>	<b>FRITSVØMMENDE LARVER</b> .....	<b>25</b>
5.1	NY FACILITET TIL HOLD AF FRITSVØMMENDE LARVER .....	25
5.2	FRITSVØMMENDE LARVER 2002.....	26
5.2.1	<i>Larveoverlevelse</i> .....	26
5.3	SAMMENLIGNING AF DET RECIRKULEREDE SYSTEM OG DET CANADISKE SYSTEM .....	28
5.4	LARVEVÆKST.....	31
5.5	FRITSVØMMENDE LARVER 2003.....	32
5.5.1	<i>Studie af larvetilvækst 2003</i> .....	32
5.5.2	<i>Studie af larveoverlevelse 2003</i> .....	38
5.5.3	<i>Sammenhængen mellem vækst og overlevelse</i> .....	40
5.5.4	<i>Studie af konditionsindeks 2003</i> .....	41
5.5.5	<i>Studie af larveernæring 2003</i> .....	47
5.5.6	<i>Studie af Nile-Red farvning af østerslarvers lipid 2003</i> .....	64
5.6	FRITSVØMMENDE LARVER 2004.....	68
<b>6</b>	<b>SPAT</b> .....	<b>69</b>
6.1	SPAT I INTENSIV AKVAKULTUR .....	69
6.2	METODE TIL VOLUMETRISK ESTIMERING AF ANTAL SPAT.....	71
6.3	SPAT 2002.....	72
6.3.1	<i>Test af spatkasser (design: John S. Harding)</i> .....	73
6.3.2	<i>Spat 2003</i> .....	75
6.3.3	<i>Spat 2004</i> .....	76
<b>7</b>	<b>FJORDBASERET OPDRÆT TIL KONSUMSTØRRELSE</b> .....	<b>77</b>
7.1	TEST AF FLOATING BAG SYSTEMET.....	77
7.2	TEST AF SUSPENSION 1000 (S1) – ONGROWING SYSTEM .....	87
7.3	SAMMENLIGNING AF BAKKEKULTUR OG BUNDKULTUR.....	91
7.4	KONKLUSION.....	95
<b>APPENDIX I</b>	<b>FORSØG MED OPDRÆT AF LARVER AF EUROPÆISK ØSTERS VED . DANMARKS FISKERIUNDERSØGELSER I HIRTSHALS I 2004.</b> .....	<b>98</b>
<b>APPENDIX II</b>	<b>BETYDNINGEN AF SALINITET OG TEMPERATUR FOR VÆKST AF OPDRÆTTET ØSTERSSPAT I OPSTRØMSENHEDER</b> .....	<b>109</b>
<b>APPENDIX III</b>	<b>FØDENS BETYDNING FOR VINTERDØDELIGHED HOS JUVENILE ØSTERS (OSTREA EDULIS L.)</b> .....	<b>113</b>

## 1 INDLEDNING

Udenlandske konsulenter med speciale i opdræt af blåmuslinger og østers har samstemmende udtrykt begejstring for de naturgivne forhold i Limfjorden. En canadisk konsulent udtalte at Limfjordens økonomiske potentiale for skaldyropdræt var at sammenligne med "et uudnyttet oliefelt". Med andre ord: Det står stadig til troende, at de danske fjorde har "vand i verdensklasse" til skaldyr.

Der er pt. 25 tilladelser til opdræt af skaldyr i Limfjorden, og der er yderligere omkring 50, der har søgt om tilladelser. Østers har fået en mindre rolle i dette scenarie. Dette skyldes dels, at det ikke har været muligt at forsyne opdrættere med østersyngel og dels, at blåmuslingeopdræt har set mere økonomisk lukrativt ud.

Størsteparten af den europæiske østersindustri er ramt af sygdommen Bonamia, resulterende i stærkt reducerede forsyninger til markedet. Limfjordens nuværende status som Bonamiefri giver derfor danskerne en unik mulighed for produktion af såvel yngel som konsumøsters til eksport.

Nærværende rapport sammenfatter resultaterne af 3 års indsats, hvis hovedformål har været at etablere et vidensgrundlag for et kommende opdræt af europæisk østers i Limfjorden.

Projektet er gennemført på Dansk Skaldyrcenter. Centeret blev etableret i 2002 på baggrund af "Plan for fremtidens fiskeri i Limfjorden", som i 2001 blev udarbejdet af Fødevareministeriet og Miljø- og Energiministeriet i samarbejde med Viborg, Ringkøbing og Nordjyllands amt. I planen anføres, at stadig større dele af muslinge- og østersfiskeriet skal omlægges i mere miljøvenlig retning, og at denne proces kan befordres gennem tilskud til udvikling og afprøvning af nye redskabstyper og til forsøg med nye opdrætsformer.

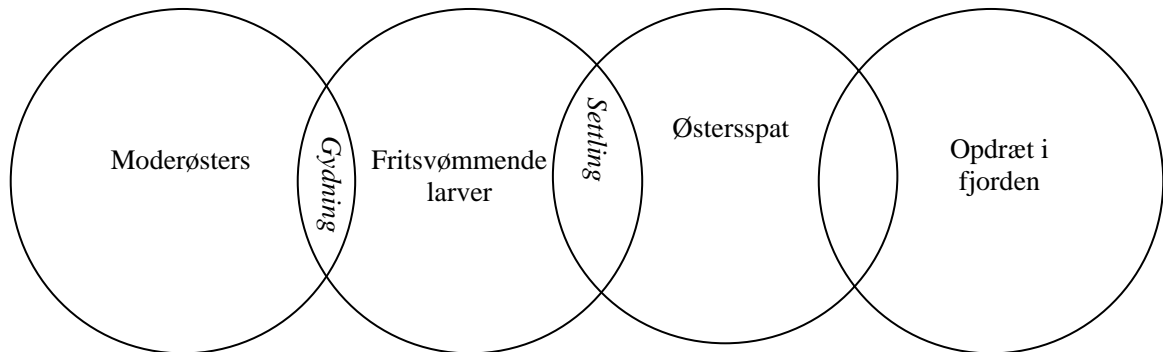
Samtidig er Dansk Skaldyrcenter en videreførelse af udviklingsprojektet "Skaldyrsopdræt i Limfjorden" (SIL), der var en del af et stort internationalt udredningsprojekt om skaldyrsopdræt i landene omkring Nordsøen. SIL-projektets forsøg med at dyrke blåmuslinger til fersk konsum og udklækning af europæisk østers påviste, at Limfjorden rummer et betydeligt potentiale for en øget produktion af skaldyr til gavn for både vandmiljøet og for beskæftigelsen i området. På den baggrund støttede Viborg Amt, Morsø Kommune, Staten og EU Dansk Skaldyrcenter med i alt 45 millioner kroner til etablering og drift frem til slutningen af år 2004.

Dansk Skaldyrcenter råder over bygninger og grund fra det nedlagte Morsø Skibsværft på Ørodde ved Nykøbing Mors. Pr. 15. november 2003 blev centrets faciliteter indrettet i de eksisterende bygninger og ikke mindst i den nyopførte administrationsbygning. Centret råder over følgende faciliteter: Klækkeri til produktion af blandt andet europæisk østers (*Ostrea edulis*), kontorer og kontorfaciliteter, conferencecenter, laboratorium, algevæksthus, logi for forskere, studerende og gæster og en hal til opdrætsudstyr. På Limfjorden har Dansk



Skaldyrcenter fire forsøgsområder til fjordopdræt af blandt andet østers og blåmuslinger. Desuden råder centeret over to både på 22 fod, og en på 31 fod.

## 2 PRODUKTIONSFORLØBET



Figur 2.1. Skematiseret illustration af produktionsforløbet ved produktion af europæisk østers.

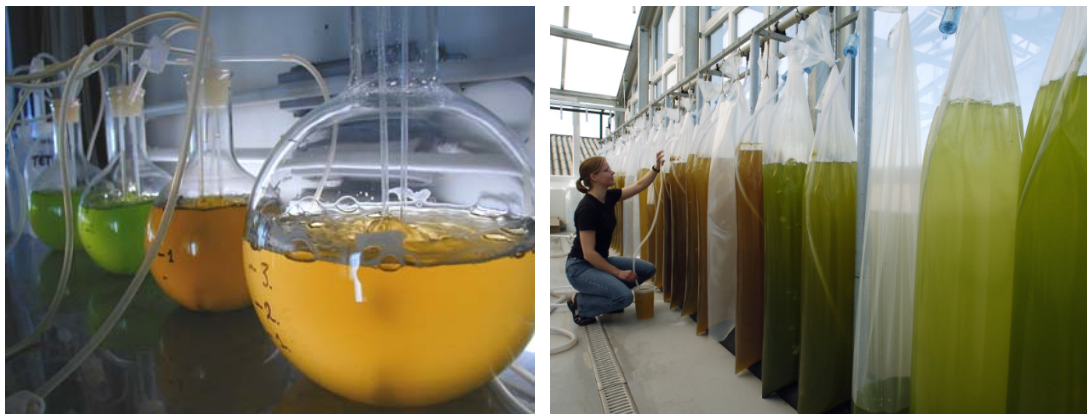
Produktionsforløbet ved opdræt af europæisk østers kan opdeles i en række faser (Figur 2.1). Moderøsters bringes fra fjorden eller fra de udendørs faciliteter ind i kar beregnet til konditionering af moderøsters. Her hæves temperaturen gradvis til 22 °C. Under gydningen opsamles larverne og overføres til andre kar beregnet på kuld af fritsvømmende larver. Larverne fodres dagligt med mikroalger. Efter ca. 2 uger nedsænkes settlingsplader i karrene, hvorefter larverne fæster sig på disse og overgår til det bundlevende stadie. De små østers (spat) overføres til spat anlæg af opstrøpstypen, hvori de holdes i nogle måneder. De bliver indledningsvist fodret med mikroalger fra laboratoriekulturene, men overføres så til et system hvor de fodres med naturligt plankton fra fjorden. Yngelen kan efter at have opnået en skalstørrelse på et par cm overføres til vækstanlæg i fjorden. Her vil de i løbet af 2-3 vækstsæsoner opnå markedsstørrelse.



### 3 PRODUKTION AF MIKROALGER

I en intensiv produktion af østerslarver er det nødvendigt at efterligne naturens fødesammensætning. Det er muligt at dyrke mikroalger i monokulturer (Figur 3.1) og tilbyde disse til østerslarverne. Fordelen ved denne intensive produktion af føde er at den er standardiseret og derved kan gennemføres året rundt. Ulempen er at der endnu ikke er beskrevet en sammensætning, der til fulde opfylder de krav til ernæring som østers har.

Produktionen af mikroalger påbegyndes ved, at en lille mængde af en specifik algart rekvireres fra et laboratorium, som har specialiseret sig i at oprense og holde stamkulturer af mikroalger. Typisk ankommer et reagensglas med 10 ml med posten en uges tid efter bestillingen. Mikroalgerne podes herefter over i sterile glaskolber på 2 – 10 liter (figur 3.1). Efter et par uger er algekulturen blevet så tæt at det er muligt at udtage en delmængde af den og overføre denne til massekulturer. Ved DSC foregår dette i hhv. 70 og 250 liters plastposer (figur 3.1). Der dyrkes rutinemæssigt 3 arter af mikroalger for at opfylde østersenes krav til ernæring. I forbindelse med etableringen af DSC blev et væksthuse integreret i faciliteterne. I væksthuse dyrkes algerne vha. naturligt lys. 250 liter poserne er desuden tilkoblet kontinuerlig forsyning af vand og gødning og afhøstning sker ligeledes automatisk. De høstede alger overføres til østersanlægget vha. et system af ”tagrender”. Herved udnyttes placeringen af væksthuse på 1.ste sal.



Figur 3.1. Stamkulturer af mikroalger i 2 liters kolber (tv.) Massekultur af mikroalger vha. naturligt lys DSC's nye væksthuse (th.).

## 4 MODERØSTERS

Den europæiske østers lever i Danmark nær sin nordlige grænse. Vandtemperaturen er afgørende for østersens modningsproces. Modningen er gradvis og kræver høje vandtemperaturer gennem en længere periode. Efter gydning kræver østerslarverne ligeledes høje vandtemperaturer i deres 2 til 3 ugers fritsvømmende stadie, før de slår sig ned på bunden som små østers. De små østers skal i deres første uger på bunden gennem den fysiske transformation fra fritsvømmende larve til lille bundlevende østers. Denne fase er ligeledes særdeles kritisk og kræver optimale forhold.

For at der kan ske en succesfuld rekruttering af nye små østers til den allerede etablerede bestand, må gydningen finde sted så tidligt, at både det fritsvømmende stadie samt den første kritiske fase af den bundlevende fase kan gennemføres før temperaturerne falder og efteråret sætter ind. I Limfjorden opfyldes disse krav ikke hvert år, men østersens lange levealder (over 20 år) er afgørende for, at bestanden kan overleve trods regelmæssig manglende rekruttering.

Den årlige temperaturcyklus i de indre danske farvande er karakteriseret ved højeste temperaturer i sommeren og sensommeren (juli og august) og laveste temperaturer i den sene vinter (februar og marts). Den naturlige gydning skal ske inden for en kort periode i sommermånederne, for at ny rekruttering til bestanden kan finde sted.

### **4.1 Forlængelse af østersens gydeperiode i akvakultur-anlæg**

Ved Dansk Skaldyrcenters faciliteter på Mors, er det muligt at opvarme vandet til den ønskede temperatur året rundt. Dette gør det muligt at forlænge gydesæsonen væsentligt.

Ved kunstig vandopvarmning kan gydesæsonen påbegyndes i januar. Det er med andre ord muligt at forlænge gydesæsonen til over 8 måneder. En tidlig start har den fordel, at det er muligt at drage fuld nytte af sommersæsonen i fjorden, idet yngel produceret i årets første måneder, vil kunne sættes ud i fjorden samme år og derved spare et produktionsår. Projektet SIL gennemførte i vinteren 2000-2001 forsøg, hvor østers blev taget ind til modning allerede i december

### **4.2 Moderøsters og gydninger 2002**

Moderøstersanlægget blev ombygget før aktiviteterne startede. Anlægget blev modificeret således, at der til dette projekt var 6 tanke af 300 liter til rådighed – hver med en individuel larveopsamler (figur 4.1). Dette har gjort det muligt at holde larver fra op til 6 forskellige hold moderøsters adskilt.

Anlægget er koblet til recirkulationsdelen, og der kan derfor ske manipulation af temperaturen med henblik på forskydning af gydetidspunktet og deraf følgende forlængelse af gydesæsonen.



*Figur 4.1. Moderøstersanlægget. I den enkelte tank er placeret en netpose som opsamler de frigivne larver fra det pågældende kar.*

De første østers blev hentet ind primo maj 2002 (Tabel 4.1).

Der blev i 2002 taget i alt 6 hold østers ind på anlægget. Alle på nær et hold kom fra Nissum bredning. Der blev, – på nær for det sidste hold, anvendt mellem 50 og 80 dyr pr. gang. Det sidste hold moderøsters var væsentligt større og bestod af 300 østers. Disse sidste østers blev opdelt i 3 størrelsesgrupper med henblik på en belysning af effekten af størrelsen af moderøsters på larveantal og produktion.

De store mængder larver, der blev frigivet i august måned, var et resultat af stressede moderdyr i forbindelse med transport, idet der straks efter indhentning blev frigivet store mængder larver af meget varierende størrelse og kvalitet.

Table 4.1. Tidspunkter for indhentning af moderøsters, deres ophavssted samt tidspunkt for gydninger og antal frigivne larver i 2002.

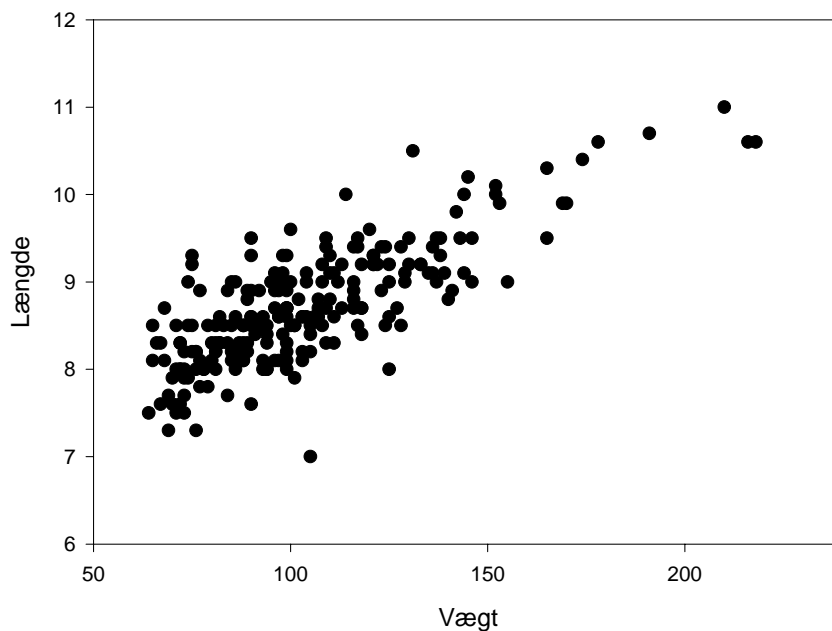
Fisket (dato)	Ophav	I anlægget (dato)	Antal moderdyr	Dato for gydning	Antal larver
03-05-2002	Nissum Bredning	03-05-2002	50		
23-05-2002	Nissum Bredning	24-05-2002	50	03-06-2002	732.000
				06-06-2002	378.000
				10-06-2002	2.000.000
				15-06-2002	2.500.000
				19-06-2002	800.000
20-06-2002	Nissum Bredning	21-06-2002		25-06-2002	2.500.000
				03-07-2002	250.000
				10-07-2002	275.000
				14-07-2002	200.000
				14-07-2002	300.000
				16-07-2002	100.000
				16-07-2002	50.000
				25-07-2002	1.500.000
				25-07-2002	300.000
				12-08-2002	700.000
				12-08-2002	300.000
25-07-2002	Nissum Bredning	25-07-2002	80		
29-07-2002	Klosterbugten	29-07-2002	70		
12-08-2002	Nissum Bredning	12-08-2002	300	13-08-2002	6.000.000
				13-08-2002	100.000
				14-08-2002	1.000.000
				15-08-2002	1.000.000
				16-08-2002	7.000.000
				25-08-2002	1.300.000
<b>Total</b>					<b>29.285.000</b>

Antallet af moderøsters, der blev taget ind på anlægget i 2002, virkede højt i sammenligning med tal fra Canada. Østersopdrætter John Harding på Nova Scotia har igennem en længere årrække produceret omkring 2 millioner spat (5mm) baseret på totalt 50 moderdyr. Det fremgår også af det samlede antal frigivne larver på næsten 30 millioner at der har været larver nok til rådighed for en produktion på nogle millioner stk. selv med en overlevelse på f.eks. 10 procent.

### 4.3 Moderøsters og gydninger 2003

I 2003 blev der gennemført et intensivt prøvetagningsprogram på moderøsters. Der blev året igennem anvendt moderøsters fra 3 lokaliteter, hhv. østers fisket i Nissum Bredning, østers som havde overvintret på langlinesystemer (Suspension 1000) i Sallingsund og østers som havde overvintret i centerets egen 300 m<sup>3</sup> tank (silo) hængende i bakker (Suspension 1000). Figur 4.2 viser sammenhængen mellem længde og totalvægt af moderøsters anvendt i 2003.

Længde-vægt relation på moderøsters



Figur 4.2. Relation mellem længde og totalvægt (inkl. skal) på moderøsters anvendt i 2003.

Der blev i 2003 overført i alt 18 hold moderøsters til moderøstersfaciliteten (Tabel 4.2). De 5 seneste hold blev så vidt muligt overført samtidigt således, at deres gydninger kunne sammenlignes.

Tabel 4.2. Tidspunkter for overførelse af moderøsters fra de 3 lokaliteter til moderøstersfaciliteten.

Nissum Bredning	Sallingsund	DSC silo
12-12-02		
15-01-03		13-01-03
14-02-03	13-02-03	13-02-03
20-03-03	15-03-03	13-03-03
02-05-03	29-04-03	28-04-03
13-06-03	04-06-03	19-06-03
25-07-03	01-08-03	24-07-03

Gennemsnitstørrelsen af moderøsters, angivet som skallængde og totalvægt, blev registreret både ved overførelsen til moderøstersfaciliteten, og igen når østersene blev fjernet herfra (Tabel 4.3).

Data for kødvægt og kødprocent blev opnået ved at udtage en stikprøve inden overførelsen til moderøstersfaciliteten, og igen når østersene blev fjernet herfra. For

kødvægt og kødprocent er det altså ikke de samme østers, der bliver målt på vej ind og ud af anlægget.

Tablet 4.3. Tabellen viser forskellen i hhv. skallængde, totalvægt, kødvægt samt kødprocent på østers under opholdet i moderøstersfaciliteten.

Nissum Bredning						
Startdato	Antal dage	Skallængde (mm)??(cm)	Totalvægt (g)	Kødvægt (g)	Kødprocent	Antal individer målt
12-dec	88	-2,1	-3,6			20/30
15-jan	130	7,2	36,3			20/30
14-feb	158	9,2	27,8	10,0	3,2	30/30
20-mar	125	-1,7	5,5	3,6	1,5	30/27
02-maj	118	4,5	1,2	0,6	0,2	30/33
13-jun	77	1,0	-0,9	-1,6	-1,0	30/31
25-jul	34	0,9	-0,5	2,5	2,1	30/29

Sallingsund						
Startdato	Antal dage	Skallængde (mm)??(cm)	Totalvægt (g)	Kødvægt (g)	Kødprocent	Antal individer målt
13-feb		6,9	29,7			30/25
15-mar	130	11,3	26,1	3,4	-2,1	30/30
29-apr	121	7,0	28,3	7,8	1,1	30/32
04-jun	83	11,7	22,0	6,8	1,6	30/30
01-aug	26	1,6	4,4	3,2	1,8	30/32

DSC silo						
Startdato	Antal dage	Skallængde (mm)??(cm)	Totalvægt (g)	Kødvægt (g)	Kødprocent	Antal individer målt
13-jan	132	1,0	-0,9			24/27
13-feb	126	1,0	11,8			30/29
13-mar	131	8,1	11,9	-0,2	-3,1	30/18
28-apr	120	4,6	-6,6	-2,0	-0,3	30/31
19-jun	68	5,5	-4,0	7,0	8,6	30/34
24-jul	35	1,8	20,0	4,8	0,5	30/32

Tabellen viser, at på trods af at moderøstersene opholder sig op til 160 dage i moderøstersfaciliteten, sker der oftest en positiv tilvækst i samtlige målte parametre. Østers, der kommer fra Sallingsund, har den største positive tilvækst under opholdet i moderøstersfaciliteten. Der er med andre ord ikke noget der tyder på, at moderøsters ikke får tilstrækkeligt med føde under konditioneringen og den efterfølgende gydning.

Tabellerne 4.4 til 4.6 viser antallet af larver frigivet fra moderøsters i 2003 fra hhv. Nissum Bredning, Sallingsund og DSC siloen. Det fremgår af tabellerne, at der i 2003 var over 115 millioner larver til rådighed for det efterfølgende opdræt. En overlevelse på blot 1 % ville resultere i en årsproduktion på 1,15 million østersspat

Table 4.4. Tidspunkter for indhentning af moderøsters fra Nissum bredning, tidspunkt for gydninger og antal frigivne larver i 2002

Fisket (dato)	Ophav	Antal moderdyr	Dato for gydning	Antal larver
12-12-02	Nissum bredning	33		
			04-02-03	1.428.000
			06-02-03	854.000
			21-02-03	807.333
			02-03-03	380.000
13-01-03	Nissum bredning	30		
			05-04-03	1.880.000
			13-04-03	3.000.000
			20-04-03	1.870.000
			24-04-03	1.830.000
14-02-03	Nissum bredning	30		
			18-04-03	1.410.000
			02-05-03	780.000
			11-05-03	3.370.000
			21-05-03	3.626.000
20-03-03	Nissum bredning	30		
			05-05-03	4.800.000
			06-05-03	3.230.000
			14-05-03	740.000
			14-06-03	1.210.000
02-05-03	Nissum bredning	35		
			28-05-03	3.320.000
			01-06-03	1.780.000
			18-06-03	3.290.000
			28-06-03	1.272.000
			01-07-03	3.300.000
13-06-03	Nissum bredning	-		
			06-07-03	3.820.000
			18-07-03	524.000
25-07-03	Nissum bredning	-		
			26-07-03	332.000
<b>I alt</b>	<b>Nissum bredning</b>			<b>47.425.333</b>

Table 4.5. Tidspunkter for indhentning af moderøsters fra Sallingsund, tidspunkt for gydninger og antal frigivne larver i 2002.

Fisket (dato)	Ophav	Antal moderdyr	Dato for gydning	Antal larver
13-02-03	Sallingsund	-		
			22-04-03	1.200.000
			27-04-03	1.120.000
			28-04-03	2.180.000
			31-05-03	850.000
			07-05-03	6.650.000
			15-05-03	568.000
15-03-03	Sallingsund	-		
			16-05-03	1.624.000
			22-05-03	3.600.000
			31-05-03	961.000
			14-06-03	1.032.000
29-04-03	Sallingsund	-		
04-06-03	Sallingsund	-		
			07-07-03	385.000
			18-07-03	1.200.000
			25-07-03	1.100.000
01-08-03	Sallingsund	-		
I alt	Sallingsund			<b>22.470.000</b>



Table 4.6. Tidspunkter for indhentning af moderøsters fra DSC siloen, tidspunkt for gydninger og antal frigivne larver i 2002.

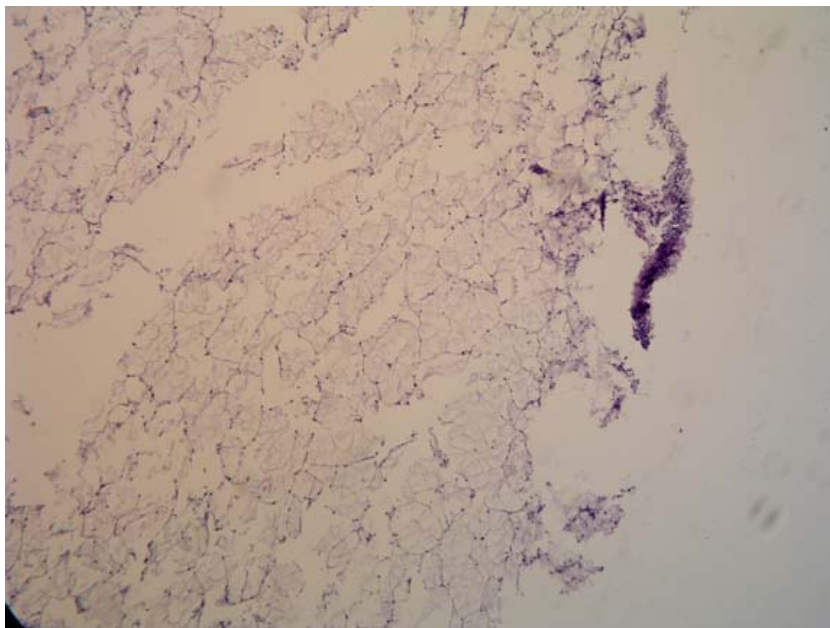
Fisket (dato)	Ophav	Antal moderdyr	Dato for gydning	Antal larver
13-01-03	DSC Silo	50		
			20-03-03	782.000
			23-03-03	1.364.000
			24-03-03	200.000
			27-03-03	1.072.000
			28-03-03	3.908.000
			28-03-03	1.325.333
			31-03-03	1.188.000
13-02-03	DSC Silo	30		
			09-04-03	644.000
			16-05-03	712.000
			17-05-03	1.435.000
13-03-03	DSC Silo	30		
			09-05-03	890.000
			16-05-03	2.520.000
			27-05-03	1.420.000
			01-06-03	2.620.000
			10-06-03	4.120.000
			01-07-03	2.676.000
28-04-03	DSC Silo	35		
			13-06-03	3.330.000
			30-06-03	700.000
19-06-03	DSC Silo	35		
			18-06-03	1.372.000
			23-06-06	5.000.000
			07-07-03	3.955.000
			10-07-03	3.683.750
24-07-03	DSC Silo	-		
			25-07-03	412.000
			29-07-03	10.000
<b>I alt</b>	<b>DSC silo</b>			<b>45.339.083</b>

#### **4.4 Studie af gonadeudvikling i 2003**

I 2003 blev der gennemført et sammenlignende studie af gonadeudviklingen hos moderøsters fra de 3 lokaliteter hhv. Nissum bredning, Sallingsund og den landbaserede tank på DSC (DSC silo). Studiet blev gennemført i samarbejde med Lillemor Svårdh, Tjärnö Marinbiologiske station, Sverige, som gennemførte de histologiske studier.

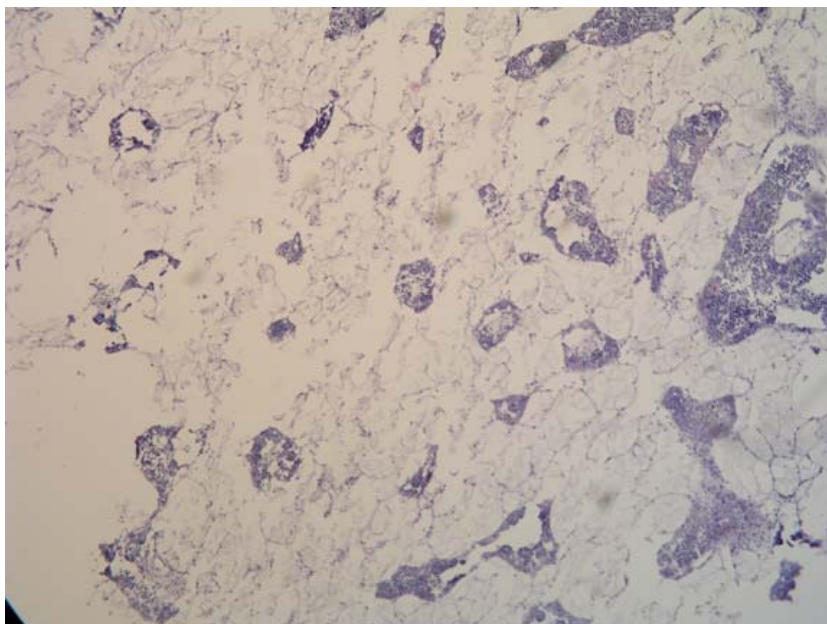
Eksempler på de histologiske præparater er vist i figur 4.3 til 4.9.

Figur 4.3 viser en hvilende gonade hos en østers. Der ses hverken æg eller sæd i præparatet.

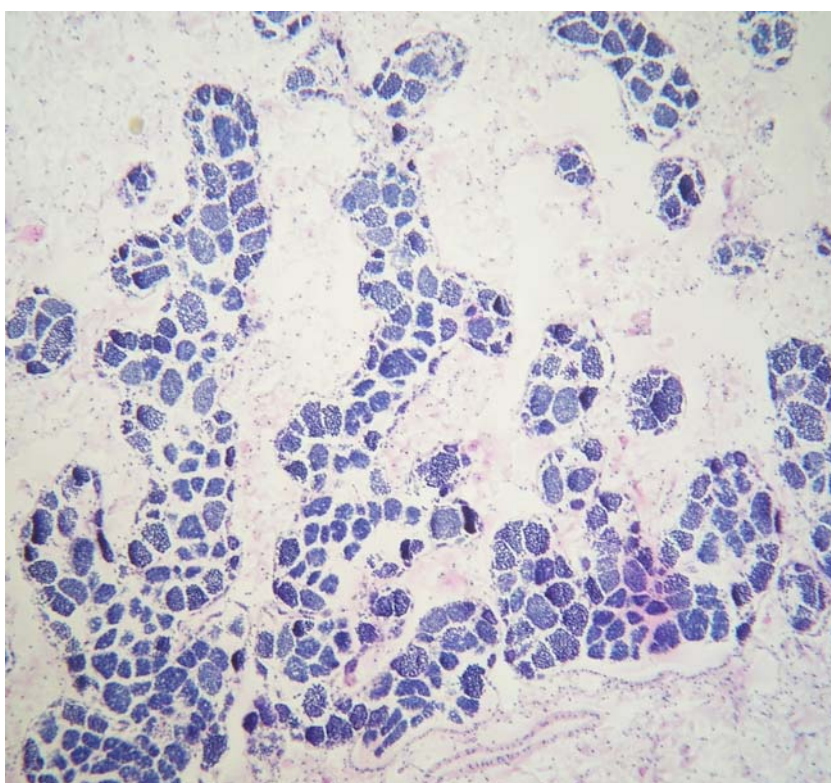


*Figur 4.3. Histologisk snit af hvilende østersgonade, Der er hverken æg eller sæd under udvikling.*

Figur 4.4 viser gonaden hos en han hvor sæden er under udvikling, men ikke klar til frigivelse endnu. Figur 4.5 viser moden sæd hos en gydeklar han.

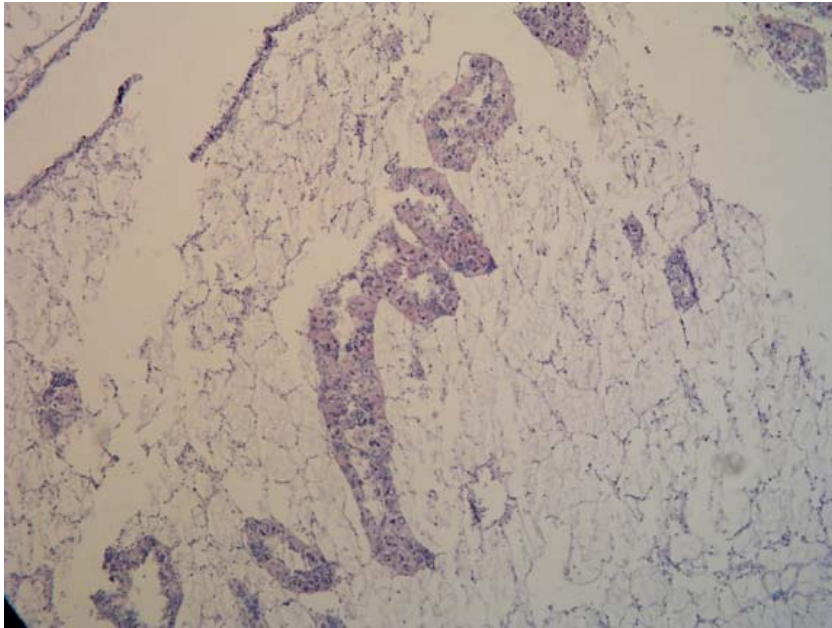


Figur 4.4. Histologisk snit af østersgonade med sæd under udvikling.

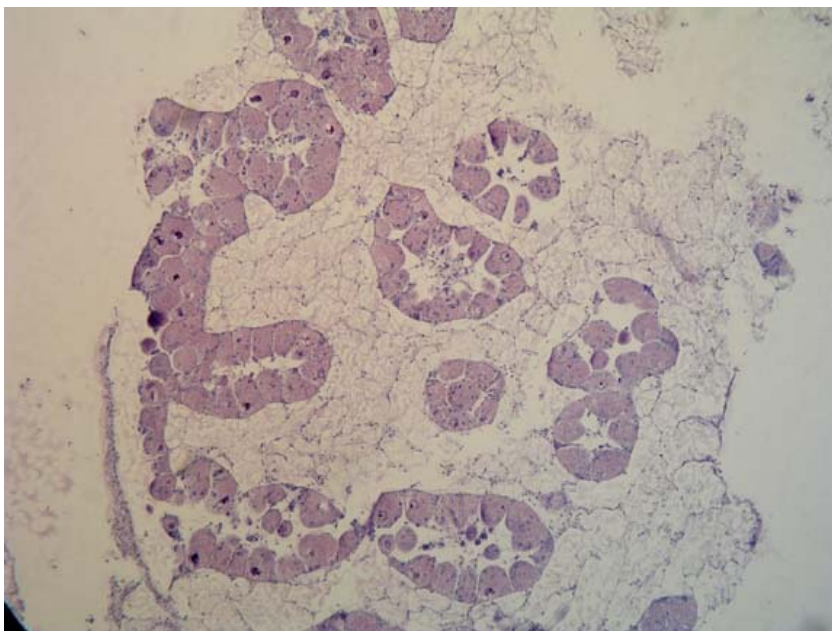


Figur 4.5. Histologisk snit af østersgonade med moden sæd

Figur 4.6 viser æg under udvikling. Æggene er ikke modne endnu. Figur 4.7 viser modne æg i en hun, der er klar til at frigive æggene til befrugtning.

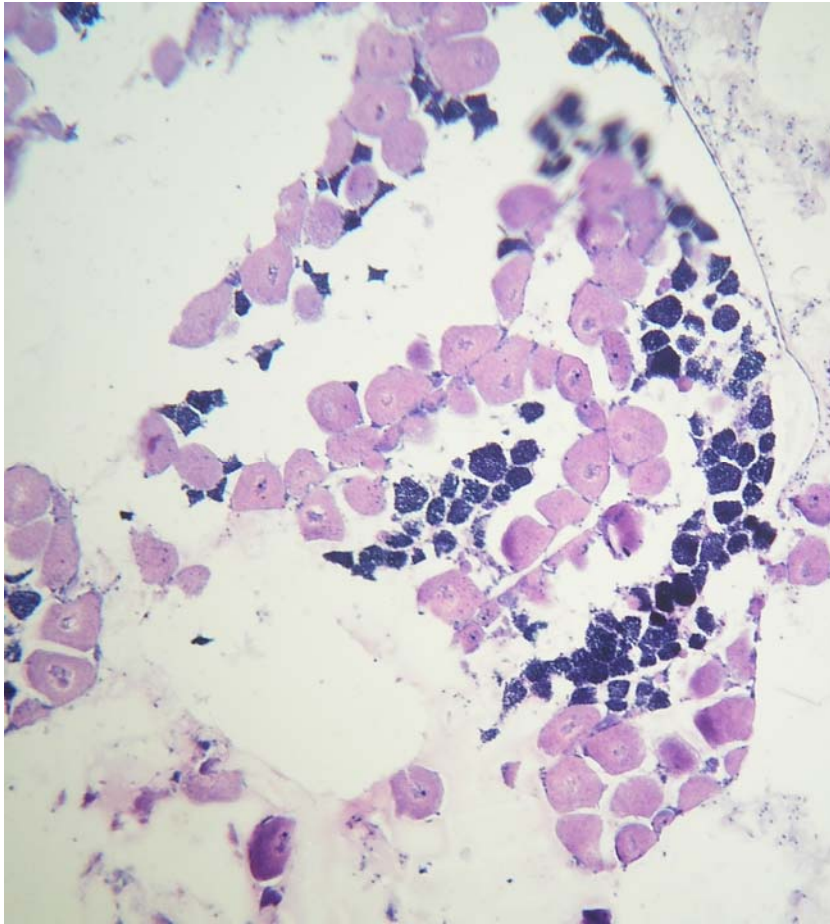


*Figur 4.6. Histologisk snit af østersgonade med æg under udvikling*

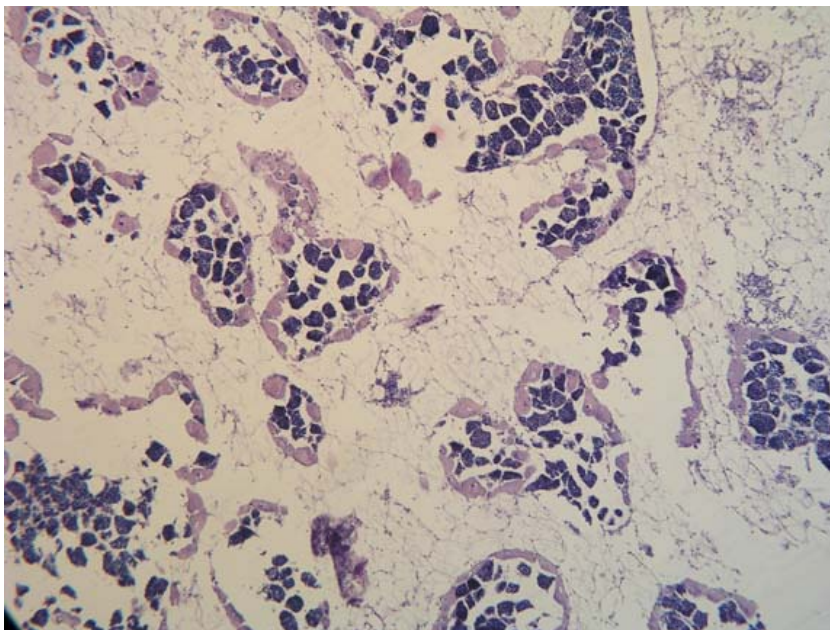


*Figur 4.7. Histologisk snit af østersgonade med modne æg*

Figur 4.8 og 4.9 viser hermafroditter. I figur 4.8 er det en hermafrodit, som både har modne æg og sæd. Figur 4.9 viser en hermafrodit med modne æg og endnu ikke moden sæd.



Figur 4.8. Histologisk snit af østersgonade. Individet er en hermafrodit med både modne æg og moden sæd.

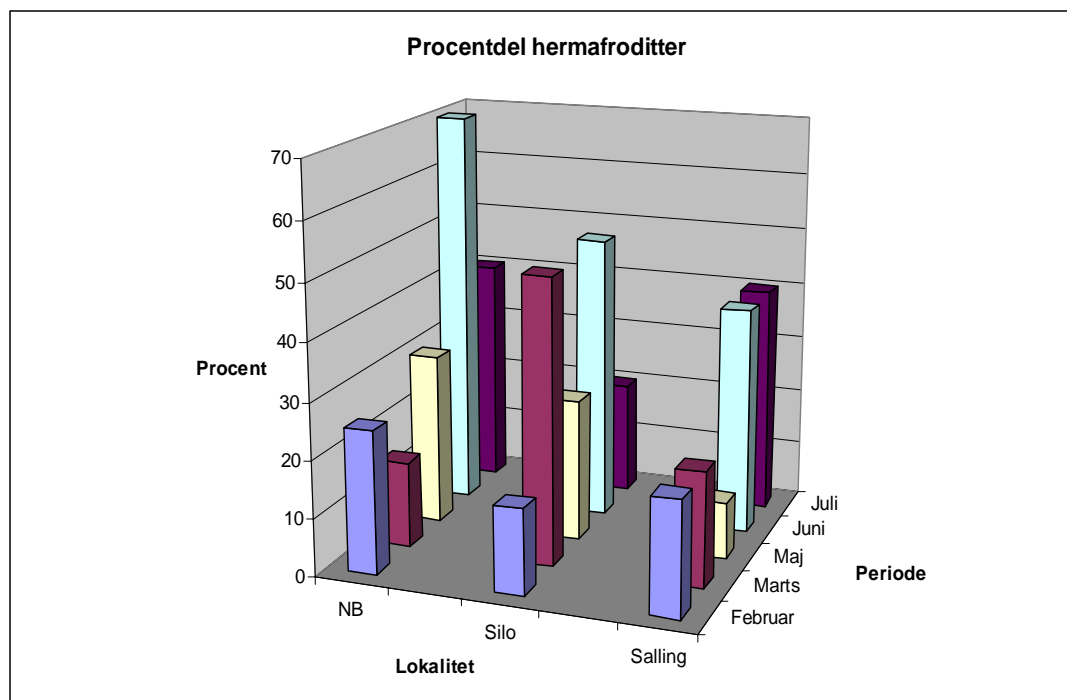


Figur 4.9. Histologisk snit af østersgonade. Individet er hermafrodit med modne æg og sæd under udvikling.

Figur 4.10 viser andelen af hermafroditter som funktion af såvel lokalitet og tidspunkt på året. Det fremgår, at der er hermafroditter tilstede i populationen (mindst 10%) hele året. Der er tilsyneladende flest hermafroditter sidst på sommeren, sammenfaldende

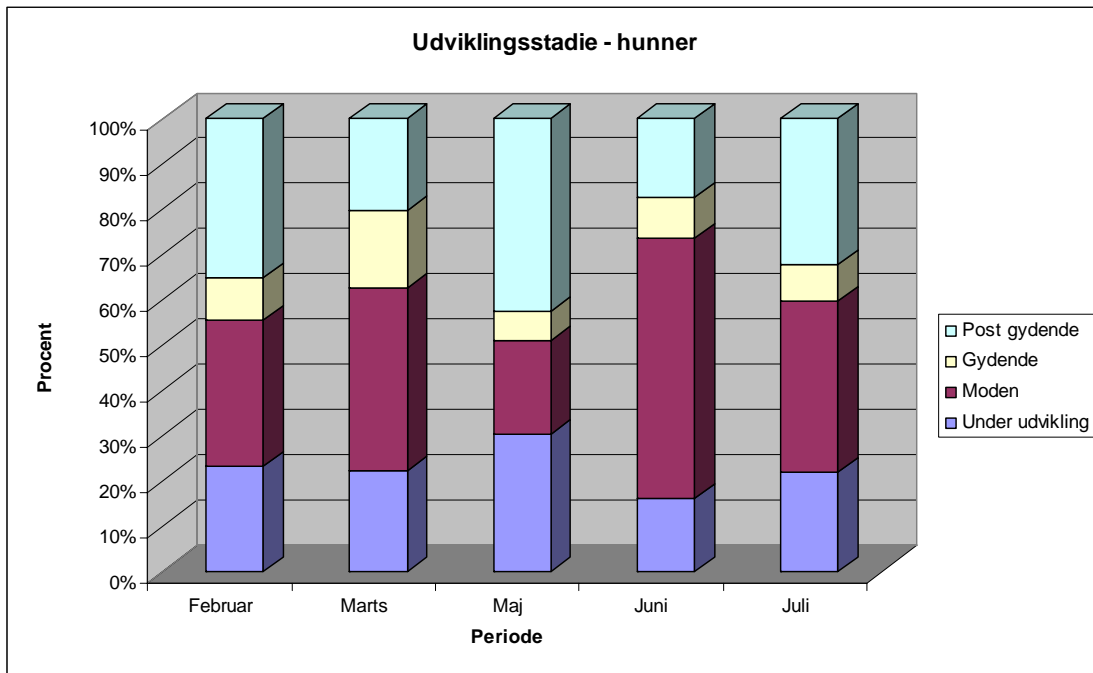
med gydesæsonen (helt op til 70% i Nissum bredning i juni) og færrest tidligt på året hvor gonadeudviklingen må antages at gå langsomst.

Der er ikke nogen tydelig forskel på de enkelte lokaliteter. Der er dog en tendens til, at den største andel hermafroditter findes i de østers, der er fisket i Nissum bredning i modsætning til de konditionerede østers, der har tilbragt det foregående efterår og vinter i hhv. moduler i Sallingsund og DSC siloen.



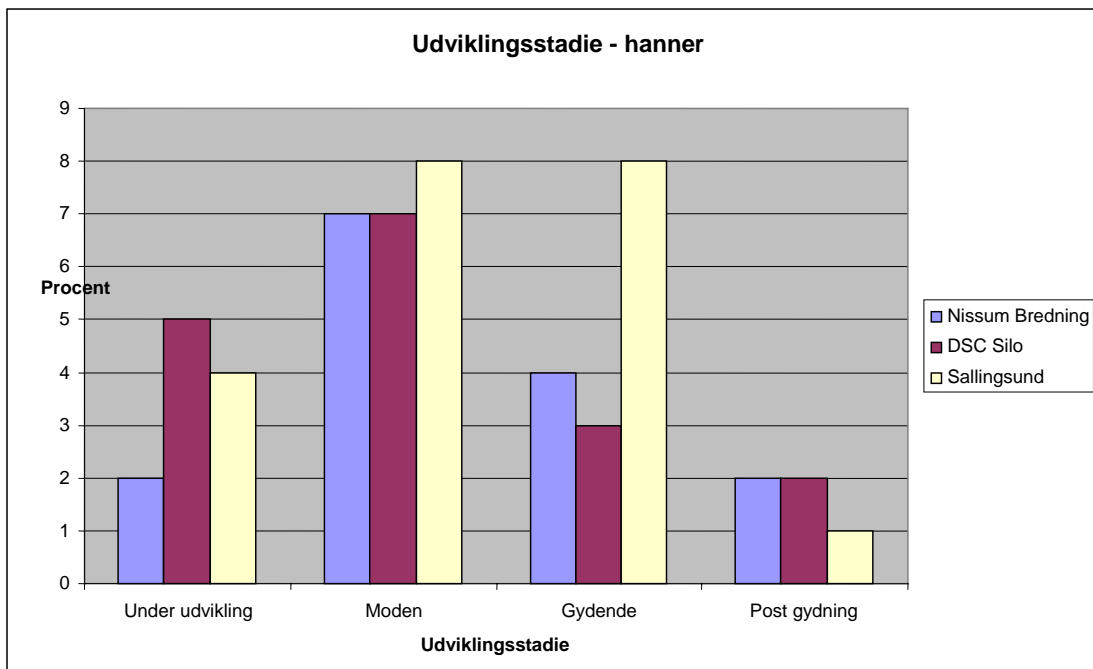
Figur 4.10. Procentvis andel af hermafroditter som funktion af tidspunkt og lokalitet hhv. NB (Nissum bredning), Silo (DSC's 300 m<sup>3</sup> tank og Salling (Sallingsund).

Figur 4.11 viser udviklingsstadiet hos alle hunner gennem forsøgsperioden. Der er således ikke skelnet mellem hunner fra de 3 lokaliteter. Det fremgår, at der er individer, som er fuldt udviklede og klar til gydning på alle tider af året (der er dog ikke taget prøver i efteråret), og at de resterende udviklingstrin hhv. under udvikling, moden, og post gydende er repræsenteret hele året. Der er med andre ord stærke indikationer for at gonadestadiet hos østers ikke er sæsonafhængig, men er en kontinuerlig proces. Ved faldende vandtemperaturer forløber gonadeudviklingen sandsynligvis langsommere, for helt at gå i stå i vintermånederne, uden at det fører til degeneration af gonaderne. Ved stigende vandtemperaturer i foråret fortsætter gonadeudviklingen hvor den slap i efteråret. Der kan med andre ord forventes tidlig gydning hos østers som hentes ind og opvarmes, idet der ikke skal ske en modning af gonaden fra hvilestadiet, men derimod fra det stadie den var på da den gik i vinterdvale. Ligeledes må det forventes, at være muligt at tage moderøsters ind sent på sæsonen til gydning. Erfaringer fra den praktiske drift af forsøgsanlægget på DSC viser dog, at tidlige gydninger i årets første måneder sker efter ca. 3 uger. Dette er sammenfaldende med de forventede 450 daggrader, som er beskrevet i rapporten for østersprojektets fase 1. Der er med andre ord tilsyneladende behov for en vis tilvænnning til højere temperaturer før gydning, på trods af et fremskredent modningsstadie før den kunstige temperaturforøgelse.

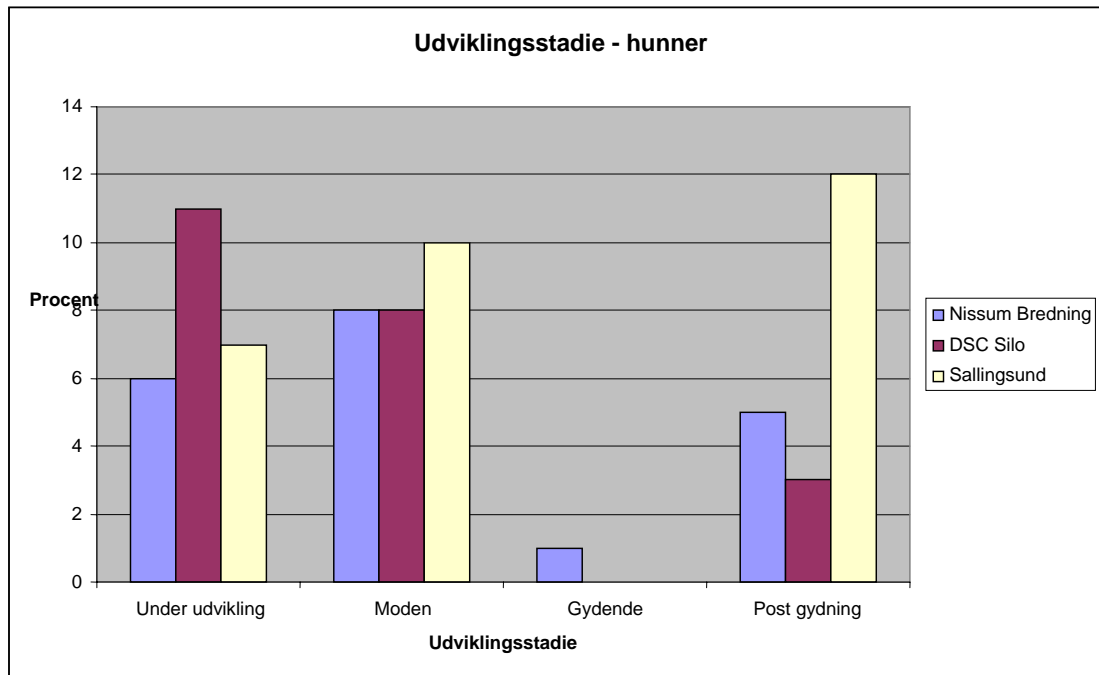


Figur 4.11. Udviklingsstadiet for alle hunner gennem forsøgsperioden.

Der var ikke forskelle på udviklingsstadierne mellem de 3 lokaliteter (figur 4.12 til 4.15). Andelen af østers på et givet udviklingsstadium var med andre ord den samme på alle 3 lokaliteter.

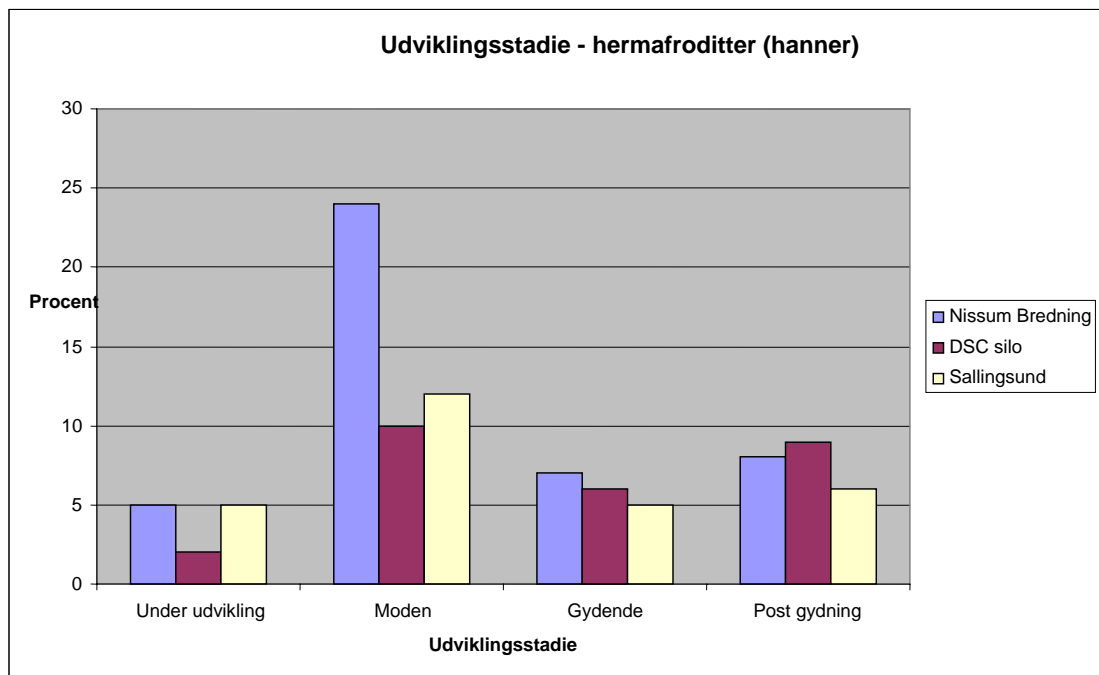


Figur 4.12. Andelen af hanner på de enkelte modningsstadier på de 3 lokaliteter.



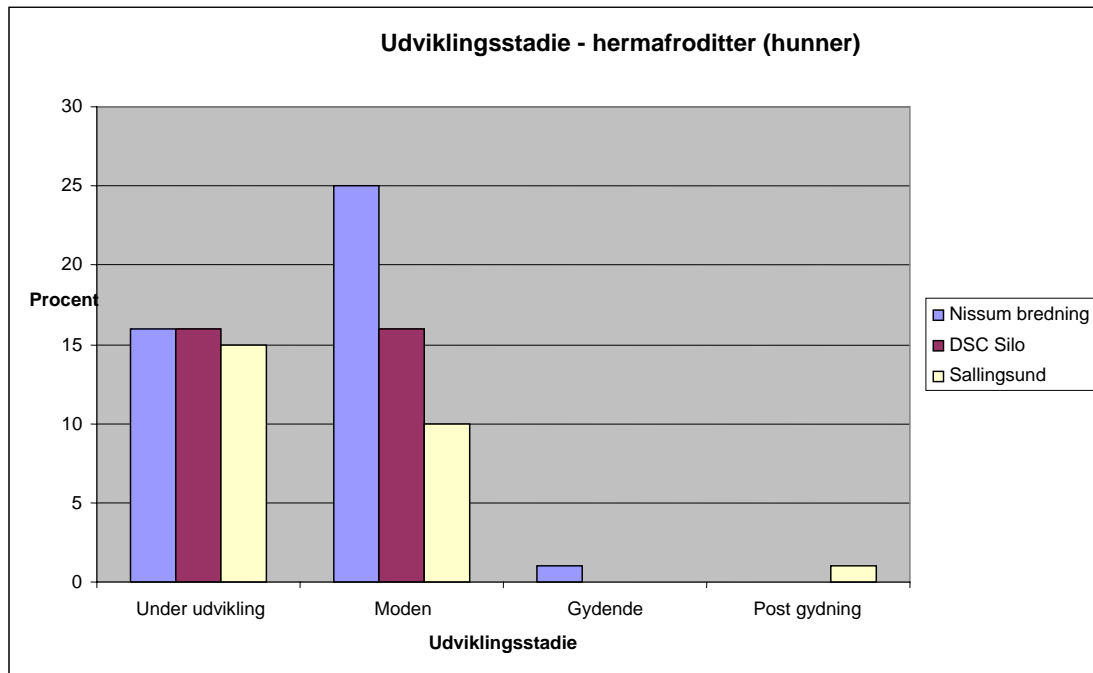
Figur 4.13. Andelen af hunner på de enkelte modningsstadier på de 3 lokaliteter.

Andelen af hermafroditter var ligeledes den samme på de 3 lokaliteter (figur 4.14 og 4.15).



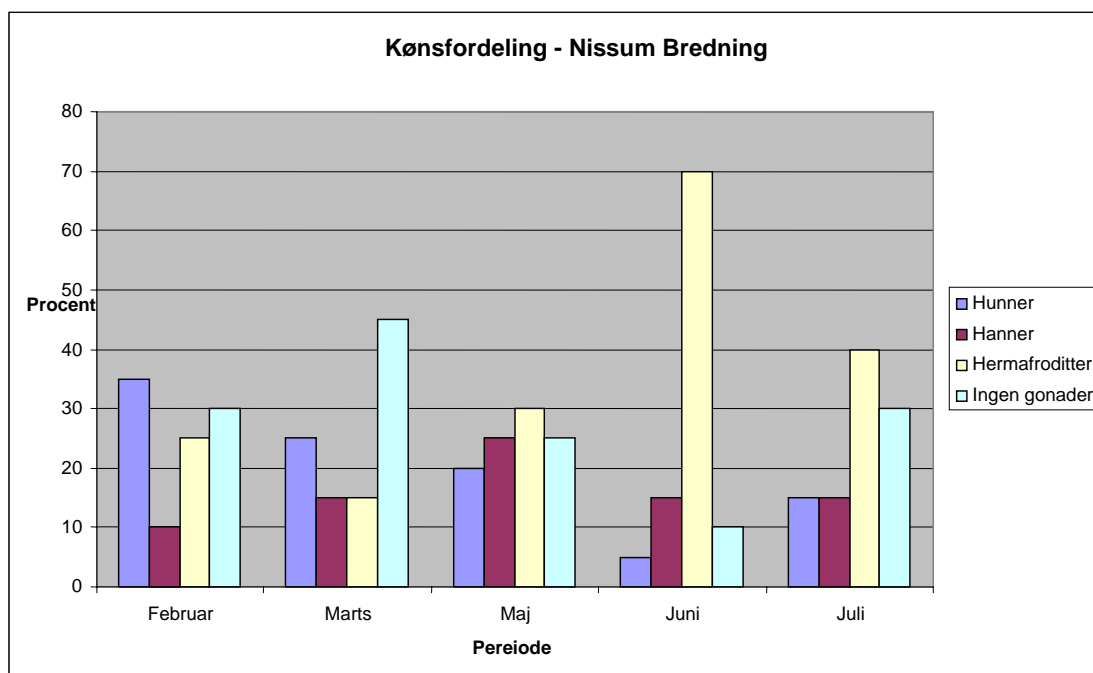
Figur 4.14. Andelen af "hanlige" hermafroditter på de enkelte modningsstadier på de 3 lokaliteter.



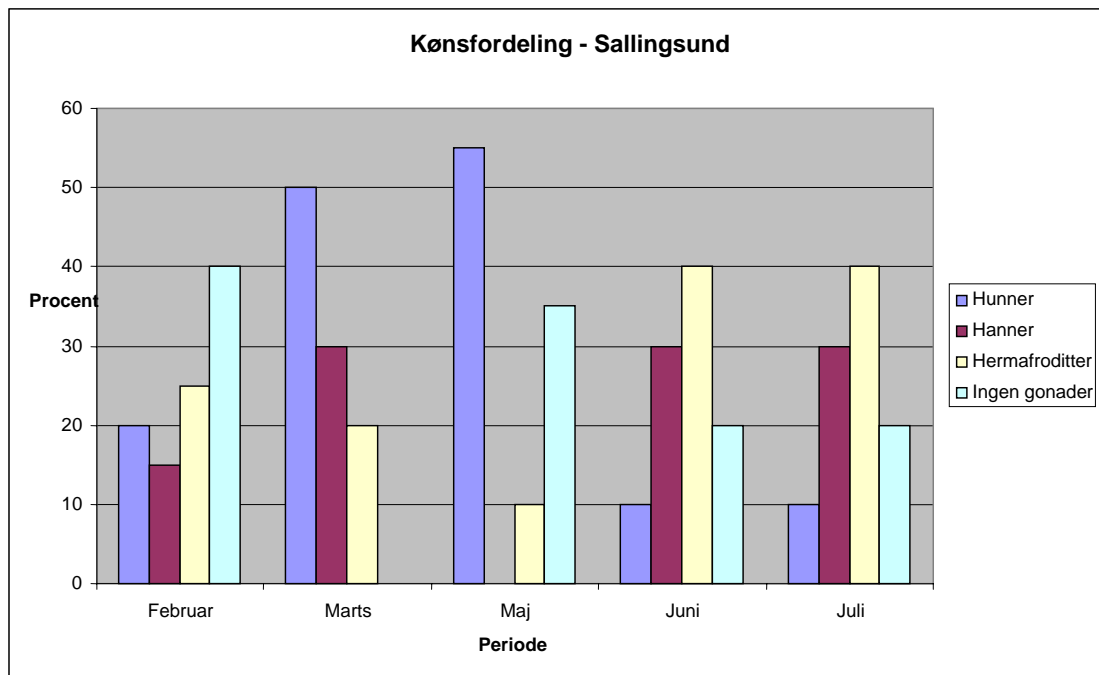


Figur 4.15. Andelen af ”hunlige” hermafroditter på de enkelte modningsstadier på de 3 lokaliteter.

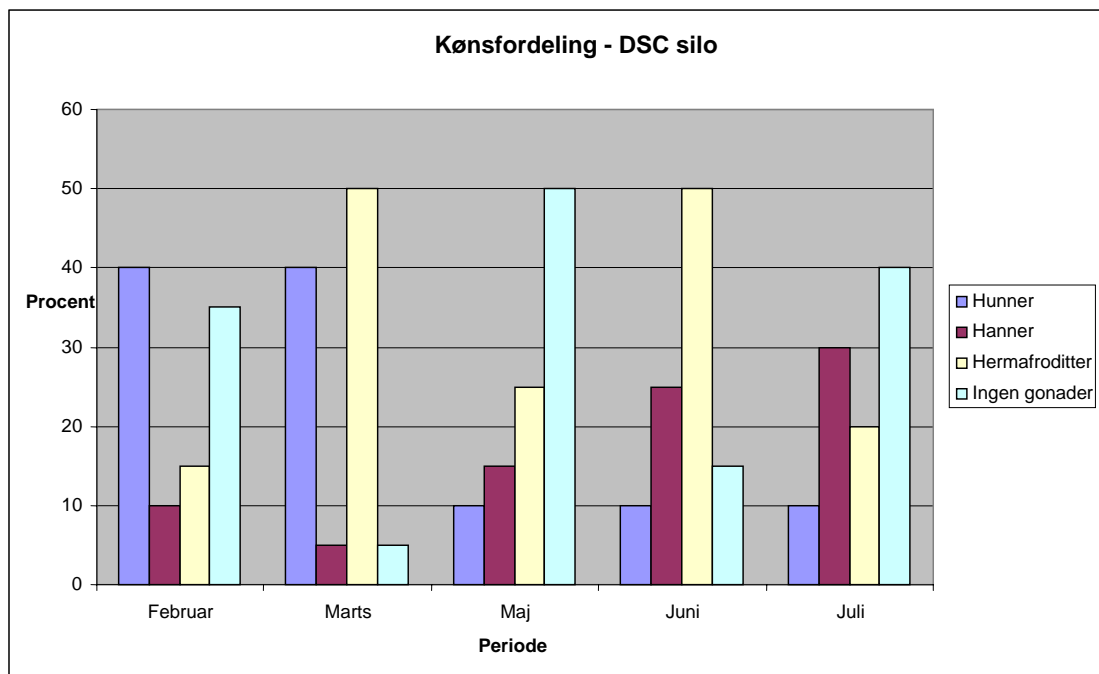
Kønsfordelingen viser en relativt høj andel hermafroditter gennem sæsonen (figur 4.16, 4.17 og 4.18) på alle tre lokaliteter. Overraskende er andelen af østers uden gonader – altså i hvilestadiet, også uafhængigt af årstiden. Der er med andre ord en relativt stor del af østers, der er i hvilestadiet i gydeperioden om sommeren. Dette kan skyldes at de det foregående efterår, før vinternedkølingen, har været relativt langt fremme i udvikling og har gydt tidligt på foråret, før den egentlige gydesæson forventes. Dette betyder, at der bør kunne forventes østerslarver i vandet i en længere periode, end det hidtil har været forventet.



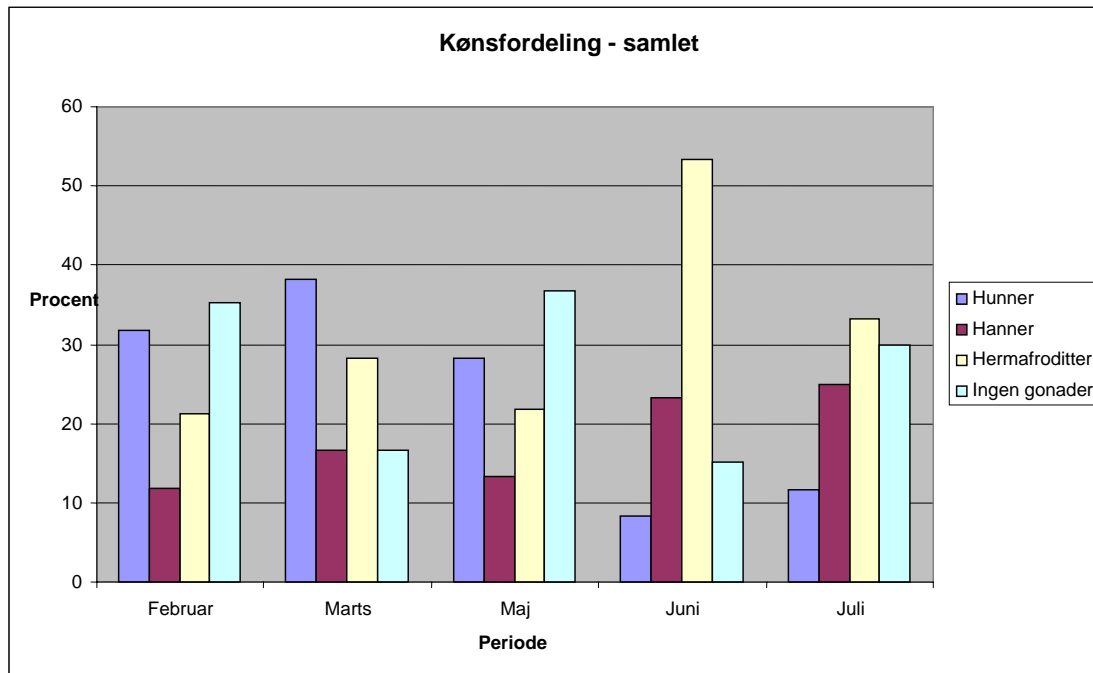
Figur 4.16. Kønsfordelingen af østers fra Nissum bredning gennem forsøgsperioden.



Figur 4.17. Kønsfordelingen af østers fra Sallingsund gennem forsøgsperioden.



Figur 4.18. Kønsfordelingen af østers fra DSC siloen gennem forsøgsperioden.



Figur 4.19. Kønsfordelingen af østers fra alle 3 lokaliteter gennem forsøgsperioden.

Det kan konstateres at gonadeudviklingen hos vores danske østers ikke er en synkroniseret proces styret af årstidsvariationerne i temperatur. Studiet viser at østers tilsyneladende gennemløber en gonadeudvikling uafhængigt af årstid. Hastigheden hvormed gonaderne udvikles, må dog forventes at være temperaturafhængig. Størsteparten af østers vil derfor gyde ved høje vandtemperaturer, idet det er her gonaderne har den største modningshastighed. I den kolde periode ligger gonaderne så at sige i dvale på det udviklingstrin de nåede før temperaturen faldt.

Dette giver mulighed for en sæsonuafhængig dyrkning af østers, idet der i naturen til hver en tid er østers som er klar til at gyde, og som derfor kan hentes ind og bringes til gydning inden for en kort tidshorizont. Dette er dog ikke samstemmende med de praktiske erfaringer der er gjort på DSC. Det har været vanskeligt at få østers til at gyde efter primo september, og kvaliteten af larverne har været dårlig.

Der blev i projektets fase 1 i år 2000 gennemført et forsøg med at bringe moderøsters ned i temperatur i det tidlige efterår for at simulere en vinter. Efter en måned ved 6-7° C, blev disse østers igen opvarmet, men der forekom ingen gydning til trods for, at procedurerne under opvarmningen var identiske med de procedurer, som med succes anvendes i januar til tidlig konditionering af østers til gydning i februar.

Nærværende gonadestudie giver dog grundlag for en genoptagelse af forsøg af denne art, med henblik på en forlængelse af gydesæsonen og en mere effektiv udnyttelse af DSC klækkeriets produktionskapacitet.

## 4.5 Moderøsters og gydninger 2004

I 2004 blev sæsonen påbegyndt ved indhentning af østers ultimo marts. Det sene tidspunkt skyldes omfattende renoveringsarbejder i faciliteterne i forbindelse med ombygningen af DSC. Der blev i alt i året hentet 390 moderøsters fra Nissum Bredning (Tabel 4.7).

Tabel 4.7. Tidspunkter for indhentning af moderøsters, deres ophavssted samt tidspunkt for gydninger og antal frigivne larver i 2002.

Fisket (dato)	ophav	Antal moderdyr	Dato for gydning	Antal larver
30-03-04	Nissum bredning	50		
			05-05-04	290.000
			10-05-04	234.000
			16-05-04	1.692.000
			19-5-04	3460.000
			25-05-04	1.332.000
			04-07-04	3.180.000
			10-07-04	4.100.000
			23-07-04	400.000
21-04-04	Nissum bredning	50		
			01-07-04	885.000
			03-07-04	5.100.000
			05-07-04	9.080.000
			20-06-04	272.000
			28-06-04	100.000
13-05-04	Nissum bredning	50		
			16-06-04	120.000
24-06-04	Nissum bredning	50		
			24-06-04	80.000
			12-07-04	1.300.000
14-07-04	Nissum bredning	40		
			20-07-04	3.240.000
			27-08-04	300.000
			28-08-04	130.000
17-07-04	Nissum bredning	50		
			17-07-04	1.660.000
20-07-04	Nissum bredning	50		
			20-07-04	400.000
			23-07-04	610.000
			26-07-04	5.400.000
			28-07-04	1.600.000
			31-07-04	1.360.000
			05-08-04	600.000
			19-08-04	745.000
			04-09-04	2.223.000
18-08-04	Nissum bredning	50		
			01-09-04	220.000
<b>Total</b>				<b>50.113.000</b>

## 5 FRITSVØMMENDE LARVER

I naturen vil østerslarver efter gydningen blive transporteret med strømmen uden mulighed for at bestemme retning eller bestemmelsessted. De er dog i stand til at svømme op og ned i vandmassen, og kan derved indirekte være medvirkende til at bestemme hastigheden, idet strømhastigheden som regel er lavest ved bunden. Larverne kan tilbagelægge store strækninger i løbet af de par uger larvefasen varer.

Larverne lever af planteplankton og andet partikulært materiale, som de er i stand til at filtrere fra vandet mens de transporteres. Det er vanskeligt at beskrive fødens sammensætning endside efterligne den nøjagtigt, grundet naturens rige og til stadighed varierende udbud af plankton og opslemmet materiale i vandmasserne.

I en intensiv produktion af østerslarver forsøges det, at efterligne naturens fødesammensætning. Det er muligt at dyrke mikroalger i monokulturer og tilbyde disse til østerslarverne. Fordelen ved denne intensive produktion af føde er, at den er standardiseret og derved kan gentages for hvert eneste hold østerslarver. Ulempen er, at der endnu ikke er beskrevet en sammensætning, der til fulde opfylder de krav til ernæring som østers har.

Der blev i projektets fase 1 konstateret en uforholdsmæssig høj dødelighed i larvefasen. Det er ikke til fulde klarlagt, hvorvidt det skyldtes fødemængden, fødesammensætningen eller helt andre årsager. Det er dog tidligere vist at mængden og kvaliteten af føden påvirker østerslarvers overlevelse og evne til settling, og der har derfor i dette projekt været fokus på ernæringsbiologiske faktoreres indflydelse på produktionsforløbet.

### 5.1 Ny facilitet til hold af fritsvømmende larver

Der blev i foråret 2002 opført en ny facilitet til hold af pelagiske larver (figur 5.1). Den eksisterende facilitet bestod af 6 stk. 3,5 m<sup>3</sup> tanke tilsluttet et recirkulationsanlæg. Dette anlæg er i detaljer beskrevet i rapporten "Østersopdræt i Limfjorden, 2003". Det nyopførte anlæg baserer sig på opdrætserfaringer fra Canada. Den canadiske metode er baseret på et "still-water system" hvor der ikke skiftes vand i kulturerne kontinuerligt. Dyrkningsenhederne er mindre (op til 1 m<sup>3</sup>). Den overordnede strategi er at fylde tanken med vand, introducere østers og mikroalger. Ca. hver 3 dag tømmes tanken og østerslarverne holdes tilbage på netdug. Larverne størrelsessorteres og evt. langsomtvoksende larver smides ud. Fordelene ved denne opdrætsstrategi er, at der skal anvendes færre mikroalger, kravet til facilitetens kompleksitet og størrelse er mindsket og mulighederne for at indføre strenge hygiejnestandarder er forbedret. Ulemperne er fluktuerende fysisk/kemiske forhold under opdrættet, idet al vandet skiftes på en gang hver 3. dag.



*Figur 5.1. Den i 2002 opførte facilitet til hold af fritsvømmende larver i 400 l kar.*

## **5.2 Fritsvømmende larver 2002**

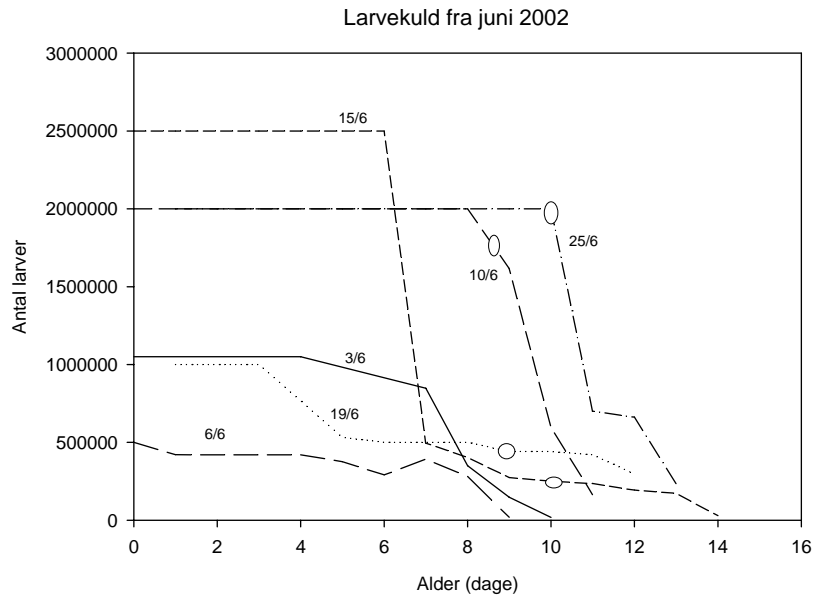
De næsten 30 millioner larver der var til rådighed i klækkeriet i 2002 blev overført til såvel det gamle recirkulationsanlæg med store tanke som det nye anlæg med 400 liter tanke og vandskifte hver 3. dag.

### **5.2.1 Larveoverlevelse**

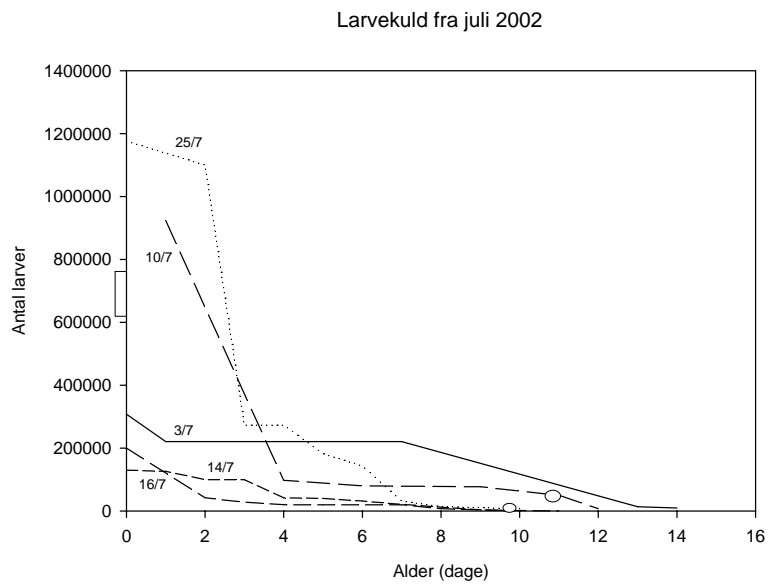
Overlevelsen af larver i hhv. juni, juli og august var generelt lave (figur 5.2 til 5.4). Det generelle billede er en overordnet ringe overlevelse. Der er dog enkelte larvekuld i juni hvor overlevelsen var høj til settlingstidspunktet omkring dag 10 (Figur 5.2). I august var mortaliteten exceptionel høj og larverne døde inden for få dage.

På trods af at mængden af gydte larver var størst i august (ca.18.000.000), sammenlignet med juni (ca.9.000.000) og juli (ca.3.000.000), er det værd at bemærke at antallet af settlinger falder igennem sæsonen. Det er også vigtigt i den forbindelse at nævne at de 4 settlinger i juni måned alle betragtes som værende succesfulde. Dette gør sig specielt gældende for settlingen fra larvekuldet gydt d. 10/6 - 2002. Ingen af de registrerede settlinger fra juli og august var succesfulde.

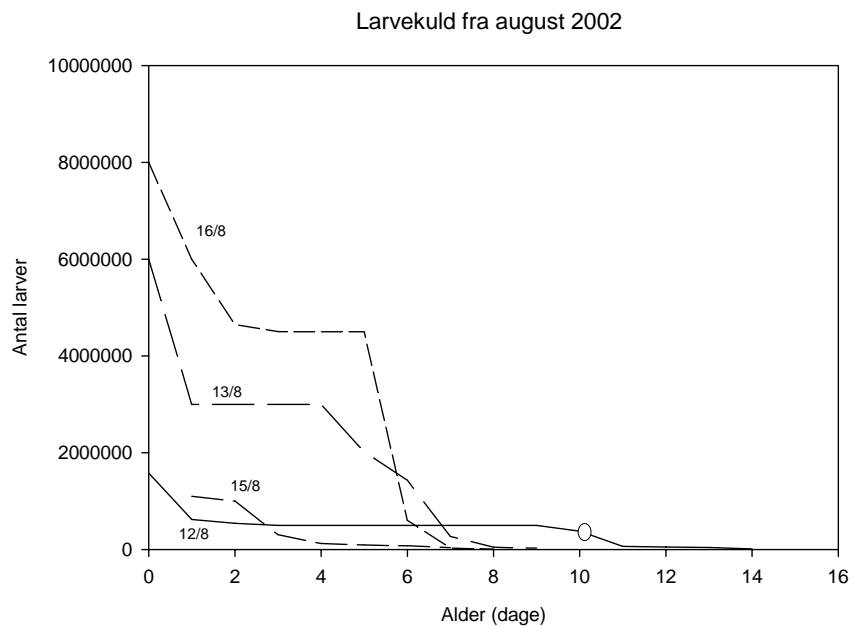
Kvaliteten af de frigivne larver har ikke været tilfredsstillende. Af de 22 gydninger der fandt sted i 2002, er det kun de 6 der kan regnes for at være rimelig succesfulde (mere end 100.000 settlede spat).



Figur 5.2. Overlevelse af larvekuld fra juni 2002



Figur 5.3. Overlevelse af larvekuld fra juli 2002



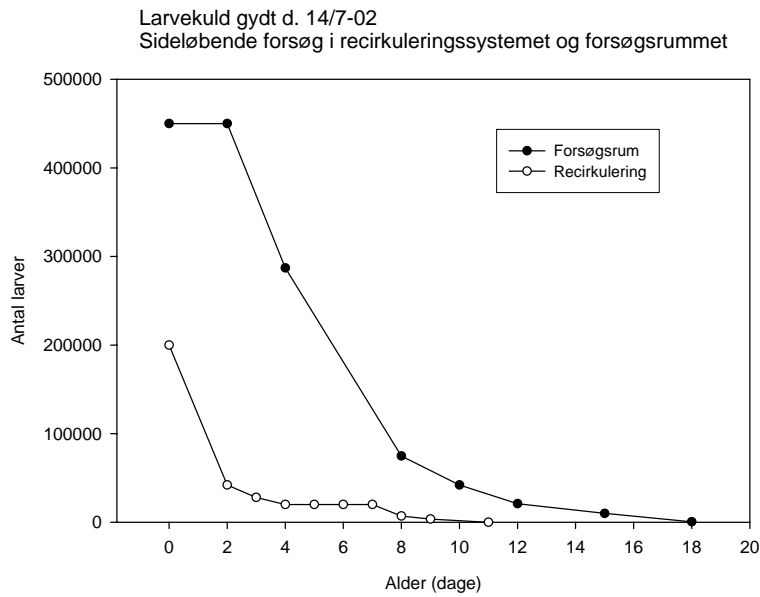
Figur 5.4. Overlevelse af larvekuld fra august 2002

### 5.3 Sammenligning af det recirkulerede system og det canadiske system

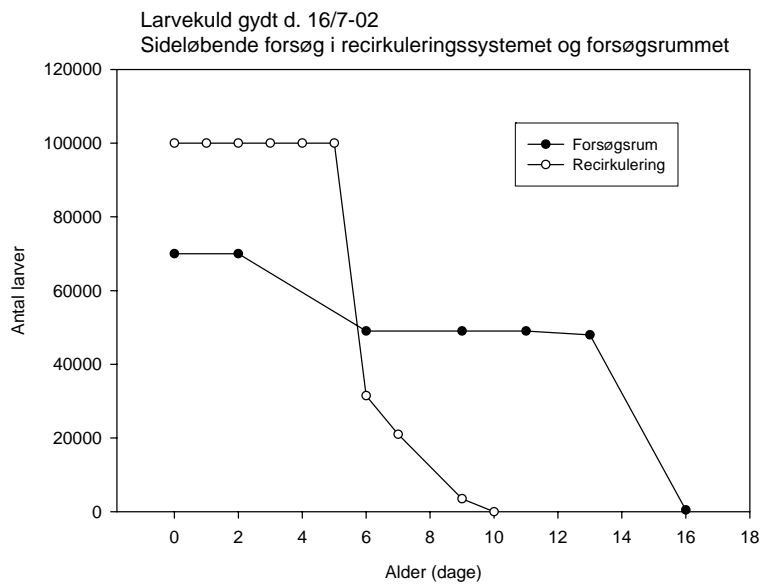
I år 2002 blev der gennemført en række forsøg, der skulle påvise om den lave settlingssucces kunne være forårsaget af, at larverne ikke havde optimale vækstforhold i recirkuleringssystemet. Begrundelsen for netop dette forsøg var baseret på en vis skepsis fra John Harding (canadisk konsulent vedr. opdræt af østers), angående bla. hygiejnen i selve systemet, hvilket han mente var altafgørende for et succesfuldt opdræt af europæisk østers. I denne forbindelse blev der konstrueret et separat forsøgsrum til larver efter John Hardings retningslinjer. Forsøgsrummet havde eget vandindtag og filtreringsapparat. Sideløbende med larvekuld i recirkuleringsanlægget blev der overført og kørt larver i forsøgsrummet efter John Hardings procedurer. Procedurer som bla. indbefattede en meget høj hygiejnstandard i arbejdet. Resultaterne af disse forsøg er illustreret herunder (Figur 5.5 til 5.8).

Betragter man figurene, er det svært at konkludere, at en mere renlig omgang i larveopdrætsprocessen skulle have en afgørende betydning for larvernes overlevelses- og settlingssucces. Generelt ser det ud til at larvernes pelagiske fase er længerevarende i forsøgsrummet, samt at der her forekommer flere settlinger sammenlignet med recirkuleringssystemet. Dette er ikke nødvendigvis tilfældet, da registreringer af larver i de store tanke (3500 L) i recirkuleringssystemet bliver mere unøjagtige ved faldende tætheder. Samtidig lukkes tanken, af rent praktiske og økonomiske årsager, ned hvis der ikke registreres larver i den udtagne prøvevolumen på 2 L Dvs. der reelt stadig kan være settlingsklare larver i systemet. I forsøgsrummet arbejder man derimod med en noget mindre volumen (400 L) og larverne overføres, i den sidste del af larvestadiet, til en sigte hver dag til størrelses- og densitetsmålinger. På denne måde har man således mulighed for at følge antallet af larver ned til meget små tætheder.

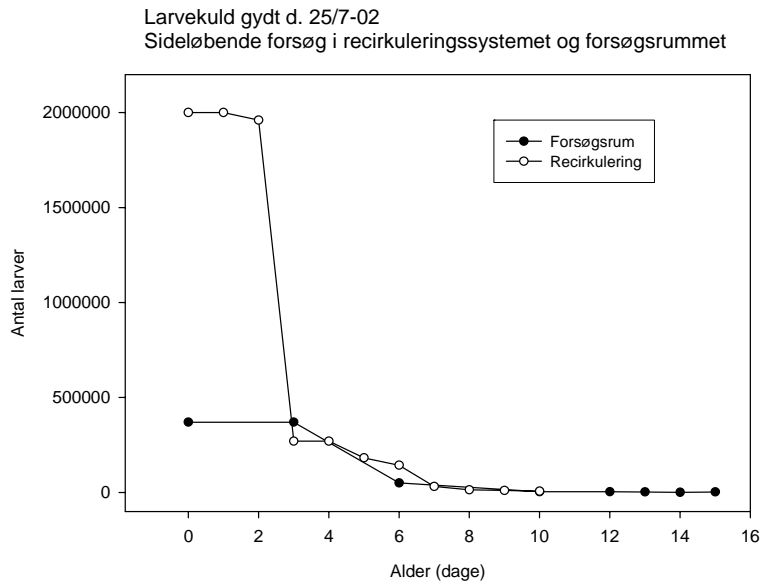




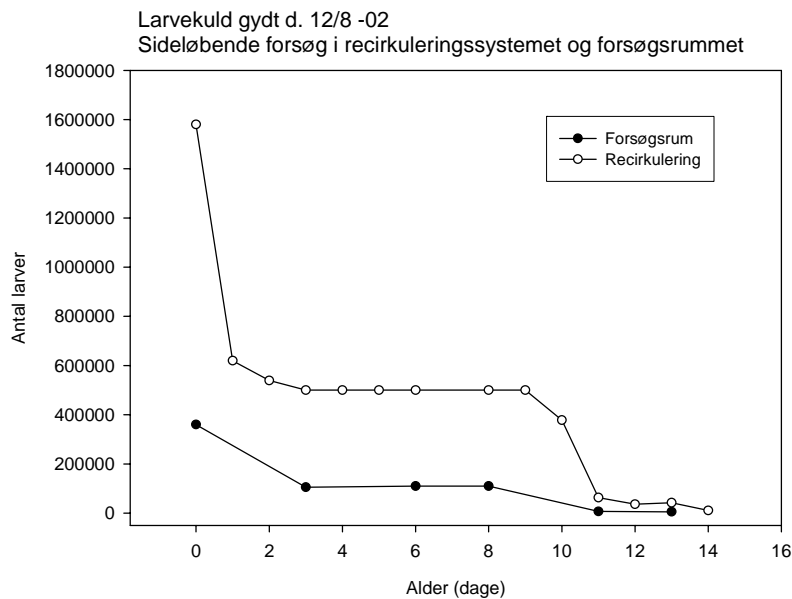
Figur 5.5. Overlevelse af larver gydt den 14. juli 2002. Larver er overført til hhv. forsøgsrummet og dyrket efter canadiske principper (John Harding) og til det tidligere anvendte system med 3,5 kubikmeter tanke.



Figur 5.6. Overlevelse af larver gydt den 16. juli 2002. Larver er overført til hhv. forsøgsrummet og dyrket efter canadiske principper (John Harding) og til det tidligere anvendte system med 3,5 kubikmeter tanke.



Figur 5.7. Overlevelse af larver gydt den 25. juli 2002. Larver er overført til hhv. forsøgsrummet og dyrket efter canadiske principper (John Harding) og til det tidligere anvendte system med 3,5 kubikmeter tanke.

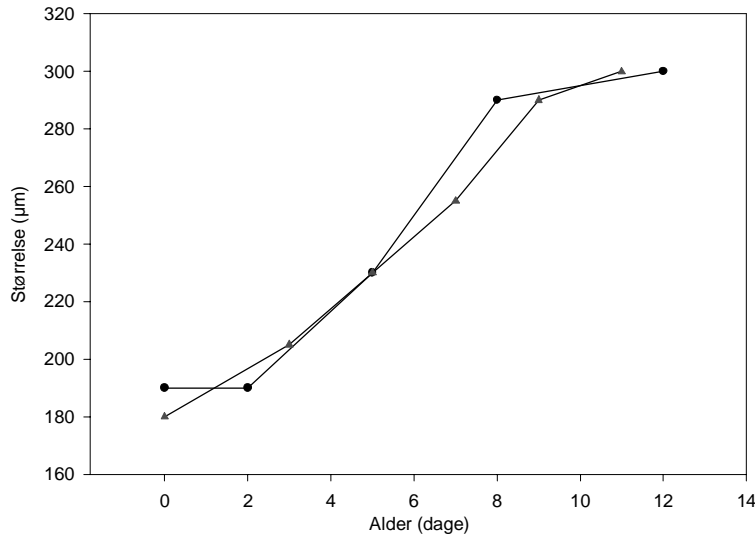


Figur 5.8. Overlevelse af larver gydt den 12 august 2002. Larver er overført til hhv. forsøgsrummet og dyrket efter canadiske principper (John Harding) og til det tidligere anvendte system med 3,5 m<sup>3</sup> tanke.

## 5.4 Larvevækst

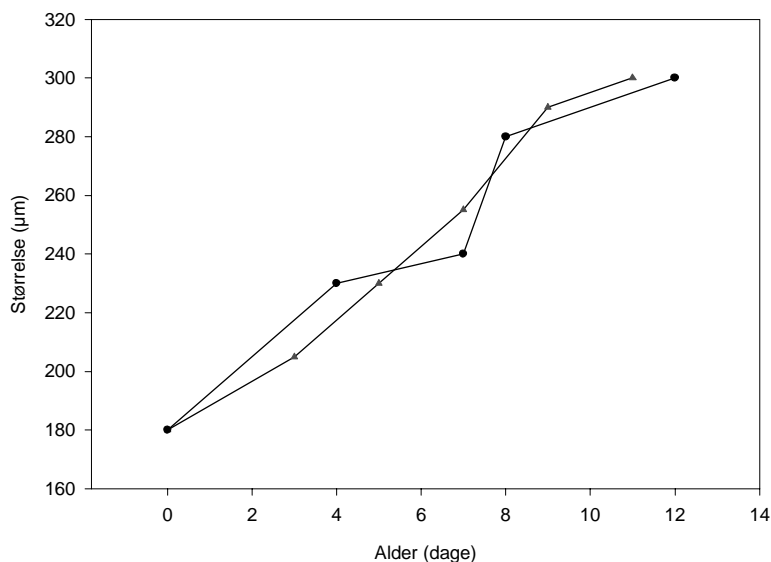
Størrelsesregistreringer under larveforløbet er i 2002 kun blevet udført for 2 af de 6 succesfulde larvekuld. Nedenstående grafer (figur 5.9 og 5.10) viser størrelsen som funktion af larvernes alder.

Larver fra gydning d. 10/7-2002



Figur 5.9. Vækstkurve for larver gydt den 10. juli 2002. En kurve som beskriver den forventede larvestørrelse til en given alder er illustreret ( $\Delta$ ). Denne forventede størrelsesudvikling er angivet af John Harding

Larver fra gydning d. 12/8-2002



Figur 5.10. Vækstkurve for larver gydt den 10. juli 2002. En kurve som beskriver den forventede larvestørrelse til en given alder er illustreret ( $\Delta$ ). Denne forventede størrelsesudvikling er angivet af John Harding.

Vækstkurverne indikerer at larvernes vækst er tilfredsstillende. Der er med andre ord ikke noget, der tyder på en begrænsning i væksten med årsag i manglende fødeindtag.

## 5.5 Fritsvømmende larver 2003

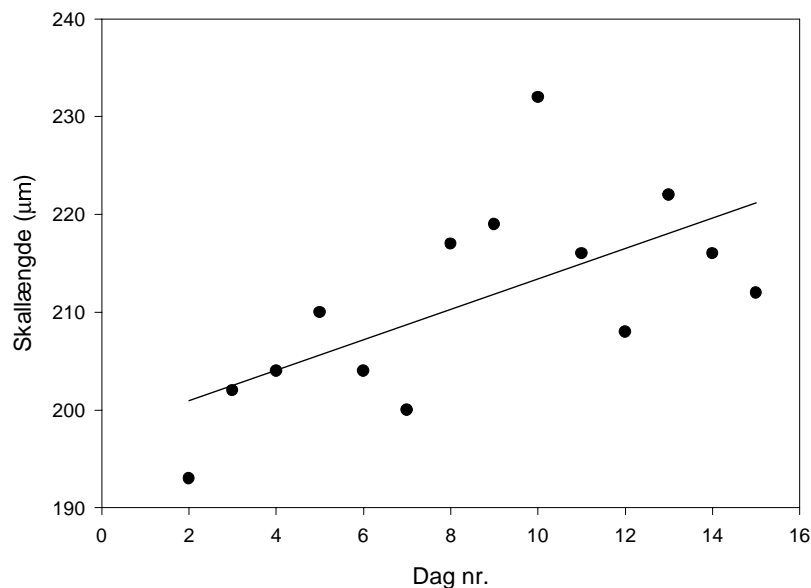
I 2003 blev hhv. tilvækst og overlevelse registreret hos samtlige larvekuld. Nedenstående parametre er registreret dagligt:

- Dato
- Tank nr.
- Salinitet
- Temperatur
- Ilt hhv. mg/l og %
- Antal larver i tanken
- Vandudskiftning
- Larveskallængde
- Fitness-indeks for larver
- Fodertilstand for larver
- Størrelsesvariation
- Kommentarer

Der blev i årets løb overført i alt 66 larvekuld til larveanlæggene. Nedenstående afsnit redegør for særstudier gennemført med disse larver.

### 5.5.1 Studie af larvetilvækst 2003

Det registrerede vækstforløb for de enkelte larvekuld er karakteriseret ved en fluktuerende vækstkurve (Figur 5.11).



Figur 5.11. Eksempel på vækstkurve for et larvekuld. Larverne er gydt d. 4-2-2003 fra moderøsters fra Nissum Bredning. Den gennemsnitlige daglige tilvækst, som angives øverst i nedenstående tabel (1,55 µm/dag), er udtrykt ved hældningen på regressionslinien ( $y=1,55x + 196,3$ ).

Fluktuationen i vækstestimatet, som fremgår af figur 5.11, skyldes hovedsageligt den beskedne prøvemængde, som det har været muligt at oparbejde i det daglige arbejde med kulturerne. Med henblik på at kunne sammenligne tilvæksten for de enkelte larvekuld, er holdenes tilvækst plottet, og der er lavet en regressionslinie for samtlige hold efter samme princip. Herved opnås en gennemsnitlig tilvækst for perioden fra dag 1 til 11 for hvert hold. Der er dog enkelte kuld hvor dette ikke har været muligt, og hvor der har været anvendt kortere perioder. Efter dag 11 kan der forekomme settling, hvilket vil indvirke på størrelsessammensætningen, idet det må forventes, at de største larver vil settle og dermed forskydes gennemsnitsstørrelsen i negativ retning.

Gennemsnitstilvæksten var mellem 1,55 og 20,70  $\mu\text{m}$  pr. dag. De meget høje estimater skyldes delvis, at der er tale om en periode af kortere varighed end de 11 dage.

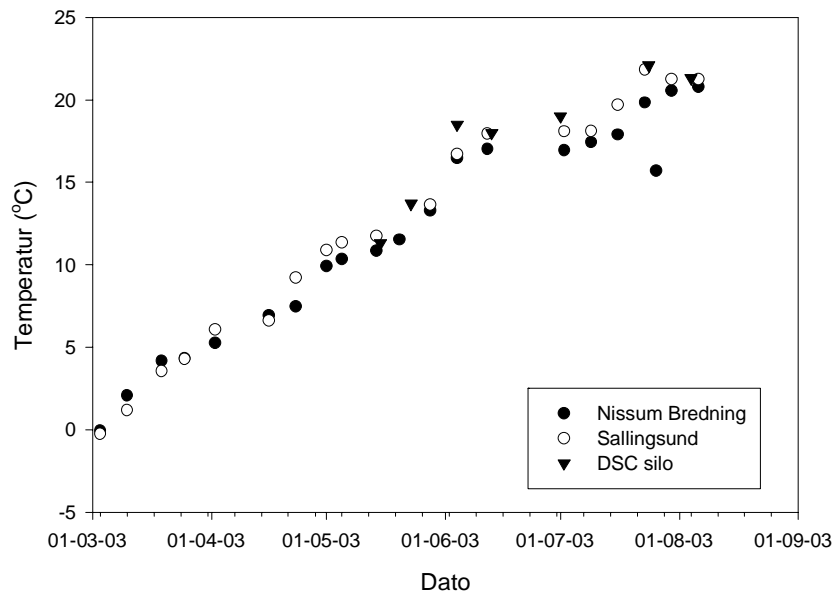
*Tabel 5.1. Gennemsnitlig larvetilvækst fra dag 1 til 11 for samtlige larvekuld fra 2003.*

<b>Nissum bredning</b>	
<b>Dato</b>	<b>Gennemsnitlig tilvækst</b>
2/4/2003	1,55
2/6/2003	1,97
2/21/2003	4,21
3/2/2003	8,34
4/5/2003	8,75
4/13/2003	5,89
4/18/2003	5,36
4/20/2003	4,48
4/24/2003	6,54
5/2/2003	5,00
5/5/2003	5,27
5/6/2003	8,28
5/11/2003	5,21
5/14/2003	5,95
5/21/2003	5,43
5/28/2003	5,36
6/1/2003	6,65
6/14/2003	6,32
6/18/2003	5,30
6/28/2003	6,00
7/1/2003	5,07
7/6/2003	7,27
7/18/2003	8,70

<b>Sallingsund</b>	
<b>Dato</b>	<b>Gennemsnitlig tilvækst</b>
4/22/2003	4,50
4/27/2003	5,43
4/28/2003	2,67
5/16/2003	5,86
5/22/2003	3,37
5/31/2003	7,39
5/31/2003	4,24
5/7/2003	6,80
5/15/2003	10,11
6/14/2003	6,62
7/7/2003	7,68
7/18/2003	10,35
7/25/2003	20,17

<b>DSC silo</b>	
<b>Dato</b>	<b>Gennemsnitlig tilvækst</b>
3/20/2003	11,75
3/24/2003	7,02
3/23/2003	15,70
3/27/2003	6,25
3/28/2003	5,92
3/28/2003	7,86
3/31/2003	7,32
4/9/2003	5,72
5/9/2003	8,38
5/16/2003	9,51
5/16/2003	3,53
5/17/2003	6,29
5/27/2003	15,30
6/1/2003	3,90
6/10/2003	5,14
6/13/2003	4,59
6/18/2003	5,87
6/23/2003	7,97
6/30/2003	7,56
7/1/2003	5,68
7/7/2003	6,84
7/10/2003	10,11
7/26/2003	14,81

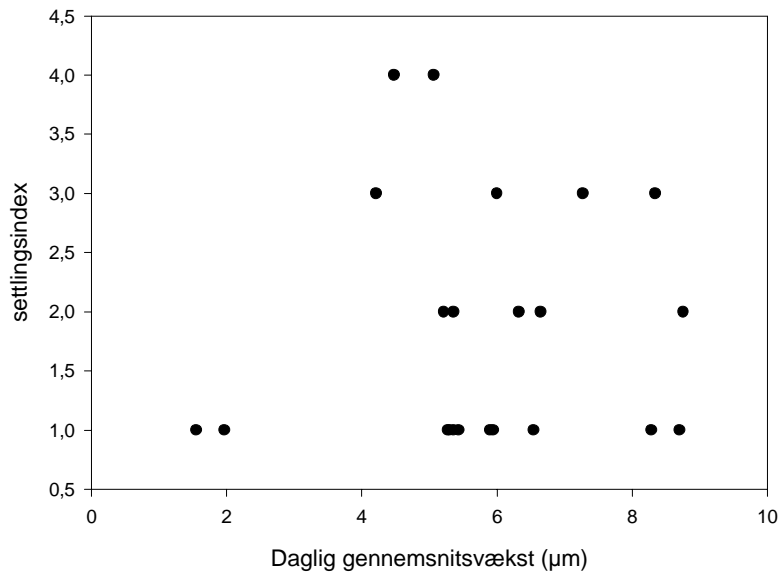
En sammenligning af gennemsnitsvækstraterne på larver fra de 3 lokaliteter viser en signifikant forskel i vækst mellem hhv. Nissum Bredning og DSC silo ophav. (Mann Whitney Rank Sum Test  $P = 0,030$ ). Der er ikke statistisk signifikant forskel mellem østers fra Sallingsund og de to andre lokaliteter. Temperaturforløbene på de 3 lokaliteter indikerer en højere temperatur i DSC siloen (figur 5.12). Den øgede vækst af østers fra DSC siloen kan derfor skyldes dette, evt. i kombination med fordelagtige planktonmængder i vandet. Konditionering af østers vha. siloen ser derfor positiv ud set ud fra disse data. Data vedrørende de ernæringsbiologiske forhold kan evt. understøtte dette.



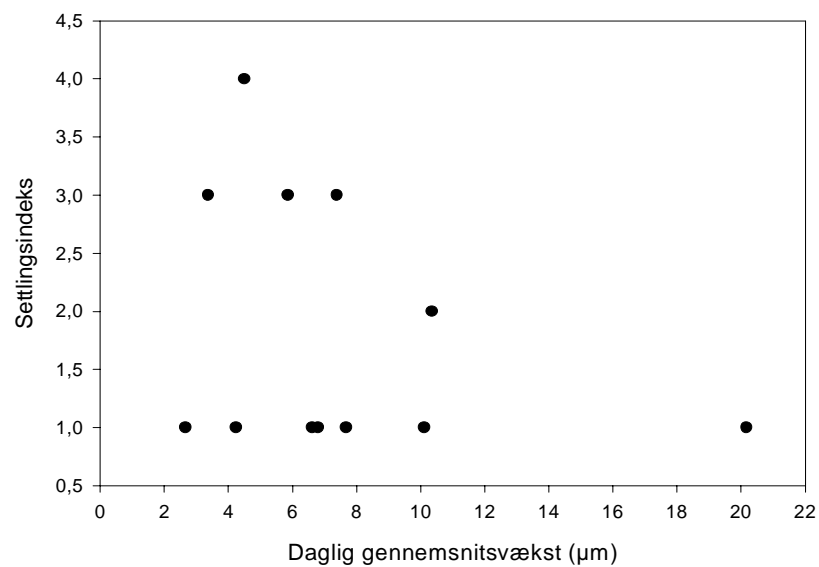
Figur 5.12 Temperaturforløbene for hhv. Nissum bredning, Sallingsund og DSC siloen under konditioneringen af moderøsters.

Larvefasen afsluttes af settlingen efterfulgt af metamorfosen. Settlingssuccesen for larvekuldene er i protokollerne beskrevet i ord. En efterfølgende differentiering af settlingssuccesen i 4 grupper, har gjort det muligt at sammenholde settlingssucces med andre parametre i larveopdrættet. De 4 valgte grupper er følgende: 1. Ingen settling; 2. lille settling; 3. middel settling; og 4. stor settling.

Figurer 5.13 til 5.15 illustrerer larvevæksten som funktion af settlingssuccesen for larvekuldene fra de 3 lokaliteter. Det ses at der ikke er nogen sammenhæng mellem tilvækst og settlingssucces.

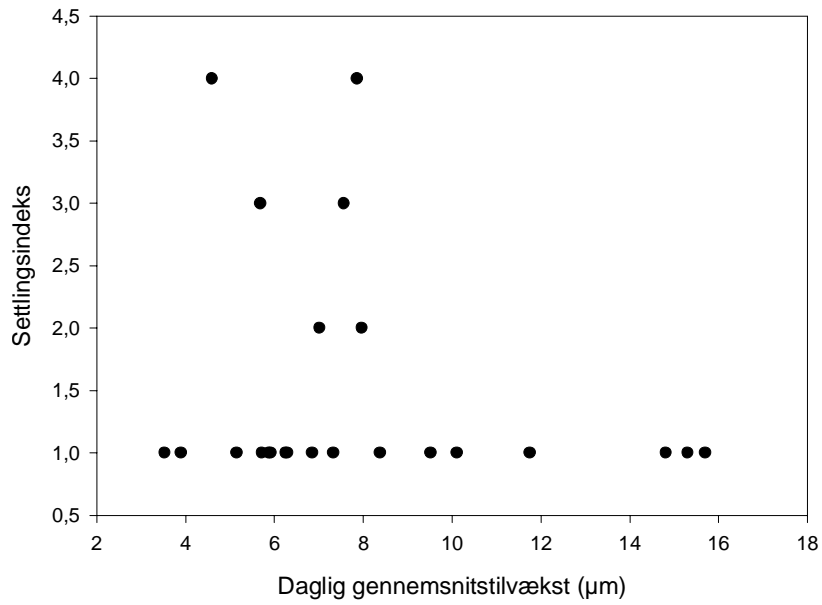


Figur 5.13. Sammenhængen mellem daglig gennemsnitsvækst og settlingsindeks for larvekuldene gydt af moderøsters fra Nisum bredning i 2003.



Figur 5.14. Sammenhængen mellem daglig gennemsnitsvækst og settlingsindeks for larvekuldene gydt af moderøsters fra Sallingsund i 2003.



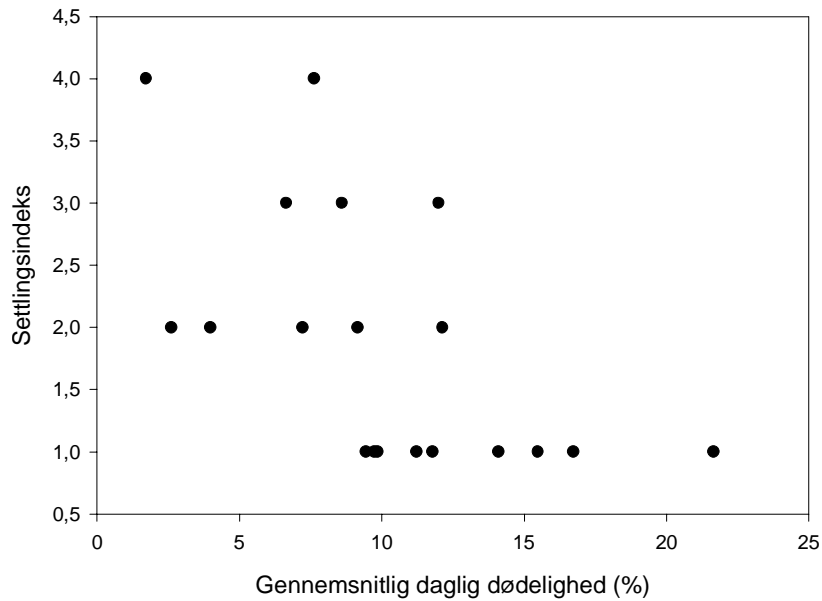


Figur 5.15. Sammenhængen mellem daglig gennemsnitstilvækst og settlingsindeks for larvekuldene gydt af moderøsters fra Sallingsund i 2003.

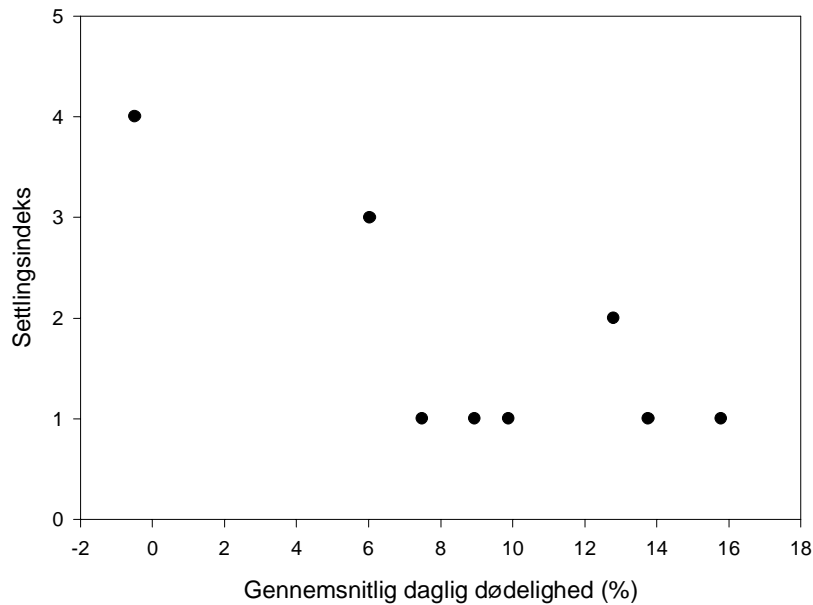
### 5.5.2 Studie af larveoverlevelse 2003

Med henblik på en evt. fastlæggelse af årsagen til de høje dødelighedsrater, er sammenhængen mellem vækst og dødelighed analyseret (figurer 5.16 til 5.18). Af analyserne ses det (som det må forventes), at lave dødeligheder i perioden fra dag 1 til 11 er korreleret til de bedste settlinger. Det kan næppe overraske, idet en succesfuld settling netop kræver mange til rådighed værende larver.

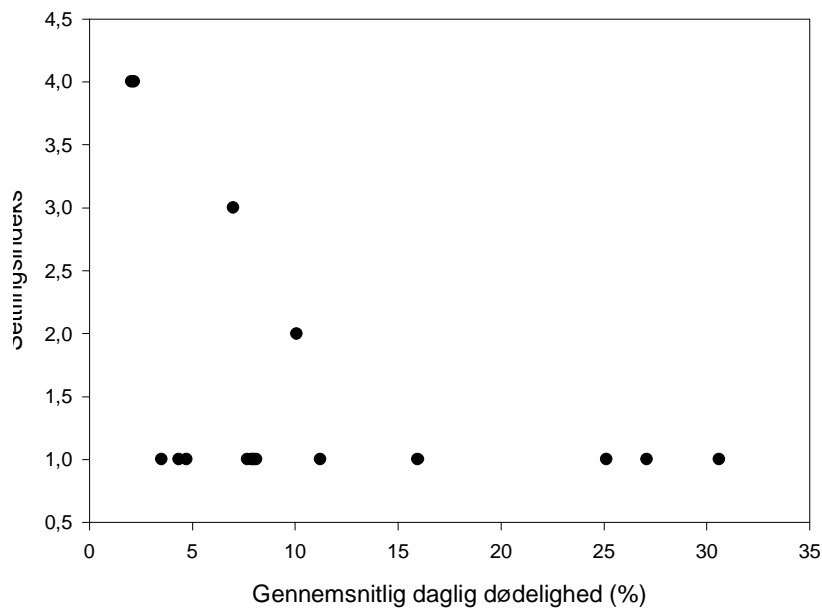
Nissum Bredning



Figur 5.16. Sammenhængen mellem daglig gennemsnitsdødelighed i procent og settlingsindeks for larvekuldene gydt af moderøsters fra Nissum bredning i 2003.



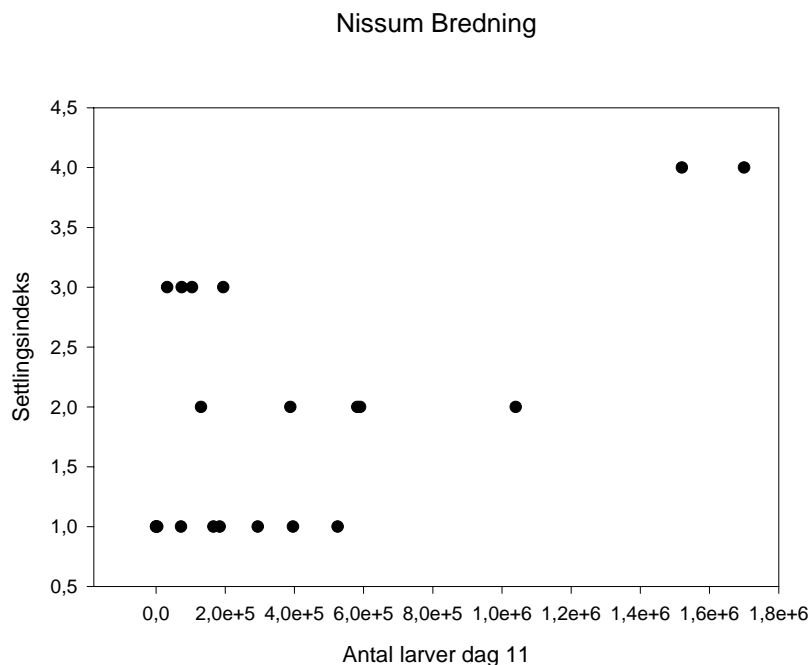
Figur 5.17. Sammenhængen mellem daglig gennemsnitsdødelighed og settlingsindeks for larvekuldene gydt af moderøsters fra Sallingsund i 2003.



Figur 5.18. Sammenhængen mellem daglig gennemsnitsdødelighed og settlingsindeks for larvekuldene gydt af moderøsters fra DSC siloen i 2003.

For at fastslå, hvorvidt det kun er larveantallet dag 11, der afgør om det bliver en god settling er sammenhængen mellem antal larver dag 11 og settlingsindekset for larvekuldene fra Nissum bredning vist i Figur 5.19. Det fremgår at de 2 settlinger med settlingsindeks 4 var de største hold som var til rådighed. Det fremgår dog også, at de 4 settlinger der er blevet kategoriseret lige under indeks 4 – altså indeks 3 alle

kommer fra larvekuld med et lavt antal larver til rådighed dag 11. Der er derfor ikke tale om en klar tendens til, at setlingsindekset entydigt hænger sammen med antal larver til rådighed dag 11 for alle niveauer af indekset. Dette viser, at der kan forekomme gode settlinger i tanke med få larver og giver derfor ikke anledning til anvisninger om at kassere mindre hold.



Figur 5.19. Antal larver der er tilbage i tanken dag 11 sammenholdes med det setlingsindeks som de pågældende kulturer har fået tildelt.

### 5.5.3 Sammenhængen mellem vækst og overlevelse

Canadiske opdrætserfaringer har vist, at en velegnet metode til estimering af et larvekulds kvalitet, er den daglige tilvækst. I praksis foregår dette ved, at larvernes skallængde måles dagligt i forbindelse med det almindelige tilsyn af kulturerne. Det canadiske succeskriterium var en daglig tilvækst på omkring 15  $\mu\text{m}$ . Dette vurderes at være højt i betragtning af at larverne på 11 dage skal vokse fra 170  $\mu\text{m}$  til 280  $\mu\text{m}$  – altså kun 10  $\mu\text{m}/\text{dag}$  i gennemsnit. Svenske undersøgelser viser en gennemsnitstilvækst på 4,7 til 12,3  $\mu\text{m}/\text{dag}$  for de første fire dage efter frigivelse fra moderøstersen.

Metoden kompliceres også af, at larver kan opholde sig i vandfasen betydeligt længere end de 11 dage. Der er mange eksempler fra 2003 på fritsvømmende larver efter dag 17 og enkelte hold nåede over 20 dage. Disse hold kan ikke forventes, at opretholde en væksthastighed på 10  $\mu\text{m}/\text{dag}$ . Hvorvidt langsomtvoksende larver er karakteriseret ved høj dødelighed, og derved bør kasseres på et tidligt tidspunkt er belyst ved at sammenholde den gennemsnitlige daglige tilvækst og dødelighed (Fig. 5.20)

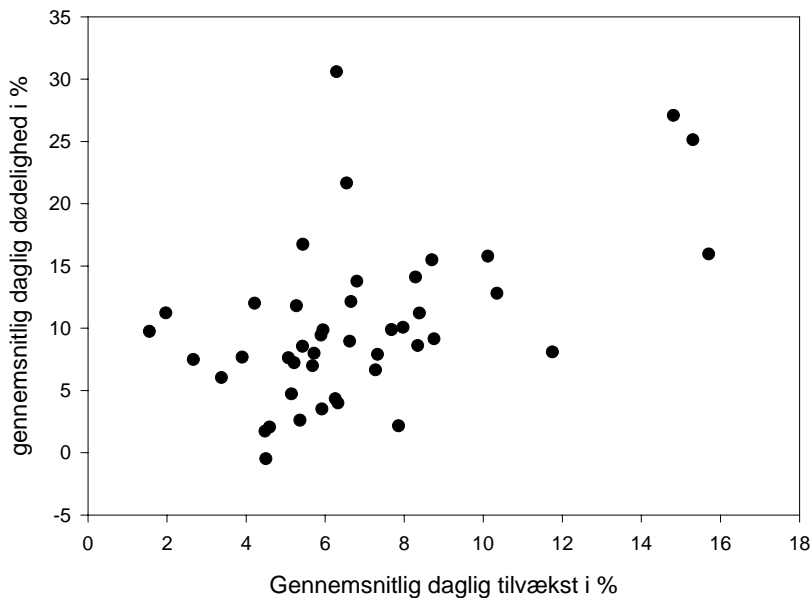


Fig. 5.20. Den gennemsnitlige daglige tilvækst af larvekuldene fra 2003 sammenholdt med den gennemsnitlige daglige dødelighed som hvert kuld oplevede.

Det fremgår af figur 5.20 at der ikke er en sammenhæng mellem gennemsnitlig daglig tilvækst og gennemsnitlig daglig dødelighed. Der er dog en række forbehold som bør vægtes for at undgå en mistolkning af data. De opnåede vækstdata er baseret på de i tanken til rådighed værende larver. Larverne bliver flere gange i forløbet filtreret vha. planktonflug og de mindste larver kasseres. Dette påvirker selvsagt størrelsesfordelingen af larverne og derfor også vækstestimerne. Hvis der forekommer sygdom i en tank og denne primært rammer svækkede larver med en i forvejen ringere størrelse, vil disse forsvinde ned på bunden af tanken. Størrelsesestimatet vil herved blive forskudt opad, og det vil se ud som om denne batch vokser hurtigere. Det der kan være sket er med andre ord at de mindre larver blot er forsvundet.

I kultur vil størrelsesestimatet nu en gang blive baseret på de larver der er i kulturen, og det er derfor dette estimat, som kan anvendes i en vurdering af tankens tilstand. I denne forbindelse må det konstateres, at der i 2003 ikke var nogen sammenhæng mellem vækst og overlevelse af larvekuldene.

#### 5.5.4 Studie af konditionsindeks 2003

Der har i samtlige gydesæsoner i såvel nærværende projekt (2002-2004) som i det foregående (1999-2001) været store mængder larver til rådighed for opdrættet. Det har alle år været muligt, at forsyne anlægget med over 100 millioner larver. Enkelte år har disse mængder ikke været nået, men det har været forårsaget af ønsker om færre larver til rådighed og ikke manglende mulighed for at få dem.

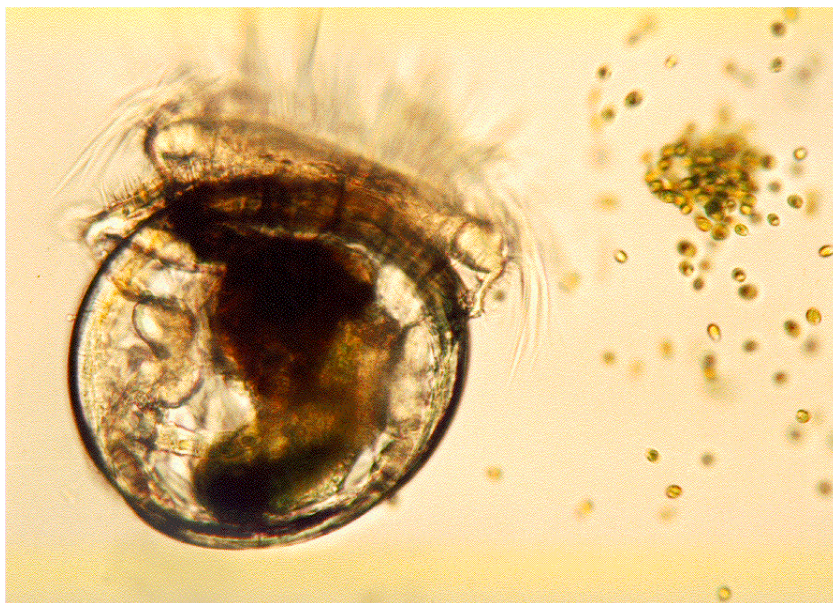
Opdrætsforløbet er ressourcekrævende og kobles dette til den svingende og generelt lave overlevelse af larverne, har dette affødt overvejelser om, hvorvidt det kunne være muligt at udvælge larvekuld med højt overlevelsespotentiale tidligt i processen.

I forbindelse med de daglige registreringer af vækst og overlevelse, er der derfor i 2003 gennemført registreringer af larvernes kvalitet (fitness) og foderstand.

Registreringerne er gennemført ved hjælp af stereolup. Registreringen af fitness er baseret på et skøn over larvernes aktivitetsmønster. Larver med lavt fitness ligger passive på bunden med lukkede skaller. Højere fitness kræver at velum er ført ud mellem skallerne og at cilierne er aktive (Figur 5.21). De højeste fitnessregistreringer opnås af larver som aktivt svømmer hurtigt og i lige linie op under overfladen. De bedste larvekuld er karakteriseret ved, at langt størsteparten af larverne befinder sig lige under overfladen med velum udspilet og i berøring med overfladefilmen.

Foderindekset registreres ligeledes vha. stereolup. Det er muligt at se gennem larveskallen vha. underlys. Fødeemner i mave-tarmsystemet vil være synlige (figur 5.21), og mave-tarmsystemets fyldningsgrad kan registreres.

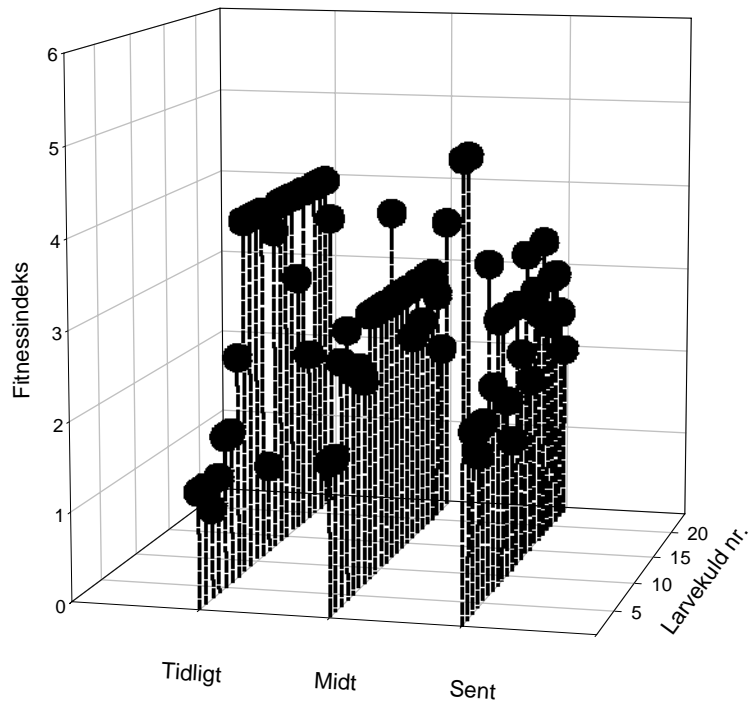
Der er i såvel registreringer af fitnessindeks som foderindeks anvendt en skala fra 1 til 5 hvor 1 er den dårligste, og 5 den bedste gruppe.



*Figur 5.21. En østerslarve set i mikroskop. Det er muligt at se gennem larveskallen og derved estimere evt. fodermængde i larven. Det er desuden muligt, at registrere larvens aktivitetsniveau, primært ud fra velums og de herpå placerede ciliers aktivitet.*

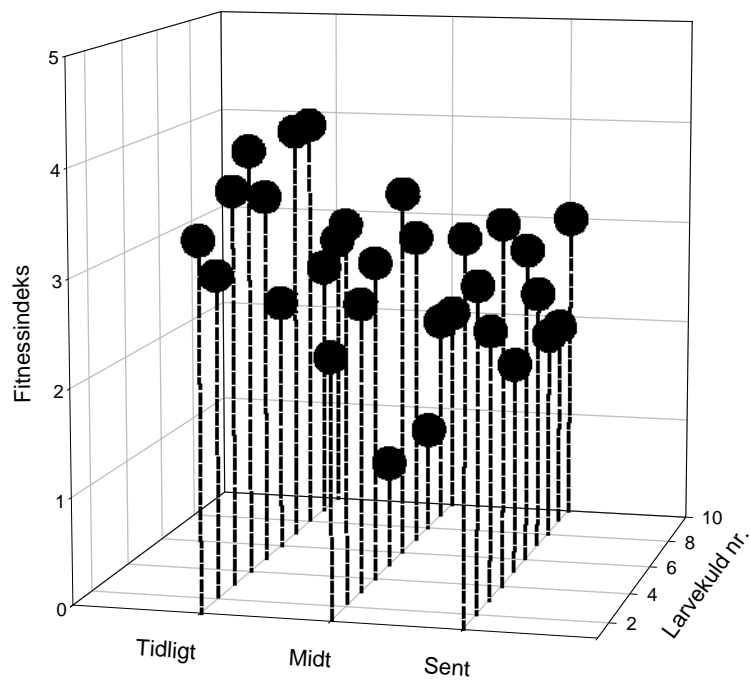
Fitnessindeks for østerslarver stammende fra moderdyr fisket i Nissum bredning viser et lavt fitnessindeks gennem hele larveforløbet for de første ca. 7 hold (Figur 5.22).

Fra hold 8, som blev gydt primo april, er fitnessindekset tidligt i larveforløbet generelt høj. De første kuld herefter har et endnu højere fitnessindeks sent i larvefasen og disse hold førte også til gode settlinger. De senere hold starter med et fitnessindeks omkring på  $3,6 \pm 0,9$  hvorefter den falder gennem larvefasen til  $2,7 \pm 0,6$ . For larvekuldene som helhed falder fitnessindekset ikke (primo  $3,0 \pm 1,2$  til ultimo  $2,8 \pm 0,9$ ). Dette skyldes de lave fitnessværdier for de første kuld tidligt i larvefasen.



Figur 5.22. Fitnessindeks for larvekuld fra Nissum bredning, 2003, hhv. tidligt, midt og sent i larvefasen.

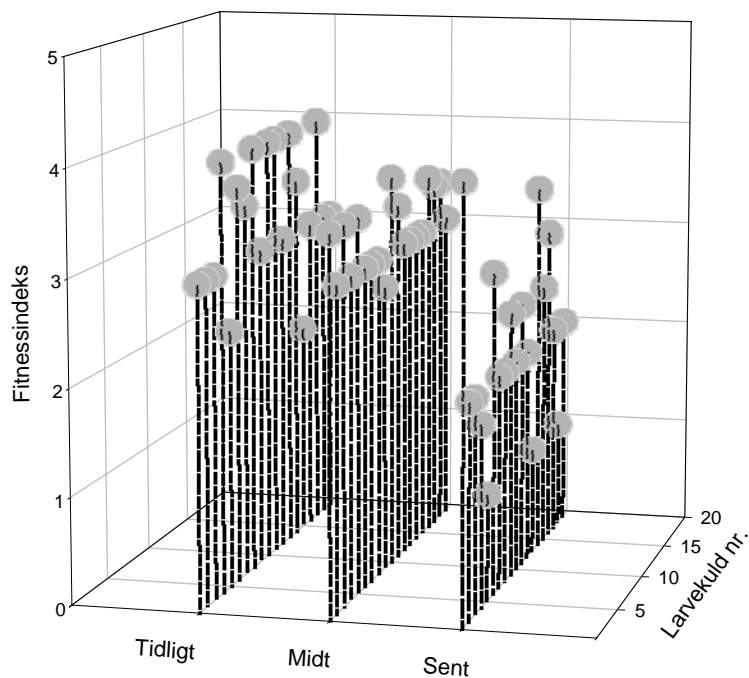
Fitnessindeks for østerslarver stammende fra moderdyr, som har overvintret i østersmoduler (type Suspension 1000) i Sallingsund, viser ligeledes lavere fitnessindeks for de første holds vedkommende (Figur 5.23). De senere hold viser højere initiale fitnessindeks. Også i dette tilfælde er der en generel tendens til faldende fitnessindeks fra tidligt (fitnessindeks =  $3,3 \pm 0,6$ ) til sent i larveforløbet (fitnessindeks =  $2,7 \pm 0,6$ ).



Figur 5.23. Fitnessindeks for larvekuld fra Sallingsund, 2003, hhv. tidligt, midt og sent i larvefasen.

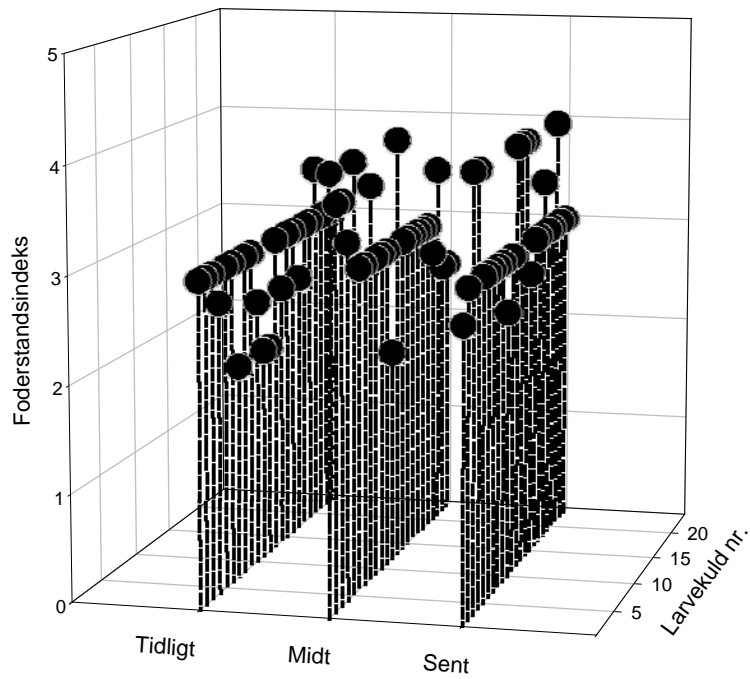
Østerslarver stammende fra østers, som havde overvintret i de 300 m<sup>3</sup> landbaserede tanke (siloe) ved Dansk Skaldyrcenter, var også karakteriseret ved lave fitnessindeks tidligt i larveforløbet for de første kulds vedkommende (Figur 5.24). Senere kuld havde samme overordnede forløb som blev set for larver stammende fra østers fra andre lokaliteter – et generelt faldende fitnessindeks gennem larveforløbet fra et gennemsnit på 3,3 til 2,1.



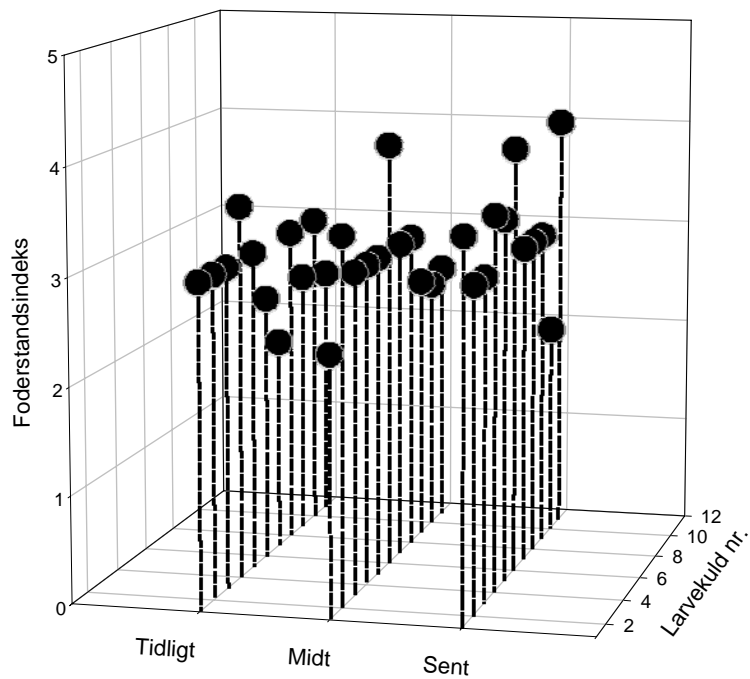


Figur 5.24. Fitnessindeks for larvekuld fra DSC siloen, 2003, hhv. tidligt, midt og sent i larvefasen.

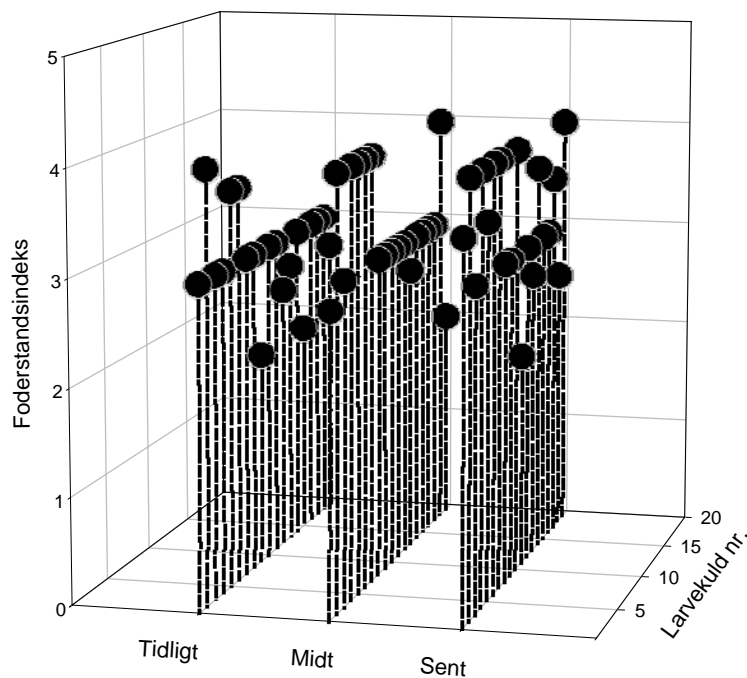
Foderindeks ligger generelt højt og med en svagt (ikke statistisk signifikant) stigende tendens gennem larveforløbet (Figur 5.25 til 5.27). Det er væsentligt, at der for langt størsteparten af registreringerne kan konstateres en god fyldningsgrad af mave-tarm. Dette betyder at larverne ikke sulter. Der er tilsyneladende tilstrækkeligt med føde i vandet til alle tider, og larverne er i stand til at indtage føden. Dette bør også forventes idet planktonmængderne i systemet ligger adskillige dekader over de mængder der findes naturligt i fjorden. Årsagen til de høje dødeligheder i larvefasen kan derfor næppe tilskrives fødemængden, men må søges i næringssammensætningen eller helt andre forhold.



Figur 5.25. Foderindeks for larvekuld fra Nisum bredning, 2003, hhv. tidligt, midt og sent i larvefasen.



Figur 5.26. Foderindeks for larvekuld fra Sallingsund, 2003, hhv. tidligt, midt og sent i larvefasen.



Figur 5.27. Foderindeks for larvekuld fra DSC siloen, 2003, hhv. tidligt, midt og sent i larvefasen.

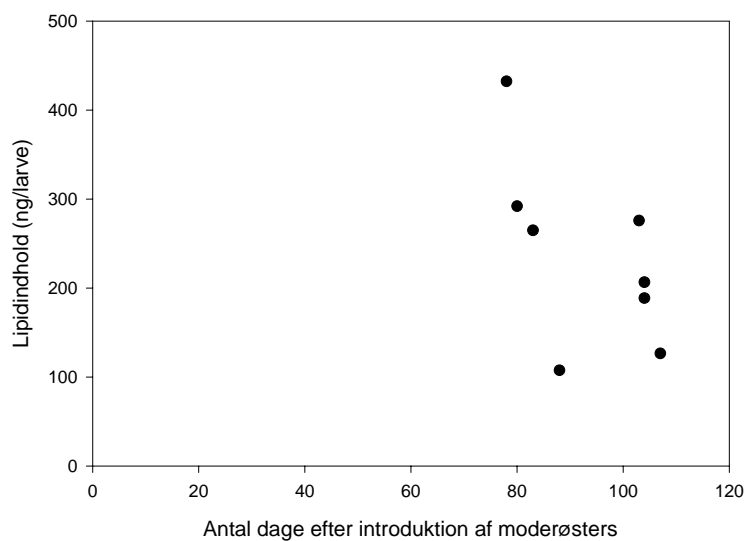
### 5.5.5 Studie af larveernæring 2003

#### Konditioneringsperiodens betydning for larvernes fedtindhold

Der blev i produktionssæsonen 2003 overført moderøsters til anlægget 7 gange (Tabel 4.2). Første hold blev overført den 12. december 2002 fra Nissum Bredning. Efterfølgende blev det tilstræbt at overføre østers til anlægget holdvis således at der blev overført østers fra de 3 lokaliteter på samme tid. Hvert af holdene 2-7 repræsenterer således overførsler af østers fra de 3 lokaliteter til moderøstersanlægget.

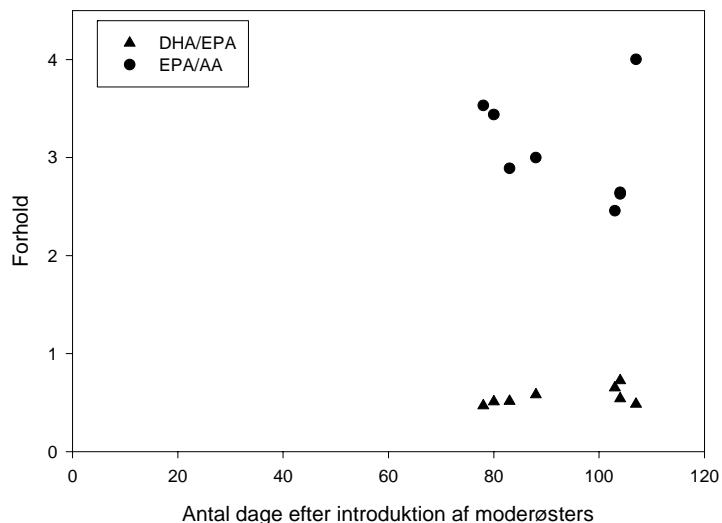
Det er tydeligt at konditioneringsperioden før første gydning afhænger af hvornår østers blev overført til anlægget (Figur 5.28 til 5.39), således gik der 80 dage før østers overført medio januar (hold 2) gydede første gang (Figur 5.28). Østers som blev overført om sommeren (hold 7) gydede umiddelbart efter at være blevet introduceret i anlægget (Figur 5.38).

Den totale mængde lipid pr. larve varierer meget mellem holdene, og der er ikke noget som tyder på at der sker en forbedring af larvernes Lipidindhold fra første til sidste gydning (figur 5.28 til 5.39)



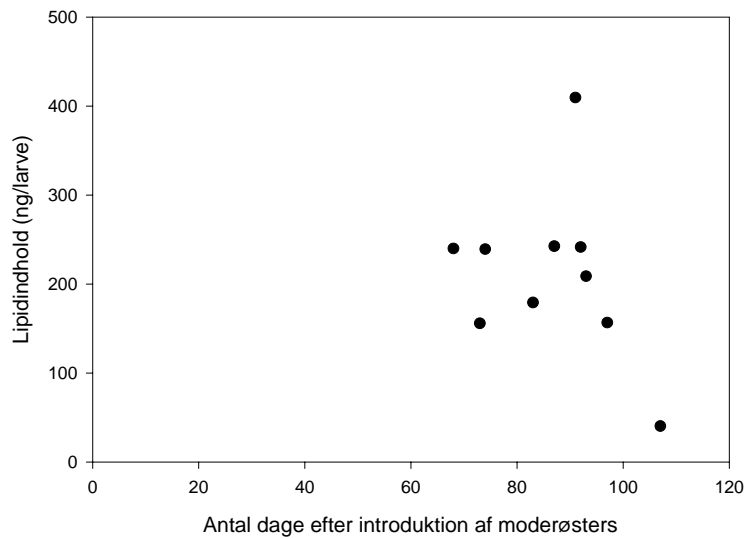
Figur 5.28. Lipidindhold i larver fra moderøstershold 2.

Med hensyn til forholdene mellem væsentlige fedtsyrer hhv. DHA, EPA og AA ligger EPA indholdet relativt lavt (eks. figur 5.29). Det normale hos marine organismer er at dette forhold ligger på omkring 2. Det er dog ikke tilfældet i nyere svenske undersøgelser hvor DHA/EPA forholdet ligeledes lå på omkring 1. Der er en svag tendens til at DHA/EPA øges fra første til sidste gydning. Dette kan skyldes fodringen med *Isochrysis* som er rig på DHA.



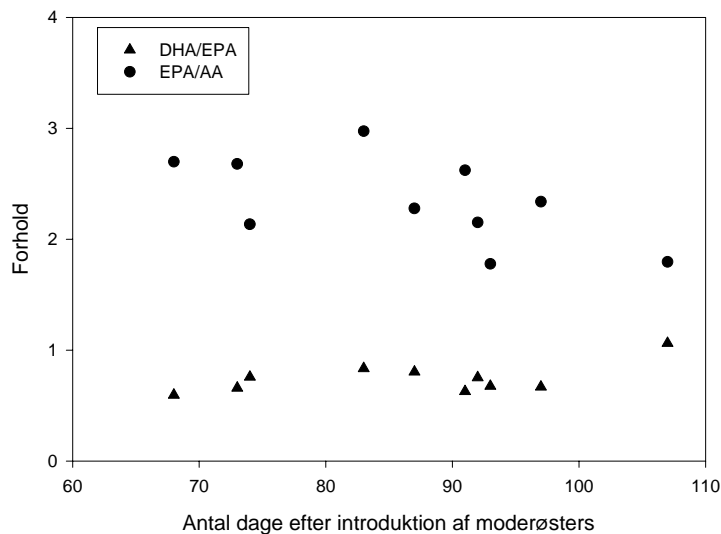
Figur 5.29. DHA/EPA og EPA/AA forhold hos larver fra moderøsters hold 2.

Hold 3 gydede første gang efter 65 dage (Figur 5.30 og 5.31). Dette er som forventet tidligere end hold 2. Lipidindholdet ligger på samme niveau som hold 2 og det ændres ikke under konditioneringsperioden.



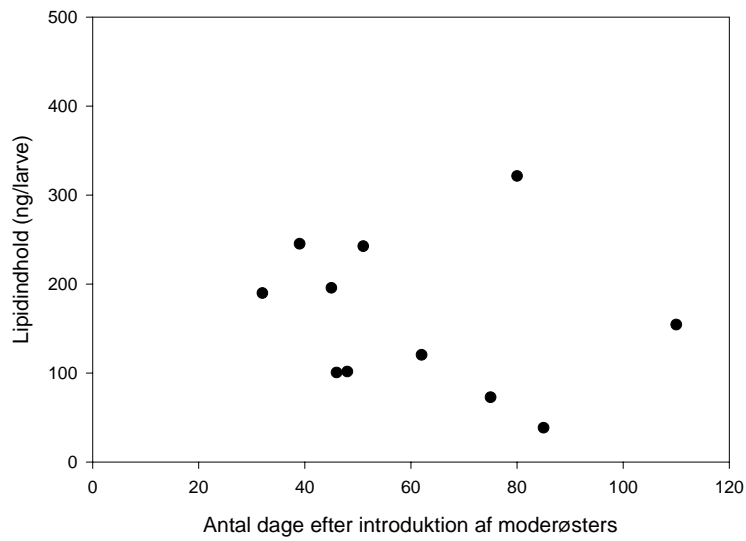
Figur 5.30. Lipidindhold i larver fra moderøstershold 3.

Forholdene mellem de specifikke væsentlige fedtsyrer ændres for EPA/AA forholdets vedkommende idet dette forhold falder (Figur 5.31). Dette kan igen skyldes rigelig anvendelse af *Isochrysis* idet denne alge har et meget lavt indhold af EPA.

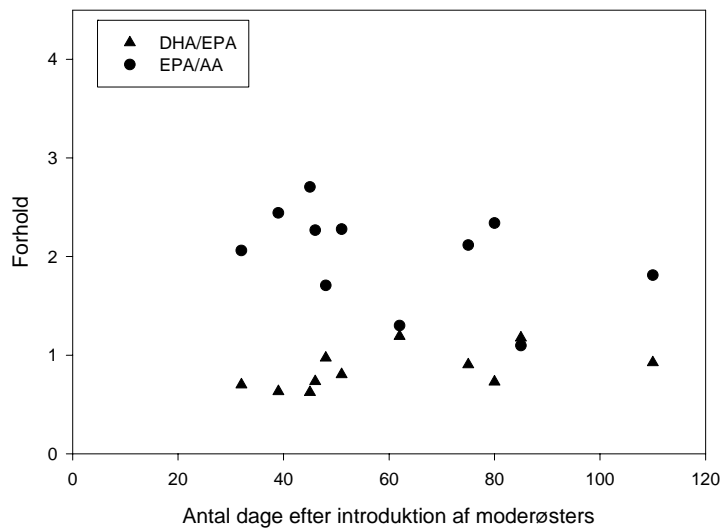


Figur 5.31. DHA/EPA og EPA/AA forhold hos larver fra moderøsters hold 3.

Hold 4 gyder igen som forventet tidligere end holdene før (Figur 5.32 og 5.33). Lipidindholdet ser ud til at være det samme som tidligere og igen er der en tendens til faldende EPA/AA forhold og stigende DHA/EPA forhold, som igen formodes at skyldes anvendelsen af *Isochrysis*.

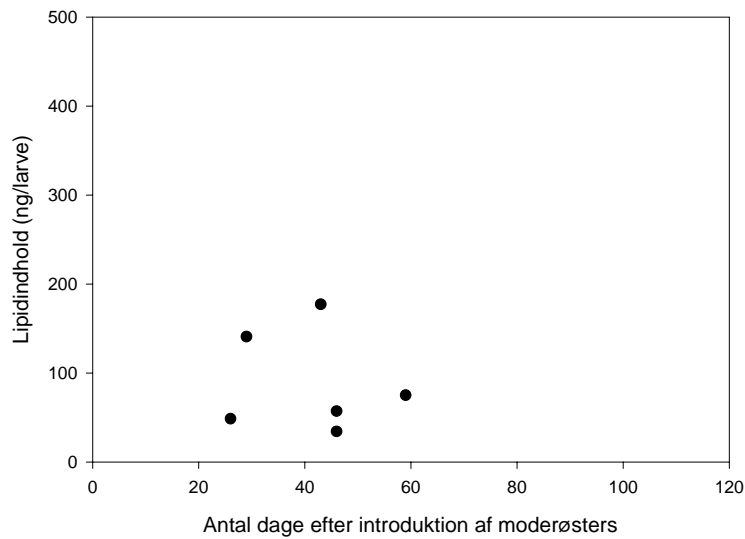


Figur 5.32. Lipidindhold i larver fra moderøstershold 4.



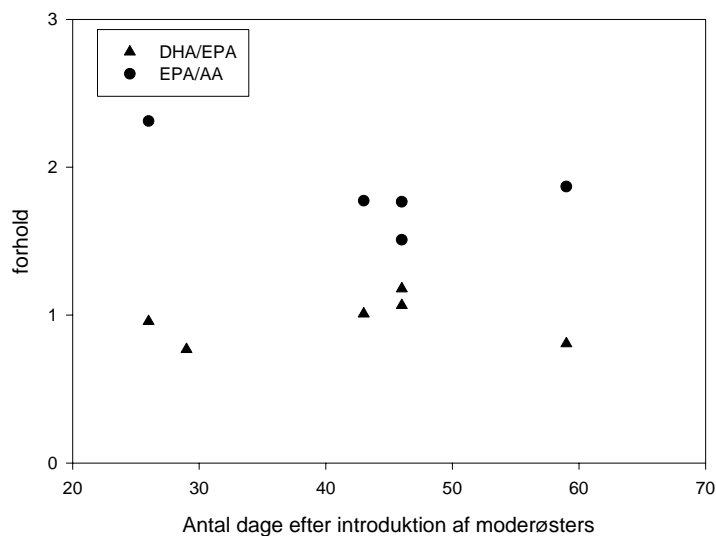
Figur 5.33. DHA/EPA og EPA/AA forhold hos larver fra moderøsters hold 4.

Hold 5 var kendetegnet ved et lavere antal gydninger (6 stk.), (Figur 5.34 og 5.35). Konditioneringsperioden var ca. 3 uger og lipidindholdet var igen varierende og uafhængigt af konditioneringsperioden.



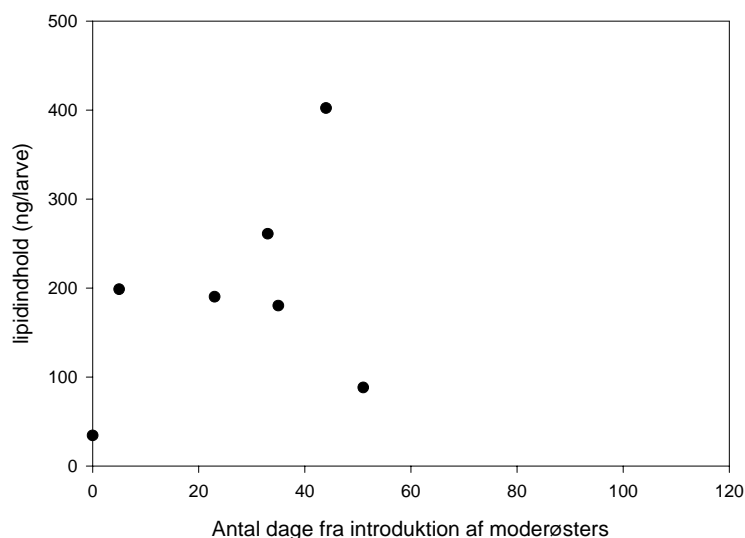
Figur 5.34. Lipidindhold i larver fra moderøstershold 5.

DHA/EPA indholdet er på omkring 1 (Figur 5.35). Dette er dobbelt så højt som hos hold 2 og tyder på en forbedret ernæringstilstand hos sommergydende østers sammenlignet med de tidligt kunstigt modnede individer.



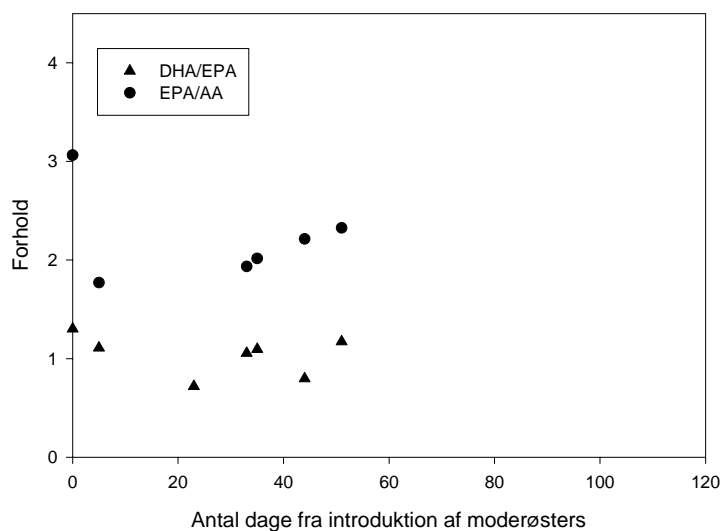
Figur 5.35. DHA/EPA og EPA/AA forhold hos larver fra moderøsters hold 5.

Hold 6 gyder umiddelbart efter introduktion i tankene (Figur 5.36 og 5.37). Der er nu tale om gydning uden effekt af konditionering. Alligevel er der ikke noget der tyder på ændrede indhold af fedtsyremængder.



Figur 5.36. Lipidindhold i larver fra moderøstershold 6.

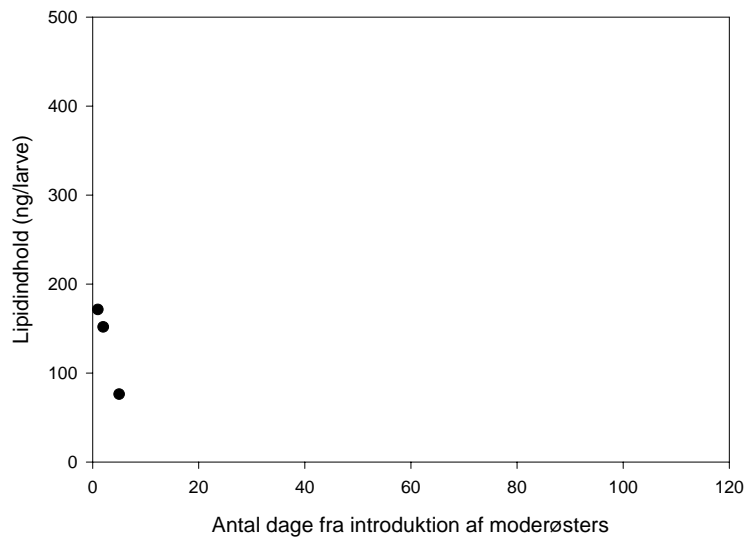
DHA/EPA indholdet er igen omkring 1 (Figur 5.37). Dette tyder på, at det er det forhold man må forvente hos østers i naturen. Forholdet ændrer sig ikke i den halvanden måned hvor de pågældende moderøsters befinder sig i klækkeriet.



Figur 5.37. DHA/EPA og EPA/AA forhold hos larver fra moderøsters hold 6.

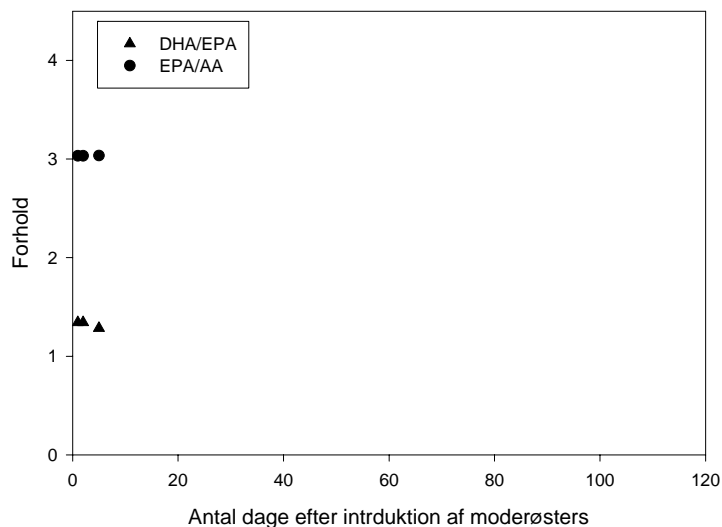
Hold 7 gav kun 3 gydninger (Figur 5.38 og 5.39) . Dette er overraskende men kan tyde på at østers allerede har gydt i naturen og de 3 gydninger, der finder sted inden for få dage efter at moderøsters er overført til anlægget er de absolut sidste gydninger det år og er et resultat af den stress som fiskeriet og transporten har forårsaget.





Figur 5.38. Lipidindhold i larver fra moderøstershold 7.

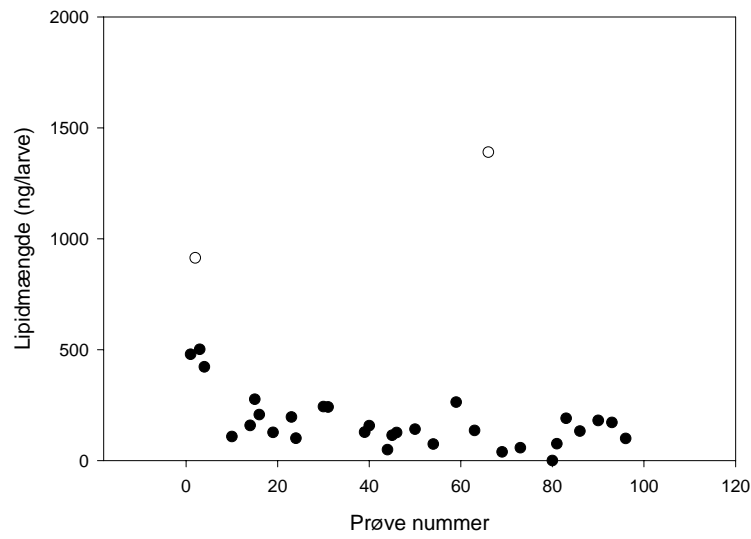
DHA/EPA forholdet ligger nu over 1 (Figur 5.39), og EPA/AA forholdet ligger ligeledes højere end tidligere observeret. Dette burde derfor være de bedste larver set fra et ernæringsmæssigt synspunkt, men ingen af de 3 hold klarede sig igennem til settling.



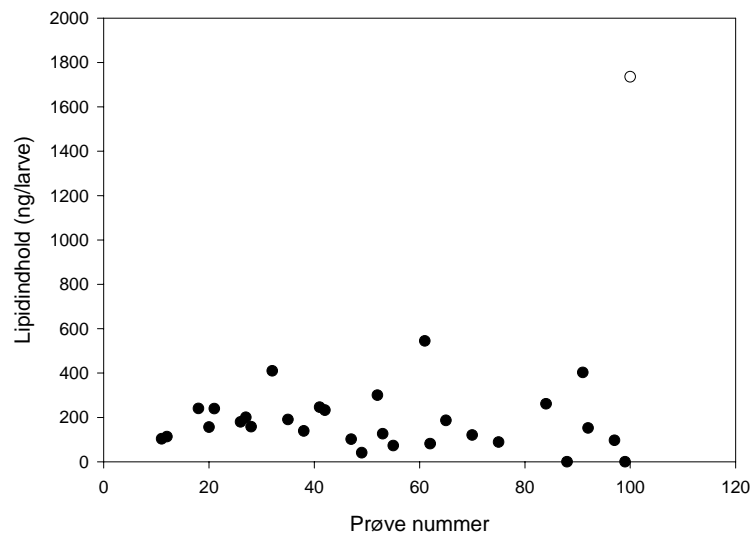
Figur 5.39. DHA/EPA og EPA/AA forhold hos larver fra moderøsters hold 7.

Det totale lipidindhold i larverne kan opdeles i to grupper hhv. de polære og de neutrale lipider. De polære lipider har primært strukturelle funktioner og indgår bl.a. i cellemembraner. De neutrale lipider er oplagsnæring. I nærværende projekt er de to fedtsyregrupper ikke adskilt. Nedenstående figurer viser derfor den totale mængde lipid i østerslarverne.

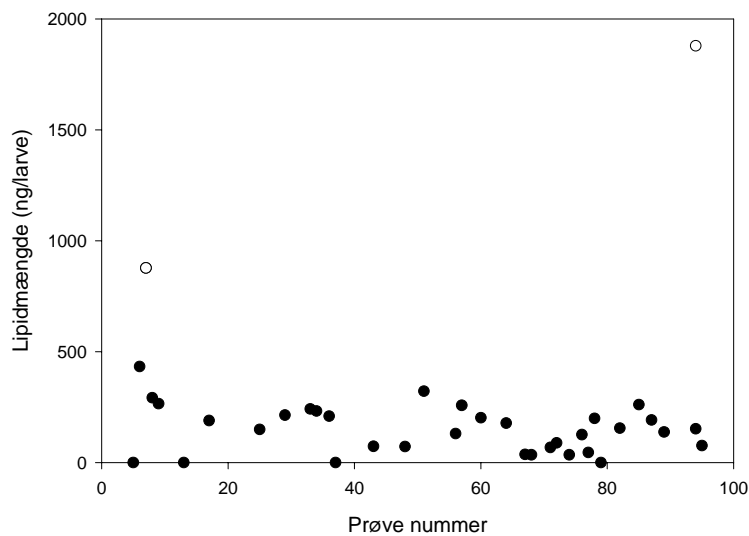
Det gennemsnitlige lipidindhold pr. larve ligger på omkring 200 ng/larve (Figur 5.40 til 5.42) og der er ikke forskel på lipidindholdet mellem lokaliteterne. Prøvenumrene strækker sig over prøver udtaget fra primo februar til medio august. Der er ikke noget der tyder på at fedtindholdet ændrer sig med tiden. Derimod er der stor variation mellem fedtindholdet fra larvekuld til larvekuld.



Figur 5.40. Lipidmængde i larver fra moderøsters fisket i Nissum Bredning. Datapunkter markeret med hvid cirkel er ikke medtaget i gennemsnitsberegningen (se tekst).

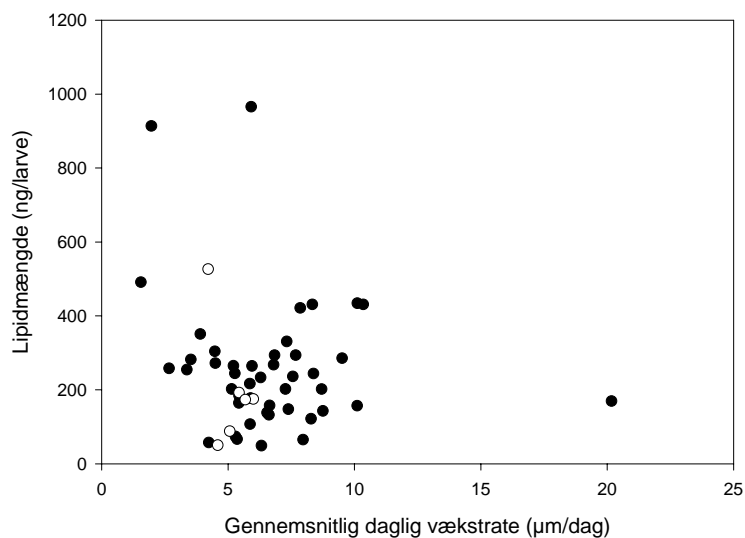


Figur 5.41. Lipidmængde i larver fra moderøsters konditioneret i Sallingsund. Datapunkter markeret med hvid cirkel er ikke medtaget i gennemsnitsberegningen (se tekst).



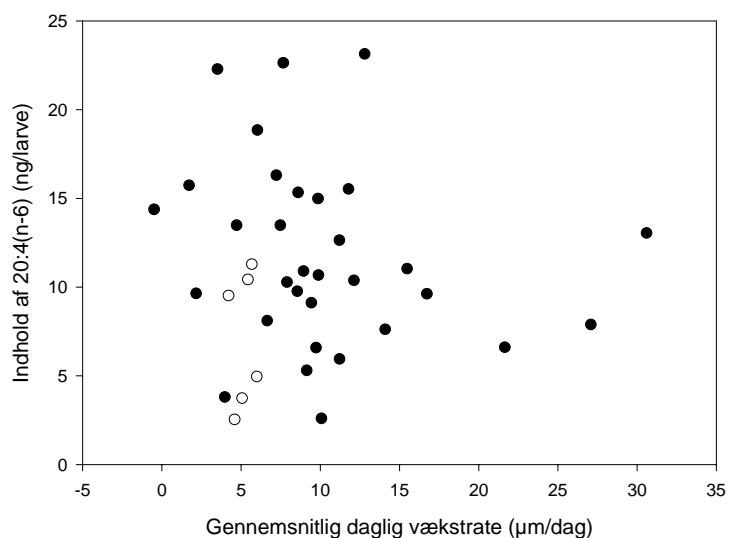
Figur 5.42. Lipidmængde i larver fra moderøsters konditioneret i DSC's silo. Datapunkter markeret med hvid cirkel er ikke medtaget i gennemsnitsberegningen (se tekst).

Sammenlignes larvernes vækstrate – dvs. den gennemsnitlige daglige vækstrate fra dag 1-11, med larvernes lipidindhold er der ikke nogen sammenhæng mellem lipidindhold og vækstrate (Figur 5.43 til 5.48). De larvekuld som førte til de 6 bedste settlinger i 2003 er markeret på figuren, og der er ikke noget, der tyder på at disse kuld adskilte sig fra de resterende med hensyn til fedtindhold.



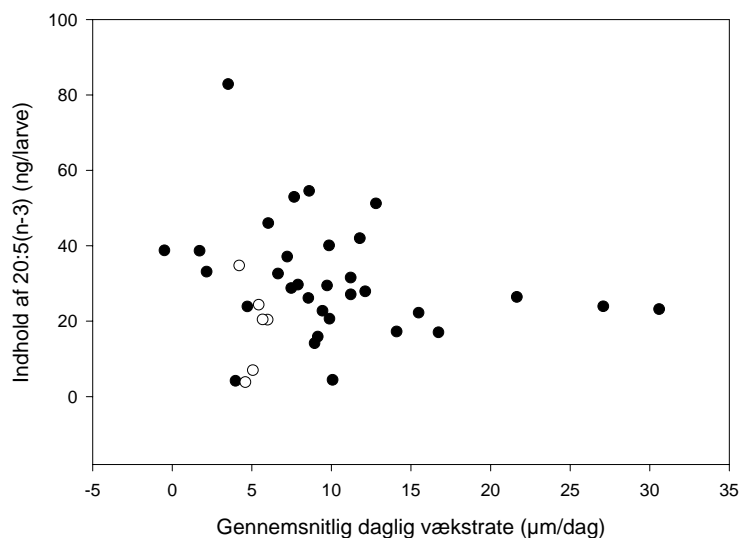
Figur 5.43. Sammenhængen mellem larvernes vækstrate og lipidmængde. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

Sammenlignes mængden af fedtsyren 20:4(n-6) også kaldet AA eller ARA er der igen ingen sammenhæng mellem indholdet af AA og vækstraten (Figur 5.44) Larvekuldene med den bedste settling adskiller sig ikke fra de resterende ved at have et særskilt højt indhold af AA. Der er snarere en tendens til at de succesfulde larvekuld har et lavt indhold af AA.



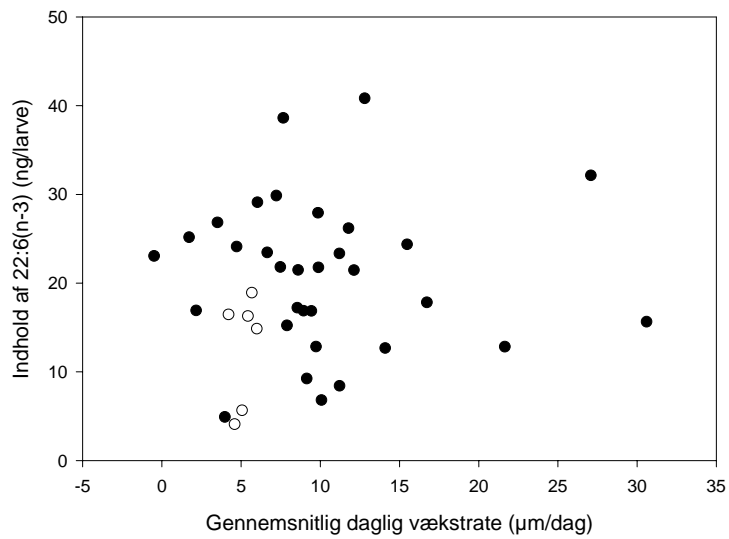
Figur 5.44. Sammenhængen mellem larvernes vækstrate og indhold af fedtsyren 20:4(n-6). Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

Sammenholdes mængden af fedtsyren 20:5(n-3), også kaldet EPA, er der igen ikke nogen sammenhæng mellem indholdet af EPA og larvernes vækstrater (Figur 5.45). Igen adskiller de mest succesfulde larvekuld sig ikke fra de resterende.



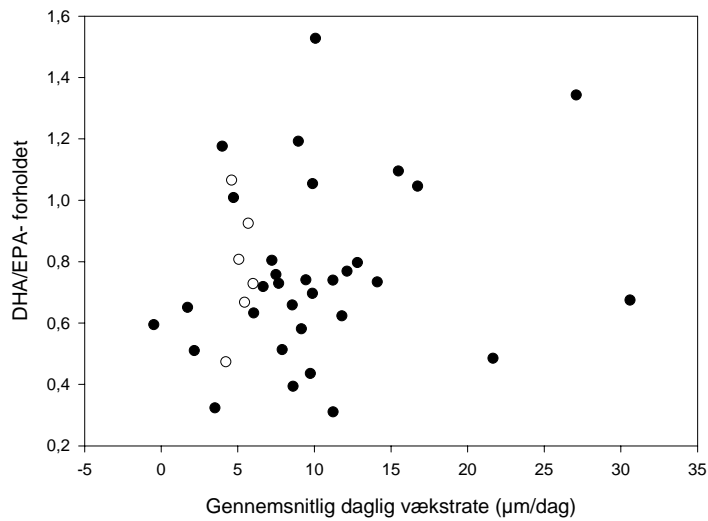
Figur 5.45. Sammenhængen mellem larvernes vækstrate og indhold af fedtsyren 20:5(n-3). Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

Sammenholdes indholdet af 22:6(n-3) også kaldet DHA med larvekuldernes vækstrater er der ingen sammenhæng mellem vækstrater og indhold af DHA (Figur 5.46). De mest succesrige larvekuld ser ud til at have relativt lave mængder DHA til rådighed, men det er ikke helt entydigt.

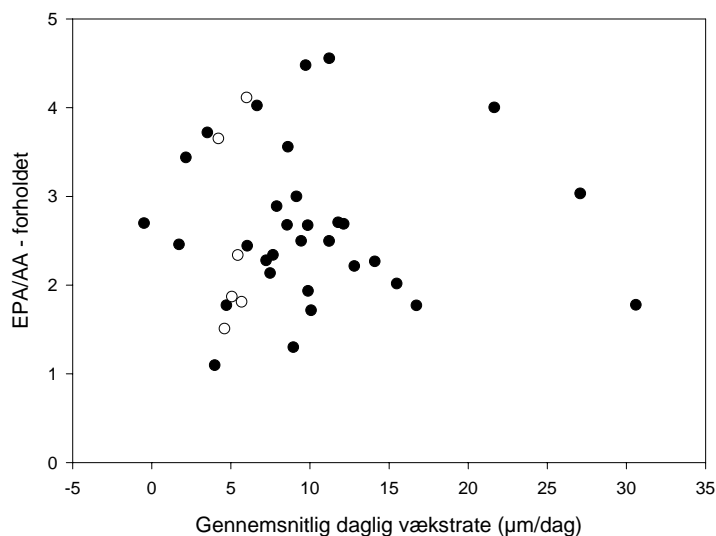


Figur 5.46. Sammenhængen mellem larvernes vækstrate og indhold af fedtsyren 22:6(n-3). Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

De ofte anvendte forhold mellem fedtsyrer hhv. DHA/EPA og EPA/AA ser ikke ud til at være korreleret til larvernes vækst (Figur 5.47 og 5.48). De mest succesfulde larvekuld ser heller ikke ud til at adskille sig fra de resterende hold mht. lipidforholdene.

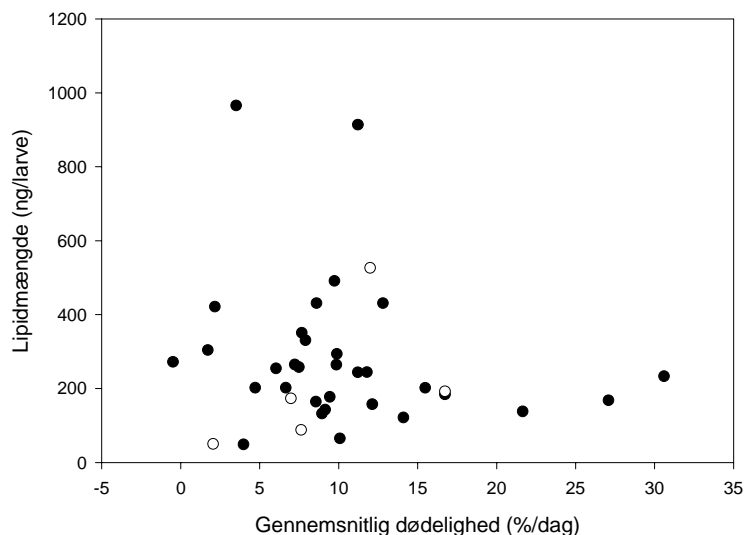


Figur 5.47. Sammenhængen mellem larvernes vækstrate og 22:6(n-3)/20:5(n-3) forholdet - også kaldet DHA/EPA. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.



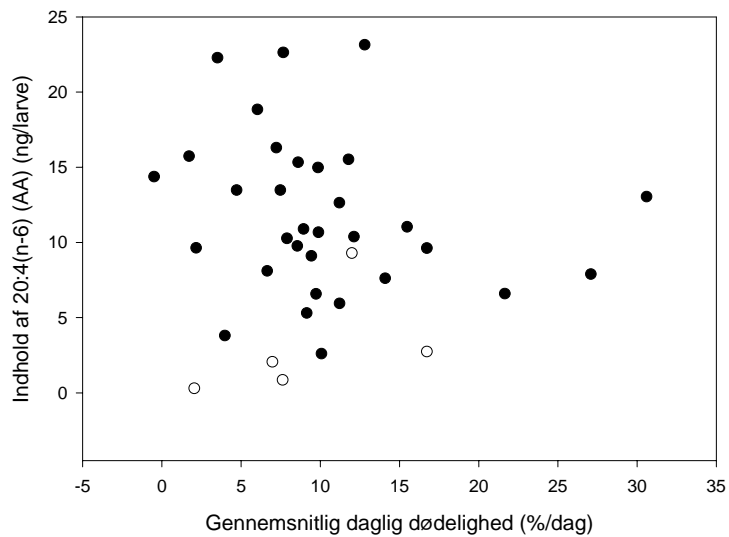
Figur 5.48. Sammenhængen mellem larvernes vækstrate og 20:5(n-3)/20:4(n-6) forholdet – også kaldet EPA/AA. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

Sammenlignes larvernes daglige gennemsnitlige dødelighed med det totale indhold af lipid pr. larve (Figur 5.49), er der ikke nogen sammenhæng mellem dødelighed og lipidindhold. De hold med højst settling er ikke repræsenteret ved en særlig lav eller for den sags skyld høj daglig dødelighed.



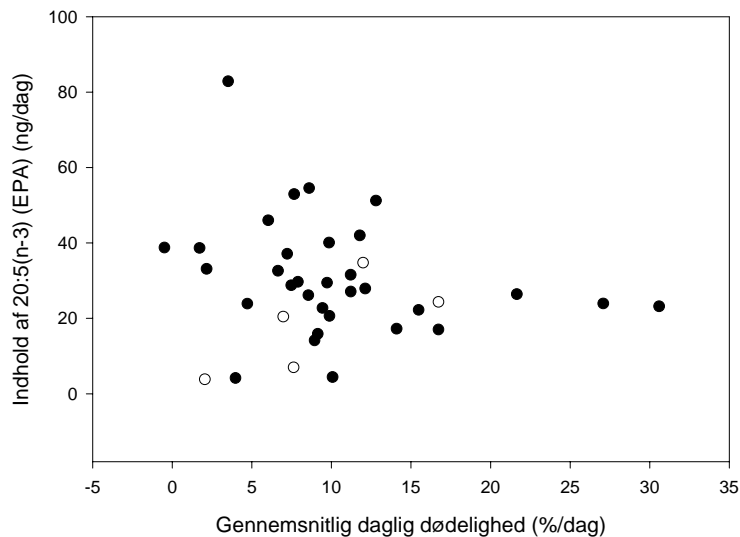
Figur 5.49. Sammenhængen mellem larvernes dødelighedsrate og lipidmængde. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

Sammenholdes larvernes indhold af AA med dødelighed (Figur 5.50)en er der igen ikke en entydig sammenhæng. Det ser dog ud til at larvekuldene med succesfuld settling har et lavt indhold af AA.



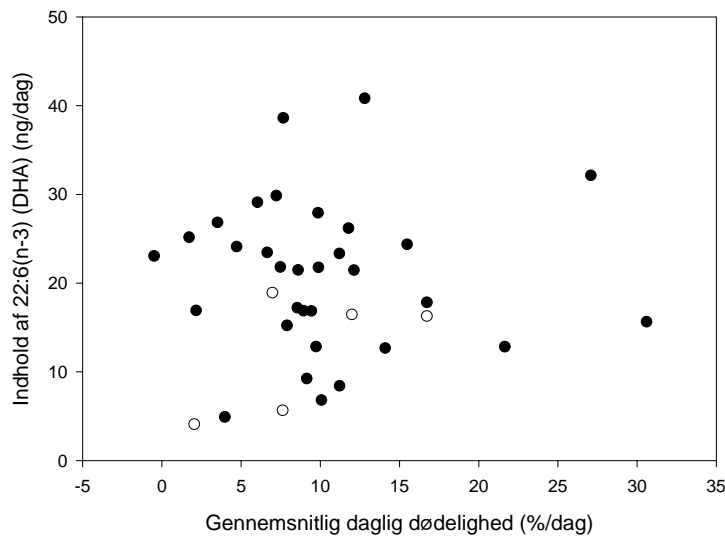
Figur 5.50. Sammenhængen mellem larvernes dødelighedsrate og indhold af fedtsyren 20:4(n-6)(AA). Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

For EPA's vedkommende er der ikke nogen sammenhæng mellem indhold af EPA og de dagligt registrerede dødeligheder for larvekuldene (Figur 5.51). De bedste larvekuld ser heller ikke ud til at adskille sig fra de mindre succesfulde.



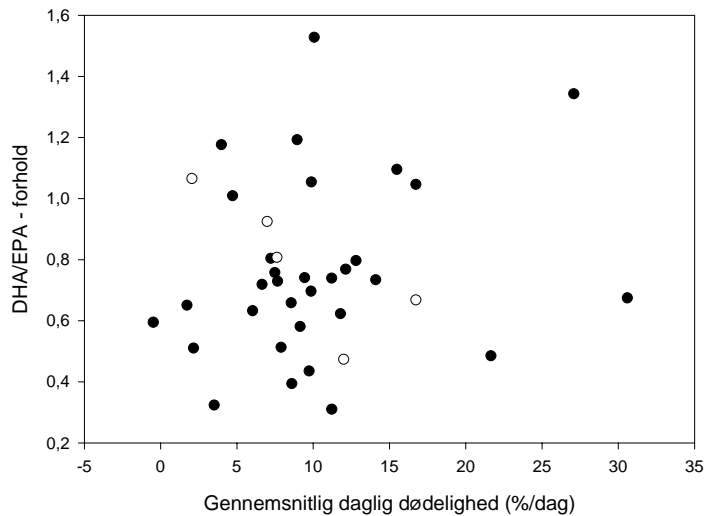
Figur 5.51. Sammenhængen mellem larverne dødelighedsrate og indhold af fedtsyren 20:5(n-3) (EPA). Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

DHA har tilsyneladende heller ikke indflydelse på larvernes dødelighed (Figur 5.52) og det ser ud som om at i hvert fald 2 af de bedste larvekuld havde lavt indhold af DHA.



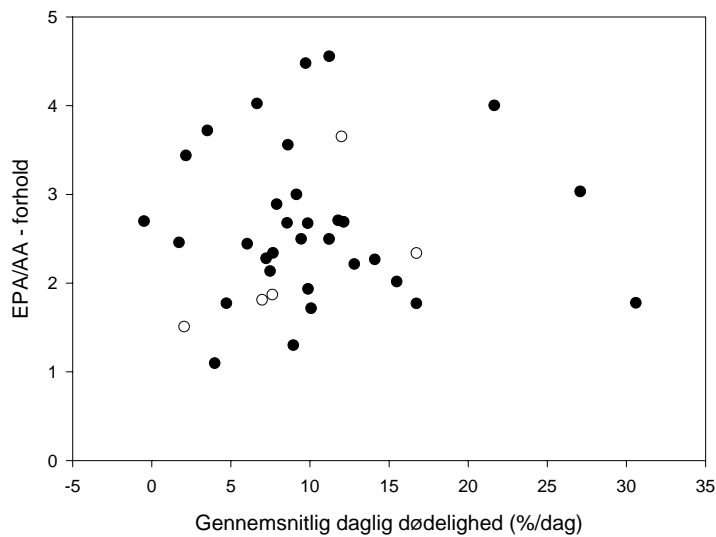
Figur 5.52. Sammenhængen mellem larvernes dødelighedsrate og indhold af fedtsyren 22:6(n-3) (DHA). Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede setting.

Forholdene mellem fedtsyrerne hhv. DHA/EPA og EPA/AA har ikke nogen indflydelse på dødeligheden (figur 5.53 og 5.54). Eller for den sags skyld på succesen af settingen.



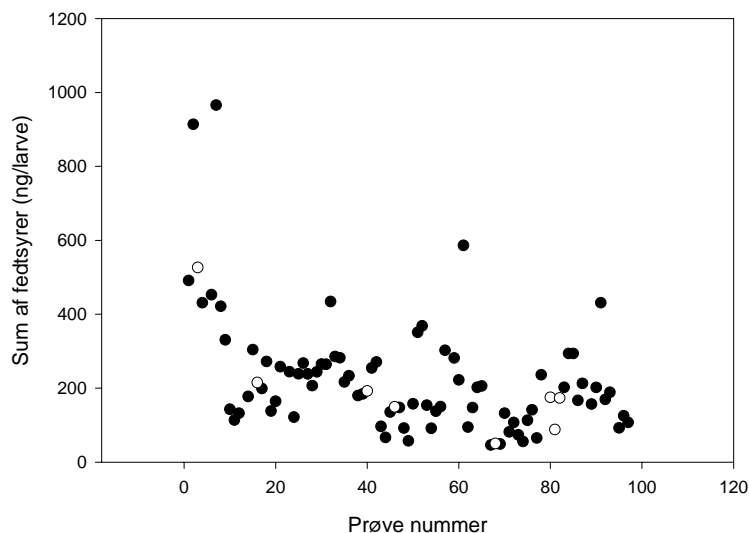
Figur 5.53. Sammenhængen mellem larvernes dødelighedsrate og 22:6(n-3)/20:5(n-3) forholdet - også kaldet DHA/EPA. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede setting.





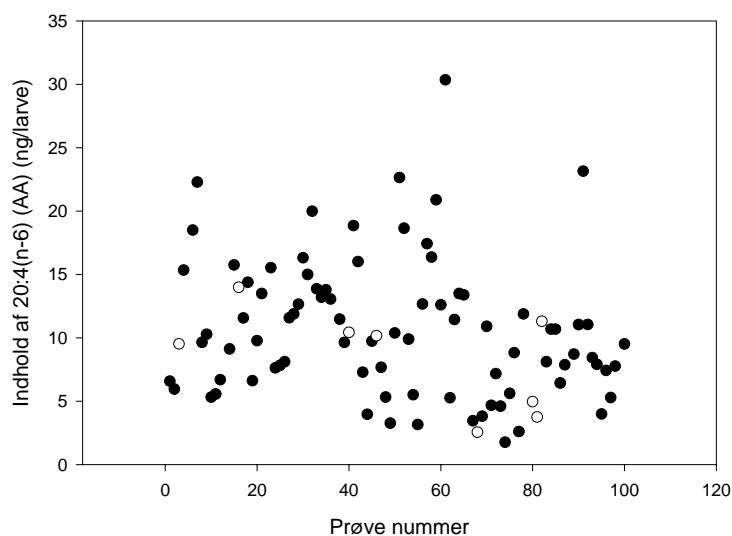
Figur 5.54. Sammenhængen mellem larvernes dødelighedsrate og 20:5(n-3)/20:4(n-6) forholdet – også kaldet EPA/AA. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede setling.

Det totale indhold af lipid pr. larve gennem hele sæsonen ser relativt konstant ud (Figur 5.55). Der kan være en tendens til at de første 5-7 hold har et højere lipidindhold, men det vil næppe være statistisk signifikant og i praksis ikke væsentligt nok til at have en betydning for praktisk opdræt. Der er intet der tyder på at de hold med højst setling adskiller sig mht. totalt indhold af fedtsyrer.



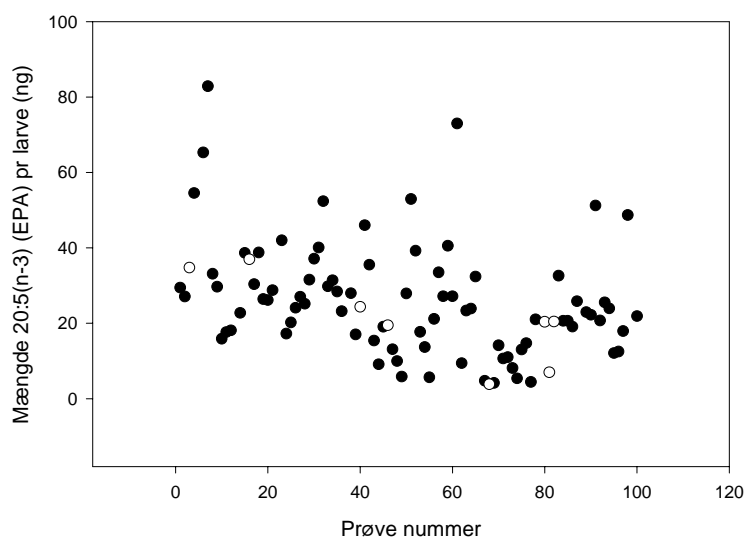
Figur 5.55. Fedtsyreindhold for samtlige larvekuld. De hvide cirkler repræsenterer de 8 kuld larver med bedst setling. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede setling.

Indholdet af AA er stærkt varierende mellem larvekuldene, men der er ikke noget der tyder på sæsonafhængighed (Figur 5.56). Ligeledes er der ikke noget der tyder på at de bedste larvekuld adskiller sig fra de resterende mht. AA.



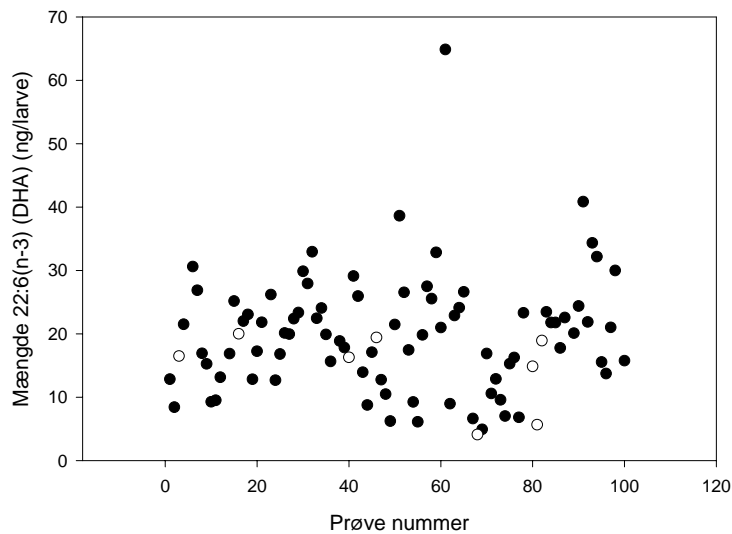
Figur 5.56. Indhold af fedtsyren 20:4(n-6) (AA) for samtlige larvekuld. De hvide cirkler repræsenterer de 8 kuld larver med bedst settling. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

Indholdet af EPA falder tilsyneladende gennem sæsonen (Figur 5.57), men der er ikke noget der tyder på at de bedste larvekuld har et unikt lavt eller højt indhold af EPA.



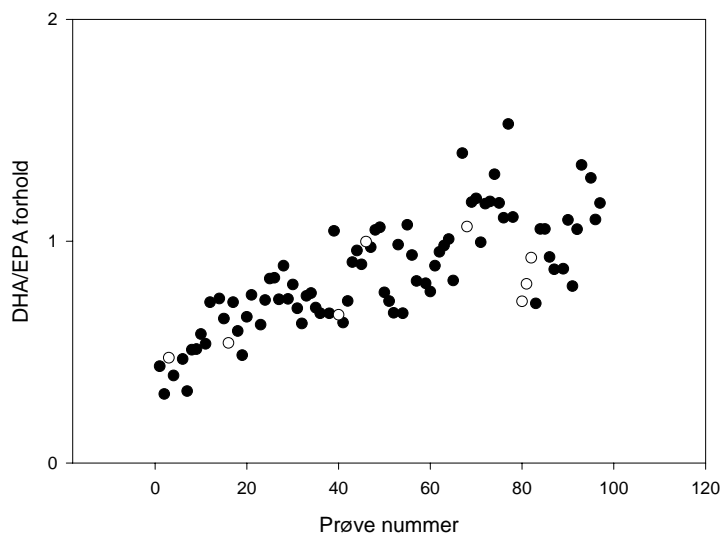
Figur 5.57. Indhold af fedtsyren 20:5(n-3) (EPA) for samtlige larvekuld. De hvide cirkler repræsenterer de 8 kuld larver med bedst settling. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

Indholdet af DHA er varierende mellem kuldene, men det ser ikke ud til at der er nogen sæsonmæssig sammenhæng. Igen er der ikke noget der tyder på en sammenhæng mellem god settling og DHA indhold (Figur 5.58).



Figur 5.58. Indhold af fedtsyren 22:6(n-3)(DHA) for samtlige larvekuld. De hvide cirkler repræsenterer de 8 kuld larver med bedst settling. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

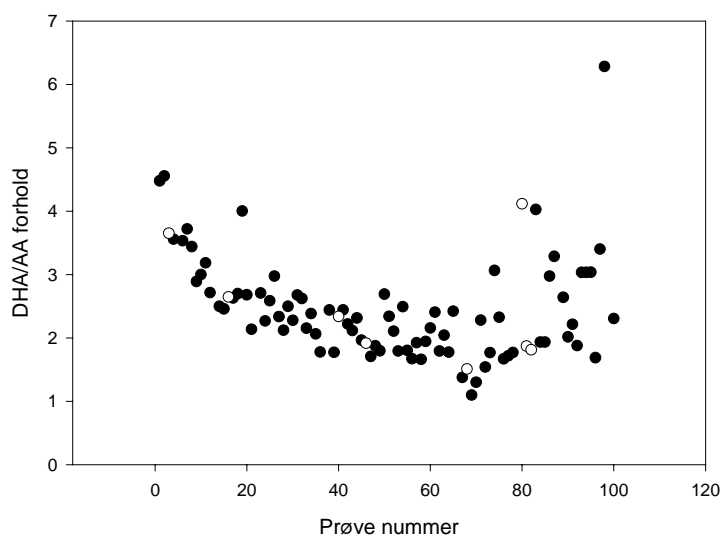
Forholdet DHA/EPA stiger tydeligt gennem sæsonen (Figur 5.59). Det er overraskende idet der ikke ses så tydelige tendenser i figurene for de enkelte 2 fedtsyrer. Det generelle billede hos marine larver – og her er det nok fiskene der dominerer – er at den bedste kvalitet larver er indikeret ved et DHA/EPA indhold på omkring 2. Dette nås ikke i sæsonen 2003, men forholdet øges dog fra omkring 0,5 til over 1. Den tydelige stigning kan være et udtryk for en generelt forbedret ernæringskvalitet hos østersene gennem sæsonen. Der er dog ikke helt entydigt belæg for at et DHA/EPA forhold på 2 er optimalt for europæisk østers.



Figur 5.59. Forholdet 22:6(n-3)/20:5(n-3) (DHA/EPA) for samtlige larvekuld. De hvide cirkler repræsenterer de 8 kuld larver med bedst settling. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

DHA/AA forholdet viser også en ændring gennem sæsonen (Figur 5.60). Forholdet falder fra omkring 4 til 2 hvorefter det hen over sommeren igen ser ud til at stige.

Der er i litteraturen ikke dokumentation for et optimalt DHA/AA forhold for europæisk østers, idet emnet ikke har tiltrukket sig den store interesse. For fisks vedkommende er det generelle billede, at forholdet hos varmtvandsfisk er højt (10:1), hvorimod det hos koldt vandsfisk er lavere. (1:1). Det er ret dramatiske forskelle og skyldes blandt andet hormonlignende processer, som påvirkes af disse forhold. Østers vil i denne sammenhæng regnes som en varmtvandsart og med alle forbehold for sådanne sammenligninger hen over dyreriget's hovedgrupper, kunne det optimale forhold for østers godt tænkes at være relativt højt. Der sker derfor tilsyneladende en forringelse af DHA/AA forholdet gennem sæsonen. Dette kan evt. forklares ved mikroalgernes successionsforløb gennem sæsonen i Limfjorden.



Figur 5.60. Forholdet 20:5(n-3)/20:4(n-6) (DHA/AA) for samtlige larvekuld. De hvide cirkler repræsenterer de 8 kuld larver med bedst settling. Datapunkter markeret med hvid cirkel repræsenterer larvekuld med den bedst registrerede settling.

### 5.5.6 Studie af Nile-Red farvning af østerslarvers lipid 2003

For at optimere et opdræt af europæisk østers kræver det, at man finder et mål for larvernes kvalitet lige efter gydningstidspunktet. Dette vil muliggøre, at larver af dårlig kvalitet bortvælges tidligt i perioden og tilskynde, at der i opdrætsprocessen, kun arbejdes med larver af høj kvalitet.

Lipid spiller en stor fysiologisk rolle hos marine invertebratlarver. Det bliver oplagret som energireserver når den omgivende fødekonzentration er tilpas høj, og det bliver nedbrudt når der opstår fødemangel. Der er tilmed noget, der tyder på, at lipid bliver brugt til at regulere opdriften hos invertebratlarver.

Målinger af lipidindholdet hos invertebratlarver har vist sig at være en værdifuld indikator for hvorledes larvernes fysiologiske tilstand er og kan bl.a. fortælle om deres fremtidige vækspotentiale.

De konventionelle metoder til lipidbestemmelse er både langvarige og kræver, at man ofrer flere tusinde individer. Nile Red metoden, som er en ny lipidspecifik farvemethode, er meget hurtig at foretage og kræver få individer pr. prøve.

Nile Red bliver i de nyeste publikationer beskrevet som et fluorescerende præparat, der har en høj affinitet for alle lipidklasser. En af fordelene ved dette produkt er at det farver de neutrale og de polære lipider forskelligt. Ligeledes tilsættes det et vandigt medium under indfarvningen, og går således ikke ind og ødelægger de lipider, som det binder til.

Larvernes oplagringslipider er de neutrale lipider, og ved at bruge denne metode vil disse fremstå som fluorescerende gule områder.

Ved at sammenholde lipidmålinger udført med Nile Red metoden med konventionelle lipidundersøgelser (Afsnit 5.5.5) vil vi således være i stand til at bedømme om denne metode er anvendelig på larver af europæisk østers.

Nile Red opløses i acetone i koncentrationen 500 mg/L. Denne opløsning opbevares i køleskab ved 5°C og beskyttet mod sollys. 50-100 larver føres over i et eppendorf-rør sammen med 5 ml vand. 2 dråber Nile Red opløsning tilsættes, og prøven efterlades i ca. 10 minutter, så larverne får tid til indfarvning. Hvis larvernes aktivitetsniveau er for højt til at foretage en analyse fikseres de i formalin. Observationer foretages med epifluorescens mikroskop (Olympus – BX41) med tilhørende fotoudstyr. Der tages efterfølgende stillbilleder af 50 af de indfarvede larver. Mængden af neutralt lipid estimeres efterfølgende ved en billedanalyse foretaget med billedbehandlingsprogrammet analySIS® (Soft Imaging System). Mængden af neutralt lipid kvantificeres ud fra en arealmæssig opgørelse, hvor arealet af det farvede neutrale lipid ses i forhold til larvens samlede areal. Dermed tages der højde for eventuelle størrelsesforskelle mellem de enkelte larver.

Til Nile Red analyser er der, på baggrund af resultaterne af lipidundersøgelserne (Kapitel 5.5.5), udvalgt to larvekuld med højt lipidindhold, to med lavt lipidindhold, samt to kuld med høj settling.

I indeværende projekt er der ikke foretaget Nile Red analyser på levende larver, men derimod på larver der har været nedfrosset ved - 80 °C. Larverne blev optøet umiddelbart inden analysen.

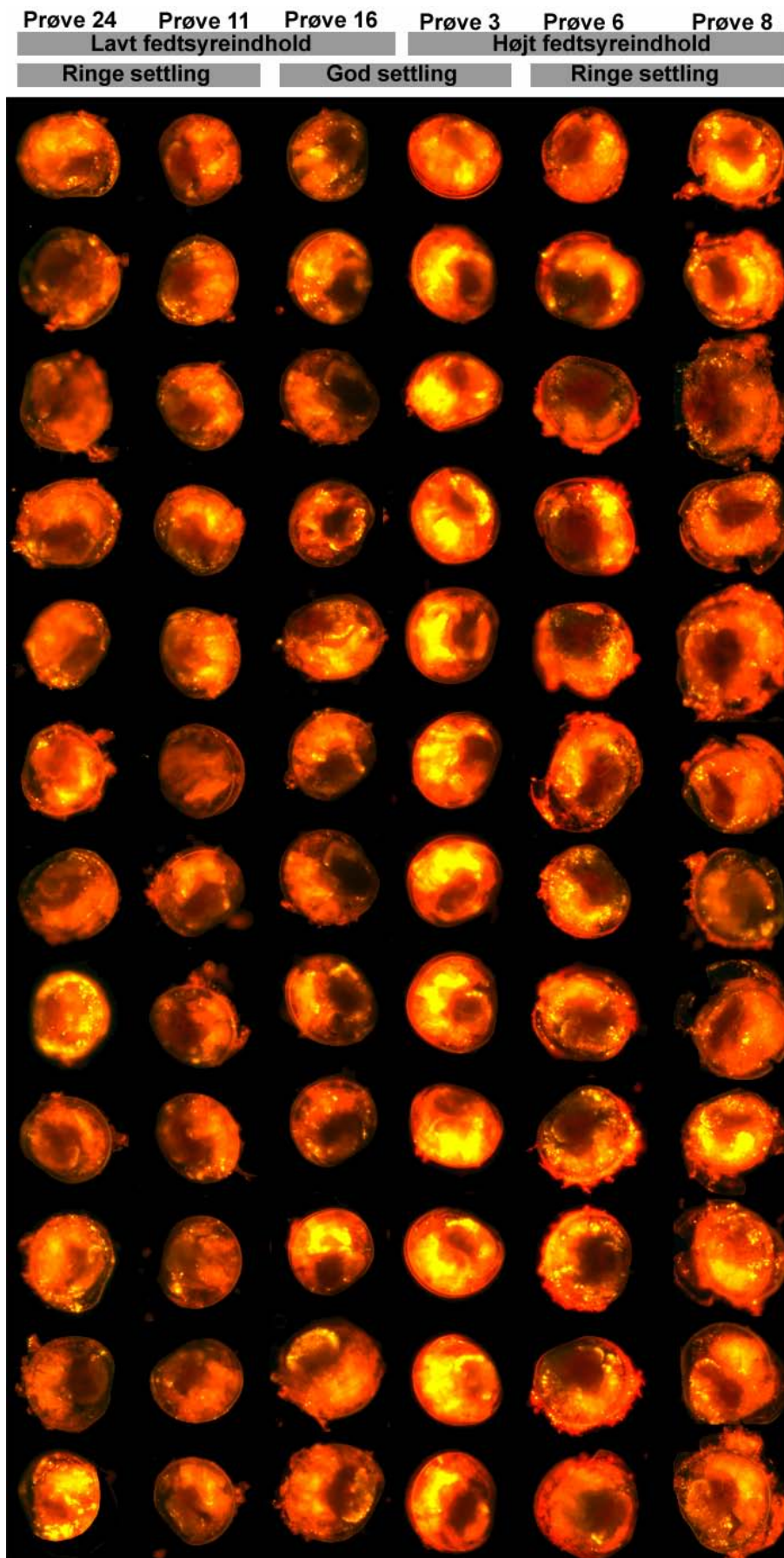
I tabel 5.2 ses resultaterne af opmålinger af 50 individer fra hver af de 6 prøver. På grundlag af indholdet af neutralt lipid i de enkelte larver beregnes et gennemsnit for de enkelte kuld. For at beskrive variationen i mængden af neutralt lipid i de enkelt kuld angives standardafvigelsen samt den højeste og laveste værdi registreret for en enkelt larve.

Tabel 5.2: Indhold af neutralt lipid i enkelte østerslarver, bestemt ved Nile Red metoden. Tallene er beregnet på en opmåling af minimum 50 tilfældigt udvalgte individer fra hver prøve. For de to prøver markeret med gråt er der registreret god settling, for de øvrige er der registreret ringe settling. Prøverne 3, 6 og 8 har, ifølge fedtsyreanalyserne omtalt i kapitel 5.5.5, et højt totalt fedtsyreindhold, de øvrige et lavt.

Prøve	Relativ andel af larvens areal, %	Standardafvigelse	Maksimum	Minimum
3 (21-2-03-Nissum)	11	7,9	30	0,7
6 (26-3-04-silo-13-1-04)	5,2	4,4	23	0,0
8 (26-3-04-silo-13-1-04 2.kuld)	8,1	12,1	68	0,0
11 (10-4-04-Salling-13-2-03)	1,2	1,4	8	0,0
16 (21-4-03-Nissum-13-1)	1,7	2,4	14,9	0,0
24 (6-5-04-Nissum-20-3-04)	1,9	3,8	24,1	0,0

Som det fremgår af tabel 5.2 har de to prøver fra larvekuld med en høj settlingssucces, prøverne 3 og 16, henholdsvis det højeste og det næstlaveste indhold af neutralt lipid blandt de 6 prøver. Dermed er det ikke muligt at forklare en høj settlingssucces ud fra indholdet af neutralt lipid estimeret ved Nile Red analyserne. Det er imidlertid værd at bemærke, at Nile Red metoden finder lipidindhold, som svarer til de niveauer der blev fundet i fedtsyreanalyserne omtalt i kapitel 5.5.5.

Selvom Nile Red analysen ikke gav en umiddelbar indikation af høj eller lav settlingssucces, blev det imidlertid bemærket at larverne fra hold med høj settlingssucces skilte sig ud fra de øvrige. Dette er illustreret i figur 5.61, som viser et tilfældigt udvalg af de mindst 50 larver der blev opmålt fra de respektive prøver. I figuren bemærkes det, at prøverne med god settling fremtræder mere ensartede og med mere velstrukturerede bløddele, end det ses hos de øvrige. Således bemærkes især et markant mørkfarvet område i larven og en relativ samlet mængde neutralt lipid. Hos de larver med en ringe settlingssucces ses en mere varieret struktur hos de enkelte larver og neutralt lipid er oftere arrangeret som mindre dråber fordelt i larven. Sidstnævnte kan dog skyldes, at larverne var døde inden prøvetagningen, og de derfor var under delvis nedbrydning. Herved kan lipiderne blive frigivet på dråbeform.



Figur 5.61. Tilfældigt udvalg af de minimum 50 individer fra hver prøve som blev fotograferet og opmålt i Nile Red analysen. Hver lodret række af larver repræsenterer en prøve. UV-fluorescens.

## 5.6 Fritsvømmende larver 2004

I 2004 blev der i alt opstartet 33 hold larver. Omkring halvdelen af disse hold var af så ringe kvalitet, at der efter få dage ikke var larver nok til at det var værd at gennemføre opdrætsforløbet. I 12 tilfælde kunne opdrætsforløbet gennemføres til settling. Der blev registreret vækst og overlevelse efter samme procedurer som blev anvendt i 2003. Den gennemsnitlige daglige tilvækst af disse kuld var varierende (Tabel 5.3) men var ikke væsensforskellig fra tidligere år. Der var som for de tidligere år ikke konsistente perioder i opdrætsforløbet med særligt høje dødeligheder. Der kom meget få settlede yngel ud af anstrengelserne og det må siges at have været et generelt skuffende år mht. østersproduktion.

*Tabel 5.3. Gydningsdato samt gennemsnitlig daglig tilvækst for larvekuld i 2004*

Dato for gydning	Gennemsnitlig tilvækst ( $\mu\text{m}/\text{dag}$ )
5/5/04	7,77
9/5/04	8,13
22/5/04	6,44
25/5/04	6,68
04/06/04	12,33
04/06/04	10,54
05/06/04	9,85
10/06/04	8,40
20/06/04	10,71
12/07/04	8,54
17/07/04	3,20
20/7/04	7,53



## 6 SPAT

Østerslarver har et veludviklet sanseapparat. De er i stand til at reagere på fysiske stimuli som berøring, turbulens etc., de udvikler lysfølsomme øjenpletter under larvefasen og har et veludviklet kemisk sanseapparat (lugt/smag). En østerslarve der er klar til settling, er med andre ord en yderst avanceret organisme.

I hvor høj grad larven er i stand til at udnytte stimuli i vandsøjlen og på bunden til at finde en optimal fremtidig placering, er ikke kendt. Der er dog talrige observationer der har vist, at larverne udviser en adfærd der indikerer, at de aktivt er med til at vælge et passende sted at slå sig ned. Larverne kan lande på bunden talrige gange efter hinanden og lette igen, hvis de ikke finder stedet passende. Til gengæld vil larven når den endeligt beslutter sig for et sted hurtigt miste evnen til at svømme, og vil derefter være bundet til det pågældende sted resten af livet. Fra dette tidspunkt benævnes østersyngelen som spat, som er et engelsk udtryk for nysettlet yngel.

Der hersker ingen tvivl om, at selve processen med at finde den helt rigtige placering er af vital betydning for overlevelsen.

### 6.1 *Spat i intensiv akvakultur*

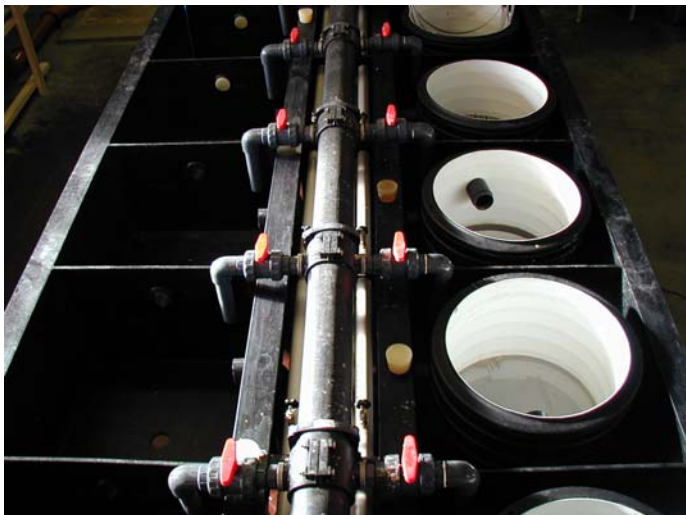
I intensiv akvakulturproduktion af østers vil spatten ikke få lov at blive siddende på sit settlingssubstrat mere end 24 timer. Det er nødvendigt at fjerne den lille nysettlede østers fra substratet før dannelsen af den permanente skal påbegyndes. Larveskallen sidder på dette tidspunkt fast til substratet med en lille limklat. Dette gør det muligt at skrabe spatten af settlingpladerne med et barberblad.

Umiddelbart efter at østersspatten er skrabet af pladerne overføres den til et system af 2 liters opstrømsenheder (Figur 6.1). Systemet betegnes et colaflaskesystem idet tidlige modeller anvendte brugte 1,5 liters colaflasker i plast som tanke. Enhederne er nu konstrueret af gennemsigtig PVC, således at det stadig er muligt at observere østersspatten inde i røret. Frisk vand og mikroalger tilføres enhederne fra bunden og vandet løber uhindret ud af enheden i toppen. Vandflowet i enhederne øges indtil østersspatten holdes i suspension i den nedre del af beholderen. Idet østers er tungere end vand vil det rette flow holde spatten fri af bunden samtidig med at tyngdekraften hindrer spatten i at stige helt op til overfladen og udvaskes fra systemet.



*Figur 6.1. Umiddelbart efter settling overføres de små spat til opstrømsenheder hvor spatten holdes svævende i vandet for at forhindre at de vokser sammen eller bliver overbegroet med påvækstorganismer.*

Det kan virke voldsomt, således at holde spatten ophvirvlet i en malstrøm af turbulens, og det efterligner heller ikke på nogen måde de forhold en østersspat ville møde i naturen. Det har dog i praksis vist sig hensigtsmæssigt idet et stort antal østersspat herved kan holdes på meget lidt plads, samtidig med at det hindres, at de vokser sammen. Påvækstorganismer som klokkedyr har desuden svært ved at vokse grundet de mekaniske påvirkninger, der opstår når skallerne rammer hinanden. Østersspatten vokser forbavsende hurtigt og vil efter et par uger ikke kunnet holdes i suspension og vil være klar til overførelse til større opstrømsenheder.



*Figur 6.2. Opstrømskar til østersyngel. Vandet passerer op gennem dugen i de runde enheder, hvorpå østersspatten ligger, og ud gennem et hul i siden af enheden.*

Når spatten kan ligge på en nylondug med 2 mm huller uden at falde igennem, overføres den til et større upwellingsystem (Figur 6.2). Her anvendes recirkuleret vand hvilket gør det muligt at holde spat i god vækst i det tidlige forår før vandtemperaturen i fjorden er blevet tilstrækkeligt høj. Spatten fodres med mikroalger fra algeanlægget, og vil efter en måneds tid være nået op på en størrelse, hvor det vil være nødvendigt at overføre den til systemer, hvor den kan fodres med naturlig plankton.

Forsøg har vist en fordelagtig vækst af spat ved overførelse af denne til systemer i fjorden sammenlignet med spat som blev holdt i de indendørs opstrømssystemer. Dette forsøg er beskrevet i afsnittet ”6.3.1 Test af spatkasser (design: John S. Harding)”. Der opstod dog ret hurtigt problemer med dette dyrkningssystem idet spatkasserne og spatten i disse blev udsat for en så alvorlig påvækst af bl.a. rørbyggende børsteorm at det var vanskeligt at håndtere og dødeligheden øgedes væsentligt.

For at overkomme dette problem blev et upwellingsystem til hold af større spat fodret med naturlig plankton inkluderet i DSC’s facilitetsopbygning. Systemet blev konstrueret efter principper anvendt af John Bayes, Seasalter Shellfish. Systemet består af lange betonkummer, hvori der kan nedsænkes opstrømsenheder (baljer med perforeret bund), (Figur 6.3). For at hindre påvækstorganismer i at konkurrere med spatten blev der etableret et tromlefilter ved vandindtaget, således at al vand til systemet bliver filtreret gennem en 60 µm dug.

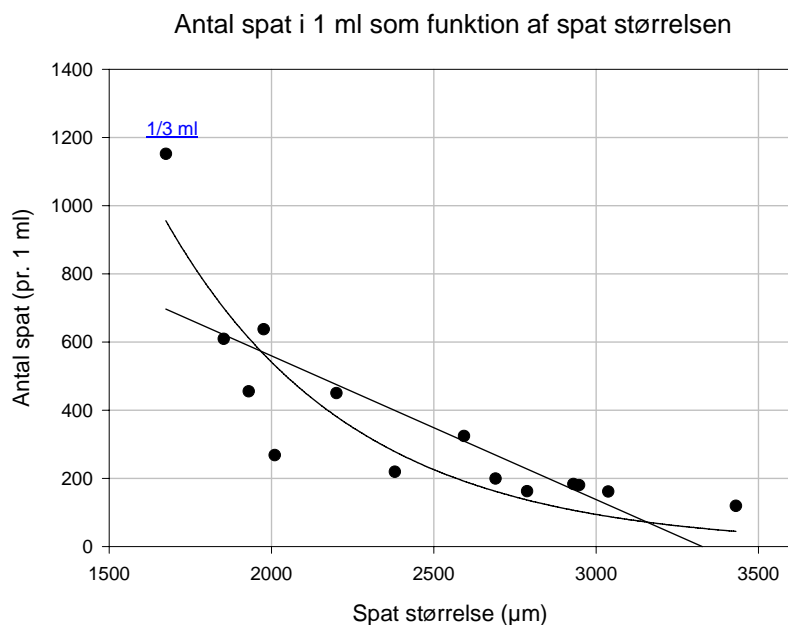


Figur 6.3. Betonkummer med nedsænkede baljer til opvækst af spat.

Systemet har vist sig velegnet til hold af store mængder spat. Der er ikke problemer med foulingorganismer, og det er muligt at håndtere østersspatten på en hensigtsmæssig måde.

## 6.2 Metode til volumetrisk estimering af antal spat

For at kunne estimere spatmængder på en rationel måde, blev der udarbejdet en metode til volumetrisk estimering af antal spat. Fra en række størrelsesgrupper spat blev 1 ml spat afmålt og optalt i antal individer. Figur 6.4 illustrerer sammenhængen mellem antal spat pr. ml og spatstørrelsen. Hvis det forudsættes at denne sammenhæng er lineær kan funktionen beskrives ved:  $f(x) = -0,4192 X + 1397$  ( $R^2 = 0,6280$ ). Udelades det første punkt (se nedenstående tekst for forklaring kan sammenhængen mellem antal spat pr. ml og spatstørrelsen beskrives ved funktionen:  $f(x) = -0,2942x + 1047$ . ( $R^2 = 0,7018$ ) (den afbildede lineære regressionslinie).



Figur 6.4. Sammenhæng mellem antal spat pr. 1 ml og spatstørrelsen (µm).

Datapunktet, markeret med 1/3 ml på grafen, ligger med en betydelig afstand til den lineære regression. Ved de mindre spatstørrelser har det været nødvendigt at reducere volumet af spat for at kunne overkomme optællingen. Dette indebærer en betydelig usikkerhed på rumfangsestimatet og det konkluderes at det ikke er muligt at anvende denne metode ved spat på under ca. 1,8 mm skallængde. Der bør dog kunne udarbejdes retningslinier for estimering af mindre spat vha. enten volumen eller vægt. Blandt andet kan det undersøges ved flere prøver om der er en ikke lineær sammenhæng mellem spatstørrelse og antal spat pr ml. Dette er ikke usandsynligt da der opnås en høj korrelationskoefficient ( $R^2 = 0,92$ ) med en eksponentielt aftagende funktion med formelen  $f(x) = 17912^{(-0,0017x)}$ .

Anvendeligheden af denne sammenhæng er værdifuld i forbindelse med produktionen af østers i klækkeriet. Det kan give et hurtigt og forholdsvis nøjagtigt estimat af mængden af spat fra et givet larvekul.

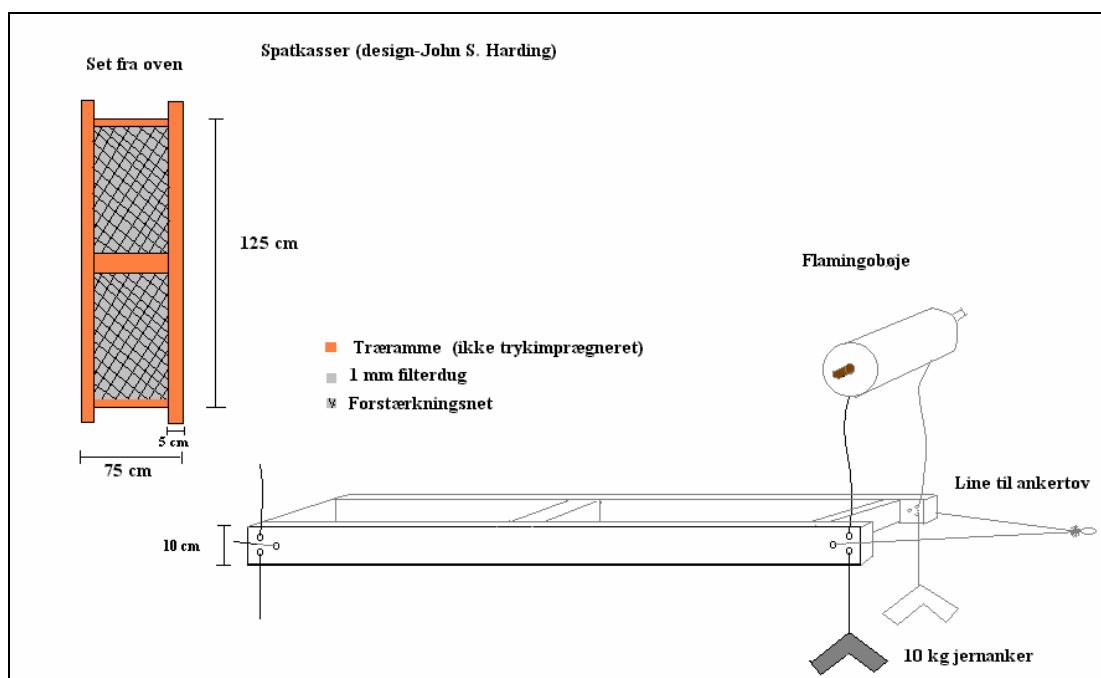
### 6.3 Spat 2002

I juni måned 2002 døde hovedparten af den i 2002 producerede spat i løbet af meget kort tid. Årsagen var, at det ikke var muligt at tilbyde større spat optimale vækstforhold i klækkeriet. Det er med andre ord nødvendigt at overføre spatten til mere egnede systemer når den kan ligge på en 2 mm dug. John Harding, som er canadiske opdrætter af europæisk østersyngel, vurderede, at der var omkring 700.000 stk spat mellem 3 og 5 mm.

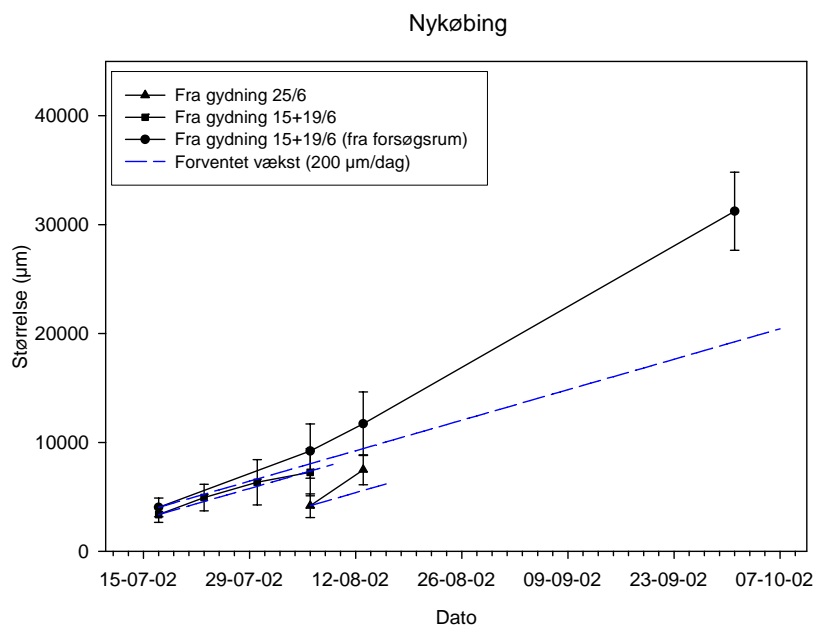
Der er i 2002 gjort en del erfaringer vedrørende pasning af spat. Der er opnået erfaringer vedrørende estimering af kvaliteten på spatten, stresstegn og vækstparametre. Af vækstafsnittet (herunder) fremgår det ligeledes, at der er stor forskel på væksten af spatten hhv. indendørs under brug af intensivt producerede alger og udendørs under brug af naturligt plankton.

### 6.3.1 Test af spatkasser (design: John S. Harding)

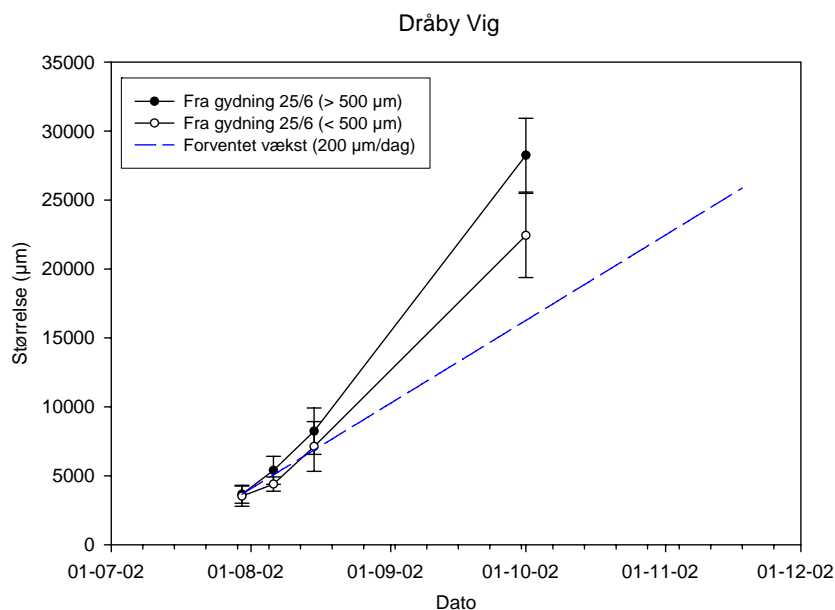
I erkendelse af at spatrørene i recirkuleringssystemet ikke kunne yde den nødvendige fødemængde og plads, når spattet nåede størrelser på 3-4 mm, blev følgende system udviklet og taget i anvendelse pr. 31/7 - 02. Systemet er designet således at kassen følger bølgerens bevægelse. Ved hvert bølgeslag presses der vand igennem den øvre og nedre netdug og spatte, der befinder sig i ca. 1 meters dybde, bliver således skiftevis løftet og sænket i pulserende bevægelser (Figur 6.5). En spatkasse blev placeret lige uden for Dansk Skaldyrcenter i Nykøbing (6/8 - 02) og en anden blev placeret i Dråby Vig (31/7 - 02). Spatkassen i Nykøbing ligger ca. 20 meter ude fra kysten med en vanddybde på ca. 2 meter. I Dråby Vig er kassen placeret ca. 100 meter fra kysten med en vanddybde på ca. 6,5 meter. Figur 6.6 og 6.7 viser vækstresultater fra de to lokaliteter.



Figur 6.5. John S. Hardings spatkasser ( tilhørende netlåg ikke indtegnet)



Figur 6.6. Vækst af spat fra et kuld gydt d. 25/6 –02. Spattene blev tidligere i forløbet størrelsesopdelt (500 µm sigte), og denne opdeling blev fastholdt i spatkassen i Dråby Vig. De angivne størrelser er spattenes længdemål (anterior-posterior akse). Data er angivet med standard afvigelser (n = 30). Den stiplede linje viser den forventede vækst af *O. edulis* spat angivet af John Harding .



Figur 6.7. Vækst af spat fra gydninger d. 25/6 og 15+19/6 –02 (puljede). Sidstnævnte spathold har inden udsætning i spatkasserne haft forskellige opdrætsforhold (gået i to forskellige opstrømssystemer hhv. recirkuleret. og forsøgsrum). De angivne størrelser er spattenes længdemål (anterior-posterior akse). Data er angivet med standard afvigelser (n=30) og de stiplede linjer angiver den forventede vækst af *O. edulis* spat angivet af John Harding.

Som det ses af figurerne udviser alle spathold positive vækstforløb efter udsætning i fjorden. De forventede vækstforhold er angivet på graferne og illustrerer den spatvækst som John Harding erfaringsmæssigt skønner at spattene vokser under

canadiske forhold. Som det kan ses af figurerne vokser spat, produceret på DSC, i de fleste tilfælde væsentlig bedre end i de angivne forventede vækstkurver.

En væsentlig begrænsning ved dette spatkassesystem er at det forholdsvis hurtigt stopper til. De netduge, der anvendes som bund og låg i dette system, varierer mellem 500 og 1000  $\mu\text{m}$ , hvilket gør at de stopper til hvis ikke systemet tilses og rengøres mindst 1 gang om ugen. I Nykøbing var årsagen til denne tilstopning hovedsageligt rørboende børsteorme hvorimod systemerne i Dråby hovedsageligt var angrebet af rur og makroalger. En sådan tilstopning blev observeret d. 15/8 - 02 i spatkassesystemet i Dråby Vig og forårsagede at  $\frac{3}{4}$  af spattene døde i løbet af en meget kort periode.

Ligeledes blev der d. 23/7 - 02 i Nykøbingsystemet observeret en tilstopning som medførte at  $\frac{2}{3}$  af spattene døde. Ud fra gennemsnitsmål på døde og levende individer estimeres det at de kraftige reduktioner i antallet af levende spat sker i løbet af 3 - 4 dage efter tilstopningen af systemet, hvilket kunne tyde på at 2 - 3 måneder gammelt spat er yderst følsomt overfor en periode med begrænset næringstilførsel. Ligeledes er det indtrykket at systemerne forholdsvis hurtigt stopper til. Efter en kort periode (3 - 4) dage med kraftig østenvind var specielt systemet i Dråby Vig totalt tilstoppet.

Håndteringen af dette system er heller ikke helt enkel. For at tilse spattene kræves det at systemet trækkes op i båden hvor låget skrues af. Grundet de 4 hjørneankre er det et tungt arbejde. De førnævnte børsteorme og makroalger sidder så godt fast at en efterfølgende rengøring af netdugene kun kan lade sig gøre vha. en højtryksrenser. Spatvæksten i Limfjorden må siges at være tilfredsstillende.

Spatkassesystemet har virket som en nødløsning, men kan ikke bruges i fremtiden pga. den problematiske håndtering og den kraftige biofouling.

### 6.3.2 Spat 2003

I 2003 blev en mindre mængde af de producerede østersspat solgt til Göteborg Universitet med henblik på videre opdrætsforsøg på deres forsøgsstation i Tjärnö. Tilbagemeldingerne fra Sverige har været yderst positive og der er således registreret en betydelig tilvækst samt lav dødelighed. Figur 6.8 viser østersspattene efter 1 års ophold i Sverige. De resterende spat fra årets produktion har hovedsageligt været anvendt til undersøgelser i forbindelse med afviklingen af specialeprojekter (se Appendiks II og III).



*Figur 6.8. Østersspat fra produktionsåret 2003 efter et års ophold på Tjärnö Marinbiologisk Station, Göteborg Universitet, Sverige.*

### **6.3.3 Spat 2004**

I produktionssæsonen 2004 har den samlede produktion af spat været lav. Omkring 4000 individer blev sendt til Sverige, mens omkring 2000 individer blev sendt til et universitet i Tyskland.



## 7 FJORDBASERET OPDRÆT TIL KONSUMSTØRRELSE

### 7.1 Test af floating bag systemet

Det testede system er konstrueret efter samme princip som anvendes af Bishop Aquatic Technologies, Inc. Canada (Figur 7.1). Systemet betegnes ifølge de canadiske producenter som et “High Output Floating / Submersible Oyster Growout System”, og er specielt velegnet til områder hvor vanddybde og tilgængelighed er problematisk, og hvor isdannelser og længerevarende perioder med kraftig vind er betydende faktorer.



Figur 7.1 Floating Bag System beliggende i Færker Vig, Fur.

Systemet tillader konstant næringstilførsel til østersene nedefra. biofouling kan relativt let bekæmpes, idet der er mulighed for at vende netburene. I praksis foregår vendingen ved at lade båden sejle langsomt langs rækken af bure og med en bådshage vende hver enkelt bur. Herved bringes den fouledede nedadvendte side op over vandoverfladen, hvor den tørres og bliver udsat for direkte sollys som dræber foulingorganismene. I vinterhalvåret og under perioder med storm har systemet den fordel, at det forholdsvis let kan sænkes under vand hvis dette skønnes nødvendigt.

Systemet er bygget op af følgende komponenter (jf. fig.7.2):

**Netbure:** Netbure af polyethylen (100 x 50 cm) med netmaskestørrelser på hhv. 3,5 og 2,5 cm. Den ene ende er permanent forsegleet med rustfri ringe eller tov. Den anden ende er lukket med en tovvikling, der gør det nemt at åbne og lukke buret. Når flydeelementer er påhæftet netburene vil de få en rektangulær form (80 x 40 x 10).

**Flamingobøjjer:** Cylindriske flamingobøjjer (80x10) med gennemgående hul (22 mm) monteres på langs af netburenes sider med 8 mm tov eller strips. Opdriften pr. bøjje er 9,5 kg.

**Tov til forankring af hvert netbur:** Igennem de to flamingobøjjer føres bøjjeliner (15 mm), der skal forankre hvert netbur til de 2 langsgående langliner. Ved forankringen samles de to bøjjeender i en løkke til langlinesystemet.

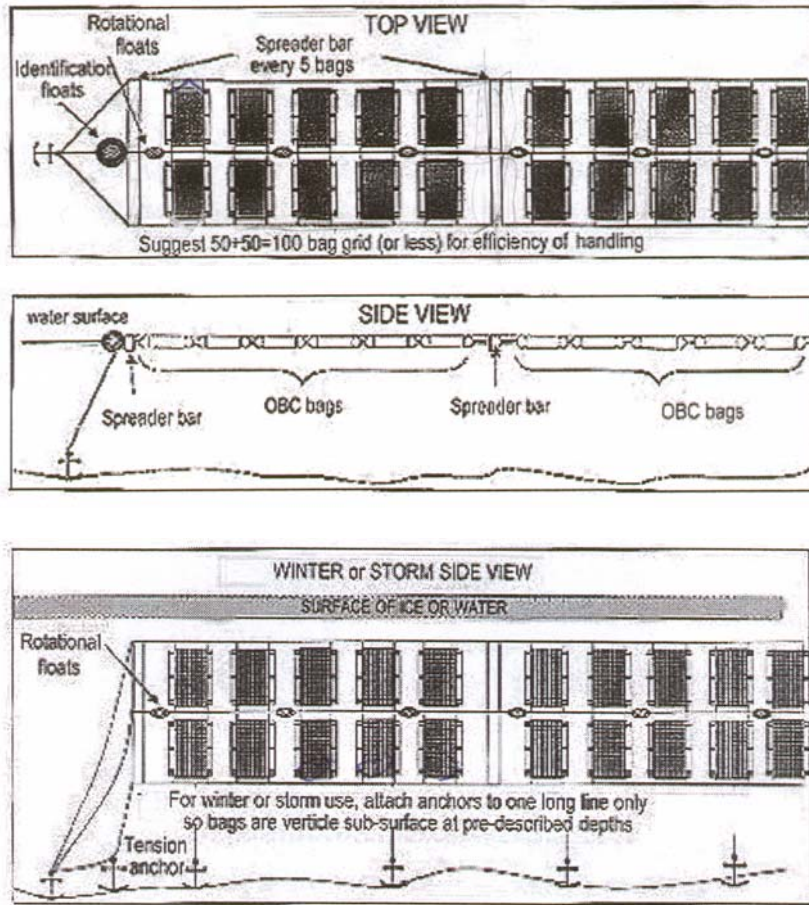
**Tov til langliner:** Fra en ankerbøje føres tre stk. 9 m. lange langliner (15 mm. tov). Herved bliver hvert netbur 60 cm bredt, afstanden mellem hvert netbur er 30 cm og afstanden til ankerbøjen er 3 m.

**Adskillende planker:** Systemet kræver normalt en adskillende planke for hvert 5. netbur. I det konkrete forsøg bestod systemet af 6 netbure og det vurderedes derfor, at en adskillende planke i begge ender af systemet ville være tilstrækkeligt til, at holde de to rækker af netbure på passende afstand. Som separatorer anvendes tømmer af fyrretræ (50 x 100 mm) á 2, 80 m. Heraf er beregnet en afstand mellem netbur og langline på 30 cm.

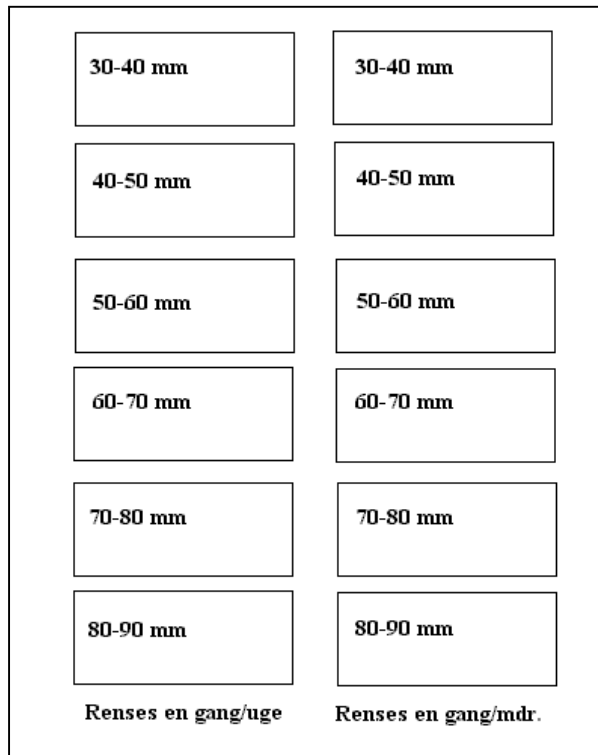
**Vintersikring af systemet:** Ved vandtemperaturer omkring 5°C sænkes systemet ned som vist på figur 7.2. Opdriften i selve systemet estimeres til at være: 17 kg (adskillende planker) + 226 kg (flamingobøjer) + 4 kg (netbure) = 247 kg. Der skal derfor bruges 9 betonankre á 30 kg = 270 kg til at vintersikre systemet. Ydermere føres der en trawlkugle fra det nedsænkede anlæg til overfladen som markeringsbøje

Systemet blev afprøvet på to lokaliteter i Limfjorden. Den første lokalitet var i Dråby Vig (Limfjordskompagniets område). Vanddybden på denne lokalitet var omkring 6 m, og området er beskyttet mod vest. Den anden lokalitet er beliggende i Færker Vig ved Fur og varetages af Dansk Skaldyrcenter. Vanddybden er ca. 4 m og i modsætning til lokaliteten i Dråby Vig, ligger dette område forholdsvis beskyttet mod nord, syd og vest. Ved længerevarende kraftig vindpåvirkning fra øst, vil systemerne blive udsat for kraftig turbulens i begge områder. Ved at placere et system på hver af de to lokaliteter, blev det muligt at vurdere eventuelle beskadigelser, samt at undersøge områdernes egnethed for dette ongrowing system.

Hvert system bestod af 12 netbure (6 + 6). I netburene fordeltes østers af varierende størrelse (se fig. 7.3). Østers fra 30 – 60 mm blev placeret i netbure med maskestørrelse 2,5 cm. Østers fra 60 – 90 mm blev placeret i netbure med maskestørrelse 3,5 cm. Begge rækker af netbure blev roteret ugentligt. Ydermere blev den ene række rensset hver uge, hvorimod den anden blev rensset en gang hver måned. Der blev udtaget 10 østers pr. netbur til størrelsesmålinger ca. hver 14. dag.



Figur 7.2. Floating Bag system (Fra: Bishop Aquatic Technologies, Inc.)



Figur 7.3. Forsøgsdesign. 6+6 netbure. Størrelsesintervallerne for de udvalgte østers er angivet i mm

I forsøget blev det søgt at belyse følgende spørgsmål:

1. Er der forskel på væksten mellem de to områder?
2. Er en eventuel forskel i vækst størrelsesspecifik?
3. Er områdernes forskellige beliggenhed betydende for systemets stabilitet?
4. Hvad er den optimale håndteringsstrategi (rensning, design)?
5. Hvordan vurderes østersenes trivsel/overlevelse at være?
6. Hvorledes passer dette system til forholdene i Limfjorden?
7. Er dette et system vi skal satse på i fremtiden?

Floating Bag systemet blev udsat i Dråby Vig d. 5/9 - 02 og i Færker Vig d. 11/9 - 02. Det tager 2 mand 1 dag at bygge et system bestående af 6x6 netbure + transporttid til lokaliteten. Er systemet ikke større end dette vil det være til at håndtere fra en mindre jolle. Anvendes større systemer vil det kræve både mere plads og løftekraft grundet de tungere ankre.

Inden udsætning blev længden på 10 østers fra hvert størrelsesinterval målt. Målet blev taget vinkelret fra umbo (med tommestok). Det blev tilstræbt at tage størrelsesmålinger hver 14. dag fra begge systemer. Måledata er angivet i tabel 7.1 (Dråby Vig) og tabel 7.2 (Færker Vig).

Antallet af østers pr. netbur var begrænset af hvad det var muligt at fiske op fra Klosterbugten dagen før. Det synes i første omgang vigtigere at få alle størrelsesgrupper repræsenteret i forsøget, og således blev muligheden for at få information om den maksimale eller optimale tæthed af østers i burene nedprioriteret.

Observationer og behandling af anlæggene efter udsætning er angivet i tabel 7.3 og 7.4.

Figur 7.4 og 7.5 viser størrelsesudviklingen af de forskellige størrelsesgrupper i hhv. Færker Vig og Dråby Vig. Som det fremgår af disse figurer er der foretaget 3 størrelsesmålinger i perioden 5/9 til 10/11-02 på de to lokaliteter. Som det fremgår af figur 7.4 og 7.5 er østers i de fleste størrelsesgrupper blevet reduceret i gennemsnitsstørrelsen i denne periode. Der er dog en tendens til at de største størrelsesgrupper udviser en kraftigere reduktion end de mindre størrelsesgrupper.

Østersene ligger konstant og skurrer mod hinanden og mod netdugen, og det er tvivlsomt om de får ro nok til at opbygge et vækstlag. Desuden har den hårde behandling medført at specielt østersene i Færker Vig er blevet så kraftigt nedslidte at det yderste skallag (periostracum) mangler (tabel 7.4).

Figur 7.6 - 7.11 viser størrelsesudviklingen af de enkelte størrelsesgrupper for Færker Vig og Dråby Vig i samme plot. Der ses en generel tendens til at østers fra Dråby Vig ikke udviser helt så stort et fald i gennemsnitsstørrelsen som østers fra Færker Vig.

Umiddelbart ser det ikke ud til at østers trives særlig godt i dette system. Pr. 10/11 2002 var der endnu ingen tegn på nye vækstlag og flere østers var på det tidspunkt meget medtagne.

Tabel 7.1. Dråby Vig

Dato	Størrelses-gruppe(mm)	Antal pr. netbur	Antal døde	Gns.størrelse (mm)	std.afv.
05-09-2002	30-40	22	0	37,9	2,56
	40-50	63	0	48,1	3,18
	50-60	63	0	56,5	2,92
	60-70	40	0	68,5	1,35
	70-80	50	0	75	3,50
	80-90	25	0	86,5	2,46
24-09-2002	30-40	22	0	36,5	3,75
	40-50	63	0	46,3	1,57
	50-60	63	0	55,7	2,98
	60-70	39	1	63,3	3,80
	70-80	49	1	74,5	4,81
	80-90	25	0	79,8	5,49
01-11-2002	30-40	22	0	38,4	2,17
	40-50	63	0	46,3	2,11
	50-60	63	0	52,4	2,91
	60-70	39	0	62,4	2,88
	70-80	49	0	72,4	3,84
	80-90	25	0	78,2	3,94
26-11-2002	30-40	20	2	36,4	4,65
	40-50	62	1	45,4	3,37
	50-60	62	1	50	3,23
	60-70	39	0	62,1	4,15
	70-80	48	1	71,7	2,83
	80-90	25	0	78,9	4,63

Tabel 7.2. Færker Vig

Dato	Størrelses-gruppe(mm)	Antal pr. netbur	Antal døde	Gns.størrelse (mm)	std.afv.
11-09-2002	30-40	6	0	35,6	2,63
	40-50	38	0	44,5	2,55
	50-60	35	0	54	2,87
	60-70	18	0	65	3,43
	70-80	27	0	75,7	3,06
	80-90	20	0	84,3	2,58
24-10-2002	30-40	6	0	36,8	3,19
	40-50	37	1	42,9	2,28
	50-60	35	0	48,5	2,95
	60-70	18	0	58,9	4,41
	70-80	27	0	67,5	5,21
	80-90	18	2	78,3	5,25
10-11-2002	30-40	5	1	34,6	3,36
	40-50	37	0	42,3	3,40
	50-60	35	0	53,1	4,70
	60-70	18	0	55,5	4,77
	70-80	27	0	68,7	2,16
	80-90	18	0	75,2	2,90
11-12-2002	30-40	5	0	38,5	4,55
	40-50	37	0	42,4	3,20
	50-60	35	0	50,5	4,06
	60-70	17	1	58	2,26
	70-80	27	0	69,5	1,43
	80-90	18	0	75,1	5,09

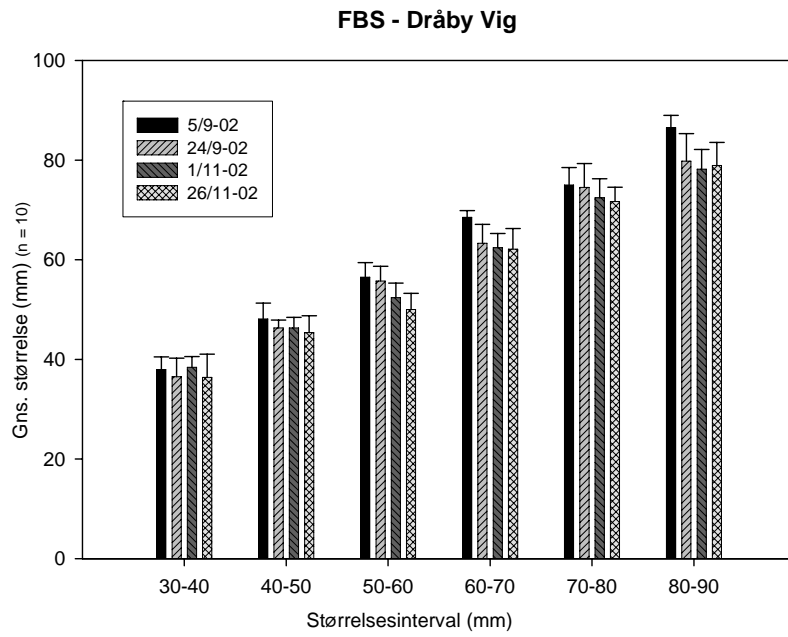


Tabel 7.3. Dråby Vig

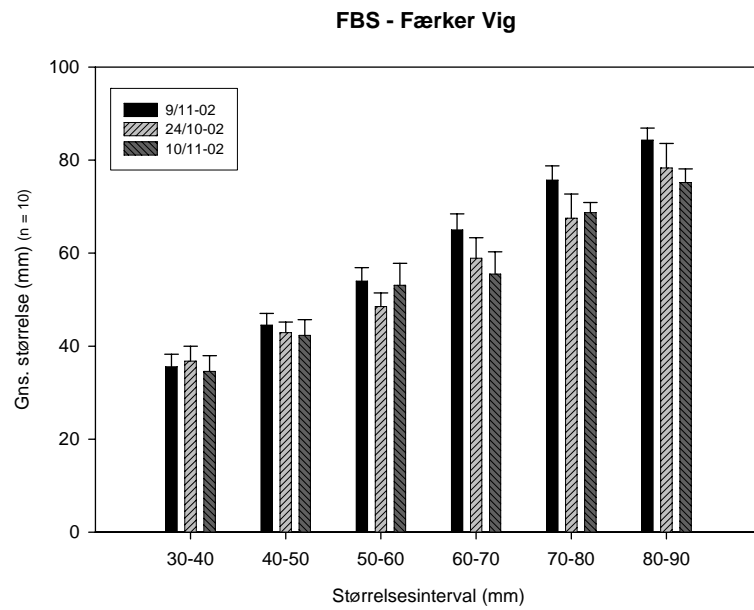
Dato	Roterede bure	Døde østers	Grad af tilgroning	Bemærkninger
05-09-02	udsætning			
13-09-02	Alle 12	0	Ingen tilgroning/settling. Højre side børstet	Meget rene østers. NYE VÆKSTKANTER VAR SLEBET VÆK! Anlægget ligger stabilt
20-09-02	Alle 12	0	Minimal. Højre side børstet ren.	Stadig ingen nye vækstkanter
24-09-02	Alle 12	2	Ingen tilgroning/settling. Højre side børstet	Ingen nye vækstkanter. 10 østers pr. netbur fra venstre side af anlægget målt. Bøjer medtaget. 2 er knækket.
01-11-02	Alle 12	0	Minimal. Fedtede undersider	Anlægget er medtaget (knækkede bøjer) men østers ligger fint. Østers ikke så medtagne som i Færker Vig
26-11-02	afslutning	5	Minimal. Fedtede undersider	Anlægget er mildest talt havareret. Alle bøjer er knækkede og de ligger total sammenfiltrer. Anlægget hentes hjem, forsøget afsluttes

Tabel 7.4. Færker Vig

Dato	Roterede bure	Døde østers	Grad af tilgroning	Bemærkninger
11-09-2002	udsætning			
18-09-2002	Alle 12	0	Ingen tilgroning/settling	Meget rene østers. NYE VÆKSTKANTER VAR SLEBET VÆK! Anlægget ligger stabilt
24-10-2002	Alle 12	3	Ingen tilgroning/settling	Skallerne er nu så nedslebte at perlemor begynder at træde frem. Meget hårdt medtagne østers.
10-11-2002	Alle 12	1	Ingen tilgroning/settling	Medtaget anlæg, dog ikke så slemt som i Dråby. Perlemorsfarven meget tydelig.
11-12-2002	afslutning	1	Ingen tilgroning/settling	Østers ser ud til at de er kommet sig lidt. Ikke så perlemorsagtige at se på mere. Anlægget hentes hjem. Bøjer er knækkede.

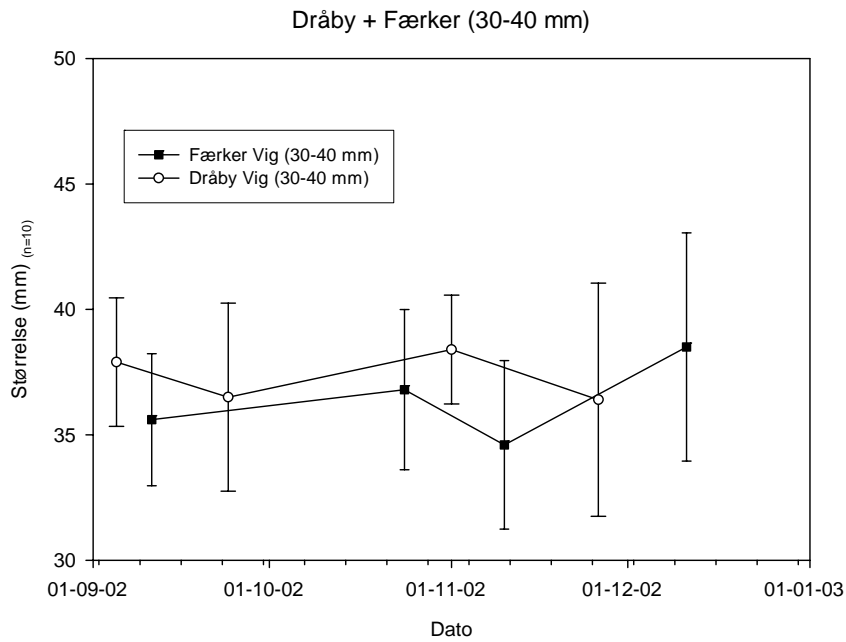


Figur 7.4 Udviklingen af gennemsnitsstørrelsen i de forskellige størrelsesgrupper af østers i FBS-systemet i Dråby Vig.

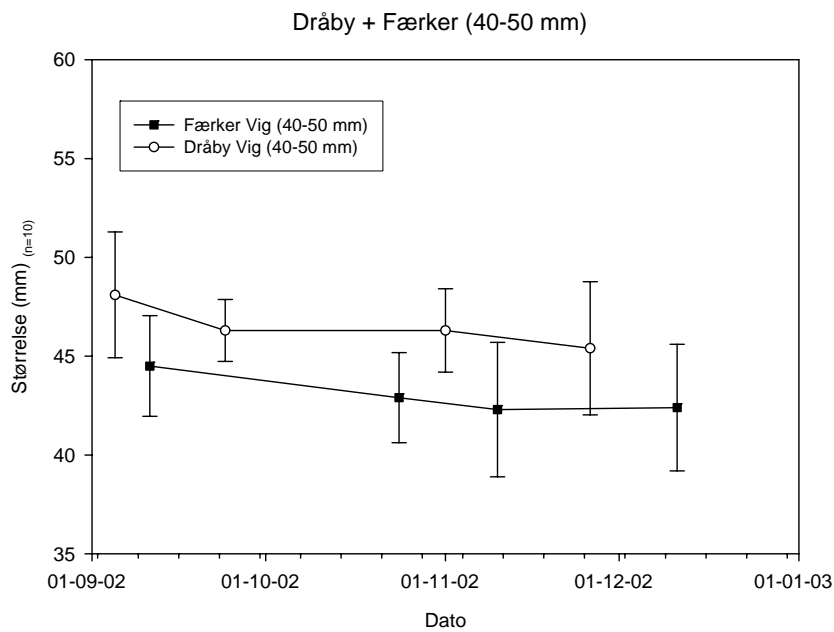


Figur 7.5 Udviklingen af gennemsnitsstørrelsen i de forskellige størrelsesgrupper af østers i FBS-systemet i Færker vig.

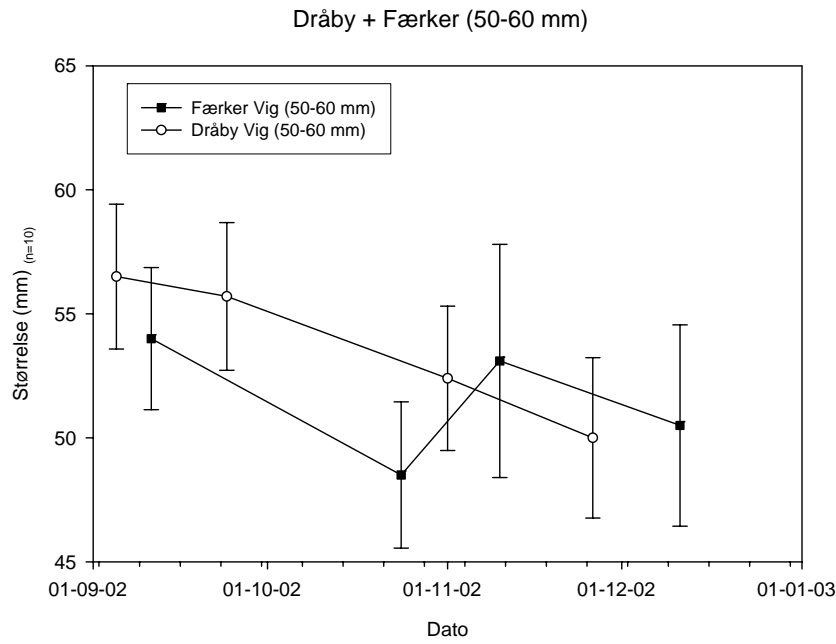




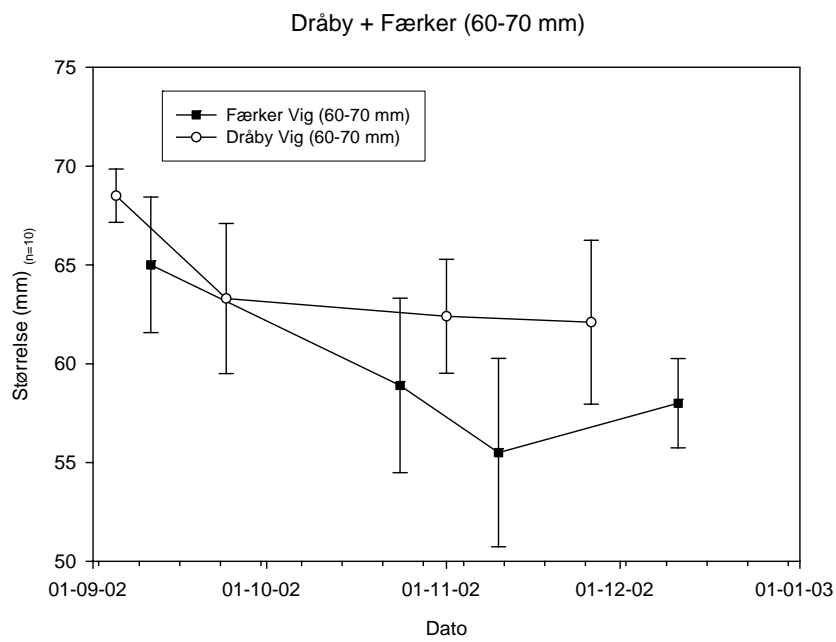
Figur 7.6 Størrelsesudviklingen af 30-40 mm østers i Færker Vig og Dråby Vig i perioden 5/9 – 11/12 2002.



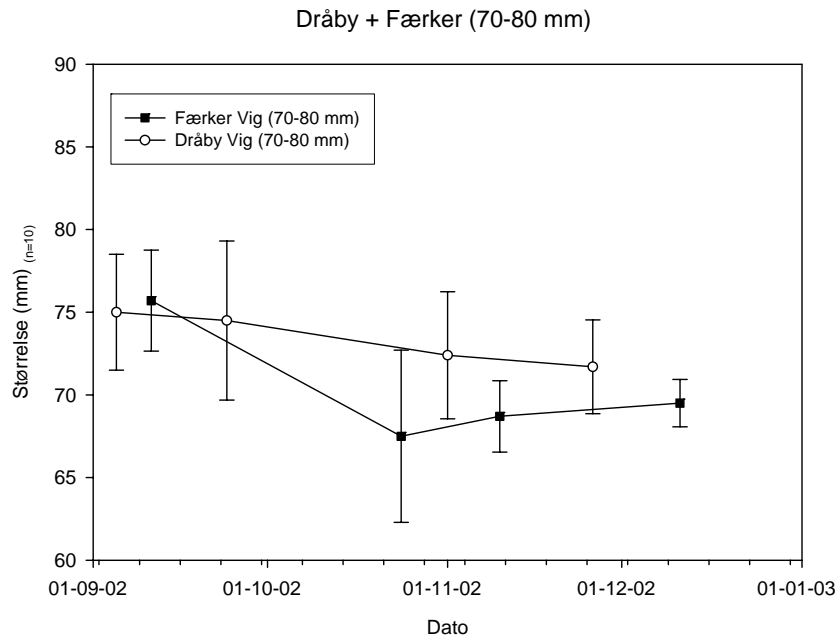
Figur 7.7 Størrelsesudviklingen af 40-50 mm østers i Færker Vig og Dråby Vig i perioden 5/9 – 11/12 2002.



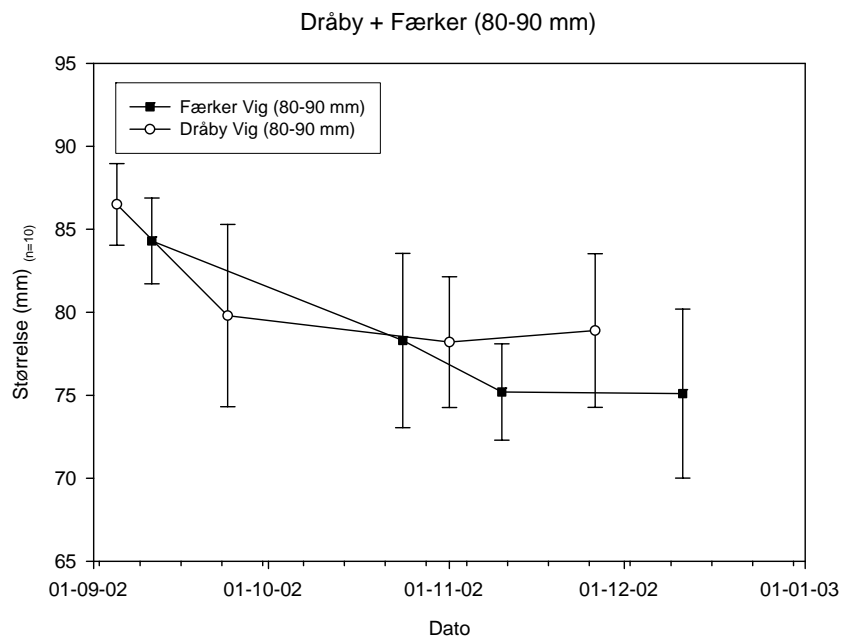
Figur 7.8 Størrelsesudviklingen af 50-60 mm østers i Færker Vig og Dråby Vig i perioden 5/9 – 11/12 2002



Figur 7.9. Størrelsesudviklingen af 60-70 mm østers i Færker Vig og Dråby Vig i perioden 5/9 – 11/12 2002



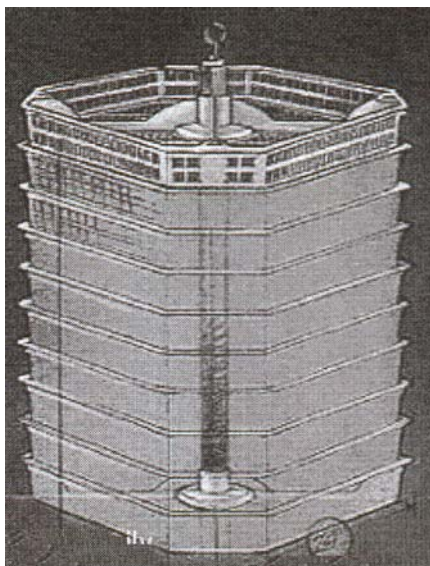
Figur 7.10 Størrelsesudviklingen af 70-80 mm østers i Færker Vig og Dråby Vig i perioden 5/9 – 11/12 2002



Figur 7.11 Størrelsesudviklingen af 80-90 mm østers i Færker Vig og Dråby Vig i perioden 5/9 – 11/12 2002

## 7.2 Test af Suspension 1000 (S1) – ongrowing system

Der blev indkøbt 20 enheder af Suspension 1000-systemet fra Dark Sea Enterprises Inc. i Canada og systemerne blev taget i brug på DSC d. 21/10-02.



Figur 7.12. Suspension 1000 – systemet fra Dark Sea Enterprises Inc. – Canada.

Systemet består af plasticbakker (60 x 60 cm), der stables omkring en central plasticcylinder (Figur 7.12). Antallet af bakker pr. plasticcylinder vil typisk være mellem 10-15 stk. I bakkerne fordeles østersene i følgende, af producenten, anbefalede tætheder:

Tabel 7.5. Anbefalede tætheder af østers i Suspension 1000-systemet.

Østers størrelse	Tæthed pr. bakke
20 mm	240
25 mm	200
30 mm	200
40 mm	120
45 mm	120
50 mm	80
65 mm	80
75 mm	60
80 mm	40
85 mm	32

Det anbefales endvidere at systemerne hænges ud på langliner. Strøm max. 3 knob. Et system bestående af 10 bakker vil kræve en bøjse med ca. 21 kg opdrift. 15 bakker ca. 32 kg opdrift. Afstanden mellem systemerne på langlinen afhænger af strømforholdene og skal derfor vurderes ved udsætningen.

For at maksimere vandflowet gennem systemet er netmaskerne i bakkerne forholdsvis store (15 mm) hvilket gør dette system uegnet for mindre spat, men velegnet for spat større end 20 mm.

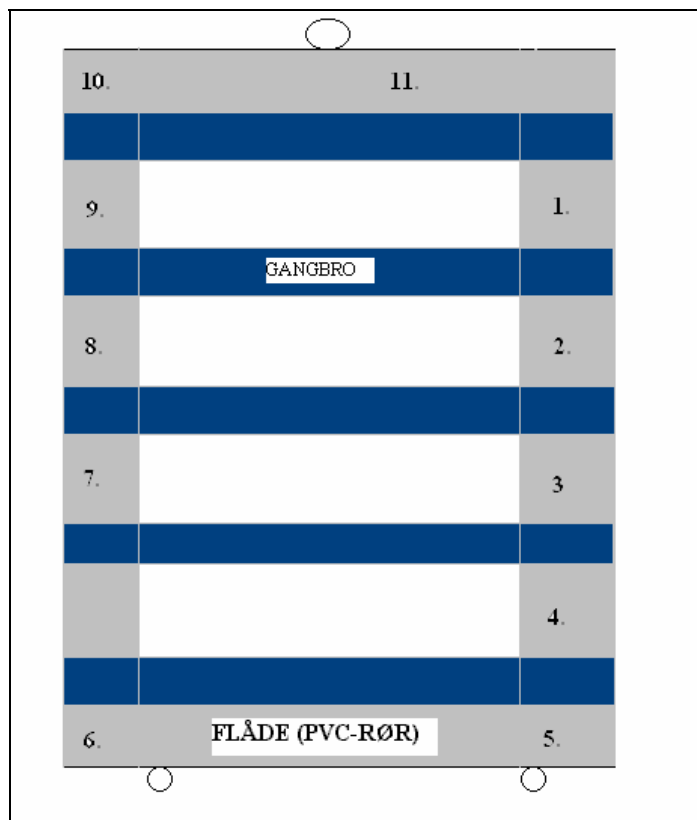
Hvis det er muligt skal bakkerne tømmes og genfyldes et par gange om året. 2 gange i løbet af vækstsæsonen og en gang i vintersæsonen. Dermed kan man adskille eventuelt sammenvoksede individer og tynde ud i mængden af østers pr. bakke.

Med dette system er man erfaringsmæssigt stødt på to problemer, der dog skulle være forholdsvis nemme at løse. Det første problem er prædation fra søstjerner og krabber der kommer ind i systemet allerede i larvestadiet. Det andet problem, der kan opstå, er

en kraftig bevoksning af f.eks. tang, rur, muslinger og søpunge, der tynger systemet og reducerer vandflowet.

For at løse disse problemer kan man anvende en “HOT DIP”- tank lavet af rustfrit stål. Vandet heri opvarmes til 74 °C. Østersbakkerne løftes op af vandet, efterlades et par minutter for at østersene kan få tid til at lukke sig sammen, og sænkes dernæst ned i det opvarmede vand i 10 sekunder. Dette skulle efter sigende dræbe alt andet end østersene. Det er vigtigt at dette “varme bad” foretages inden sorteringen da denne evt. kunne skade nogle individer som efterfølgende ville blive dræbt af det varme vand. Disse østers vil højst sandsynligt genetablere den beskadigede skaldel når de sættes tilbage i fjorden. Dark Sea anbefaler at det “varme bad” i hvert fald foretages i efteråret og at man i øvrigt sænker temperaturen hvis man skal behandle små østersyngel.

I midten af november måned 2002 blev der indsamlet/fisket østers (30-90 mm) til det formål at afprøve Suspension 1000 – systemerne i Limfjorden. Østersene blev størrelsessorteret ud i bakkerne, og sammen med spat fra egen produktion blev de fordelt ud i systemerne og udsat under en flåde i den lille havn bag DSC d. 21/10-02 (Figur 7.13 og 7.14).



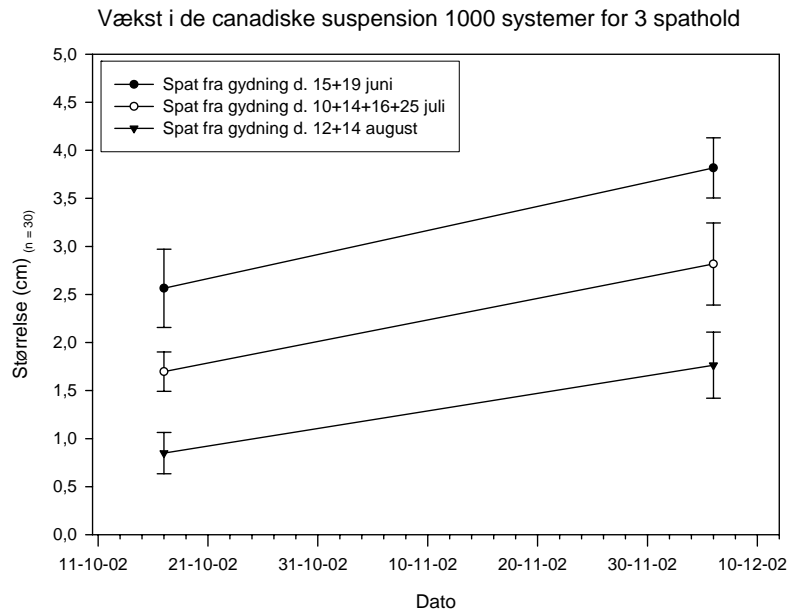
Figur 7.13. Flådesystem med 11 Suspension 1000 – systemer beliggende i havnen ved DSC

1.	65-75 mm 6 kasser a' 80 stk 1 kasse a' 36 stk	7.	50-65 mm 8 kasser a' 80 stk
2.	50-65 mm 4 kasser a' 80 stk 1 kasse a' 20 stk	8.	50-65 mm 8 kasser a' 80 stk
3.	80-85 mm 5 kasser a' 40 stk 1 kasse a' 14 stk	9.	65-75 mm 8 kasser a' 80 stk.
4.	85-95 mm 1 kasse a' 32 stk 1 kasse a' 22 stk	10.	65-75 mm 8 kasser a' 80 stk
5.	Blandet egen produktion 0-25 mm -> 500 stk 20-30 mm -> 250 stk 20-30mm-> 250 stk 40-50 mm-> 28 stk	11.	75-80 mm 4 kasser a' 60 stk 1 kasser a' 43 stk
6.	Blandet: 20-25 mm-> ~25 stk 25-30 mm-> 250 stk 30-40 mm-> 13 stk 40-45 mm->28 stk 45-50 mm->113 stk		

Figur 7.14. Oversigt over østers i de canadiske Suspension 1000-systemer.

Efter knap to måneder i de nye systemer blev spatten tilset. Figur 7.15 viser væksten af de 3 spatkuld. Dødeligheden var meget lav (2 døde individer ud af ca. 500 spat) til trods for at disse spat blev hentet fra recirkuleringssystemet (20 grader) og ud i ca. 10 grader koldt vand. Vækstresultaterne viser at alle kuldene er vokset ca. 1 cm i perioden fra d. 17/10 til d. 6/12.

Spattene så i øvrigt meget fine ud og biofoulingen i kasserne var minimal. Vi skal dog være opmærksomme på at disse systemer virker som refugium for fjordrejer, og tilstedeværelsen af disse, endog i meget høje tætheder, kan muligvis virke forstyrrende for spattens fødeoptag.



Figur 7.15. Væksten af de 3 spathold.

### 7.3 Sammenligning af bakkekultur og bundkultur

For at sammenligne vækst og overlevelse af østers i henholdsvis det canadiske Suspension 1000-system og i en bundkultur, blev der udført to parallelle forsøg. Forsøgene blev udført i fire områder i Limfjorden: Sallingsund, Dråby Vig, Lysen Bredning og Færker Vig. I Færker Vig blev der dog kun udført forsøg med bundkultur.

I bundkulturene blev der udlagt i alt ca. 135 kg østers á ca. 50 gram/stk i de fire områder. Østersene blev spredt fra båd indenfor et nærmere defineret område.

I Suspension 1000-systemerne blev der udsat i alt 1620 stk østers á ca. 50 gram/stk. Der blev anvendt 27 bakker fordelt på tre moduler, som blev anbragt på linesystemer i henholdsvis Sallingsund, Lysen Bredning og Dråby Vig.

Suspension 1000-systemerne blev tilset 4 gange over en periode på 6 måneder. Der blev udtaget 3 delprøver á 30 østers fra hvert modul til bedømmelse af vækst og overlevelse. Delprøverne blev udtaget fra henholdsvis øverste, midterste og nederste bakke. Ved tilsynet blev østersene i alle bakker rensed og eventuelle døde frasorteret.

Bundkulturene blev ikke tilset i forsøgsperioden, og resultaterne er derfor opgjort ved forsøgets afslutning. Fra hver af bundkulturene, blev der ved opgørelsen udtaget 100 stk. østers, som blev bedømt med hensyn til overlevelse og vækst.

I hængeskulturerne var den gennemsnitlige dødelighed for alle 3 lokaliteter i perioden 1/6 – 27/11 på 9 % (Tabel 7.6). Det ses ydermere at dødeligheden i den 1. måned efter udlægning i bakkerne udgør ca. 50 % af den samlede dødelighed (Figur 7.16).

Tabel 7.6. Relativ dødelighed i Suspension 1000-systemerne i henholdsvis Sallingsund, Lysen Bredning og Dråby Vig

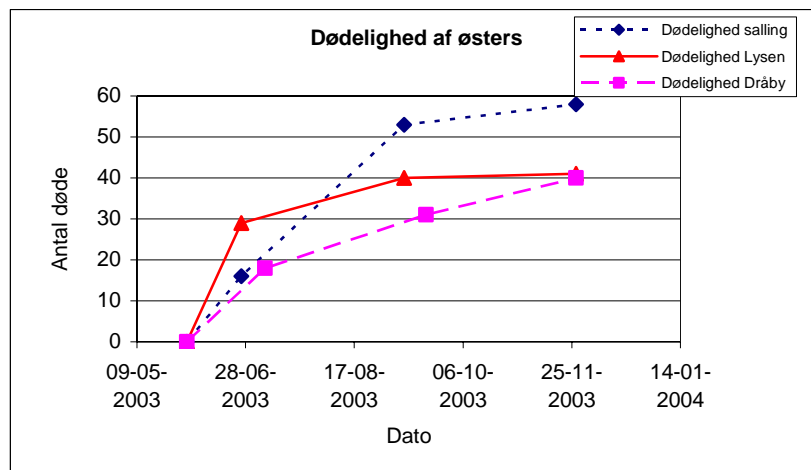
<b>Lysen Bredning</b>				
	<b>Opstart</b>	<b>Slut</b>	<b>Procentvis dødelighed</b>	
Dato	01-06-2003	27-11-2003	Antal ved opstart	540
Vægt (g)	62,43	109,48		
Længde (mm)	73,86	88,69		
Total dødelighed	0	41		<b>7,59%</b>

<b>Sallingsund</b>				
	<b>Opstart</b>	<b>Slut</b>	<b>Procentvis dødelighed</b>	
Dato	01-06-2003	27-11-2003	Antal ved opstart	540
Vægt (g)	60,83	108,13		
Længde (mm)	74,39	89,18		
Total dødelighed	0	58		<b>10,74%</b>

<b>Dråby Vig</b>				
	<b>Opstart</b>	<b>Slut</b>	<b>Procentvis dødelighed</b>	
Dato	01-06-2003	27-11-2003	Antal ved opstart	540
Vægt (g)	57,18	89,97		
Længde (mm)	73,28	84,57		
Total dødelighed	0	40		<b>7,41%</b>

Der observeres en større dødelighed i Sallingsund (11 %) i forhold til Lysen Bredning og Dråby (8 %).

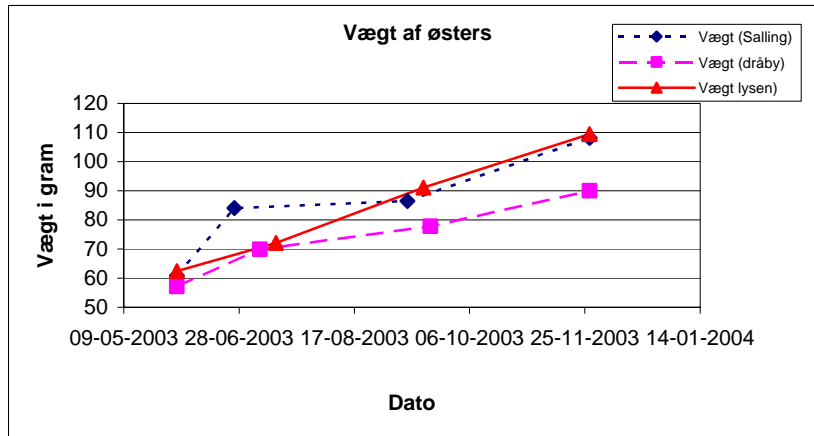
Der observeres ingen forskel i vækst og overlevelse mht. østersenes placering i bakkensystemerne (øverst, midt, nederst). Data er ikke medtaget her.



Figur 7.16. Dødelighed af østers i bakkensystemer i henholdsvis Sallingsund, Lysen Bredning og Dråby Vig.

Den gennemsnitlige vækst (vægtforøgelse) for alle 3 lokaliteter i perioden 1/6 – 27/11 er 43 g. Der observeres en betydelig højere tilvækst i Lysen Bredning (47,05 g) og Sallingsund (47,3 g) end i Dråby Vig (32 g).





Figur 7.17. Gennemsnitlig vægtforøgelse af østers i bakkesystemer i Sallingsund, Lysen Bredning og Dråby Vig.

Det vurderes at en vægtforøgelse på ca. 8 g pr. måned er særdeles tilfredsstillende. Samtidig er overlevelsesraten i systemerne forholdsvis høj. Da 50 % af den samlede dødelighed indtræffer i løbet af den første måned efter omplantning i bakkesystemerne, tyder det på at østersene er mest sårbare i dette tidsrum, og det tilrådes, at der i denne fase sker en udskiftning af individer, der ikke har klaret akklimatiseringen til de nye forhold. Efter den første måned i bakkesystemet er dødeligheden minimal.

Forskellene i vækst på de 3 lokaliteter vurderes at være af betydning, men vil kræve yderligere undersøgelser, hvis mere konkrete årsager hertil skal klarlægges. En forskel på 24 g i den samlede vægtforøgelse mellem Dråby og Sallingsund/Lysen Bredning viser dog at forholdene i Dråby Vig i perioden 1/6-27/11 – 2003 ikke har været helt så velegnede til opdræt af østers som i de to andre områder.

Den gennemsnitlige dødelighed for bundkulturerne i områderne Sallingsund, Lysen Bredning og Færker Vig i perioden 25/6-4/3 er på 31 %. Østers udlagt i Dråby Vig d. 1/11 – 4/3 har en dødelighed på 29 %. Der er observeret højere dødeligheder i Sallingsund og Lysen Bredning (ca. 36 %). I Færker Vig er dødeligheden 20 % (Tabel 7.7).

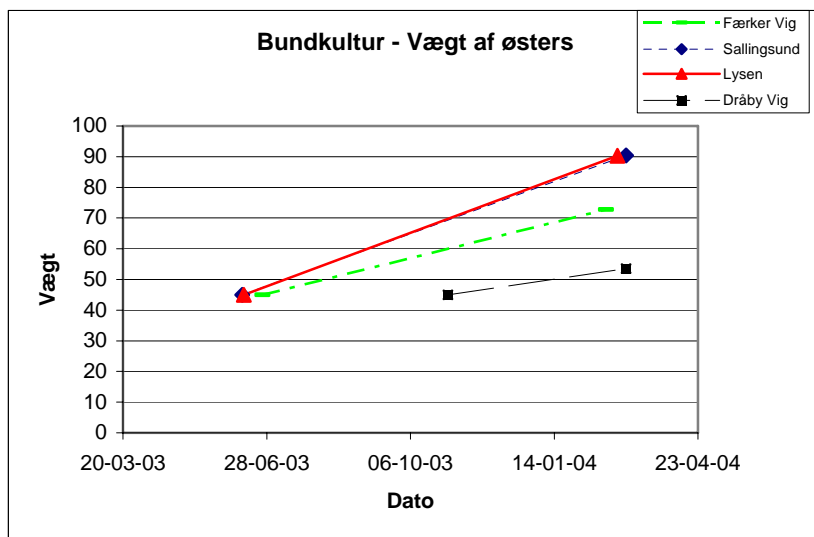
Tabel 7.7. Relativ dødelighed i bundkulturerne i henholdsvis Sallingsund, Lysen Bredning, Dråby Vig og Færker Vig.

<b>Færker Vig</b>		
	<b>Opstart</b>	<b>Slut</b>
Dato	25-06-2003	19-02-2004
Vægt (g)	45 g	72,72 g
Længde (mm)		72 mm
Total dødelighed		<b>19,50%</b>

<b>Sallingsund</b>		
	<b>Opstart</b>	<b>Slut</b>
Dato	11-06-2003	04-03-2004
Vægt (g)	45 g	90,44 g
Længde (mm)		80 mm
Total dødelighed		<b>34,80%</b>

<b>Dråby Vig</b>		
	<b>Opstart</b>	<b>Slut</b>
Dato	01-11-2003	04-03-2004
Vægt (g)	45 g	53,54 g
Længde (mm)		71 mm
Total dødelighed		<b>29,17%</b>

<b>Lysen Bredning</b>		
	<b>Opstart</b>	<b>Slut</b>
Dato	12-06-2003	27-02-2004
Vægt (g)	45 g	90,33 g
Længde (mm)		83 mm
Total dødelighed		<b>38,14%</b>



Figur 7.18. Gennemsnitlig vægtforøgelse af østers i bundkulturer i Sallingsund, Lysen Bredning, Dråby Vig og Færker Vig.

En vægtforøgelse på 4,4 g pr. måned betyder at en undermålsøsters dyrket på bunden vil opnå en salgbar størrelse på 1 år, hvilket må siges at være rimelig tilfredsstillende. Østers udlagt i Dråby Vig har ikke oplevet samme vækstsæson som bundøsters fra

Sallingsund, Lysen Bredning og Færker Vig og derfor er det svært direkte at medtage disse i undersøgelserne.

En overordnet sammenligning af hhv. østers dyrket i bakkekulturer og østers dyrket ved bundkultur viser, at der er dobbelt så høj vækst for østers opdrættet i bakker sammenlignet med bundkultur. I Suspension 1000-systemerne er der ikke nogen forskel på vækst og overlevelse hos østersene i henholdsvis modulernes top, midte eller bund.

Der er 20 % højere dødelighed for østers opdrættet som bundkultur sammenlignet med bakker. Dødeligheder på omkring 30 % i bundkulturerne er af betragtelig størrelse og bør inddrages i en vurdering af bundkultur som en mulig opdrætsmetode for østers. Det er dog vigtigt at notere sig, at østersene i bundkulturerne har overvintret i fjorden, og at der i den forbindelse kan have optrådt en betragtelig dødelighed, som ikke viser sig i resultaterne for bakkeopdræt. Det vurderes dog, ud fra tidligere undersøgelser, at dødelighederne i bakkesystemerne ikke tilnærmelsesvis opnår så høje niveauer igennem en vinterperiode, som det er tilfældet for bundkulturer.

## **7.4 KONKLUSION**

Overordnet må det konstateres, at det i projektperioden ikke har været muligt, at etablere den årlige produktion på 5-10 millioner spat, som var målet for projektet. 2003 var det bedste år hvor der blev produceret et par hundredetusinde spat med en skallængde på omkring 20 mm. 2004 var præget af byggeriet af de nye faciliteter. Der blev dog gennemført produktionsforløb i samme skala som i 2003, men med noget ringere resultat. Der er gennemført en del særstudier under projektet, som har bidraget med væsentlig og ny viden på området. Rapporteringen af disse resultater udgør en stor del af denne rapportens indhold.

Projektet har blandt andet bekræftet, at det er uproblematisk at overføre moderøsters fra naturen til det landbaserede anlæg og uden brug af anden stimulering end temperaturregulering, at få dem til at gyde "naturligt" i vandet. Det har været muligt at tage østers ind allerede midt i december måned og fremprovokere gydning primo februar. Anderledes kort tilpasningstid kræves om sommeren hvor østers gyder umiddelbart efter at være overført til moderøstersanlægget.

I 2003 blev der gennemført et sammenlignende studie af gonadeudviklingen hos moderøsters fra de 3 lokaliteter hhv. Nissum Bredning, Sallingsund og den landbaserede tank på DSC (DSC silo). Studiet anvendte histologiske metoder til illustration og kvantificering af østersgonadernes modningsstadie. Der var ikke forskel på de 3 lokaliteter mht. gonadeudviklingstrin gennem sæsonen. En overraskende observation var, at der gennem hele året var østers med alle stadier af gonadeudvikling lige fra hvilende til gydemoden.

Dette indikerer at europæisk østers ikke gennemløber et modningsforløb baseret på årstid, men snarere et modningsforløb, hvor modningshastigheden er temperaturafhængig. Dette betyder at modne østers om efteråret "går i stå" i deres modning og forbliver på dette stadie. Disse østers er formentlig de første, der gyder

det efterfølgende år når temperaturen igen stiger og tillader at modningen afsluttes. Resultatet bliver derfor stadig en maksimal gydning om sommeren ved de højeste temperaturer, men tidligt gydende østers kan formentlig nå at gyde flere gange på en sæson.

I opdrætsøjemed er dette interessant, idet der åbnes mulighed for at tage modne østers ind på anlægget på alle tider af året og bringe dem det sidste stykke til gydning vha. temperaturstimulering. Et forsøg med en sådan kunstigt fremprovokeret efterårsgydning blev gennemført i østersprojektets fase 1 (SIL). Moderøsters blev nedkølet i august og opvarmet igen efter en måneds "vinter". Stimuleringen førte dog ikke til gydning og aktiviteten blev opgivet. Vurderet ud fra den viden, der er opnået i nærværende projekt, er det imidlertid overraskende, at denne stimulering ikke førte til gydning.

Gydningen på anlægget er så succesfuld og forudsigelig, at der ikke har været begrænsning i antal yngel til rådighed for produktionen. Den store flaskehals i produktionen er den lave overlevelse af larverne i deres 2 ugers fritsvømmende stadie. Her opleves dødeligheder på oftest 100 % og i bedste fald omkring 95 % for enkelte hold. Selv en overlevelse på 5 % er lav sammenlignet med den i litteraturen "typiske" overlevelse til settling på 40 %.

Hvorvidt dette har været ernæringsbetinget har været intensivt studeret i 2003, hvor hele sæsonens produktion blev tilrettelagt som et ernæringsstudie med fokus på de flerumættede fedtsyrer, som typisk har stor betydning for kvaliteten af marin yngel af især fisk men også skaldyr og østers.

Hovedkomponenterne af studiet var at tage østers fra 3 lokaliteter gennem hele året med henblik på at kunne sammenligne kvaliteten af larver stammende fra moderøsters fra disse lokaliteter. Der blev i alt overført 7 hold moderøsters til moderøstersanlægget i perioden fra medio december 2002 til primo august 2003.

Studiet viser at der ikke var forskel på hverken total mængde fedt eller de enkelte væsentlige fedtsyrer hos østerslarver stammende fra moderøsters fra de 3 lokaliteter. Der kunne ikke konstateres ændringer i østerslarvernes totale indhold af fedt eller indhold af særlige væsentlige fedtsyrer gennem sæsonen. Ved at sammenligne de 6 bedste hold med de resterende hold larver, kunne det konstateres, at disse få gode hold med rimelig settling ikke adskilte sig fra de resterende hold hverken med hensyn til vækst, totalt indhold af fedt eller indhold af særligt væsentlige fedtsyrer.

Sammenlignes forholdene mellem nogle væsentlige fedtsyrer hhv. DHA/EPA og EPA/AA for larver fra hele sæsonen, ses en generel og tydelig stigning i DHA/EPA indholdet gennem sæsonen og et fald i EPA/AA forholdet til midt på sommeren hvorefter det stiger lidt igen sidst på sæsonen. Dette må forklares ved de naturgivne omstændigheder, der hersker gennem sæsonen, i Limfjorden hvor planktonalgerne med højere indhold af DHA og AA tilsyneladende bliver mere fremtrædende om sommeren hvorimod EPA indholdet mindskes i sommerperioden.

En hurtig estimering af fedtindholdet i østerslarver in vivo kan ske ved farvning af lipidet med Nile Red farvestof. Denne metode er testet på larver sideløbende med fedtsyreanalysearbejdet. Studiet viser at det er muligt at kvantificere fedtindhold vha.

denne metode og dette giver mulighed for en tidlig screening af larvehold, således at det ressourcekrævende opdrætsforløb kun påbegyndes for larver med tilstrækkelige energireserver.

Settlet østersyngel bliver holdt i 3 systemer. Umiddelbart efter settling overføres yngelen til 2 liters opstrømsenheder hvor de holdes i et par uger. Herefter overføres de til 50 liters opstrømsenheder hvor de fodres med mikroalger fra den intensive algeproduktion. Slutteligt overføres de til udendørs opstrømsenheder hvor de fodres med naturligt plankton filtreret gennem et filter (60µm) hvorved der fjernes eventuelle larver af påvækstorganismer. Denne del af produktionen er ikke problematisk. Ynglen viser hensigtsmæssig overlevelse og vækst. Der er dog i nærværende rapport kun ringe dokumentation for disse forhold.

Det videre opdræt af østers fra omkring 20 mm skalstørrelse bør foregå i fjorden grundet det store fødebehov hos større østers. Der er i projektet testet flere systemer til dette opdræt.

Floating bag systemet har den umiddelbare fordel at rengøringen er faciliteret ved, at poserne med østers ligger i overfladen og hurtigt og let kan vendes. Herved bringes de bevoksede undersider af poserne op over vandoverfladen hvor sollys og udtørring slår påvækstorganismerne ihjel. Systemet viste sig dog ikke egnet til anvendelse i Limfjorden, idet bølgeaktiviteten her er så kraftig at østerserne slides betydeligt. Vækstdata for østers placeret i floating bag systemet viser derfor negativ vækst idet skallerne bliver kortere grundet slid.

Et alternativt system er Suspension 1000 som det valgte system hedder. Dette system fungerede fint i forsøgsperioden hvor bakkerne blev hængt under langliner til muslinger hhv. i Færker vig, i Sallingsund og i Dråby vig. Væksten i bakkerne fra sommer til midtvinter var på omkring 40 gram i forsøgsperioden, overlevelsen var på 90 %, og halvdelen af dødeligheden indtraf umiddelbart efter flytningen.

Projektet gennemførte sideløbende udlægning af østers på bunden på de 3 lokaliteter. Her var overlevelsen nede på ca. 70 % og tilvæksten var ca. halvt så høj som i bakkerne.

Den overordnede konklusion af projektet er, at den lave registrerede overlevelse ikke har nogen sammenhæng med oplagte ernæringsbiologiske forhold, og at årsagen derfor må findes i andre forhold. Den mest oplagte årsag til den høje dødelighed i larvefasen er derfor sygdom forårsaget af bakterier eller virus. Der lægges derfor op til en fortsættelse af aktiviteterne på østersklækkeriet med særligt fokus på sygdomme, disses diagnosticering og en strategi for løsning af problemet.

## **APPENDIX I Forsøg med opdræt af larver af europæisk østers ved Danmarks Fiskeriundersøgelser i Hirtshals i 2004.**

*Af Ivar Lund, PhD-studerende, Afdeling for Havøkologi og Akvakultur, Danmarks Fiskeriundersøgelser.*

DFU iværksatte i 2004 en undersøgelse af indflydelsen af indholdet af lipider og langkædede umættede fedtsyrer på vækst og overlevelse af østers larver. Indvirkningen af fedtsyrer menes at være en af nøglerne til forståelsen af årsager til lav overlevelse, som er blevet observeret igennem længere tid på Skaldyrcentret i Limfjorden..

Forsøgene skulle undersøge lipid og fedtsyre sammensætningen i østerslarver fra 2 genetisk forskellige populationer, en svensk og en dansk på baggrund af tildeling af forskellige algetyper med forskellig fedtsyre sammensætning.

### **Forsøgsanlæg**

Der blev af DFU afsat økonomiske midler til etablering af forsøgsfaciliteter i Hirtshals. Forsøgsfaciliteterne blev opbygget dels i et klimarum og dels i en forsøgshal i foråret 2004.

Forsøgsopstillingen til larver i klimarummet bestod af 30 PETG kar. Karrene var cylindrikoniske og med et volumen på ca. 50 l. Den nederste del af karret havde en hældning på ca. 30 °. Karrene var forsynet med en kuglehane i bunden for udtag. Karrene tildeltes saltvand via en Astral saltvandspumpe og en opbygget filterstation bestående af henholdsvis 1.0 µm,- 0,45 µm - og 0,2 µm Millipore filtre. Alle kar blev forsynet med luft filtreret gennem 0.45 µm filtre.

Der blev ligeledes opsat et roterende algehjul (Kiørboe et al.,1982), med tredive 250 ml glasbeholdere til 24 timers undersøgelser af østerslarvers foder indtag.

I klimarummet blev ydermere opbygget facilitet for kontrolleret dyrkning af mikroalger. 3 algearter med forskelligt indhold af langkædede umættede fedtsyrer (*Isocrysis sp*, *Tetraselmis suecica*. og *Chaetoceros Calcitrans*) blev dyrket i kontinuerede sterile 2 og 10 l glas kulturer samt i semisterile posekulturer med daglig manuel høst. Der blev opsat enheder med cool white lysstofrør. Der blev etableret automatisk tidsstyret dosering af CO<sub>2</sub> til luftstreng.

I en anden forsøgshal blev moderøsters anlægget etableret. Anlægget blev bygget som et overdækket raceway recirkulationsanlæg i 2 niveauer. Østersene var placeret i separate bakker med mulighed for opsamling af larver af hver østers.

Der kunne være 14 bakker / østers pr række og anlægget indeholdt 4 rækker med plads til 56 moderøsters. Hver enkelt klække bakke var beklædt med et 90 µm filter net for tilbageholdelse af østerslarver. Alt vand fra systemet endte i en reservoir tank

med kraftig beluftning og belysning for at holde fodrede alger i suspension. Vand og alger blev via Eheimpumpe pumpet tilbage til moderøstersene. Den daglige vandudskiftning var ca. 10-205 % af total volumen. Alt benyttet vand var 1,0 µm filtreret vand. Der blev sørget for ens vand gennemstrømning for alle bakker. Temperaturen blev automatisk styret ved tilslutning af termostat og varmelegeme.

### **Moderøsters**

Moderøstersene blev løbende indkøbt henholdsvis fra Sännasfjorden i Sverige og Nissum Bredning i Limfjorden fra slutningen af april og frem til august. Alle østers var nyligt fangne. De benyttede moderøsters blev målt og vejede inden isætning i anlæg. De indkøbte østers blev konditioneret til betingelserne ved gradvist at øge temperaturen fra det oprindelige miljø – til ca. 20-22 ° C over en periode – 1 grads øgning pr dag for at inducere gydning.

Østersene blev fodret med en blanding af de 3 benyttede algearter i en tæthed af ca. 100 celler /µl, og i et ca. forhold på 8:13:1 af henholdsvis *Isocrysis*, *Chaetoceros* og *Tetraselmis*. (beregnet på baggrund af tørstofvægten af algearterne målt løbende).

Dagligt blev temperatur, iltkoncentration (mg/l) og pH målt. Der var ikke på noget tidspunkt værdier, der kunne formodes at have haft negativ indvirkning på østersene.

Anlægget blev rensat, vandfiltre skiftet mv. med ca. 1 måneds mellemrum eller ved isætning af nye østers.

### **Prøveudtag**

En række prøveudtag af alger, moderøsters og østerslarver mht. undersøgelse af kemisk sammensætning, tørvægt mv. blev løbende foretaget.

Lipidprøver af alger, og larver blev først filtreret over Whatman filtre, dækket med flydende nitrogen og gemt ved -80°C

### **Alger:**

Dagligt blev hver af de 3 algearter talt i haemocytometer og udfodret på baggrund af deres tørvægt

### **Østerslarver:**

Gydning blev checket dagligt og østerslarver blev opsamlet i klækebakker indenfor 12 t. Larverne blev filtreret gennem 200 µm filter ned i 90 µm filter skyllet og hældt i spand. Dernæst overført til 1 l cylinder med kraftig beluftning. Der blev udtaget 10 prøver a 0,1 ml som blev talt. Total antal blev beregnet. Efter endt tælling blev et ens antal overført til hver larvetank.

Fodring af østerslarver foregik som ved fodring af moderøsters. Dog således, at nogle kar blev fodret med en algeart og andre blev tildelt alle 3 algetyper.

Hver 15 kar blev isat larver fra enten Limfjorden eller Sännasfjorden i alt 30 kar. Forsøgene blev udført med 3 kar pr algetype.

## Resultater

For at opnå, at moderøsters og de larvekar der fik et mix af alle 3 fodertyper blev tildelt en ens beregnet mængde tørstof af hver enkelt algeart, foregik al fodring af alger ved daglig tælling og jævnlig tørstofmåling af algerne..

Idet algerne blev filtreret gennem Whatman filtrene, blev en del salt hængende i filtrene, som bevirkede forkerte værdier for tørstof af alger. Dette blev løst ved omhyggelig skylning af filtrene og filterkanten med ammonium formate.

Algernes størrelser varierede noget over forsøgsperioden. Nedenfor er den gennemsnitlige organiske tørvægt, (- aske i prøven) angivet, og den ses at ligge indenfor de i litteraturen opgivne vægte.

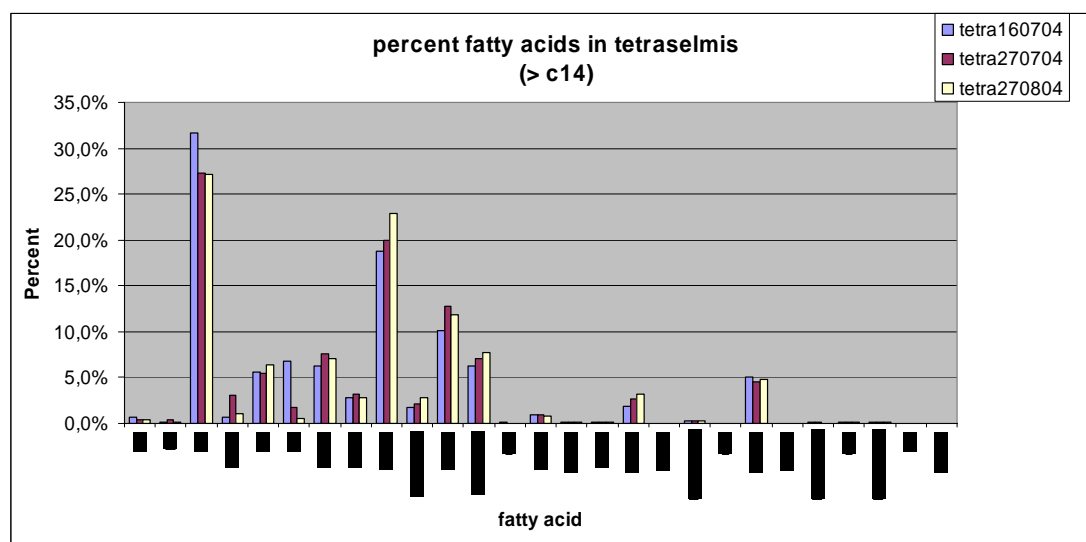
Tildeling af alger		Målt gns. org. tørvægt pg/celle	tørstof 1:1:1 forhold	procentuelt forhold	antal/art/ved 100 celler/ µl
Algeart	Opgivet org. tørvægt pg /celle				
Isocrysis	10-30	17,85	8,08	0,36	35,90
Chaetoceros	8-16	10,74	13,44	0,60	59,66
Tetraselmis	135-251	144,3	1,00	0,04	4,44

### Lipidsammensætning af alger

De frosne algeprøver blev efterfølgende analyseret for indholdet af fedtsyrer ved ekstrahering og kørsel i gaschromatograf og massespektrofotometer. Nedenfor er vist nogle resultater fra analyserne fra forsøgsperioden.

Den procentvise fordeling af fedtsyrer for *Tetraselmis* er angivet nedenfor. 3 forskellige analyser af alger benyttet til fodring er medtaget her. Der er et forholdsvist lav andel af fedtsyren eicosapentanoic acid (EPA) og intet indhold af docosahexanoic acid (DHA). Disse to fedtsyrer er ofte af afgørende betydning for vækst og overlevelse af marine larver Den procentvise fordeling ses at være nogenlunde konstant i de 3 analyseudtag fra medio juli til ultimo august.

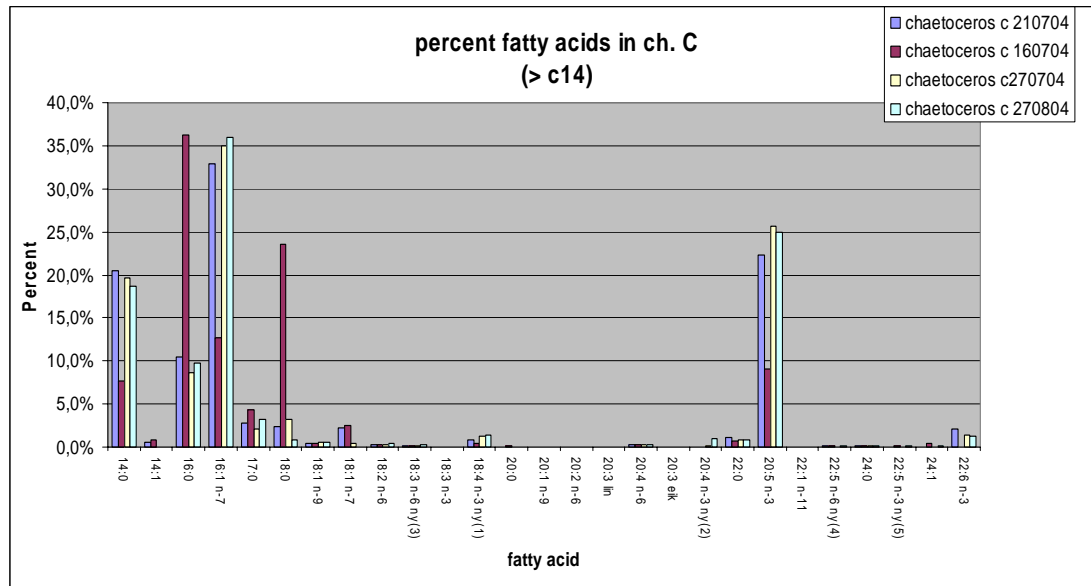
Indholdet stemmer generelt overens med de i litteraturen opgivne.



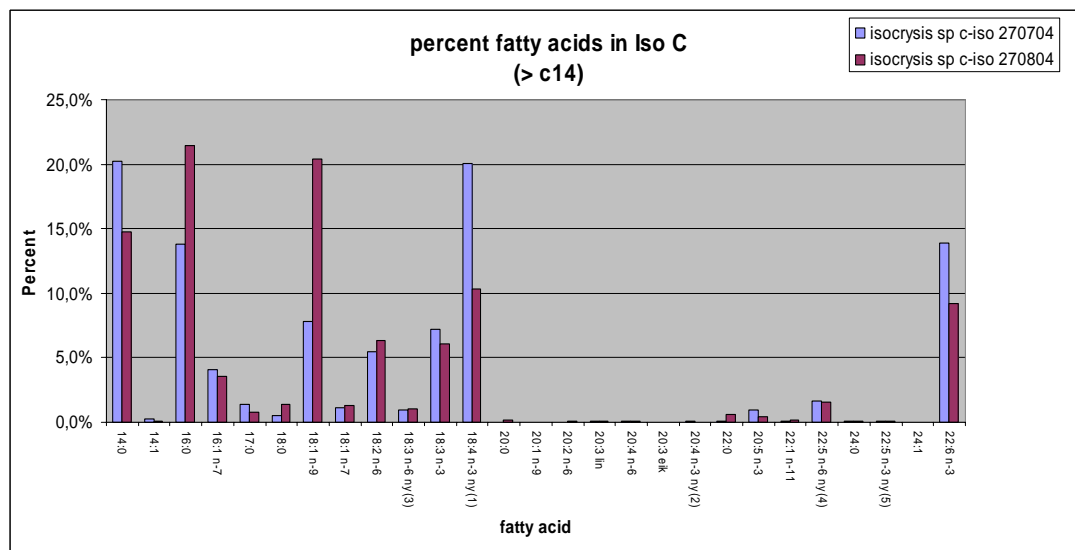


Den procentvise fordeling af fedtsyrer i *Chaetoceros* varierer mere end for *tetraselmis* analyserne, især målingen den 16.07 afviger fra de øvrige, hvilket kan være et artefakt.

Til sammenligning med *Tetraselmis* har *Chaetoceros* et højt procentvis indhold af eicosapentanoic acid, og et lille indhold af DHA. Fordelingen stemmer overens med det i litteraturen opgivne.



*Isocrysis sp- C* isocrysis variant udviser en relativ stor forskel på de 2 angivne analyser med en måneds mellemrum. Der er et væsentlig højere procentvis indhold af n-3 umættede fedtsyrer end for de 2 andre alger. Der er en relativt høj procentvis fordeling af linolein og linolenin fedtsyrer; forløbere for henholdsvis (n-6) fedtsyre familien og (n-3) familien (EPA,DHA). Der ses en høj procentvis mængde af DHA og noget EPA. Et forhold på ca. 20, hvilket er lidt højere end de i litteraturen opgivne.



De angivne analyser viser, at de anvendte alger anvendt til fodring af østerslarverne og moderøstersene må formodes at have været velegnede som foder, især i et blandings forhold.

C- *Isocrysis* virker på baggrund af de medtagne fedtsyreanalyser som en mere komplet alge end kiselalgen *Chaetoceros* og flagellaten *Tetraselmis*.

### Gydninger af østers

Der blev indhentet moderøsters 3 gange i løbet af sæsonen. Nedenfor er angivet gydningstidspunktet for de østers, der gydede for de 2 første hold samt anslået mængde af larver gydt. (ikke alle larvekuld blev talt.)

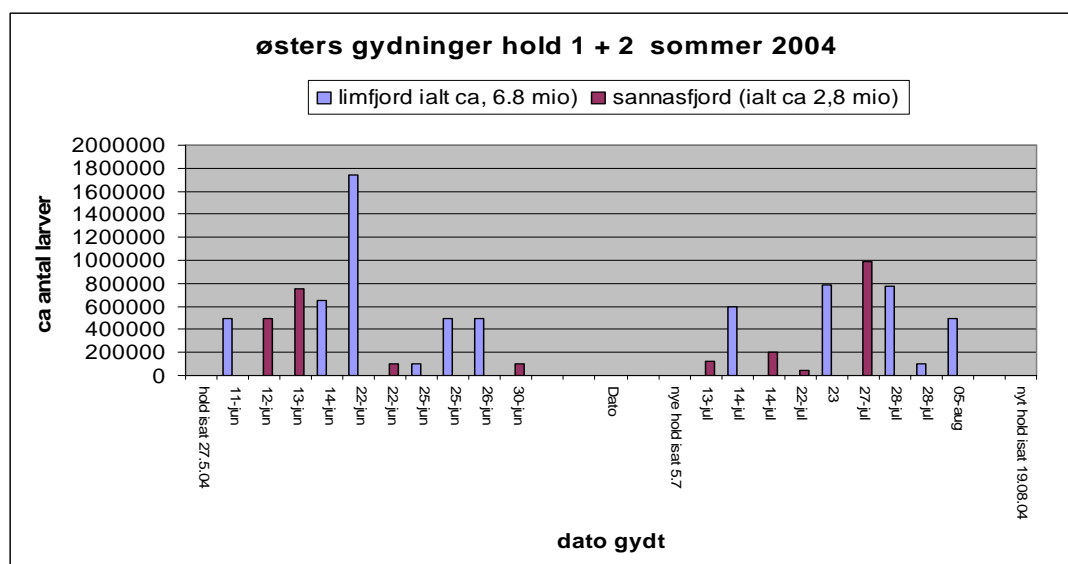
Det var for forsøgsafvikling og sammenligningen væsentligt, at såvel en moderøsters fra Limfjorden og en fra Sannasfjorden gydede samtidig. Dette var dog langtfra altid tilfældet.

Der var lidt flere gydninger for østers indhentet i maj end i juli, hvilket kan forklares ved, at en del i juli sikkert allerede havde gydt, mens den lave temperatur i havet i maj har forhindret dette.

Der blev taget yderligere østers ind i august, ingen af disse gydede dog i anlægget, hvilket muligvis kan forklares ved en øget havtemperatur i ugerne op til, som kan have fået en stor andel til at gyde.

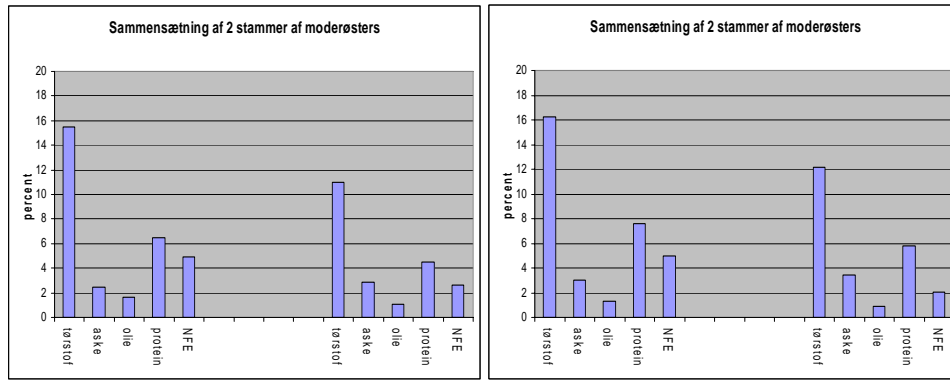
De fleste larver virkede aktive og sunde umiddelbart efter gydning, og en del blev udtaget for analyse af fedtsyresammensætning.

Der var generelt flere gydninger og større gydninger af østers fra Limfjorden end fra Sannasfjorden, hvor en del østers havde tendens til "sjat" gydning.



Nedenfor er vist sammensætningen af moderøsters isat d. 7.7 og udfisket d. 27.08.04 for henholdsvis østers fra Limfjorden og fra Sannasfjorden.

Der var ikke den store forskel i sammensætning af østers ved start og afslutning af forsøget. Østers fra Sannasfjorden havde dog ved isætning og udfiskning generelt et lavere indhold af tørstof (og dermed protein, olie, samt NFE (fundet ved subtraktion) end Limfjords østers.

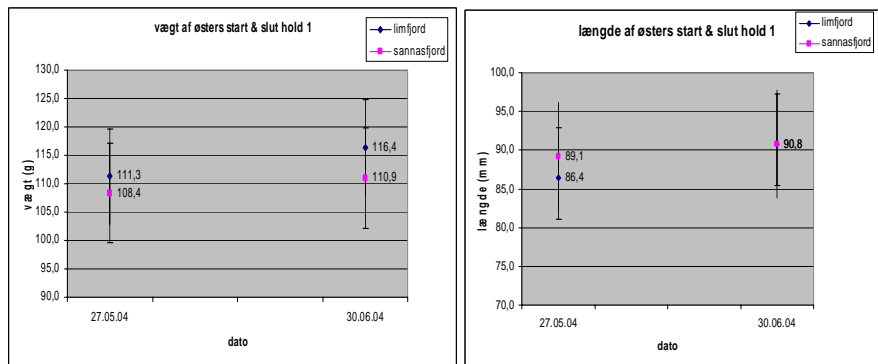


Til venstre Limfjords østers

Til venstre Limfjords østers

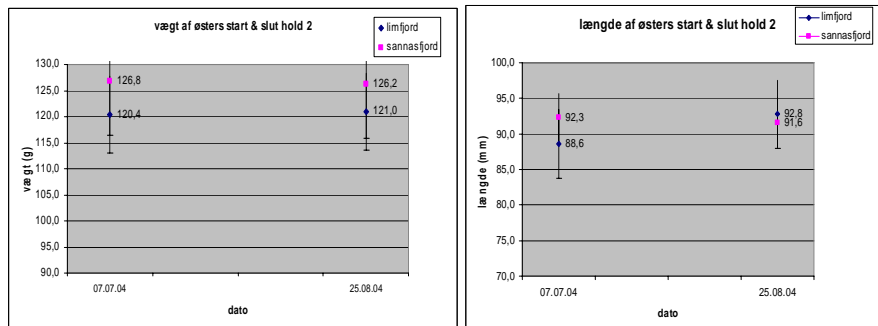
Væksten af moderøstersene blev ligeledes målt ved isætning og udfiskning fra anlægget for såvel hold 1 (ultimo maj til- ultimo juni) og hold 2. (primo juli- ultimo august).

Til trods for en formodet optimal fodring dagligt af alger var der tale om en meget begrænset vækst både hvad angår længde og vægt. For østers isat ultimo maj 2004 sås en begrænset tilvækst størst for østers fra Limfjorden.



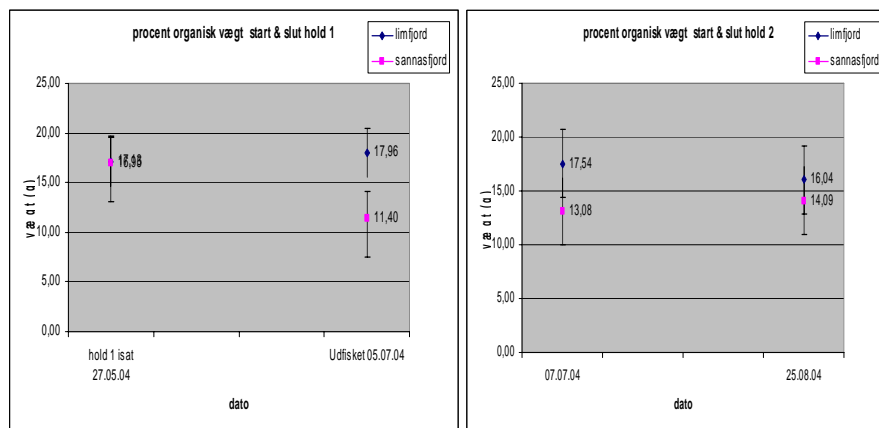
For østers isat primo juli 2004 var tilvæksten for begge geografiske populationer efter endt forsøg endnu mindre, faktisk negativ for Sannasfjords østers både mht. længde vækst og tilvækst (g)

Dette er ikke umiddelbart forklarligt, men kan forklare, at antal gydninger og mængde larver generelt var mindre for Sannasfjords østers.



Dette underbygges ved at se på det organiske indhold (køndindhold i vådvægt) af total vægten

Her fremgår det, at østers fra Sännasfjorden havde et væsentlig lavere køndindhold ved afslutning af forsøget for hold 1, mens østers fra Limfjorden havde et stigende indhold. Dette er i overensstemmelse med vægtforøgelsen. For hold 2 ses for Limfjordsøsters et fald i organisk indhold og en lille stigning for Sännasfjordsøsters.



## Østerslarver

Der blev fra begyndelsen af juni og frem til begyndelsen af august gydt 19 gydninger af østerslarver. En del gydninger blev ikke benyttet til forsøg på grund af asynkron gydning mellem østers fra Limfjorden og østers fra Sännasfjorden.

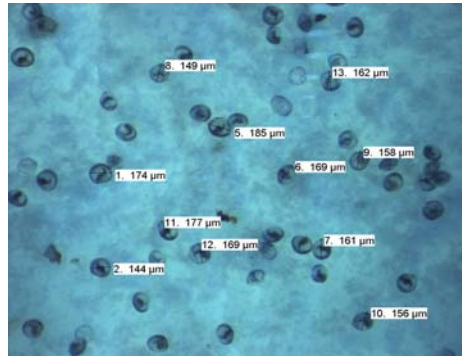
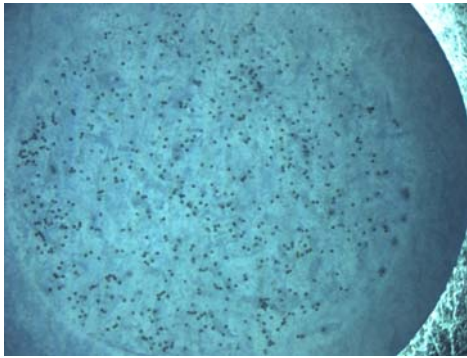
En del østerslarver fra disse gydninger blev dog holdt i larvekar til observation for vækst.

2 gange i perioden blev der påbegyndt forsøg med østerslarver i samtlige 30 kar samt isætning af østerslarver i algehjul, desværre måtte forsøgene begge gange afbrydes efter 2 døgn på grund af massedødelighed.

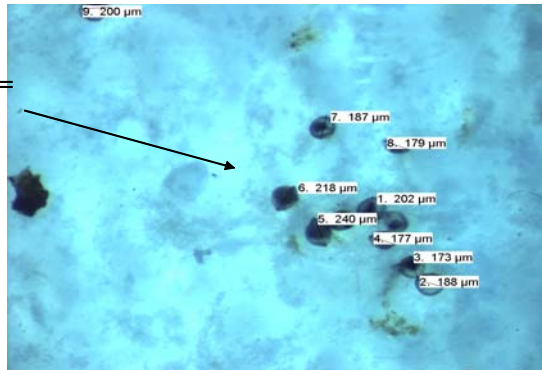
I kar med larver frataget gennem forsøgesperioden og holdt med vandskifte hver anden dag og fodring i henhold til overordnet plan, var dødeligheden ligeledes massiv. Der var således ingen hold larver, der 6-7 døgn efter klækning havde en overlevelse på mere end anslået max 10 %.

Målinger af vækst af overlevende østerslarver var generelt væsentlig lavere end de i litteraturen opgivne (normalt ca 10 µm/dag), her max. ca.4-6 µm/dag

Nedenfor er vist et forstørret billede af str. af larver på Whatman filtre på forskellige dage.



13.08.04  
gennemsnit =  
196 µm



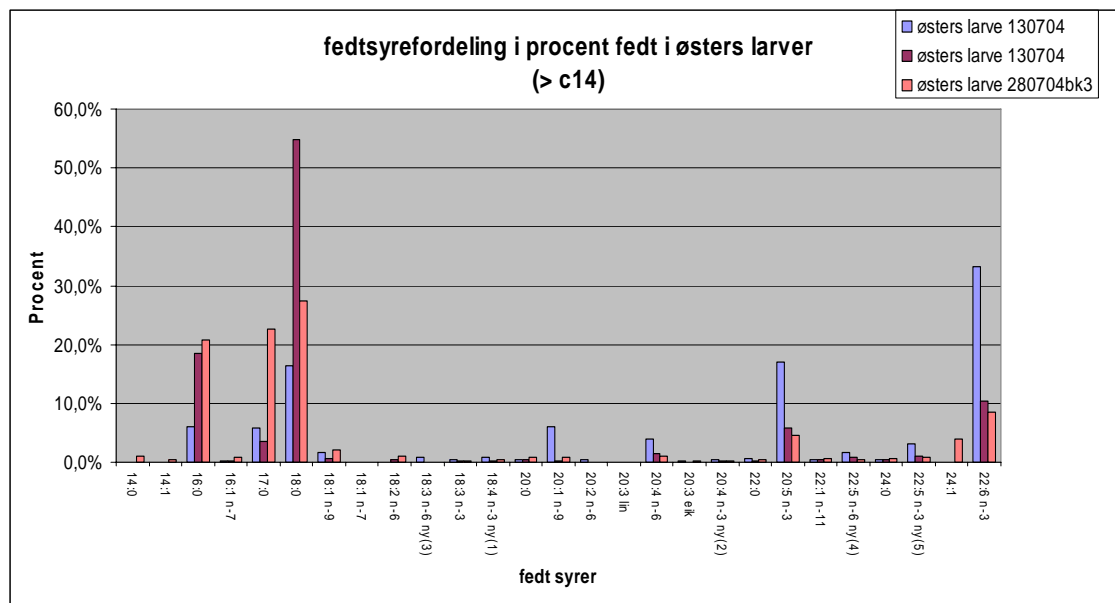
05.08.04  
Gennemsnit  
= 164 µm

### Østers larvers fedtsyre indhold

Der blev foretaget nogle enkelte undersøgelser af østerslarvernes fedtsyresammensætning umiddelbart efter frigivelse. I nedenstående figur er medtaget analyser af udtag af 3 forskellige gydninger af såvel svenske og danske østers.

Fedtsyrefordelingen og forholdet af især DHA og EPA, som er de 2 mest interessante fedtsyrer ses at være ca. 2. Dette er det i litteraturen fundne forhold for larver med en god fedtsyresammensætning. Der er ikke foretaget andre analyser som protein, kulhydrat mv.

Der er umiddelbart ud fra fedtsyrerne ingen grund til at tro at østers larver ved frigivelse skulle være ernæringsmæssigt svækkede, og at dette skulle forklare en høj dødelighed



## Sygdom

En del mikroskopi undersøgelser af døende østerslarver udviste symptomer på skade af væv i svømmeorganet.

Det er mindre sandsynligt, at en så massiv dødelighed som observeret i stort set alle hold larver meget tidligt i larvefasen alene skyldtes ernæringsmæssige mangler, dels på baggrund af ovenstående analyser af fedtsyrer i alger og larver og især, da undersøgelser har vist, at østerslarver kan overleve i en række dage uden foder.

Det var derfor nærliggende at undersøge, hvorvidt andre parametre kunne forklare den omfattende dødelighed.

Der blev derfor taget prøver af moderøsters, alger og recirkuleret vand for at undersøge hvorvidt der kunne påvise patogene bakterier.

En lang række patogene bakterier som f.eks *vibrio sp.* findes i havvand og er sandsynlige i moderøsters. Der kan ske et udbrud hos stressede eller svækkede østers. Især forskellige *vibrio* bakterier er påvist i talrige litteraturstudier og har vist sig dødelige patogener i en række beskrevne opdrætsforsøg på larver.

Smittevejene til nyligt klækkede østerslarver kan være følgende;

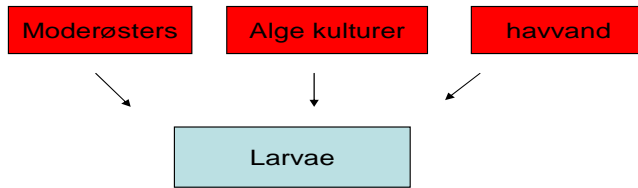
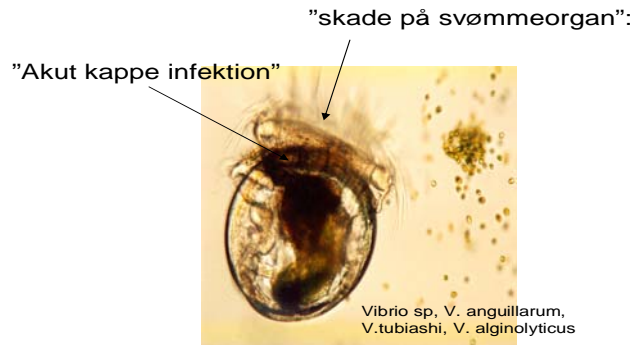


Diagram der viser mulig infektions kilder af larver med patogen bakterier



I slutningen af august blev der indsendt prøver til fiskepatologisk institut på KVL i København. Der blev udtaget hele østers fra moderøstersanlægget samt vandprøver herfra og algeprøver fra algeposer.

Det var ikke muligt at indsende larveprøver, idet gydningerne ophørte **primo august**, før det stod klart, at der kunne være tale om bakterielle infektioner.

Normalt ses østers at gyde frem til medio september, men det skete hverken i DFU regi eller på Skaldyrcentret på Mors.

Resultatet af de indsendte prøver er vist nedenfor

#### **Undersøgelse af 6 østers (diameter 8 cm), 2 vandprøver og 2 algeprøver modtaget 30/9 2004**

Østersene var ved modtagelsen alle levende - der var ingen synlige gonader.

Der blev fra østers foretaget bakteriologisk undersøgelse af hhv. hjerte, gællævæv og fordøjelsessvæv. Endvidere blev 3 østers poollet, sønderdelt og opblandet, og herfra udtaget prøve hvorfra der blev foretaget tifoldsfortyndinger. Bakteriologiske undersøgelse blev foretaget på disse fortyndinger.

Fra vand- og algeprøver blev der foretaget tifoldsfortyndinger. Bakteriologisk undersøgelse blev foretaget på disse.

#### **Undersøgelse af indre organer:**

Generelt blev der fundet færre bakterier fra hjerne end fra gæller og fordøjelsessystem. *Vibrio* species blev isoleret - i alt 19 bakterier blev rendyrket fra de enkelte organer og forsøgt identificeret. Ingen af disse passer på de patogene *Vibrio* vi normalt identificerer, og der er blandt isolaterne flere forskellige *Vibrio*-arter. Nogle af isolaterne er karakteriseret til at være *Vibrio anguillarum*-lignende, *Vibrio harveyi*-lignende samt *Vibrio splendidus*-lignende. Disse tre typer isolater er isoleret fra flere østers, samt endvidere også fra samme organ (fordøjelsessystemet hos flere østers).

Fra de to pools af østers (hver med 3 østers) er rendyrket i alt 15 bakterier. En nærmere karakterisering af disse viser, at de 3 typer fundet i enkeltorganer også kan genfindes i pools.

**Vandprøver:**

Rendyrkning af 18 bakterier - blandt disse genfindes igen *V. harveyi*-lignende, *V. anguillarum*-lignende samt *V. splendidus*-lignende isolater.

**Algeprøver:**

Praktisk talt ingen vækst på plader hvorpå evt. *Vibrio*-bakterier normalt vokser.

Rendyrkede bakterie-isolater er gemt, så de kan bruges til sammenligning ved senere undersøgelse af østers og østersyngel.

Når der opstår sygdom vil en konkret indsats for at forsøge at identificere bakterien kunne gennemføres, således at svaret ikke kun er *Vibrio anguillarum*-lignende etc. Men dette skønnes ikke muligt på nuværende tidspunkt med de her anvendte metoder.

**Konklusion**

I forsøgsperioden fra slutningen af maj til begyndelsen af august blev der observeret ca. 19 gydninger (> 9 mio. stk) af østers larver fra af forskellige hold moderøsters (>100 stk) indsamlet ved Nissum Bredning og Sännasfjorden i Sverige.

Det altovervejende antal larver (90-95 %) viste sig at dø i perioden 1-8 dage efter isætning i larve kar.

Meget få larver var i stand til at overleve til spat.

Iflg. litteraturen kan larver efter frigivelse overleve uden foder min. 3-5 dage og en stor del frem til metamorfose. Præliminære undersøgelser af fedtsyre indholdet i nyklækkede larver (fra efterfølgende døde hold) har vist sig at være i overensstemmelse med de i litteraturen opgivne, og DHA/EPA forhold på >2 som foreskrevet.

- Det er derfor nærliggende, at andre faktorer end ernæringsrelaterede må være gældende.

Bakterie undersøgelser foretaget af Lone Madsen Fiskepatologisk Institut, KVL har i prøver fra moderøsters og vand fra klækkeri fundet forekomster af *Vibrio sp.* – muligvis *Vibrio Anguillarum*, som er beskrevet som dødelig patogen på østerslarver.

*Der er derfor behov for omfattende undersøgelser af østerslarver og østers for at konstatere om den omfattende dødelighed på Skaldyrcentret og i DFU er induceret af betingelser under hold af moderøsters eller østers larver i lukkede anlæg.*

*Med en omfattende identificering og karakterisering af eventuelle patogene bakterier eller virus i østersopdrættet vil det være muligt at kunne stille en diagnose og behandle ud fra dette.*

*Dette må være et meget væsentligt tiltag for at kunne komme nærmere et gennembrud i opdræt af europæisk østers og opnå en stabil produktion og muligt forskningsgrundlag for undersøgelser af østerslarver.*



## APPENDIX II Betydningen af salinitet og temperatur for vækst af opdrættet østersspat i opstrømsenheder

*Carsten Formsgaard Nielsen, specialestuderende, Afdeling for Marin Økologi, Finlandsgade, 14, 8200 Århus N.*

### Indledning

Undersøge vækst af opdrættede østersspat ved forskellige temperaturer og saliniteter.

Der er blevet udført 2 forskellige salinitets/temperatur forsøg.

Et forsøg med fast temperatur hvor Salinitetsspændet er på 20-34 promille, med spring på 2 promille og et forsøg med forskellige saliniteter og temperaturer.

### Fast temperatur:

Salinitetens betydning for vækst og overlevelse ved en given temperatur på 12 grader vil blive undersøgt. 12 grader er valgt, da der ved denne temperatur oftest ses en vis vækst når dyrene har god fødetilgængelighed.

Forsøget er sat op, så det er muligt at følge hver enkelt individ vækst. For hver salinitet vil der være 20 forsøgsdyr. Forsøget vil strække sig over en periode på 32 dage, med 12 dages akklimatisering for alle grupper. Temperaturen sænkes 1 grad for hver dag og saliniteten hæves/sænkes 1 promille indtil den rette temperatur og salinitet er nået. Nogen grupper vil således hurtigt opnå den rette salinitet, derfor er der medtaget kontrol grupper, som vil blive undersøgt efter de første 12 dage for at se om akklimatiseringen har haft samme betydning for alle forsøgsgrupper. Inden forsøgs start er der lavet længde, bredde, totalvægt, vævsvægt og tørvægt på 40 østers af samme størrelse og vægt som dem der bliver brugt til forsøget.

Længden og bredden af dyret vil blive målt med digital skydelære. Totalvægten af dyret (efter fjernelse af vand på ydersiden af skallen) og vævsvægten vil blive vejlet på en Sartorius CP224S analysevægt. Tørvægt er lavet i tørreovn ved 105 grader i 24 timer.

### Resultater og kommentarer:

Dødeligheden i hele perioden er meget lav, med 2 døde som det højeste (22 promille).

Tabel 1

salinitet	20	22	22K	24	26	28	28K	30	32	32K	34
Antal døde	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Antal med vækst i total vægt	15	14	13	17							

Det ser altså ud til, at en kortere periode med eksempelvis lav salinitet ikke påvirker overlevelsen nævneværdigt. Den forskelligartet akklimatisering har altså heller ikke haft nogen betydning for overlevelsen.

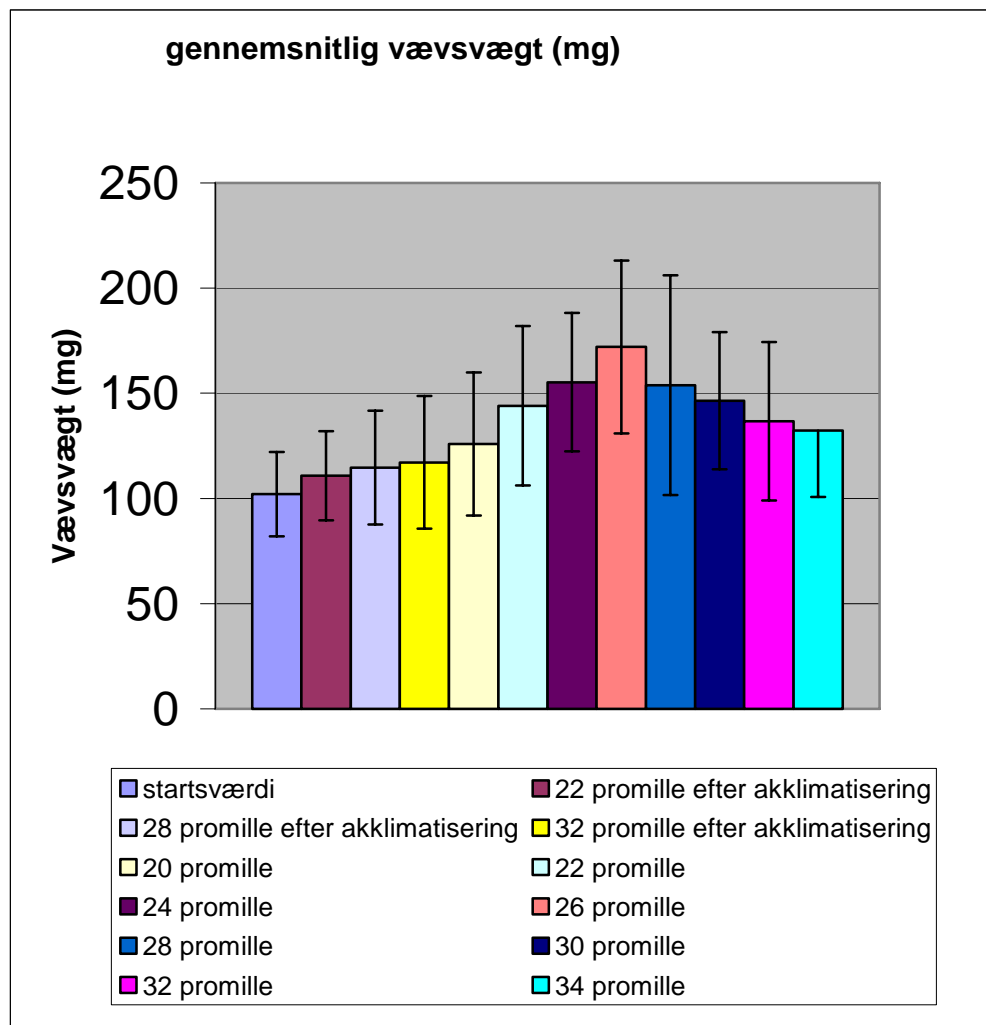
Der ses generelt en stigning i totalvægten fra starten af forsøget til afslutningen. Stort set de samme individer har allerede øget væksten efter de første 12 dage.

I tabel 1 ses antallet af individer der har øget totalvægten fra start til slut.

Set ud fra udgangspuljen er der også en stigning i vævsvægten. Oftest er det sådan, at der er et positivt sammenhæng mellem totalvægten og vævsvægten.

På figur 1 er den gennemsnitlige vævsvægt for de forskellige saliniteter afbilledet.

Det ses at tilvæksten de første 12 dage, mens akklimatiseringen stod på, er ret lav (22k, 28K og 32K). Der er heller ikke den store forskel på tilvæksten, så den forskellig artet akklimatisering ser kun ud til at have en lille indvirkning på tilvæksten. Højest tilvækst ses ved middel saliniteter i mit forsøg (24-30 promille)



Figur 1: Gennemsnitlig vævsvægt ved afslutning af forsøg.

### Forskellig temperatur og salinitet.

Temperaturen og salinitetens betydning for vækst og overlevelse.

Forsøget vil køre med 3 forskellige saliniteter og temperaturer. I 68 dage, med en akklimatiseringsperiode på 12 dage. Jeg har valgt temperaturene 4, 12 og 20 grader samt saliniteter 20, 28 og 32 promille.

Ved 4 grader forventes tilvæksten at være meget lille. Østers går normalt i dvale ved cirka 5 grader. Det må derfor forventes, at individerne kommer til at bruge af de opbyggede energiressourcer (vintertilstand).

Ved 12 grader har jeg tidligere observeret vækst. Denne temperatur afspejler typisk forårs/efterårs temperatur.

Ved 20 grader er der godt gang i den. Temperaturen er en god sommertemperatur (der dog sjældent står på i en længere periode).

De 3 saliniteter er valgt, da de er normale i danske farvande, hvor der findes naturlige bestande af østers *Ostrea edulis* eller hvor der ønskes opdræt af østers.

Forsøgsdyrene vil blive nummereret så væksten af hvert individ kan følges.

Der vil blive tilført føde i et sådan omfang, at maksimal vækst kan opnås, så det undgås, at føden bliver en begrænsende faktor for vækst.

### Der vil være 18 kar, med følgende 9 forskellige behandlinger:

Temp/salinitet	20	28	32
4 grader	20 østersspat	20 østersspat	20 østersspat
12 grader	20 østersspat	20 østersspat	20 østersspat
20 grader	20 østersspat	20 østersspat	20 østersspat

Der vil blive indsamlet samme data som til forsøget med fast temperatur.

Inden forsøgets start vil der blive udtaget 20 dyr, som der vil blive lavet tørvægt på.

Temperaturen og salinitet vil gradvis blive sænket/øget over en periode på 12 dage, men ændring på 1 grad pr. dag og 1 promille pr dag. Ved akklimatiseringsperiodens afslutning vil alle dyr blive målt og vejede og halvdelen af dyrene (gruppe 2) vil blive åbnet og lavet tørvægt på, for at se hvilken betydning den forskelligartede akklimatisering har haft, mens de resterende individer (gruppe 1) vil fortsætte. De individer der er døde i gruppe 1 ved akklimatiseringens afslutning, vil blive erstattet med andre østers som har stået ved samme salinitet og temperatur.

### Resultater og kommentarer.

Dødeligheden de første 12 dage (akklimatisering) er lav (tabel 2) uden et tydeligt mønster for om temperaturen eller saliniteten er den afgørende faktor for den observerede dødelighed.

Tabel 2.

Temp-salinitet	4-20	4-28	4-32	12-20	12-28	12-32	20-20	20-28	20-32
Døde efter 12 dage gruppe 1.	1	1	2	0	1	2	3	1	0
Døde afslutning	13	3	4	4	4	7	7	10	11
Døde efter 12 dage gruppe 2	1	1	2	1	0	1	2	2	2
Samlet dødelighed ved				Døde					
4 grader				20					
12 grader				15					
20 grader				28					
20 promille				24					
28 promille				17					
32 promille				22					

Ved afslutningen af forsøget ser det noget anderledes ud. Dødeligheden er høj. Der er stor dødelighed ved alle 3 salinitet ved den varmeste behandling (20 grader), hvor 46 % af forsøgsdyrene døde. Flest døde ses ved den lavest temperatur og lavest salinitet. Gennemsnitligt er der lavest dødelighed ved middel salinitet og temperatur.

Tabel 3. Gruppe 2. De ni forsøgskar der var med til afslutningen af akklimatiseringsperioden. Kun overlevende individer er indregnet.

Samlet vævsvægt	Samlet tørvægt	Vævs Vægt Gns.		totalvægt start	totalvægt 12 dage	Tørstof gns	Forøgelse af totalvægt	Overlevende
1591,4	238,3	83,75	4 grader-20 prom.	11631,7	12042,9	12,54	411,2	19
1412,6	228,3	72,14	4 grader-28 prom.	12303	12710	12,01	407	19
1339,2	226,5	74,4	4 grader-32 prom.	12040,1	12523,4	12,58	483,3	18
1802,6	281,5	94,87	12 grader-20 prom.	12448	12997	14,81	549	19
1547,2	278,3	77,36	12 grader-28 prom.	11875,7	12771,3	13,91	895,6	20
1634,5	280,6	86,02	12 grader-32 prom.	11339,7	11995,9	14,76	656,2	19
1853,1	316,3	102,95	20 grader-20 prom.	11711,1	13040,2	17,06	1329,1	18
1636,7	283,2	90,92	20 grader-28 prom.	11724,4	13132,2	15,73	1407,8	18

## APPENDIX III Fødens betydning for vinterdødelighed hos juvenile østers (*Ostrea edulis* L.)

Magnus Moltu Løfstedt, *specialestuderende, Afdeling for Marin Økologi, Finlandsgade, 14, 8200 Århus N.*

Der er blevet observeret en langt højere vinterdødelighed blandt opdrættede juvenile østers end i de naturlige populationer i Limfjorden. Dette indikerer, at den lave overlevelseshastighed hos de opdrættede østers, skyldes suboptimale metoder i produktionen og håndteringen. Fødeoptaget reduceres stærkt ved lavere temperaturer, hvilket betyder at der bliver tæret på oplagrede ressourcer. Det er derfor utrolig vigtigt, at østersspat så at sige er ”klædt ordentligt på” til vinteren. Fedt- og glykogen-depoterne oplagres i sommerhalvåret, bl.a. under den landbaserede del af produktionen, hvor der fodres med tre arter af mikroalger. Projektet har til formål, at undersøge om disse tre arter er tilstrækkelige til at dække de næringsmæssige behov og hvordan dette påvirker vinteroverlevelsen.

To forsøg er ved at blive gennemført:

### 1) Ændringer i sammensætningen af biokemiske komponenter ved forskellige fødetyper

Tre grupper af østersspat holdes ved optimale væksttemperaturer (20 °C) og fodres med hhv. alger (naturlige) fra Limfjorden, en blanding af tre mikroalger der bruges i den landbaserede del af produktionen (opdrættede) og en blanding af de forrige to (mix). Efter to måneder udsættes de i Limfjorden. Til foråret sammenlignes vinterdødeligheden i de tre grupper. I løbet af perioden udtages individer løbende og der analyseres for lipid/kulhydrat/protein-indhold samt sammensætningen af fedtsyrer.

### 2) Fysiologiske tilpasninger til et skift i fødetype

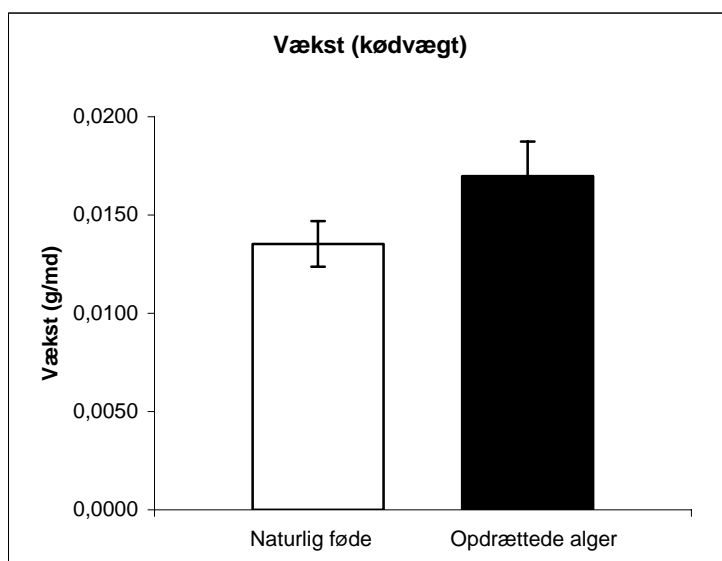
”Scope for Growth” den del af den assimilerede energi der er tilbage til vækst, måles hos spat kort tid inden de går fra at blive fodret med opdrættede alger til en kost bestående af naturlige alger og den efterfølgende måned. Der måles på følgende parametre: fødeoptag, respiration, ekskretion og udsondringshastighed af ammoniak..

### Foreløbige resultater

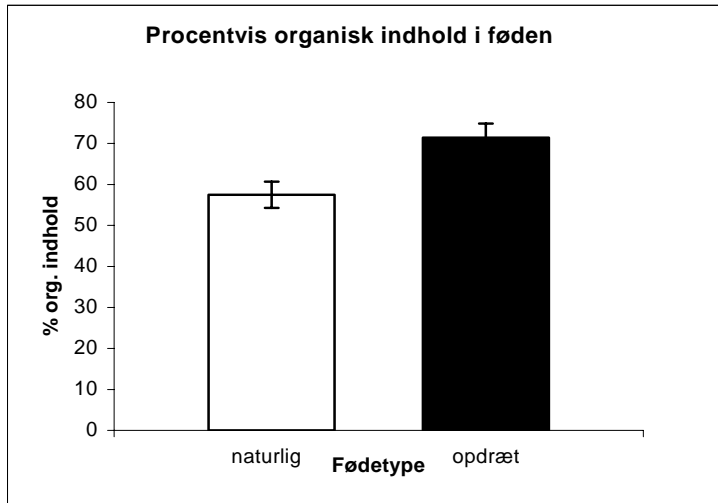
Det ses i Fig. 1, at vækstraten er højere i den gruppe der er fodret med opdrættede alger end i gruppen fodret med naturlige alger. Dette er ikke overraskende da de opdrættede alger netop er udvalgt bl.a. på baggrund af deres gode egenskaber på vækstraten hos forskellige dyr. Spørgsmålet er om en hurtig vækstrate også medfører en højere fitness i forbindelse med vinterdødelighed, eller om der er andre parametre der har betydning. Dette forventes at kunne besvares når de biokemiske analyser er færdiggjorte.

De to fødetyper ”naturlig” og ”opdrættet” adskiller sig ved at førstnævnte har et markant lavere procentvis indhold af organisk materiale ( $57 \pm 3,2$  %) end sidstnævnte ( $71 \pm 3,4$  %) (Fig. 2). De to fødetyper gives i forskellige koncentrationer baseret på

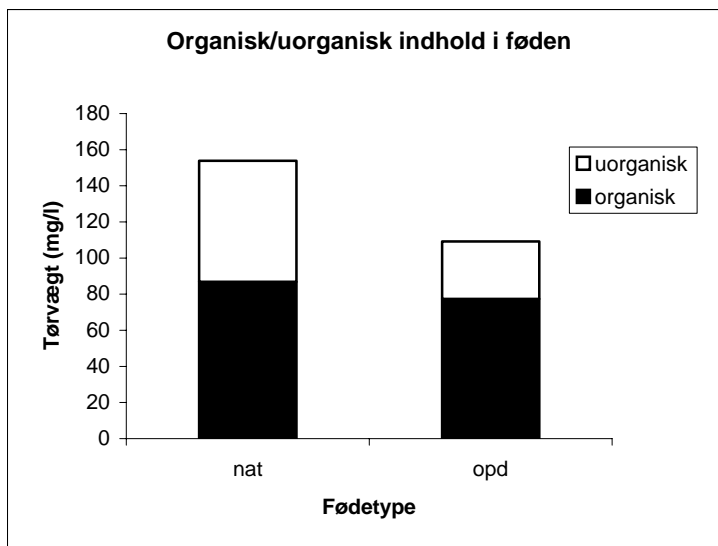
forundersøgelser, hvor det blev fundet, at vækstraten som funktion af fødemængden stagnerede ved algekoncentrationer på over  $140 \cdot 10^3$  celler/ml ("naturlig") og  $300 \cdot 10^3$  celler/ml ("opdræt"). I fig. 3 ses det at selv om det procentvise indhold af organisk materiale er højest i den "opdrættede" føde, er mængderne i mg tørstof næsten den samme i de to fødetyper. Det betyder også at energiindholdet i de to fødetyper ikke adskiller sig markant fra hinanden. Det er derfor muligt at det er det relativt høje indhold af uorganiske partikler i den "naturlige" føde der påvirker østersenes vækstrate. Dette underbygges af et forsøg, hvor der måles på græsningsraten efter et fødeskift fra "opdrættede" til "naturlige" alger (Fig. 4). Ved starten af forsøget er græsningsraten ens for de to grupper, men efter 13 dage er den faldet til omkring 50 % i forhold til kontrolgruppen. Ved dag 20 er den steget lidt igen og ser ud til at stagnere ved omkring  $170 \text{ algeceller} \cdot \text{ind}^{-1} \cdot \text{dg}^{-1}$ . Det tager altså ca. 20 dage før østersene har tilpasset sig den nye fødetype. Uanset hvad grunden er til den lavere græsningsrate (højere koncentration af uorganiske partikler, svært nedbrydelige algeceller, giftige alger etc.) så vil den medføre et reduceret energiindtag  $J \cdot \text{ind}^{-1} \cdot \text{dg}^{-1}$  og en lavere vækstrate. I fig. 4 ses metabolismen ( $r$ ), men selv om den er lavere i forsøgsgruppen end i kontrolgruppen giver det ikke noget klart billede af hvordan det påvirker energiniveauet. Dette vil kunne ses når den totale energimængde til vækst, det såkaldte Scope for Growth udregnes. Hvis ikke østersene justerer på andre fysiologiske processor såsom metabolismen ( $r$ ), absorptionseffektiviteten (AE) eller udsøndningshastigheden af ammoniak (U), kan det medføre, at der i et tidsrum vil blive brugt mere energi end der bliver optaget, og at østersene derfor tærer på oplagrede energiressourcer der så ikke kan udnyttes om vinteren. Dette kan muligvis påvirke vinterdødeligheden i negativ retning.



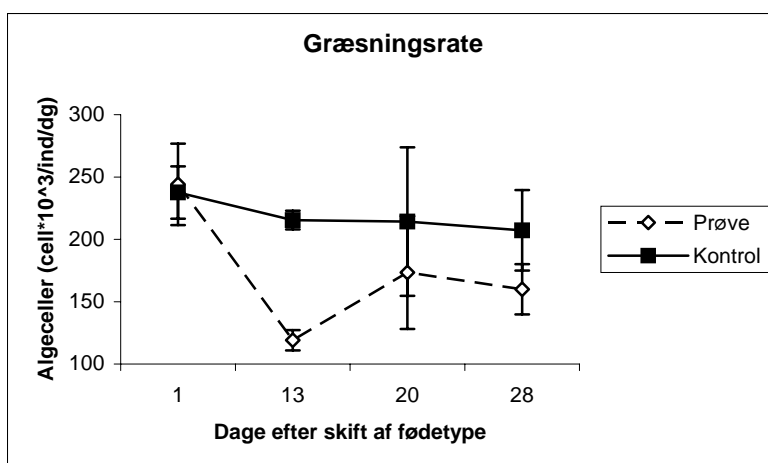
**Fig. 1.** Vækst i kødvægt (g/måned). Gruppen fodret med "naturlig" føde har en signifikant lavere vækst end gruppen fodret med "opdrættede" alger. Statistik: Mann-Whitney  $F = 0,016$ .



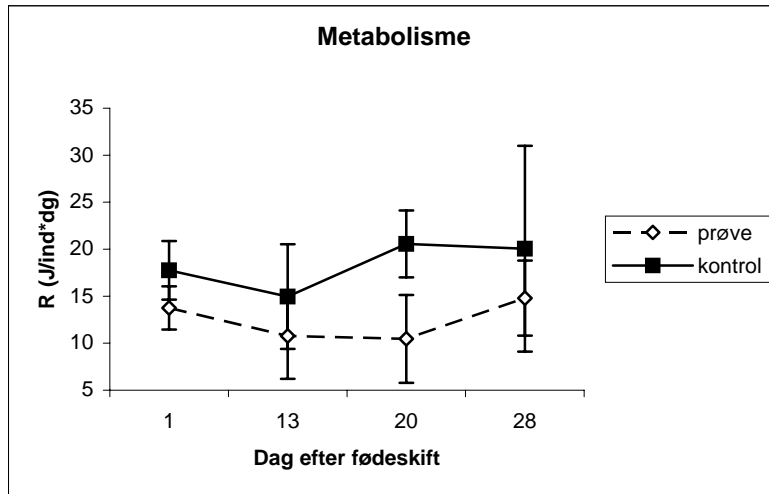
**Fig. 2.** Det procentvise organiske indhold i de to fødetyper "Naturlige alger" og "Opdrættede alger". Der er signifikant højere procentvis indhold af organisk materiale i fødetypen med de opdrættede alger (Mann-Whitney; F: 0,001, n=18).



**Fig. 3.** Den totale tørvægt (mg/l) er højest i den "naturlige" føde, men det ses at en relativt stor del udgøres af uorganisk materiale (43 %), mens det uorganiske materiale i de opdrættede alger kun udgør ca. 29 %. Den totale vægt af organisk materiale i de to fødetyper er næsten den samme (nat:  $87 \pm 25$  mg/l; opd:  $77 \pm 15$  mg/l).



**Fig. 4.** Algeceller fjernet per individ per døgn (celler \*  $10^3$  / ml) målt dag 1, 13, 20 og 28 efter et skift i fødetype fra opdrætsalger til naturlige alger fra Limfjorden (Naturlig føde) samt for en kontrolgruppe (Opdrætsføde).



*Fig. 5. Metabolismen (r) målt i joule per individ per døgn. Det ses at kontrolgruppen har en højere metabolisk rate end forsøgsgruppen.*