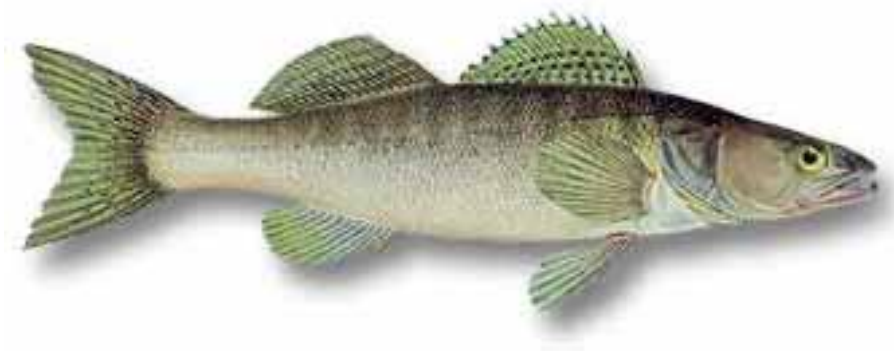


Udvikling af produktionsmetoder til intensivt opdræt af sandartyngel



Projektrapport

Af Svend Steinfeldt og Ivar Lund, DTU Aqua

Finansieret af Den Europæiske Unions Fiskerisektorprogram FIUF og Fødevareministeriet

September 2008

DTU Aqua-rapport nr. 199-08

ISBN 978-87-7481-089-6

DTU Aqua

Institut for Akvatiske Ressourcer

INDHOLDSFORTEGNELSE

BAGGRUND	3
PROJEKTETS ORGANISATION	3
PROJEKTETS FORMÅL	4
ARBEJDSPAKKE 1 - HOLD AF MODERFISK.....	4
ARBEJDSPAKKE 3 - TEST AF FORSKELLIGE TYPER LEVENDE FODER	4
ARBEJDSPAKKE 4 - TEST AF FORSKELLIGE TYPER TILVÆNNINGS-TØRFODER	5
RESUMÉ OG KONKLUSION	5
PROJEKTETS RESULTATER	6
MODERFISK OG ÆG.....	6
<i>Fangst af moderfisk</i>	6
<i>Anvendelse af vildfangne domesticerede moderfisk</i>	6
<i>Fysisk kemiske forhold</i>	7
<i>Modning og ovulation</i>	7
<i>Injektion af hormon</i>	7
<i>Gydning, befrugtning, æg inkubation</i>	8
<i>Inkubering</i>	9
TEST AF FORSKELLIGE TYPER LEVENDEFODER	11
<i>Anvendelse af forskellige typer Artemia</i>	12
<i>Vækst</i>	13
<i>Anvendelse af hjuldyr eller Artemia</i>	14
<i>Bilag 1. Produktion af levendefoder</i>	15
EFFEKTER AF FLERUMÆTTEDE FEDTSYRER PÅ VÆKST OG STRESSTOLERANCE HOS LARVER AF SANDART (STIZOSTEDION LUCIOPERCA L.).....	16
<i>Indledning</i>	16
<i>Resultater og diskussion</i>	17
<i>Konklusion</i>	24
TEST AF FORSKELLIGE TYPER TILVÆNNINGSTØRFODER	25
<i>Introduktion</i>	25
<i>Fiskene</i>	25
<i>Forsøgsanlægget</i>	26
<i>Vandkemi</i>	27
<i>Mortalitet</i>	27
<i>Vækst</i>	29
<i>Størrelsesfordeling</i>	31
<i>Konklusion</i>	34
REFERENCER	34
APPENDIX I	35
MANUSKRIFT: THE EFFECTS OF DIETARY LONG CHAIN ESSENTIAL FATTY ACIDS ON GROWTH AND STRESS TOLERANCE IN PIKEPERCH LARVAE (SANDER LUCIOPERCA L.)	35

BAGGRUND

Firmaerne AquaPri A/S og Fishcon Aps afsluttede første sæson af projektet ”Udvikling af produktionsteknik og -anlæg til opdræt af sandart” (DFFE J. Nr. 3704-3-03-0002) medio 2006.

Det blev konstateret, at produktionen af æg og yngel var forbundet med større vanskeligheder end først antaget. Projektets deltagere ønskede derfor en intensiveret indsats på dette felt, som supplement til det på det tidspunkt igangværende projekt.

DTU Aqua (tidligere DFU) skulle derfor gennemføre en F&U indsats på udvalgte problemstillinger vedrørende produktion af sættefisk af sandart.

AquaPri A/S ønsker at opstarte en produktion af sandart inklusiv produktion af yngel og opdræt til konsumstørrelse. Produktionen ønskes gennemført i fuldt recirkulerede anlæg, idet der her kan holdes et temperaturregime som maksimerer væksthastigheden.

Det er en forudsætning for at kunne starte en sådan produktion, at der kun anvendes sygdoms- og parasitfrie fisk i anlægget. Den eksisterende europæiske produktion af sandart sker typisk i ekstensive systemer bestående af jord damme, hvor yngelen ernærer sig af naturligt forekommende plankton. Det er velkendt, at denne produktionsform medfører, at fiskene har en lang række sygdomme i form af parasitter, bakterier og vira, som ikke kan kontrolleres, og som i mange tilfælde vil opformeres voldsomt i et recirkulations anlæg. Det er derfor nødvendigt at opretholde strenge karantænekrav til disse produktions anlæg, som er baseret på recirkulationsteknologi og kun indføre fisk fra andre sygdomsfrie anlæg. Alternativt kan æg fra vilde fisk indføres, hvis en tilfredsstillende desinfektion af æggene kan gennemføres.

Sidstnævnte er den løsning der ønskes gennemført på anlægget i Egtved. Dette indebærer at produktionen ikke efterfølgende kan anvende plankton fra jord damme eller naturen, idet desinfektion af dette ikke er mulig. Kun intensivt dyrket plankton, hhv. mikroalger, hjuldyr og *Artemia* kan anvendes. Disse "intensive" opdrætsmetoder er velkendte og anvendes til produktion af mange, fortrinsvis mariner arter som f.eks. torsk, pighvarre, tunge og havbars. For sandarts vedkommende er der i dag begrænset erfaring i anvendelse af intensive metoder, men udviklingen af egnede intensive metoder må betragtes som en forudsætning for etableringen af opdræt i større omfang.

Projektet havde til formål at undersøge forhold som i samarbejde med erhvervet var identificeret som væsentlige for etableringen af en kontrolleret, intensiv yngelproduktion primært at optimere fodring med levende foder og overgangen til tørfoder.

Forsøgene skulle teste foderstrategier ved anvendelse af levende foder og tørfoderpræparater.

PROJEKTETS ORGANISATION

Projektleder var Dansk Akvakultur

- Danmarks Fiskeriundersøgelser; Afdeling for Havøkologi og Akvakultur som nu hedder DTU Aqua, Sektion for Akvakultur skulle gennemføre den praktiske og faglige del af projektet.

PROJEKTETS FORMÅL

Projektet havde 3 hovedformål og blev derfor opdelt i 3 faglige arbejdsplaner. I en tidligere version af ansøgningsmaterialet var der yderligere en arbejdsplan (Arbejdsplan 2, forlængelse af yngelproduktionsperioden). Grundet nedskæring af den maksimale sum som kunne allokeres til projektet, blev det besluttet at lade denne arbejdsplan udgå af projektet. De resterende arbejdsplaner beholdt deres oprindelige nummer og projektet bestod derfor af arbejdsplaner 1, 3, 4 og 5. Sidstnævnte var projektledelse, administration og møder og havde derfor ikke et egentligt fagligt indhold. De faglige arbejdsplaners formål var som følger:

ARBEJDSPLAN 1 - HOLD AF MODERFISK

Ved projektets begyndelse var der en del uklarhed vedrørende gydning hos moderfisk. Projektet tager udgangspunkt i reproduktion fra vilde sandart fanget i danske søer. Den traditionelle metode med at overføre hanner og hunner til gydning i de kar som senere skulle fungere til opdrættet af larver indebærer en stor risiko for at overføre sygdomme og parasitter fra de naturligt fangede moderfisk til deres afkom, som skulle opdrættes i lukkede systemer baseret på recirkulation. Der var derfor behov for at udvikle tiltag som kunne bryde denne potentielle smittevej. Arbejdsplan 1 indebærer derfor ikke gennemførelse af egentligt videnskabeligt eksperimentelt arbejde, men snarere udvikling og beskrivelse af procedurer til hold af moderfisk og opstart af en sygdoms- og parasit fri yngelproduktion.

ARBEJDSPLAN 3 - TEST AF FORSKELLIGE TYPER LEVENDE FODER

I naturen lever larver af sandart af plankton. Primært dafnier og copepoder. Larver af marine arter lever ligeledes af de copepoder og anden plankton, der er i vandmasserne, som omgiver dem. I kultur af marine arter er det kun muligt at tilbyde de marine arter disse typer føde i ekstensive opdrætssystemer. Systemer som ofte anvendes til nye arter, hvor ernæringsbehovene endnu ikke er klarlagt. De p.t. tre danske kommercielle producenter af yngel af marine arter anvender alle ekstensive metoder til deres produktion af primært pighvar sættefisk. Langt hovedparten af den marine yngel som produceres i Europa produceres dog vha. intensive metoder, hvor larverne holdes i mindre ofte baseret på recirkulationsteknologi og fodres med zooplankton som hjuldyr og *Artemia*. Disse fodertyper er ikke fiskelarvernes naturlige føde, men har den fordel at de er lette at dyrke. For at opnå den rette ernæringsmæssige sammensætning er det nødvendigt at tilføre essentielle ernæringskomponenter til det dyrkede plankton. Der er udviklet kommercielle berigelsesprodukter som passer til de forskellige typer marine fisk.

Projektet ønsker at anvende ovennævnte teknologi til en forsøgsproduktion af sandart yngel. Sandartlarverne opdrættes i det eksisterende anlæg i Hirtshals og præsenteres for forskellige foderregimer bestående af hjuldyr og *Artemia*. Herved bliver det muligt at vurdere effekten af anvendelse af forskellige foderstrategier, som kunne have relevans for sandart larver. Det ønskes testet om der er en positiv effekt af at anvende hjuldyr fra dag 3 til dag 8 efter klækning. Hjuldyr er mindre end *Artemia* og hvis sandartlarvernes mund er for lille til *Artemia*, kunne de have fordel af hjuldyr i denne tidlige fase. Det ønskes desuden testet, hvorvidt der er en positiv effekt af anvendelse af type AF *Artemia*. AF *Artemia* er mindre og har et højere indhold af essentielle fedtsyrer end de billigere EG *Artemia*. Generelt har ferskvandsfisk ikke de samme behov for flerumættede fedtsyrer som marine arter. Herudover er de generelt i stand til at sluge større bytte. Det er derfor muligt, at der ikke er behov for at anvende de bekostelige AF *Artemia*.

Den sidste undersøgelse, er en test af effekten af berigelse af type EG *Artemia* med et kommercielt produkt til marine arter. Produktet har højt indhold af de for marine fiskearter essentielle fedtsyrer EPA og DHA, samt en række vitaminer og mineraler.

Berigelsen af *Artemia* er ikke uden omkostninger. Den er tidskrævende, stiller krav til yderligere faciliteter, og giver ringere vandkvalitet idet olieprodukterne lækker fra foderdyrene og bl.a. giver en uønsket oliefilm på vandoverfladen. Dette kan give larverne problemer med at fylde svømmeblæren. Det ønskes belyst om produktet har en positiv effekt på sandart.

Hvis arbejdsplan 2 påviser størrelsesforskel mellem larver inkuberet ved forskellig temperatur vil det blive testet, hvorvidt denne størrelsesforskel har effekt på evnen til at indtage nyklækkede AF *Artemia*.

ARBEJDSPLAN 4 - TEST AF FORSKELLIGE TYPER TILVÆNNINGS-TØRFODER

Levende foder er en essentiel foderkilde for de tidlige stadier af mange arter fisk. Overgangen til fodring med tørfoder er en kritisk fase i opdrætsforløbet. Kvaliteten af tørfoderet er afgørende for en succesfuld overgang. En række forhold kendetegner et godt tilvænnings-tørfoder. Parametre som partikelstørrelse, ensartethed, synkehastighed, evne til at holde på de indeholdte næringsstoffer, lugt, smag og ikke mindst de ernæringsmæssige forhold skal passe til den enkelte art fisk.

Projektet testede 4 fodertyper fra kommercielle tørfoderfabrikater: Hhv. det japansk produkt Nippai, (fra Nippai); det tidligere norske, nu skotske Aglo Norse (Ewos); det danske Dana Weanex (tidl. Dana Feed) og det norske Gemmawean (Skretting).

RESUMÉ OG KONKLUSION

Sandart moderfisk kan rekvireres via det kommercielle fiskeri, som netop pågår i en periode lige inden gydning.

Transport og opbevaring af moderfisk under gyde perioden var uproblematisk og moderfiskenes høje fekunditet sikrede tilstrækkeligt med befrugtede æg til eksperimentelle forsøg såvel som kommercielle initiativer. Inkubation af æg og hold af blommesækklarver samt hold af larver frem til tørfodertilvænnning svarede i store træk til hold af marine fiskelarver. Anvendelsen af saltvandskrævende *Artemia* som levendefoder krævede en tilpasset foderstrategi, men bød ikke på yderligere vanskeligheder.

Tilvænnning af sandart til tørfoder foregik ligeledes som for hold af marine fisk og sandart larver var relativt hurtige til at acceptere tørfoder.

Det må konkluderes, at sandart med hensyn til hold af moderfisk ikke er vanskeligere end en række af de marine arter, som i dag dyrkes i fuldt kommercielt skala.

Der er dog områder, hvor opdræt af sandart byder på særlige udfordringer. Larver og yngel er meget følsomme overfor fysiske påvirkninger, hvilket medfører vanskeligheder i forbindelse med håndtering af fiskene f.eks. ved sortering. Kannibalisme er et andet alvorligt problem, idet antallet af fisk i en given population hurtigt reduceres, hvis antallet af kannibaler bliver for stort.

PROJEKTETS RESULTATER

De i 2007 opnåede resultater er sammenfattet herunder. Resultaterne er opdelt i hovedafsnit i henhold til arbejdspakkestrukturen i projektet.

MODERFISK OG ÆG

Typisk for nye arter i akvakultur vil reproduktion være baseret på vildfangne moderfisk (Gjedrem, 2000).

En øget domesticering eller et egentlig avlsarbejde vil for alle nye arter være væsentlige kriterier for at øge mulighederne for et fremtidigt bæredygtigt opdræt. Dette fordi man ved selektion gennem talrige generationer på baggrund af specifikke egenskaber som hurtig vækst, god foderudnyttelse, sygdomsresistens mv. vil kunne opnå betydelige forbedringer.

For sandarts vedkommende er intensivt opdræt i Danmark først påbegyndt indenfor de senere år, og produktionen er indtil videre baseret på vildfangne moderfisk, men det vil således i fremtiden være overordentlig hensigtsmæssigt at fokusere på genetisk udvælgelse og avl.

Den ernæringsmæssige tilstand og trivsel af moderfisk kan være faktorer der kan påvirke reproduktionen. Det er derfor en forudsætning for opnåelse af god kvalitet af æg, at moderfisk holdes i systemer som tilgodeser fiskenes krav til dels basale forhold som temperatur og ilt, men også til mere adfærdsbetingede forhold som tæthed, vanddybde, hvilemuligheder, døgnrytmer, årstidsvariationer m.m.

I det følgende er beskrevet forhold vedrørende hold og reproduktion af vildfangne sandart moderfisk baseret på erfaringer opsamlet i projektperioden.

Fangst af moderfisk

Ved anvendelse af nye vildfangne moderfisk i Danmark, sker fangsten i forårs månederne marts-april, når temperaturen i søerne stiger. Dette bevirker, at sandart trækker ind på lavere vand i søerne. Fangsten kan herefter ske med ruser (f.eks. bierhvervsfiskerne ved Mossø) eller med vod (f.eks. Tange Sø). Herefter udvælges de visuelt bedst egnede fisk og det vil typisk til en vis grad være muligt at adskille hunner fra hanner ved at forsøge om det er muligt at trykke sæd ud. Fisk i gydeperioden vil ofte være meget nemme at håndtere (lidt sløve) og kan f.eks. anbringes i 2 x 2 m opdrætskar.

Anvendelse af vildfangne domesticerede moderfisk

Moderfisk kan selvfølgelig også genanvendes år efter år. Dette kræver et anlæg, som holdes under et bestemt temperatur og lys regime. Dagslængden bør variere med lange dage om sommeren (f.eks. 16 t.) og korte om vinteren (f.eks. 8 t.) Dette gøres nemmest, hvis fiskene holdes i et rum med dagslys. Alternativt vha. automatiseret lys styring. Temperaturen bør også variere over året, men dette er ikke strengt nødvendigt, så længe der er en vis sammenhæng mellem dagslængde og temperatur. Det foreslås at holde fiskene ved 8-10° C om vinteren og 15-20° C om sommeren. Vildfangne moderfisk spiser i modsætning til opdrættede moderfisk ofte ikke pelleteret tørfoder og må fodres jævnlige med fisk, som f.eks. frosne skaller, aborrer. Opdrættede moderfisk kan fodres med tørfoder typisk $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ % dag⁻¹ (mest efter gydning og sommer, efterår)

Fysisk kemiske forhold

Moderfiskene bør tilbydes rimelige forhold med god vandkvalitet og ensartede ilt forhold. Ekstreme ilt udsving både under transport og ved hold af moderfisk kan stresser fiskene og forårsage spontan gydning.

Fiskene vil ofte være meget modtagelige for svampeinfektioner, f.eks. *Saprolegnia* spp., som opstår i forbindelse med tab af slimlag som følge af skader i forbindelse med fangst og håndtering. Det er derfor hensigtsmæssigt at benytte ca 5-7 ppt. salt i opdrætsvandet enten i forbindelse med udbrud eller bedst forebyggende i forbindelse med, at nye fisk tages ind. Udbrud af *Saprolegnia* ses hyppigst ved temperaturer mellem 15-20°C, idet dette er optimalt for svampen sammenfaldende med optimal temp. for gydning.

Modning og ovulation

Holdt under førnævnte forhold vil moderfisk, der genanvendes gennemløbe en årscyklus, hvor ovarier og testikler modner i vintermånederne. Fiskene ser om efteråret/vinteren tykke og velnærede ud.

Hvad enten det drejer sig om genanvendte eller nyligt fangne moderfisk vil slutmodning og ovulation af fisk ske, når temperaturen nærmer sig 13-15 °C. Holdes fisk derfor konstant på f.eks. 10 °C kan gydesæsonen således forlænges væsentligt, idet der løbende kan overføres fisk til et andet anlæg hvorefter temperaturen gradvist hæves. En forøgelse på 1-2 °C per uge kan benyttes, men en hurtig temperaturforøgelse kan forårsage en forkert slutmodning og forringet ægkvalitet. Det kan være vanskeligt at se forskel på hanner og hunner, men typisk vil tykke fisk, der ikke kan presses sæd af være hunner. Man kan udtage oocytter fra ovarierne vha. kateter med henblik på at fastlægge det optimale tidspunkt for hormonbehandling, men ofte vil en vurdering af fiskens blødhed over bugen være mere hensigtsmæssig. Dette vil samtidig være mindre stressfuldt for fiskene. Er hunfiskens bug blød i bedøvet tilstand vil den være moden, er den fast bør man vente med hormonbehandling.

Fiskene kan både ovulere spontant (dvs. uden brug af hormon) og ved brug af hormon. Ved anvendelse af hormon kan man nemmere synkronisere ægproduktionen. Det er ikke strengt nødvendigt at hormonbehandle hanner, men dette kan gøres (se nedenfor).

Injektion af hormon

Før man går i gang skal følgende ting være klar:

Hormonopløsning (f.eks. Des,Gly10,D-Ala6-LHRH,ethylamid) fra Sigma. Eller andet hormon f.eks. HCG. Desuden skal bruges en balje til fiskene af 50-100 l samt injektionssprøjter, injektionsskema og bedøvelse (f.eks. MS 222). Hun og hanfisk kan injiceres i henhold til følgende tabelskema:

Tabel 1. Injiceringskema for hormonbehandling af sandart.

Vægt af fisk (kg)	LHRH µg hunfisk	LHRH µg hanfisk
1	20	2
2	40	4
3	60	6

Rent praktisk kan 1 mg hormon opløses i 10 ml vand ($100 \mu\text{g ml}^{-1}$) og fordeles i f.eks. 5 stk 2 ml hætteglas. En hunfisk på 1 kg skal således jvnf. ovenstående behandles med 0.2 ml opløsning. Hormon eller hormonopløsning som ikke bruges kan fryses og bevare kvaliteten i flere år. Fra moderfiske karret udvælges ofte de tykkeste fisk. De udvalgte fisk bedøves, hvorefter de vejes og injiceres med den beregnede mængde hormon. Som omtalt kan hanner også behandles, - især i slutningen af sæsonen kan det være vanskeligt at finde hanner med sæd, i så fald gives kun 1/10 af den til hunner anvendte koncentration, - jvnf. Tabel 1. Fiskene injiceres intramuskulært i siden mellem sidelinien og anden rygfinne. Der injiceres skråt fremad, så kanylen kommer ind mellem skællene. Man kan inden kanylen trækkes ud massere forsigtigt for at undgå at hormonet løber ud. Fisken anbringes til opvågning i kar uden bedøvelse.



Figur 1. Billede af udvalgte injicerede hunner og hanner flyttet til mindre kar før gydning.

Gydning, befrugtning, æginkubation

Der findes flere måder at få befrugtede æg fra moderfisk. En benyttet metode er at sætte 1 hunfisk og en hanfisk sammen. Der kan på bunden af karret lægges en sammenbundet klump træuld el lign. Fiskene vil selv udvise parringsadfærd og hunfisken vil typisk lægge sine æg på redematerialet, hannen befrugter disse og reden kan bibeholdes i karret, hvor det ved beluftning gennem redematerialet sikres, at æggene tilføres tilstrækkeligt med ilt. Æggene klækker direkte fra reden og larverne kan efterfølgende overføres til opdrætsanlægget.

En alternativ metode er at udelade redemateriale. Hunnen vil gyde æggene på bunden og hannen befrugte dem, hvorefter æggene skræbes op fra bunden. Æggene vil være sammenhæftede i pladeagtige strukturer. Disse brydes i mindre stykker og kan inkuberes i opstrømsenheder a la. Zugerjar type inkubatorer.

En tredje metode er baseret på strygning af fiskene. Umiddelbart før gydningen ville finde sted afstryges moderfisken for æg og tilsættes sæd fra 1 til flere afstrøgne hanner, hvorefter æggene inkuberes. Denne metode kan være hård ved moderfiskene, Sidstnævnte metode er dog at foretrække, idet æggene kan inkuberes direkte fra ovariet og sandsynlighed for bakterielle eller parasitære overførelser fra moderfisk til yngel vil formindskes.

Æggene kan således holdes adskilt (se inkubation), hvilket gør inkubation nemmere, idet det bliver lettere at undgå profylaktisk behandling mod svampe og bakterievækst.

Et problem ved strygning af sandart sammenlignet med en række andre arter er, at sandart har en meget kort ovuleringsperiode. Tidsrummet fra det øjeblik, hvor æggene er fritliggende i ovariet og mekanisk kan stryges, til sandarten selv har smidt æggene spontant er meget kort og sandsynligvis under ½ t. Dette bevirker, at der ofte iværksættes et intensivt overvågningsprogram for at undgå spontan gydning. Afhængig af modningsstatus for det enkelte individ vil gydningen indtræffe fra 2-5 døgn efter hormoninjicering. Dette relativt uspecifikke vindue for gydning besværliggør selvsagt processen med at undgå spontan gydning. DTU Aqua arbejder med metoder til at overkomme dette problem. En løsning indebærer en fysisk blokering af gydekanalen. Dette foretages ved hjælp af en selvsiddende oppustelig ballon overtrukket et tyndt plastic rør (fastholdes vha. elastikker) som sættes op i fisken straks efter hormonbehandlingen, og pustes let op ved hjælp af kanyle (se Figur 2). Dette bevirker, at fisken ikke er i stand til at smide æggene. Fisken undersøges således efterfølgende ved at tømme luften af ballonen. Evt. ovulerede æg kan således opsamles direkte fra fisken og befrugtes.

a



b



Figur 2a. Billede af moden moderfisk med ballonprop implantat. 2b. Billede af ballon og kanyle, kanylespids samt vaseline som påsmøres ballon inden opsætning.

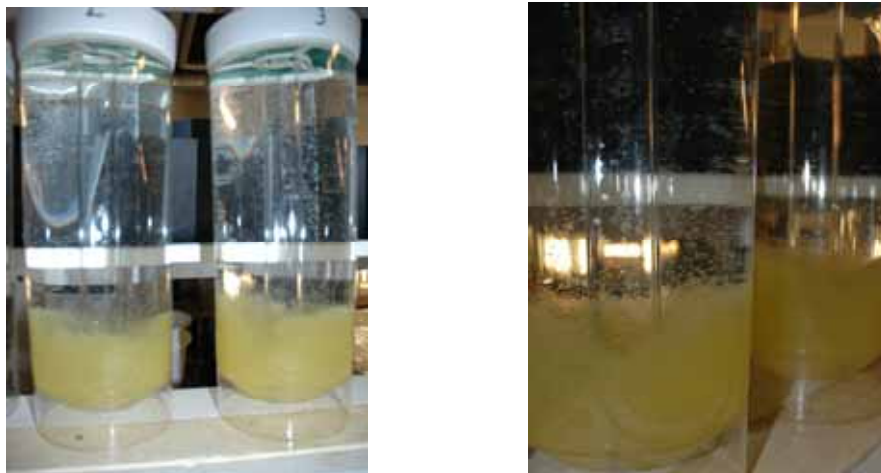
Metoden virkede efter hensigten, men det er ikke klarlagt, hvor længe æggene kan ligge frit i ovariet uden at det påvirker befrugtningens fertilitet eller ægkvaliteten og klækkeprocenten. Det ser dog ud til at det er muligt at nøjes med at undersøge fisken hver 6. time og stadig få fertile æg uden negative effekter på kvaliteten.

Inkubering

En hun indeholder typisk 200.000 æg kg^{-1} . Afstrøgne æg befrugtes med sæd. Dette gøres bedst ved at tilsætte sæd fra flere hanner til æggene (1 ml er rigeligt). Herefter røres forsigtigt rundt. Efter henstand i ca. 1. min kan der tilsættes vand. Der røres forsigtigt med mellemrum i æggene i en time, Alternativt til omrøring kan der tilsættes vand til æggene. Dette vil få dem til at hvirvle rundt og herved undgås, at æggene hæfter til hinanden. Efter ca. 1 time tilsættes Alcalase (Novozymes) for at undgå sammenklustring af æggene. Der anvendes en koncentration på 0.5 mL L^{-1} vand/æg i 2

minuter, hvorefter alcalasen skylles væk med rent vand. Alcalase er et enzym af serinprotease typen og vil typisk hydrolysere proteiner og bryde bindinger mange steder i proteinmolekyler. I denne forbindelse fjerner alcalase således proteinbindinger i slimlaget, som sammenbinder æggene og forhindrer således, at de hæfter sammen.

Æg fra sandart kan inkuberes i specielle opstrømsenheder . Vi benyttede 6 l beholdere. (Figur 3).



Figur 3. Billede af McDonald type inkubator med alcalase behandlede æg i suspension

Øverst i beholderen placeres et net for at undgå at æg i suspension skal løbe ud. I det indvendige rør løber tilløbsvandet. Ved at regulere dette, kan æggene holdes mere eller mindre i suspension og samtidig sikres at der tilføres æggene tilstrækkeligt med ilt. For at undgå opblomstring af sygdomsfremkaldende bakterier, svampe mv. tilrådes det at anvende et UV system, der behandler det totale vandflow.

Dårlige og ubefrugtede æg vil typisk revne og sætte sig på udløbsnettet øverst i beholderen, som derfor bør efterses og renses dagligt.

De befrugtede æg vil klække efter 4-6 dage ved 15-16 °C. Sandartæg kan klække over flere dage. Klækkede larver vil stige op og føres ud af inkubatoren med vandstrømmen. Opsamlingen af larverne sker ved, at der opsættes beholdere under udløbet fra inkubatorerne, hvorefter larverne tilbageholdes bag plankton dug med typiske maskestørrelser på omkring 50- 100 µm.

Klækningen af æggene kan fremprovokeres ved at udsætte dem for pludselige ændringer i lys, temperatur eller ved fysiske påvirkninger.

I praksis kan dette gøres ved at stoppe vandflowet, frahælde noget af vandet og følge faldet i iltniveauet i inkubatoren. Når iltmætningen når 10-15 % åbnes igen for flowet, dette får størstedelen af larverne til at klække. Kommer ilten for langt ned, kan larverne selvsagt dø eller blive misformede, så man skal være opmærksom. Metoden kan evt. gentages.

Der er tilsyneladende ikke forskel på tidligt- og sent klækkende larver mht. vækst eller overlevelse, se afsnittet – ”Test af forskellige typer levende foder”.

Larverne kan nu evt. tælles og overføres til larvetankene, hvor de efter nogle dage fodres med levende foder.

TEST AF FORSKELLIGE TYPER LEVENDEFODER

Anvendelsen af forskellige typer levende foder til sandart er blevet undersøgt i nærværende projekt. I intensivt akvakultur anvendes traditionelt enten hjuldyr eller *Artemia* som startfoder til nyklækkede fiskelarver. Masseproducerede monokulturer af byttedyr kan være uhensigtsmæssige på grund af manglende sammenhæng mellem levendefoderets nærings sammensætning og fiskelarvernes krav til ernæring. Til sammenligning vil indtag af forskellige arter plankton i sandart larvers naturlige miljø med stor sandsynlighed resultere i en mere optimal fedtsyrebalance. Ubalance i fedtsyresammensætningen eller mangler på specifikke fedtsyrer vil kunne forårsage reduceret vækst og kvalitet af de producerede larver (Watanabe, 1983). Sandartlarvers ernæringsmæssige krav til fedtsyrer er dog kun relativt begrænset undersøgt. I nærværende projekt gennemførtes et eksperiment til belysning af disse forhold. Se delrapport ”Effekter af flerumættede fedtsyrer på vækst og stresstolerance hos larver af sandart (*Sander lucioperca*) samt Appendix 1. (kan rekvireres)

Anvendelse af hjuldyr eller *Artemia* er typisk relateret til den specifikke fiskeart og størrelsen af disse ved klækning /og startfodring. Startfodring hos sandartlarver er relateret til temperaturen, men typisk 2-4 dage efter klækning er sandartlarver klar til at indtage foder. Størrelsen på det indtagne foder er afgørende for om fiskelarven er i stand til at gabe over det, men andre faktorer kan have indflydelse på værdien af en pågældende foderorganisme. Således kan exoskelettet hos *Artemia* være vanskeligt fordøjeligt hos nogle arter af fiskelarver, især i perioden lige omkring startfodring, hvor fiskelarvernes enzymatiske system er dårligt udviklet. Om fiskelarver kan spise et byttedyr vil typisk afhænge af mundens og svælgets diameter. Den indtagne mængde kan påvirkes af yderligere forhold som byttedyrets art, -størrelse, heterogenitet, tæthed, adfærd/tilgængelighed og ernæringsmæssige indhold.

Sandart larver vil typisk opbruge lipid dråben, som er en del af den energimæssige reserve, de har medbragt fra ægget, 8-10 dage efter klækning (Hamza et al., 2007). Hvis larverne ikke har påbegyndt foderindtag typisk minimum 1-2 dage før lipid dråben er opbrugt vil fiskelarverne ikke overleve.

I nedenstående Tabel 2 er vist størrelserne på hhv. hjuldyr og forskellige typer *Artemia*, som blev anvendt i forsøgene.

I forbindelse med klækning af forskellige hold af sandart larver blev længden og mundstørrelsen af larver omkring startfodrings tidspunkt undersøgt. Tabel 2.

Tabel 2 Størrelsen (længde/bredde i mm) af byttedyr af hjuldyr og *Artemia* og udvikling over tid.

Hjuldyr længde/bredde (mm)	AF <i>Artemia</i> længde/bredde nyklækkede (mm)	AF <i>Artemia</i> længde/bredde 12 t gamle (my)	EG <i>Artemia</i> længde/bredde 0 t	EG <i>Artemia</i> længde/bredde 24 t berigede
0.13-0.23/	0.46 ± 0.03/ 0.55 ± 0.07	0.57± 0.06/ 0.54± 0.04	0.51± 0.03/ 0.65± 0.09	0.65± 0.02/ 0.63± 0.05

Tabel 3 Individ størrelsen (længde, vægt, max. mundvidde) af sandartlarver af forskellige hold og udvikling over tid (dak; dage efter klækning).

Batch	Larve alder (dak)	Længde ind ⁻¹ (mm)	Tørstof ind ⁻¹ (mg)	Max mundvidde ind ⁻¹ (mm)
2007	2	5.54 ± 0.23	0.149	0.44 ± 0.02
	3	6.01 ± 0.33	0.095	0.49 ± 0.02
	4			
2008	2	5.63 ± 0.32	0.135±0.009	0.41 ± 0.03
	3	6.04 ± 0.37	0.126±0.013	0.48 ± 0.04
	4	6.50 ± 0.61		0.57 ± 0.06
2008 lipid	4		0.119 ± 0.00	0.38 ± 0.04

Forsøgene viste, at sandart larvers størrelse er relativt ens omkring startfodringstidspunktet. Eventuelle forskelle kan skyldes størrelsen af de udgydte æg, som igen kan skyldes størrelse og alder af moderfisk, typisk vil flergangs gydende, ældre og større moderfisk give større æg end førstegangs gydende eller mindre moderfiske. Af tabel 1 og 2 fremgår det, at længden af nyklækkede AF og EG *Artemia* nogenlunde modsvarer munddiameteren hos sandart larver på dag 3.

Idet *Artemia* har form som en paraply og typisk er bredere end længden (Tabel 1), kan størrelsen af nyklækkede AF og EG *Artemia* muligvis påvirke foderindtaget.

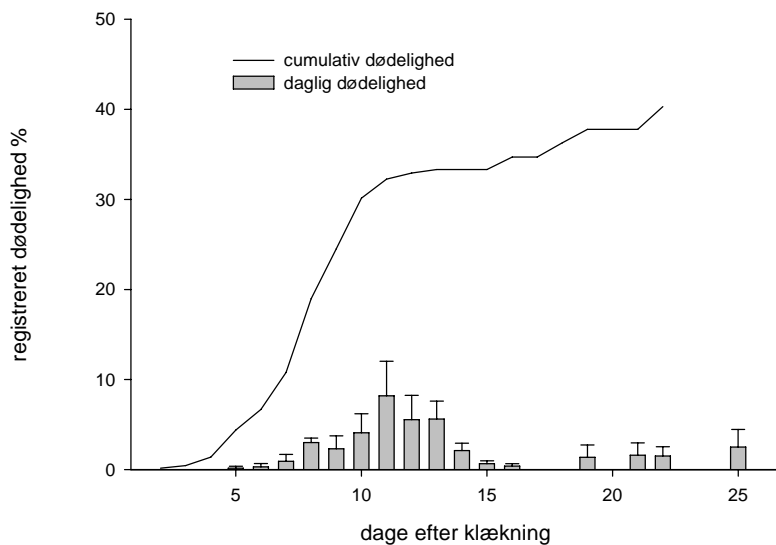
Anvendelse af forskellige typer *Artemia*

En enkelt hold af fiskelarver blev fodret med 12-24 t berigede EG *Artemia* (Tabel 1, Bilag 1). Der blev til sammenligning anvendt uberigede mindre AF *Artemia* (Tabel 1, Bilag 1), for at undersøge om begge *Artemia* typer ville kunne anvendes som startfoder til sandart larver

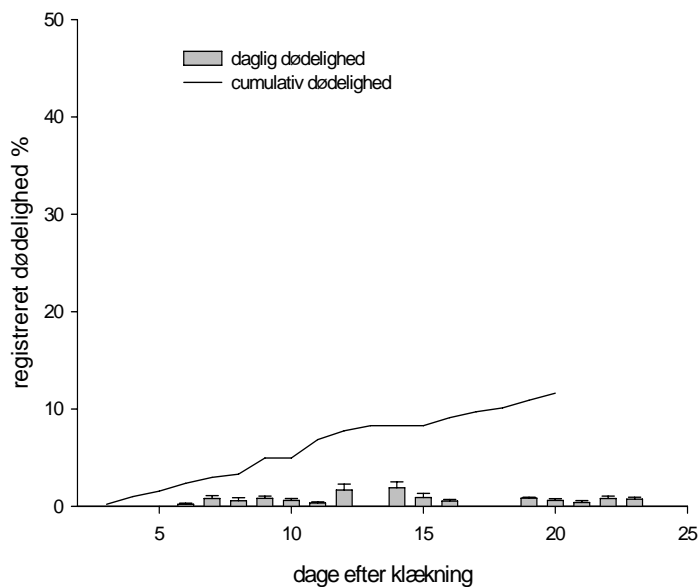
Foderindtaget blev visuelt vurderet og det var tydeligt, at det procentuelle antal af larver med fødeemner i maverne i dagene efter startfodring var lavere for larver fodret med EG *Artemia* i forhold til larver fodret med AF *Artemia*. Først på dag 8 efter klækning blev det vurderet, at mere end 50 % af larverne havde foder i maven for larver fodret med EG *Artemia*, imodstætning til larver fodret med AF *Artemia*, hvor mere end 50 % af larverne havde foder i maven på dag 6 efter klækning.

Der blev ligeledes observeret en øget dødelighed i dagene fra 7-14 efter klækning for larver fodret med EG *Artemia*, (Figur 4) hvilket således sandsynligvis er en følge af manglende foderindtag. Den senere dødelighed i forløbet (Figur 4) er sandsynligvis relateret til påbegyndende kannibalisme (type I kannibalisme, hvor fiskene dør efter angreb, men ikke indtages) typisk ca. 20 dage efter klækning.

Til sammenligning var dødeligheden markant lavere for larver fodret med AF *Artemia* (Figur 5).



Figur 4. Daglig dødelighed og kumuleret dødelighed af sandartlarver fodret med EG Artemia.



Figur 5. Daglig dødelighed og kumuleret dødelighed af sandartlarver fodret med AF Artemia.

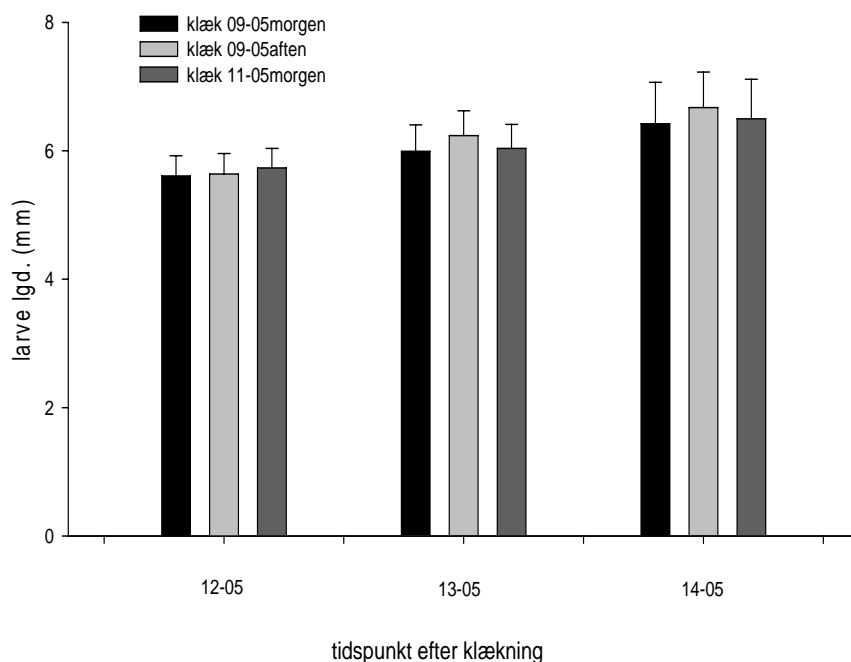
Den højere dødelighed for larver fodret med EG Artemia i perioden 20-25 dage efter klækning kan skyldes en højere størrelses variation (i.e. grundlag for udbredt kannibalisme) på sandart larver startfodret på EG Artemia end på AF Artemia. Størrelsesvariationen kan skyldes forskelle i vækst som følge af, at larverne har påbegyndt foderindtag på forskellige tidspunkter.

Vækst

Der blev ikke observeret en egentlig forskel i gennemsnitsvæksten af larver som skyldtes fodring med AF Artemia eller EG Artemia men en større spredning på længden af larver fodret med EG Artemia.

På baggrund af ovenstående var 12 t- 24 t berigede EG *Artemia* sandsynligvis for store for sandartlarver på dag 3-4 efter klækning, og bør ikke anvendes.

Larvestørrelsen ved startfodring kunne være af betydning for sandartlarvers evne til at indtage et givent levende foder ved startfodring. Idet et givent hold sandart æg ofte klækker tidsmæssigt forskudt (med op til flere dage), blev det i nærværende projekt undersøgt, om tidligt klækkede larver var større end sent klækkede larver. (Figur 6).



Figur 6. Længde af sandart larver (mm) i dagene efter klækning fra samme hold af æg baseret på forskellige klækningstidspunkter.

Forsøget viste, at tidligt klækkede sandartlarver ikke var større end sent klækkede. Udviklingen inde i ægget for en sent klækket larve følger tilsyneladende udviklingen udenfor ægget, som den tidligt klækkede larve i et hold gennemløber. Klækningstidspunktet beror derfor efter alt at dømme på en mekanisk eller enzymatisk proces, som bryder æg membranen. Heraf kan det udledes, at tidspunktet for klækning indenfor et batch af larver ikke har betydning for larvens krav til størrelse af fødeemner.

Anvendelse af hjuldyr eller *Artemia*

Der blev ikke udført deciderede forsøg med sammenligning af vækst og foderindtag med hjuldyr og *Artemia*. Det blev konstateret, at sandartlarver spiste hjuldyr ved startfodring 3-4 dage efter klækning. Sandartlarver er i forhold til mange marine arter relativt store ved startfodring og har i lighed med de fleste fiskelarver en hurtig vækstrate (i.e. vækstofforsøg 2007: 27.9 ± 3.3 i perioden 3-8 dage efter klækning). Dette betyder, at hjuldyr højest sandsynligvis i løbet af få dage vil være uegnede som byttedyr på grund af deres relativt lille størrelse i forhold til *Artemia*. Det er dog muligt

at, man ved anvendelse af hjuldyr kan opnå en mere homogen bestand af fiskelarver, da hjuldyr umiddelbart kan spises af alle larver.

Anvendelse af hjuldyr til sandart og andre arter er dog forbundet med et relativt stort arbejde med at opretholde og opformere kulturer af disse. Hjuldyr trives ikke ved lave saltholdigheder, så dels skal kulturerne gradvist tilvænes en lavere saltholdighed (ned til 15 ppt). Dette til trods vil hjuldyr hurtigt dø i opdræts karrene ved 0 ppt., og vil gå tabt, hvis de ikke hurtigt ædes af fiskelarverne. Ved startfodring af sandartlarver i dagene efter at larverne åbner munden kan hjuldyr være velegnede, men det vil være påkrævet, at hjuldyr udfodres med høj frekvens med henblik på at opretholde en tilstrækkelig fødetilgængelighed.

Artemia overlever længere i ferskvand, men vil typisk dø 11/2-2 timer efter overførsel, så også for disses vedkommende vil hyppige fodringer øge larvernes mulige foderindtag.

En metode til opnåelse af tilstrækkelig hyppig fodring kan være anvendelse af tidsstyrede doseringspumper, som kan udfodre et bestemt antal gange gennem døgnet. F.eks fra en enhed med et koncentreret antal byttedyr i saltvand.

I nedenstående bilag er beskrevet metoder til produktion af hjuldyr og /eller *Artemia*.

Bilag 1. Produktion af levendefoder

Omkostninger til produktion af fiskelarver kan ofte være betydelige mht. arbejdsindsats vedr. produktion af levende foder. Nedenfor er kort beskrevet dyrkningsmetoder for begge arter.

Hjuldyr (*Brachionus plicatilis/rotundiformis*) er relativt arbejdskrævende at producere især hvis man fodrer dem med alger. En blanding af gær og marine olier kan dog også anvendes.

For at opnå en høj bestand af hjuldyr kan følgende procedure anvendes:

Hjuldyr fodres i henhold til antal individer pr tank og de fodres helst 3 - 6 gange i døgnet, f.eks. med en automatisk dispenser.

Følgende vejledende fodertabel kan anvendes:

Pr million hjuldyr:

1.0 g gær (alm. ølgær)

0.1-0.2 l alger f.eks. *Isocrysis el.Tetraselmis*. Benyttes koncentrerede alger gives dette i henhold til vejledning.

0.02 g marine olier (Super Selco, DHA selco, eller emulsificeret fiskeolie)

I forbindelse med produktionen af hjuldyr er det væsentligt, at vandkvaliteten holdes god. Dvs. maksimalt ammonium niveau på 10 mg /l. Temperatur helst højere end 25 °C. Iltindhold skal være over 4 mg/l. Hjuldyr vaskes over en hjuldyr vasker el. net med en maskevidde $\leq 50 \mu\text{m}$ vaskes med rent tempereret saltvand.

Hjuldyr kan beriges med marine olier for at øge deres næringsværdi, dette kan gøres på følgende måde; Det forventede antal hjuldyr, der skal bruges til fodring høstes fra en produktionstank over i en anden tank. Alger tilsættes således de udgør ca. 25 % af vandvolumen

Blendet Super Selco tilsættes (0.05%).

Efter minimum 6 timer og max 8 t. berigning – vaskes hjuldyr for olie og udfodres.

Væksten af hjuldyr kan være eksponentiel (30-100%) dag og meget høje tætheder kan opnås. Det foreslås dog at dele og vaske kulturen ved tætheder over 1000 hjuldyr ml⁻¹. Det tilstræbes at holde en høj beluftning i tankene. Det er en god ide at have en konstant bestand af hjuldyr på min. hundrede millioner i gydesæson, således kan man hurtigt opformere sine hjuldyr til det ønskede antal.

Artemia

Artemia dyrkes ikke, men købes som cyster og klækkes. Der findes et stort antal af forskellige produkter, men de fleste stammer fra de store saltsøer i USA, Utah.

Artemia findes i forskellige størrelser og kvaliteter. AF *Artemia* nauplii er en type med et højt lipid indhold og er velegnede til mindre larver. Størrelsen er ca. 430 µm ved klækning. EG *Artemia* er en type *Artemia*, som har et lavere nærings indhold, 1. nauplie stadie er større 550 µm og anvendes til større fiskelarver. Alle *Artemia* kræver et skalskifte for at kunne optage næringsstoffer, dette sker typisk 8 t efter klækning.

Ved en større produktion af larver kan det være en fordel at fjerne *Artemia* cysten først (*Artemias* æggeskal) for at undgå disse i larvekarrene. Dette kan gøres på følgende måde

Forbered en 200 ppm hypochlorite opløsning (tilsæt 5 ml , -37 % aktivt chlor til 10 l vand. Blødgør cyster i 30 minutter. Benyt beluftning. Vask efterfølgende *Artemia* grundigt med ferskvand på en 125 µm netdug. Nu kan *Artemia* inkuberes og klækkes. Dette gøres ved at tilsætte 2 g *Artemia* pr l havvand. Der benyttes kraftig lys over tanken. Temperaturen skal være 28-30 ° C. AF *Artemia* klækker 17-20 t efter inkubering, mens EG klækker 22- 24 t efter inkubering. Benyt en *Artemia* vasker eller 150 µm net. De nyligt høstede *Artemia* vaskes en del gange med saltvand.

Artemia der kan optage næring beriges normalt på følgende måde. Tilsæt 200 ppm (0.2 g/l) af blendet Super Selco/el. anden Selco. *Artemia* henstår minimum 6 timer og vaskes grundigt før brug. *Artemia* fodres til fiskelarverne med 1-2 ml⁻¹ og fodres 2-5 gange gennem døgnet. Det er bedst hvis fiskelarverne spiser op, før der fodres nye. På den måde vil gamle næringsløse *Artemia* ikke opkoncentreres. Ikke udfodrede *Artemia* kan med fordel sættes i køleskab for at undgå tab i næringsværdi som følge af metabolisme.

EFFEKTER AF FLERUMÆTTEDE FEDTSYRER PÅ VÆKST OG STRESSTOLERANCE HOS LARVER AF SANDART (*STIZOSTEDION LUCIOPERCA L.*).

Indledning

De praktiske erfaringer med opdræt af yngel af sandart har samstemmende vist at yngel af sandart er mindre robuste end yngel af fisk som havbars, guldbrasen, tunge og pighvar som produceres ved hjælp af lignende metoder.

Larver af sandart er meget sårbare overfor fysisk håndtering, og vil hvis de eksempelvis løftes op af vandet i en ketsjer udvise en form for chokadfærd, hvor de åbner munden på vid gab og nærmest forstenede synker mod bunden af det kar hvor de overføres til. Mekanismen ser ud til at være irreversibel, idet fiskene i chok dør i løbet af få sekunder.

Fysisk håndtering af sandart er vanskelig at undgå i en praktisk opdrætssituation, idet sortering af fiskene med mellemrum under yngelproduktionsforløbet har vist sig at være en forudsætning for at undgå problemer med kannibalisme.

Lipider og fedtsyrer er væsentlige komponenter i fiskelarvers ernæring. De fungerer som strukturelle komponenter i cellemembraner og har funktioner i forbindelse med membran transport og enzymatiske processer. De spiller sandsynligvis også en væsentlig rolle i reguleringen af fysiologiske processer i forbindelse med stresshåndtering. De flerumættede fedtsyrer (PUFAs) spiller en særligt stor rolle i ernæringen hos marine fisk, idet fiskene ikke selv er i stand til at danne disse og derfor skal have dem tilført med diæten. For ferskvandsfisks vedkommende er kravene til disse flerumættede fedtsyrer ikke på samme niveau som for marine fisk, idet de til en vis grad selv kan producere disse. Rovfisk som lever af andre fisk i ferskvand kan dog have højere krav til flerumættede fedtsyrer via diæten idet de er tilpasset føde med et relativt højt indhold og derfor ikke har behov for selv at producere dem.

For sandarts vedkommende er der ikke meget kendskab til kravene til flerumættede fedtsyrer eller til effekter af mangel på disse i diæten.

Med baggrund i dette blev det i foråret 2007 besluttet, at gennemføre et indledende studie af effekter af disse flerumættede fedtsyrer på vækst og stresstolerance hos sandart larver og yngel.

Resultater og diskussion

Resultaterne af forsøget er resumeret herunder og er også vedhæftet i mere udførlig form i manuskriptet (Appendix I, kan rekvireres ved DTU Aqua).

Forsøget blev gennemført i forsøgsfaciliteterne ved DTU Aqua i Hirtshals (Figur 7)

Under intensive produktionsmetoder fodres larver af sandart ved, at der tilføres levende foder til produktionsvandet. De traditionelt anvendte typer levende foder er hjuldyr og *Artemia*.

Hjuldyr er de mindste. Disse anvendes ofte til marine fiskelarver som har små mundstørrelser, når de for første gang skal tage føde til sig. Sandartlarver har relativt store munde (Tabel 3) og behøver derfor ikke nødvendigvis at blive fodret med disse. I nærværende forsøg blev sandartlarverne fodret med *Artemia* fra starten. *Artemia* findes ikke i naturen, hvor sandart forekommer og de opfylder næppe sandartlarvers krav til ernæring. Det samme gælder for marine fiskelarver. Dette overkommes i praksis ved at berige *Artemia* med essentielle næringskomponenter før de fodres til sandartlarverne (Se Produktion af levende foder).

I dette forsøg blev *Artemia* beriget med 6 forskellige emulsioner fremstillet til forsøget. De indeholdt forskellige kombinationer af de essentielle fedtsyrer som vurderedes at kunne have størst betydning for sandartlarvernes vækst og evne til at tolerere stress.

De 6 næringssammensætninger var:

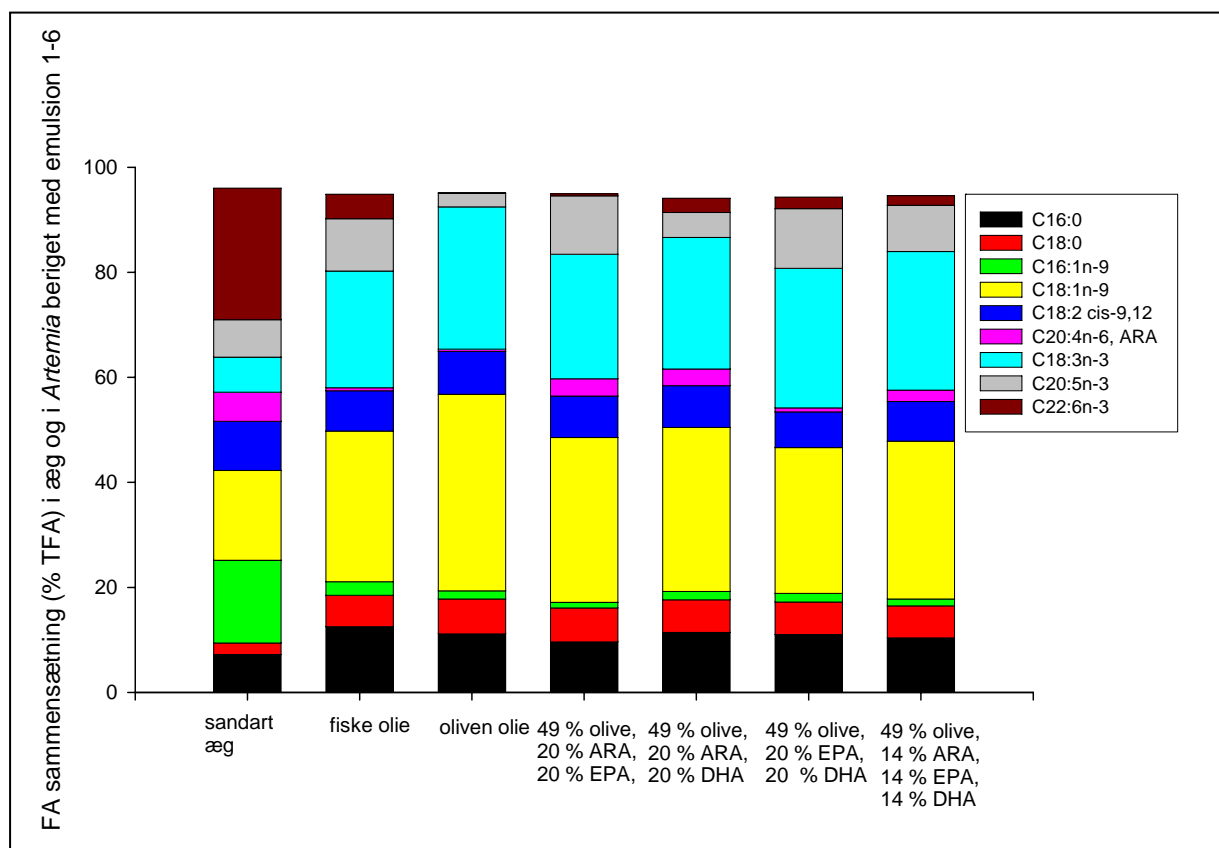
- 100 % fiskeolie
 - 100 % olivenolie
 - 49 % olivenolie, 20% *ARA og 20 % *EPA
 - 49 % olivenolie, 20% ARA og 20 % *DHA
 - 49 % olivenolie, 20% EPA og 20 % DHA
 - 49 % olivenolie, 14% ARA, 14% EPA og 14% DHA
- * ARA: arachidonsyre, EPA: Eicosapentaensyre, DHA: docosahexaensyre



Figur 7. Forsøgsanlægget ved DTU Aqua i Hirtshals hvor forsøget blev gennemført.

I praksis foregår berigelsen ved at emulsionerne blendes således at fedtperler på få μm i diameter suspenderes i vandet *Artemia* indeholdende *Artemia* nauplierne. Disse vil æde oliedråberne, idet de har en størrelse, som det planteplankton *Artemia* vil spise i naturen. *Artemia* nauplierne vil fylde deres tarmsystem med emulsionerne og derved få et næringsindhold som afspejler indholdet af de anvendte emulsioner.

Analyser af *Artemia*, som var blevet beriget med de 6 diæter viste, at de i høj grad afspejlede de diæter som de var blevet beriget med (Figur 8).

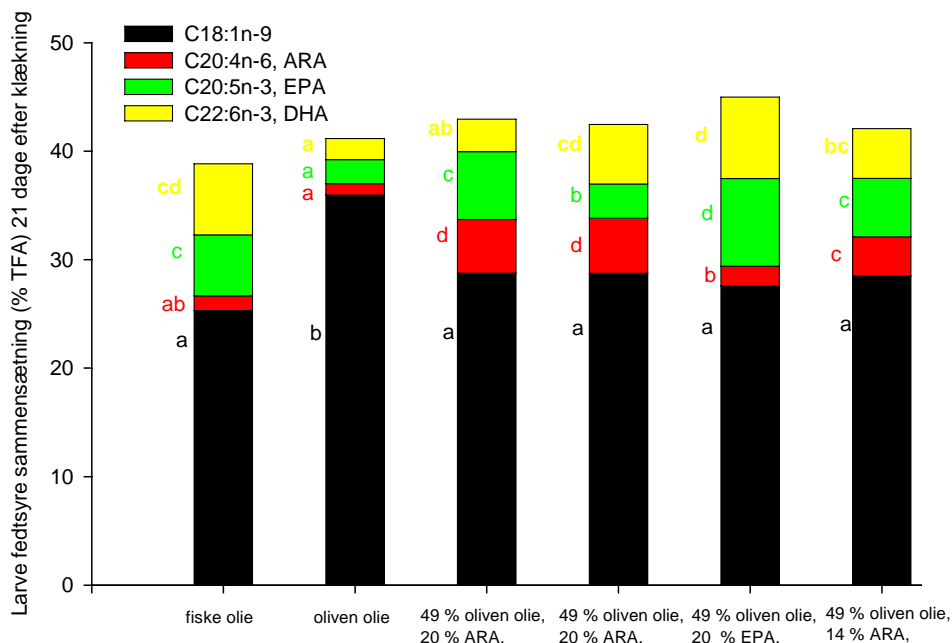


Figur 8. Fedtsyresammensætningen af *Artemia* fodret med de 6 forskellige diæter. Kolonnen yderst til venstre viser fedtsyresammensætningen af sandart æg.

Som det fremgår af figuren, er det især indholdet af EPA (C20:5n-3) i *Artemia*, der varierer mellem diæterne. Dette skyldes, at EPA har et lavt indhold i olivenolie og derfor udviser en % vis stor ændring, når den tilføres v.h.a. diæten.

Eftersom larven i blommesækstadiet, lever af den næring, der er i æggets blommesæk, kan det antages, at ægget har en næringssammensætning som modsvarer larvens behov. Antages det yderligere at disse behov ikke ændres væsentligt, når larven overgår til at tage føde til sig i form af plankton, vil en analyse af æggenes næringsindhold indikere hvilken næringssammensætning den første føde bør have. En sådan sammenligning viser for sandarts vedkommende (Figur 8), at ægget har et højt indhold af DHA (C22:6n-3) og et relativt højt indhold af ARA C20:4n-6 sammenlignet med indholdet i *Artemia*.

Kendetegnende for æggene af sandart er et relativt lavt indhold af C18:0 fedtsyren og et relativt højt indhold af C20:4n-6, C20:5n-3 og især C22:6n-3. Dette tyder umiddelbart på at sandartlarver kunne være sammenlignelige med marine fisk med hensyn til kravene til flerumættede fedtsyrer.

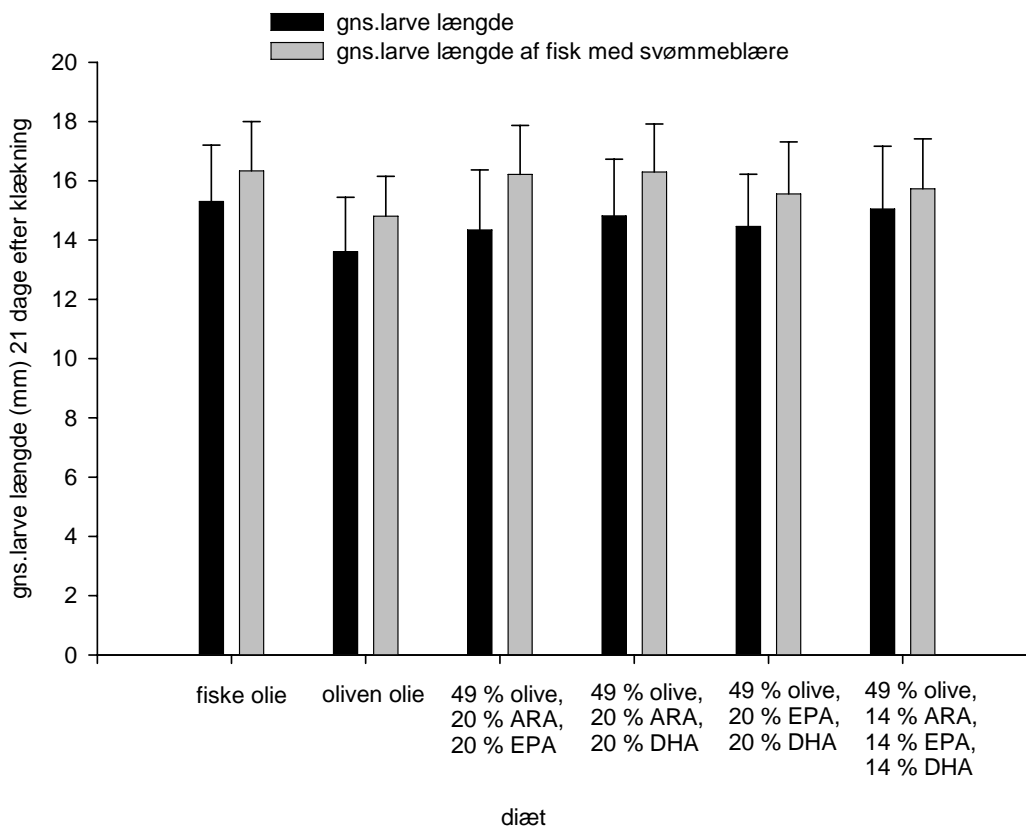


Figur 9. Sandartlarvers fedtsyresammensætning som funktion af diæten.

Sandartlarverne fodret med *Artemia* beriget med de 6 diæter afspejlede diæternes indhold af fedtsyrer. Især den rene olivenolie diæt havde stærkt reduceret indhold af de 3 flerumættede fedtsyrer (Figur 9), men også fiskelarvernes indhold af de 3 essentielle fedtsyrer ARA, EPA og DHA afspejlede indholdet af diæterne, som de havde fået.

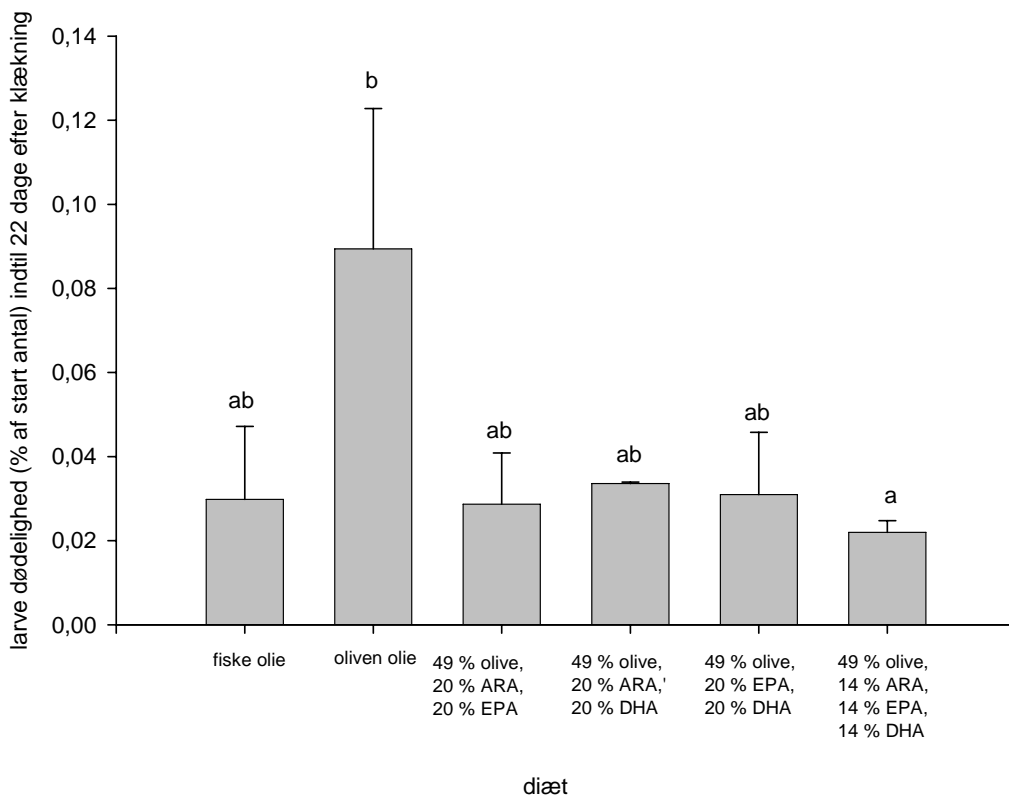
Sammenlignes væksten for sandartlarverne fodret med de 6 forskellige diæter, fremgår det, at der ikke er signifikante forskelle mellem tilvæksten (Figur 10). Der er dog en tendens til, at fiskene fodret med olivenolie er lidt mindre ved forsøgets afslutning dag 21. Der er også en svag tendens til, at fiskene fodret med fiskeolie vokser lidt bedre end fisk fodret med de andre diæter. Men det er svage tendenser der er tale om. Overordnet må det konstateres, at der ikke er forskel på væksten for fisk fodret med de forskellige diæter.

Ser man på længden af larver hhv. med og uden svømmeblære er der en klar og signifikant sammenhæng, idet larver med svømmeblære er større end larver uden svømmeblære. Dette er ikke overraskende idet larver uden svømmeblære ikke har nogen opdrift i vandet og derfor kontinuerligt skal bruge energi på at svømme opad i vandet for at kompensere for deres højere massefyldte end vandet. Det er tydeligt at observere disse larver i tankene, idet de står med hovedet højere end halepartiet og konstant må bevæge halen i modsætning til fiskene med svømmeblære som i perioder kan stå helt stille i vandet uden at bevæge sig, idet svømmeblæren kompenserer for deres vægt.



Figur 10. Larvelængde 21 dage efter klækning hhv. for larver med og uden svømmeblære for de forskellige diæter

Dødeligheden gennem forsøgsperioden var højere for fisk fodret med *Artemia* beriget med olivenolie sammenlignet med de andre diæter (Figur 11). Der var dog stor forskel på dødeligheden mellem replikaterne, hvilket førte til, at forskellene ikke var signifikante – udover olivenolie og diæt 6, som indeholdt både olivenolie og alle de 3 fedtsyrer hhv. ARA, EPA og DHA.



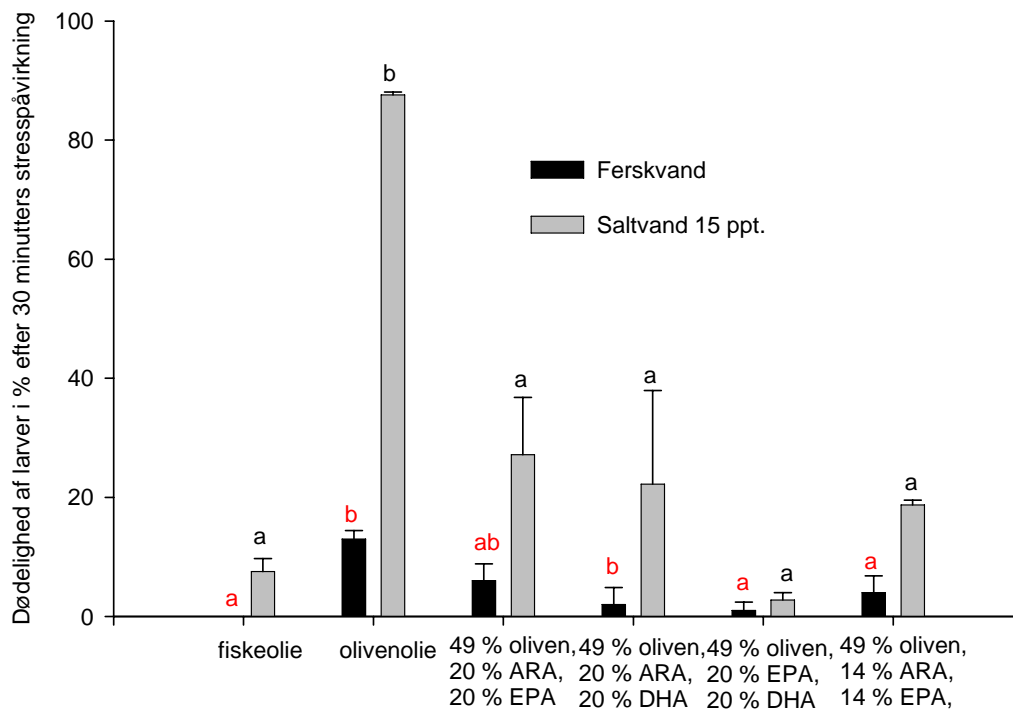
Figur 11. Dødeligheden gennem forsøget til dag 22 efter klækning for larver fodret med de 6 diæter.

Fiskenes evne til at modstå stress kan påvirkes af den næring de er blevet tilbudt og dette blev testet ved at udsætte fiskene for akut stress.

Stressforsøgene blev gennemført ved at overføre ca 50 fisk fra hvert kar til et 2 liters bægerglas indeholdende hhv. ferskvand fra kulturanlægget eller 15 ppt. saltvand. Fiskene opholdt sig i 30 minutter i glassene og efterfølgende blev antallet af døde fisk i glassene talt (Figur 12) og der blev taget prøver til analyse for stresshormonet cortisol (Figur 13).

Dødeligheden var generelt ikke ret høj (under 10 %) for fiskene, som opholdt sig i ferskvand.

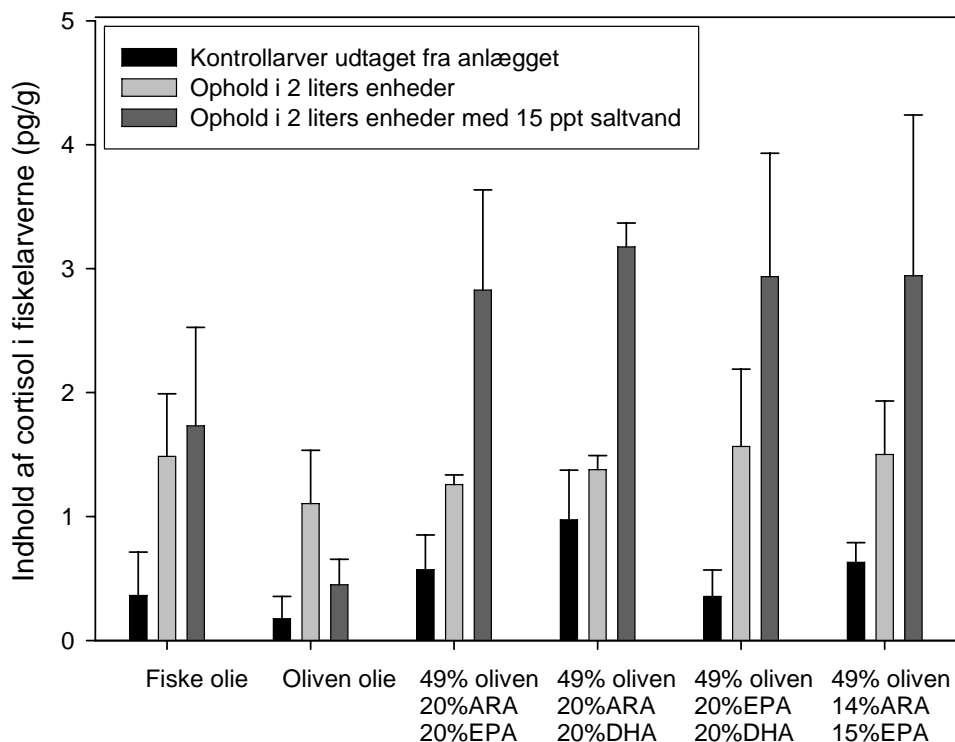
Fiskene som opholdt sig i saltvand udviste højere dødelighed og for fiskene som havde fået *Artemia* fodret med olivenolie var der tale om en meget høj dødelighed på 88 %. Denne høje dødelighed adskilte sig signifikant fra dødeligheden ved alle andre diæter.



Figur 12. Dødeligheden observeret når fisk fodret med de forskellige diæter blev udsat for stress ved ophold i 30 minutter enten i et 2 liters bæger med ferskvand fra produktionsanlægget eller i et tilsvarende bæger indeholdende 15 ppt. saltvand.

Analyse af indholdet af stresshormonet cortisol viste dog ikke det forventede resultat, idet fiskene som havde ædt en diæt baseret på olivenolie havde generelt lavere cortisolindhold end de andre grupper. Dette gjaldt både fiskene i kontrolgruppen i karrene og fiskene som havde været udsat for stressbehandlingerne i 30 minutter.

Dette resultat stemmer ikke overens med det forventede resultat. Det var forventet, at fiskene på den olivenolie baserede diæt alt andet lige ville være mere stressede og derfor have et højere indhold af cortisol i blodet under stress. Kontrolniveauerne kan være svære at forholde sig til, idet cortisolniveauet ved langtidsstress ikke nødvendigvis opretholdes på et højt niveau. Stressniveauet ved stressforsøgene var dog forventet at følge fiskenes generelle mortalitetsmønster, hvilket ikke så ud til at være tilfældet. En medvirkende årsag til at cortisol niveauet ikke var højere i karrene med høj mortalitet (15 ppt saltvand i 30 minutter) kan være, at den høje mortalitet gjorde det nødvendigt at udtage døde fisk til analysen og der kan i disse fisk være sket omsætninger af cortisol, som vi ikke er bekendt med og som kan have påvirket resultatet.



Figur 13. Indhold af cortisol i fiskelarver hhv. i karrene (kontrol) og efter enten 30 minutters ophold i 2 liters enheder med enten ferskvand fra produktionsanlægget eller 15 ppt. saltvand.

Konklusion

Konklusionen på forsøget er, at sandartlarver på trods af en relativt ringe berigelsesdiæt ikke udviste ringere vækst end fiskene som fik bedre sammensatte diæter. Til gengæld var der en tendens til højere dødelighed i de kar, som blev fodret med en diæt baseret på olivenolie.

Stressforsøgene viste, at der var en meget tydelig negativ effekt på fiskenes evne til at modstå stress i form af 15 ppt. saltvand, når deres diæt havde været baseret på olivenolie. Det var dog ikke muligt at påvise højere niveauer af stresshormonet cortisol i disse fisk. Tværtimod så det ud som om, at niveauerne var lavere i disse fisk.

Det var med andre ord muligt at påvirke sandarttyngels evne til at modstå stress ved at manipulere indholdet af fedtsyrer i diæten.

TEST AF FORSKELLIGE TYPER TIL VÆNNINGSTØRFODER

Introduktion

Levende foder er en essentiel foderkilde for de tidlige stadier af mange arter fisk. Overgangen til fodring med tørfoder er en kritisk fase i opdrætsforløbet. Kvaliteten af tørfoderet er afgørende for en succesfuld overgang. En række forhold kendetegner et godt tilvænningsføder. Parametre som partikelstørrelse, ensartethed, synkehastighed, evne til at holde på de indeholdte næringsstoffer, lugt, smag og ikke mindst de ernæringsmæssige forhold skal passe til den enkelte art fisk. Projektet testede foder fra 4 kommercielle tørfoderfabrikater: hhv. det japansk produkt Nippai (fra Nippai), det tidligere norske, nu skotske Aglo Norse (Ewos), det danske Dana Weanex (tidl. DanaFeed), og det norske Gemmawean (Skretting).

Fiskene

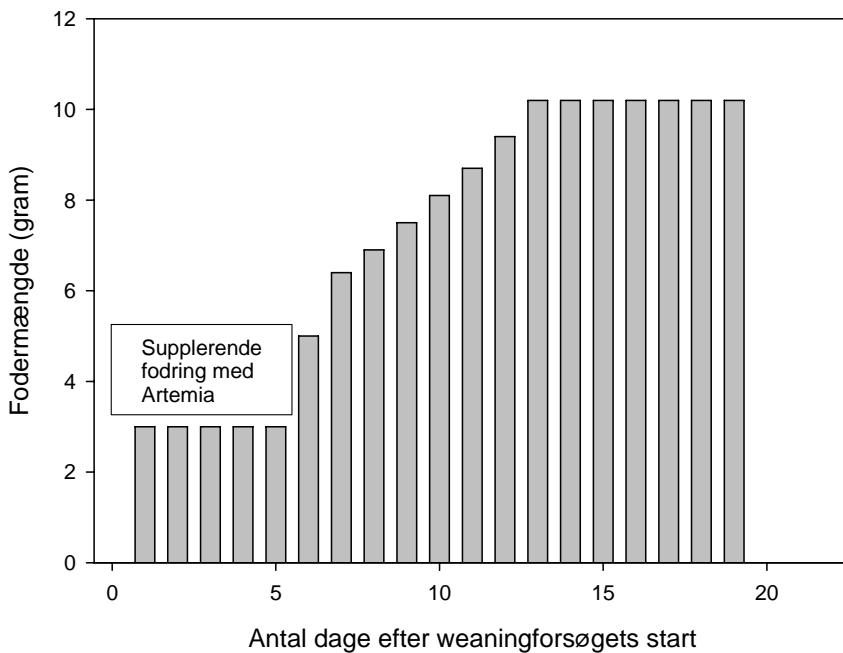
Fiskene som indgik i forsøget blev produceret i Hirtshals. Moderfisk fra Mossø og Tangesø blev hormonbehandlet og efterfølgende strøget. Æggene blev inkuberet i opstrømsenheder og klækkede den 1. maj. Larverne blev overført til larveanlægget og fodring med *Artemia* blev påbegyndt på dag 3. Larverne blev efterfølgende startfodret på levende foder (*Artemia*) og indgik i forsøget omhandlende ”Effekter af langkædede flerumættede fedtsyrer på vækst og stresstolerance hos sandart.” Metodikken og resultaterne af dette forsøg er at finde i nærværende rapport under arbejdsmappe 3. Larverne blev holdt i larveanlægget og fodret med *Artemia* til dag 30 efter klækning, hvor de blev overført til et andet anlæg for tilvænnning til tørfoder.

Foderet:

De 4 anvendte fodertyper var:

Nippai	No3 (300-800µm)
EWOS	Aglonorse No 1 (400-600µm)
Dana feed	Weanex 500 (500µm)
Skretting	Gemmawean 0,5 (500µm)

Valget af de 4 fodertyper blev baseret på et ønske om at undersøge sandartyngels tørfodertilvænnning vha. førende internationale foderfabrikanter bedste tilvænningsfoder. Der blev taget hensyn til eksisterende yngelproducenters egne valg af foder. Herved kunne undersøgelsen danne grundlag for en uvildig undersøgelse af anvendte fodertyper.



Figur 14. Udfodret mængde i gram pr. dag.

Fiskene blev overført til tørfoder anlægget for tilvænnning, (tørfoder dag 0, alder 30 dage) og der blev kl. 14 tilført *Artemia* til alle tanke i en koncentration på ca. 0,8 *Artemia* pr ml. Den efterfølgende dag blev der udfodret tørfoder fra kl. 8,- *Artemia* kl. 12 og kl 15.30 (0,3 stk ml⁻¹ pr fodring). Dag 2 blev der fodret *Artemia* kl. 14 og de efterfølgende dage omkring kl. ca. 16. Fra og med dag 6 blev der ikke suppleret med *Artemia* (Figur 14).

Tørfodermængden blev gradvist øget fra 3 gram pr kar pr dag i de første dage til 10 gram pr kar pr dag fra og med dag 13 og til og med dag 19 (figur 14). Fodermængden under tørfoder tilvænnings processen er en afvejning af, at foderet ikke må blive begrænsende for fiskenes vækst, samtidig med at det er en kendsgerning, at foderet lækker næringsstoffer til vandet som giver anledning til forringet vandkvalitet og mulighed for bakterieopblomstring.

Forsøgsanlægget

Anlægget til tørfoder bestod af 12 kar af 1 m³. Vandforsyningen til anlægget var tilkoblet et recirkulationsanlæg med mekanisk filtrering efterfulgt af biologisk filtrering. Før vandet blev returneret til fiskekarrene passerede det et rislefilter. Vandudskiftningen i karrene blev i begyndelsen (dag 0-5) reduceret til ca. 300 liter i timen for ikke at vaske de tilførte *Artemia* ud af tankene for hurtigt. Efter at *Artemia* tilskuddet ophørte (dag 6) blev vandskiftet hævet til omkring 1000 liter i timen eller svarende til udskiftning af karrenes volumen en gang i timen. Lysintensiteten over karrene var om dagen 300-400 lux ved vandoverfladen.

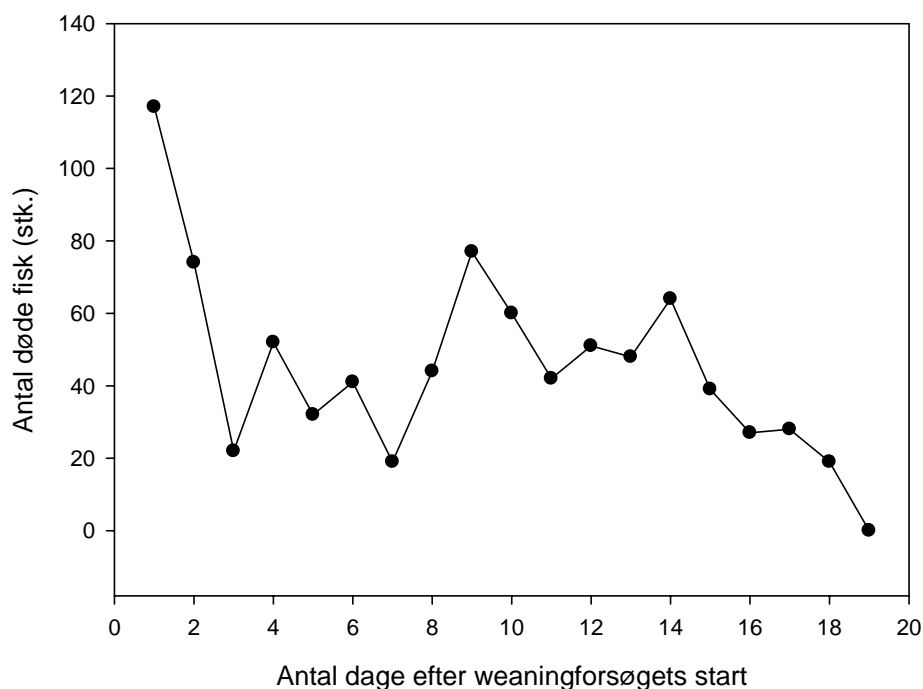
Foder blev tildelt vha. båndautomater, som udfodrede dagens fodermængde kontinuerligt mellem kl. 8 og kl. 20. Anvendelsen af båndautomater giver ikke en helt kontinuerlig udfodring, idet foderet klumper sammen på båndet og som resultat heraf falder ned i karret i større eller mindre klumper efterfulgt af pauser, hvor båndet kører fremad til nye klumper falder i vandet.

Vandkemi

Iltindholdet blev bibeholdt mellem 8,2 og 9,4 mg/l. Temperaturen lå mellem 17,4 °C og 18,3 °C. $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ steg til et maksimum på 3-5 mg/l på dag 3 og aftog efterfølgende til under 1 på dag 5 og var under detektionsgrænsen efter dag 8.

Mortalitet

Dødelighed gennem forsøget blev registreret ved den daglige støvsugning af karrene. Den samlede registrerede mortalitet på tværs af behandlingerne er illustreret i Figur 15. Den samlede dødelighed gennem tørfoder tilvænningsforsøget registreret på denne måde var 20,4 %. Det fremgår, at mortaliteten indledningsvis er høj og gradvis aftog gennem forsøget. Den høje dødelighed dag 1 og 2 hænger givetvis sammen med påførte skader i forbindelse med overførelse af fisk fra larveanlægget til tørfoderanlægget. Efterfølgende kunne den øgede dødelighed omkring dag 8 til 15 forklares ved, at en del af fiskene ikke var begyndt at indtage tørfoder.



Figur 15. Mortalitetmønster gennem tørfoder tilvænnings forsøget. Samlet antal døde fisk uafhængig af diæt.

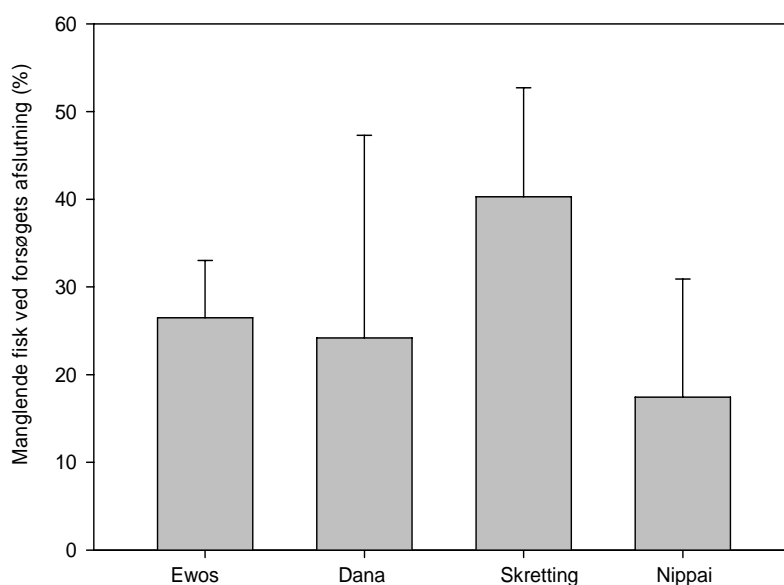
Optællingen af yngelen ved forsøgets afslutning gav et samlet antal fisk på 2210 stk. svarende til en dødelighed på 47,4 %. De to registreringer giver en difference på 1354 fisk eller 32,2 %, som ikke er registreret som døde. En mindre del af disse fisk er sandsynligvis døde og forsvundet gennem bundriste eller lignende, men kannibalisme er givetvis hovedårsagen til den manglende overensstemmelse mellem optællingerne. Fisk som bliver ædt af kannibaler registreres ikke i

ovennævnte optællinger og det store antal manglende fisk indikerer betydelig kannibalisme under tørfoder tilvænningsfasen.

Forudsættes det, at de manglende fisk er resultat af kannibalisme fremgår det, at der har været betydelig kannibalisme ved brug af alle fire diæter (Figur 16). Der kan ikke påvises statistisk signifikant forskel mellem kannibalsmen mellem diæterne på basis af resultaterne vist i Figur 16 (Mann-Whitney Rank Sum Test).

Det kan ikke udelukkes, at en del af de fisk, som blev registreret som døde ved den daglige støvsugning, er døde efter at være blevet angrebet af kannibaler uden at være blevet ædt.

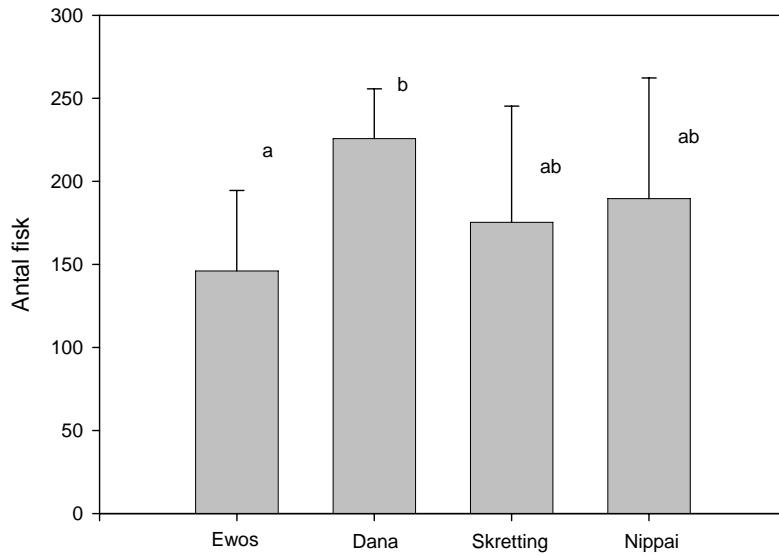
Litteraturen opdeler kannibalisme i to typer: Type I kannibalisme skyldes bid og skader opnået efter angreb af kannibaler uden at den angrebne fisk er blevet ædt. Type II kannibalisme er defineret som kannibalisme, hvor hele den angrebne fisk bliver ædt. Dødelighed forårsaget af type I kannibalisme kan i praksis være svært at skelne fra dødelighed, som er resultat af mekaniske skader pådraget ved flytning af fiskene, af sygdom, sult mm.



Figur 16. Manglende fisk er antal fisk isat minus hhv. antal registrerede døde fisk og antal fisk ved forsøgets afslutning.

For producenten vil antallet af fisk ved tilvænningsperiodens afslutning være udgangspunkt for det videre opdræt. Tørfoder tilvænningsforsøget viser, at der er forskel på antallet af fisk ved forsøgets afslutning som funktion af den anvendte diæt (Figur 17).

Fisk fodret med Ewos havde det laveste antal fisk ved forsøgets afslutning, hvorimod fisk fodret med Dana Feed havde det slutteligt højeste antal fisk. Forskellen i antal fisk mellem disse to diæter er statistisk signifikant, hvorimod ingen af diæterne adskiller sig signifikant fra hhv. Skretting og Nippai, hvor antallet af fisk lå midt imellem de to øvrige ved forsøgets afslutning.

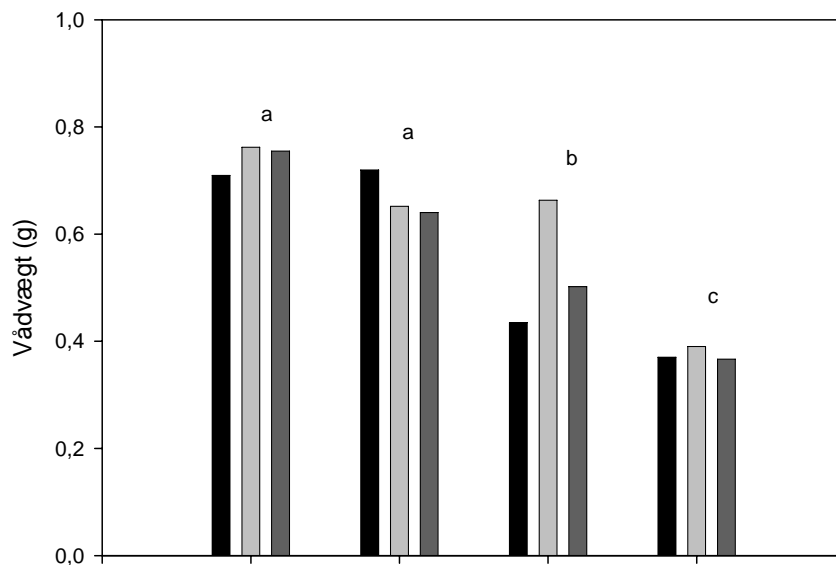


Figur 17. Antal fisk ved tørfoder tilvænnings forsøgets afslutning.

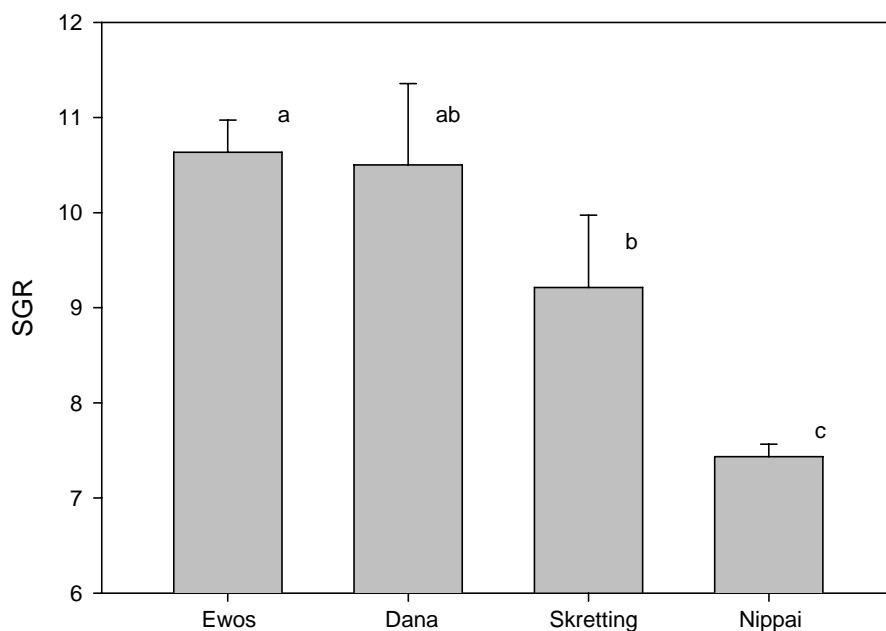
Vækst

Ved forsøgets afslutning var fisk fodret med Ewos og Dana Feed større end fiskene fodret med Skretting og Nippai (Figur 18). Variabiliteten mellem replikaterne var lav, hvilket øger sandsynligheden for, at forskellene er valide. Dette understreges yderligere af SGR værdierne for fisk fodret med de 4 fodertyper (Figur 19). Her viste resultaterne samme mønster. Fisk fodret med Ewos og Dana Feed voksede ens gennem forsøgsperioden og fisk fodret med Nippai voksede signifikant dårligst. Væksten af fisk fodret med Skretting viste en signifikant dårligere vækst end for fisk fodret med Ewos, men signifikant bedre end for fisk fodret med Nippai.

Selv om overlevelsen var højst ved anvendelse af Dana Feed er der stadig tale om en lav overlevelse gennem tørfoder tilvænningsforsøget og der er derfor behov for yderligere tiltag til nedbringelse af kannibalismen under tørfoder tilvænnning.



Figur 18. Vådvægt (g) (triplikat) ved tørfoder tilvænningsforsøgets afslutning (dag 20) Kannibaler over 1,2 gram er ikke inkluderet i datasætte Grupper med forskellige bogstaver er signifikant forskellige.

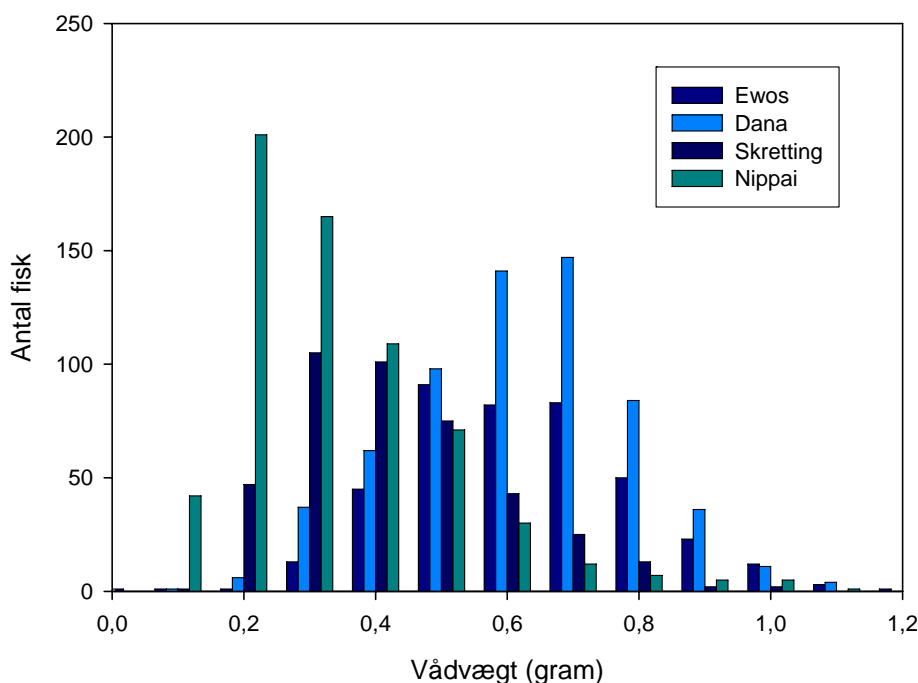


Figur 19. SGR for hele perioden for yngel fodret med de 4 fodertyper. Diæter mærket med forskellige bogstaver er signifikant forskellige (med 95 % sikkerhed).

Størrelsesfordeling

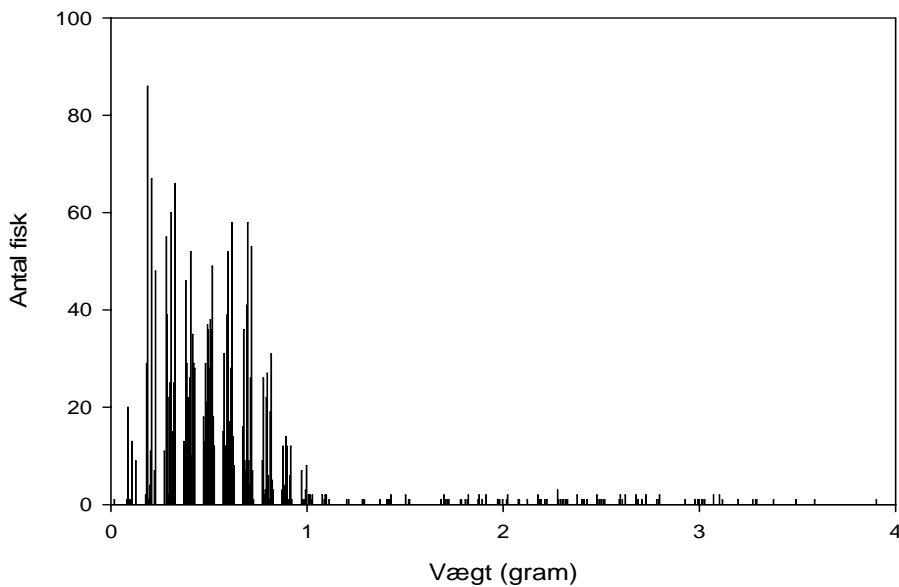
Fiskenes størrelsesfordeling ved forsøgets afslutning er samstemmende med data for størrelse og vækst af fiskene. Fisk fodret med Nippai dominerede i de mindre størrelsesgrupper (Figur 20), og fisk fodret med Dana Feed dominerede i de større størrelsesgrupper. Fisk fodret med Ewos var repræsenteret med et relativt stort antal fisk i størrelserne omkring 0,3-0,5 gram. For denne kode var der dog også et mindre antal fisk, som var blevet virkeligt store i forsøgsperioden. Enkelte fisk i koden fodret med Ewos vejede helt op til 3,53 gram (Figur 21), hvilket øgede middelværdien for fisk fodret med Ewos. Af Figur 20 hvor fisk over 1,1 gram er udeladt, ser det ud som om fisk, at fisk fodret med Ewos var mindre end fisk fodret med Dana Feed.

De store fisk i karrene fodret med Ewos kan meget vel have været kannibaler og derfor ikke nødvendigvis et udtryk for at Ewos foder var et mere velegnet foder til tørfoder tilvænning af sandart.



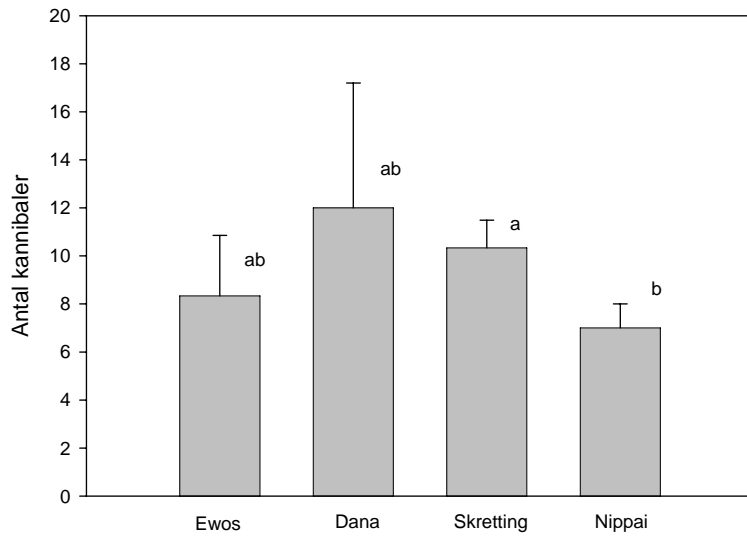
Figur 20. Størrelsesfordeling af fisk ved tørfodertilvænning forsøgets afslutning (dag 20). Kun fisk op til 1,2 gram er medtaget.

Opdrætsfisk fra samme batch vil typisk have en størrelsesfordeling som er klokkeformet (normalfordelt). Afvigelser fra denne normalfordeling tilskrives uensartede forhold for de forskellige størrelser af fisk. Eksempelvis kan store fisk forhindre mindre fisk i at spise med den effekt at de små fisk forbliver små og store fisk bliver uforholdsmæssigt større grundet større fodermængde til dem. Dette vil dog hyppigere være tilfældet under et restriktivt fodringsregime.

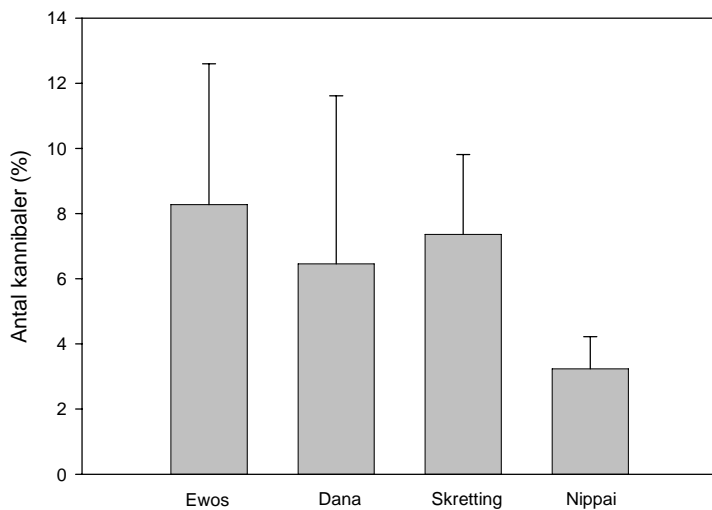


Figur 21. Størrelsesfordelingen af fisk ved forsøgets afslutning.

Fisk over ca. 1 gram på figur 22 og 23 var ikke en del af den karakteristiske klokkeformede gruppering af fisk på under 1 gram. De uforholdsmæssigt store fisk var sandsynligvis kannibaler, idet de må have haft særlige forhold som har givet grundlag for de exceptionelt høje vækstrater. Defineres fisk over 1,2 gram som værende kannibaler, fremgår det af Figur 22 og 23, at disse er nogenlunde jævnt fordelt på tværs af fodertyperne. Af Figur 22 fremgår det, at antallet af fisk over 1,1 gram er højere i karrene fodret med hhv. Ewos, Dana Feed og Skretting sammenlignet med kar fodret med Nippai. Den samme tendens ses i Figur 23 hvor det er antal fisk over 1,1 gram i procent der sammenlignes. Her er det igen Nippai, der har det laveste antal fisk over 1,1 gram. Årsagen til det tilsyneladende lavere antal kannibaler i karrene fodret med Nippai kan hænge sammen med at fiskene i disse kar udviste lavere vækst (Figur 19). Den lavere vækst i disse kar resulterede i mindre mulig størrelsesvariation og dermed mindre mulighed for kannibalisme. Det er derfor ikke nødvendigvis positivt, at antallet af kannibaler er lavest i karrene fodret med Nippai, det kan også skyldes en sekundær effekt som beskrevet herover. Det er dog også karakteristisk at alle fisk over 3 gram blev observeret i karrene fodret med Ewos foder.



Figur 22. Antal fisk over 1,1 gram ved tørfodertilvænnings forsøgets afslutning. Diæter mærket med forskellige bogstaver er signifikant forskellige (med 95 % sikkerhed).



Figur 23. Antal fisk over 1,1 gram (kannibaler) i % af tilbageværende fisk ved tørfodertilvænnings forsøgets afslutning.

Konklusion

Forsøget blev gennemført med fisk som var 30 dage gamle. Dette er ca. 10 dage senere end det tidspunkt som typisk anvendes ved tilvænnning af sandart larver til tørfoder. Generelt forløb forsøget planmæssigt, der var ikke problemer med vandkvalitet eller tekniske installationer. Den registrerede dødelighed fulgte et mønster, som var forventet. Der var signifikante forskelle mellem behandlingerne på en række områder.

Fiskene som blev fodret med Dana Feed og Ewos foder voksede signifikant bedre end fisk fodret med foderet fra Skretting og især Nippai. Der var højst overlevelse i karrene, som blev fodret med foderet fra Dana Feed sammenlignet med de andre fodertyper og især sammenlignet med foderet fra Ewos hvor der var signifikant forskel.

Antallet af kannibaler var lavest i karrene fodret med foderet fra Nippai, dog ikke signifikant.

Forskellene kan skyldes den lavere væksthastighed hos disse fisk.

REFERENCER

Gjedrem, T. 2000. Genetic improvement of cold- water species. *Aquacult. Res.* 31, 25-33.

Hamza, N., Mhetli, M., Kestemont, P. 2007. Effects of weaning age and diets on ontogeny of digestive activities and structures of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. *Fish. Physiol. Biochem.* 33, 121-133.

Watanabe, T. 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol. Part B: Biochem. & Molecular Biol.*, 73B, 3-15.

APPENDIX I

MANUSKRIFT: THE EFFECTS OF DIETARY LONG CHAIN ESSENTIAL FATTY ACIDS ON GROWTH AND STRESS TOLERANCE IN PIKEPERCH LARVAE (SANDER LUCIOPERCA L.)

Ivar Lund^{1*} and Svend J. Steinfeldt^{1*}

National Institute for Aquatic Resources, Section for Aquaculture, Danish Technical University, The North Sea Science Park, 9850 Hirtshals, Denmark

*Corresponding author Tel.: +45 33963205

E-mail address: il@aqua.dtu.dk

Artikel indsendt til publikation – venligst kontakt forfattere for print

DTU Aqua-rapportindex

Denne liste dækker rapporter udgivet i indeværende år samt de foregående to kalenderår. Hele listen kan ses på DTU Aquas hjemmeside www.aqua.dtu.dk, hvor de fleste nyere rapporter også findes som PDF-filer.

- Nr. 158-06 Østers (*Ostrea edulis*) i Limfjorden. Per Sand Kristensen og Erik Hoffmann
- Nr. 159-06 Optimering af fangstværdien for jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*) – forsøg med fangst og opbevaring af levende jomfruhummere. Lars-Flemming Pedersen
- Nr. 160-06 Undersøgelse af smoltudtrækket fra Skjern Å samt smoltdødelighed ved passage af Ringkøbing Fjord 2005. Anders Koed
- Nr. 161-06 Udsætning af geddeyngel i danske søer: Effektivurdering og perspektivering. Christian Skov, Lene Jacobsen, Søren Berg, Jimmi Olsen og Dorte Bekkevold
- Nr. 162-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 162a-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Bilagsrapport. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 163-06 Skarven (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) og den spættede sæls (*Phoca vitulina* L.) indvirkning på fiskebestanden i Limfjorden: Ecopath modellering som redskab i økosystem beskrivelse. Rasmus Skoven
- Nr. 164-06 Kongeåens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 165-06 A pilot-study: Evaluating the possibility that Atlantic Herring (*Clupea harengus* L.) exerts a negative effect on lesser sandeel (*Ammodytes marinus*) in the North Sea, using IBTS-and TBM-data. Mikael van Deurs
- Nr. 166-06 Ejstrupholm Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 167-06 Blåmuslinge- og Stillehavsøstersbestanden i det danske Vadehav efteråret 2006. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 168-06 Tvilho Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.

- Nr. 169-07 Produktion af blødskallede strandkrabber i Danmark - en ny marin akvakulturproduktion. Knud Fischer, Ulrik Cold, Kevin Jørgensen, Erling P. Larsen, Ole Saugmann Rasmussen og Jens J. Sloth.
- Nr. 170-07 Den invasive stillehavsøsters, *Crassostrea gigas*, i Limfjorden - inddragelse af borgere og interessenter i forslag til en forvaltningsplan. Helle Torp Christensen og Ingrid Elmedal.
- Nr. 171-07 Kystfodring og kystøkologi - Evaluering af revlefodring ud for Fjaltring. Josianne Støttrup, Per Dolmer, Maria Røjbek, Else Nielsen, Signe Ingvarsdén, Per Sørensen og Sune Riis Sørensen.
- Nr. 172-07 Løjstrup Dambrug (øst) - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 173-07 Tingkæravad Dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 174-07 Abildtrup Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoreringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 175-07 Nørå Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 176-07 Rens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 177-08 Implementering af mere selektive og skånsomme fiskerier – konklusioner, anbefalinger og perspektivering. J. Rasmus Nielsen, Svend Erik Andersen, Søren Eliassen, Hans Frost, Ole Jørgensen, Carsten Krog, Lone Grønbæk Kronbak, Christoph Mathiesen, Sten Munch-Petersen, Sten Sverdrup-Jensen og Niels Vestergaard.
- Nr. 178-08 Økosystemmodel for Ringkøbing Fjord - skarvbestandens påvirkning af fiskebestandene. Anne Johanne Dalsgaard, Villy Christensen, Hanne Nicolajsen, Anders Koed, Josianne Støttrup, Jane Grooss, Thomas Bregnballe, Henrik Løkke Sørensen, Jens Tang Christensen og Rasmus Nielsen.
- Nr. 179-08 Undersøgelse af sammenhængen mellem udviklingen af skarvkolonien ved Toftesø og forekomsten af fladfiskeyngel i Ålborg Bugt. Else Nielsen, Josianne Støttrup, Hanne Nicolajsen og Thomas Bregnballe.
- Nr. 180-08 Kunstig reproduktion af ål: ROE II og IIB. Jonna Tomkiewicz og Henrik Jarlbæk

- Nr. 181-08 Blåmuslinge- og stillehavsøstersbestandene i det danske Vadehav 2007. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 182-08 Kongeåens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 2. måleår af monitoringsprojektet med væsentlige resultater fra 1. måleår. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 183-08 Taskekrabben – Biologi, fiskeri, afsætning og forvaltningsplan. Claus Stenberg, Per Dolmer, Carsten Krog, Siz Madsen, Lars Nannerup, Maja Wall og Kerstin Geitner.
- Nr. 184-08 Tvilho Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 2. måleår af monitoringsprojektet med væsentlige resultater fra 1. måleår. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 185-08 Erfaringsopsamling for muslingeopdræt i Danmark. Helle Torp Christensen, Per Dolmer, Hamish Stewart, Jan Bangsholt, Thomas Olesen og Sisse Redeker.
- Nr. 186-08 Smoltudvandring fra Storå 2007 samt smoltdødelighed under udvandringen gennem Felsted Kog og Nisum Fjord. Henrik Baktoft og Anders Koed.
- Nr. 187-08 Tingkærvad Dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 2. måleår af monitoringsprojektet med væsentlige resultater fra første måleår. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 188-08 Ejstrupholm Dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 2. måleår af monitoringsprojektet med væsentlige resultater fra første måleår. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 189-08 The production of Baltic cod larvae for restocking in the eastern Baltic. RESTOCK I. 2005-2007. Josianne G. Støttrup, Julia L. Overton, Sune R. Sørensen (eds.)
- Nr. 190-08 USER'S MANUAL FOR THE EXCEL APPLICATION "TEMAS" or "Evaluation Frame". Per J. Sparre.
- Nr. 191-08 Evaluation Frame for Comparison of Alternative Management Regimes using MPA and Closed Seasons applied to Baltic Cod. Per J. Sparre.
- Nr. 192-08 Assessment of Ecosystem Goods and Services provided by the Coastal Zone System Limfjord. Anita Wiethüchter.
- Nr. 193-08 Modeldambrug under forsøgsordningen. Faglig slutrapport for "Måle- og dokumentationsprojekt for modeldambrug". Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Susanne Bouttrup, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard og Karin Suhr.
- Nr. 194-08 Omsætning af ammonium-kvælstof i biofiltre på Modeldambrug. Karin Isabel Suhr, Per Bovbjerg Pedersen, Lars M. Svendsen, Kaare Michelsen og Lisbeth Jess Plesner.

- Nr. 195-08 Fangst, opbevaring og transport af levende danske jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*). Preben Kristensen og Henrik S. Lund.
- Nr. 196-08 Udsætning af geddeyngel som bestandsophjælpning i danske brakvandsområder – effektvurdering og perspektivering. Lene Jacobsen, Christian Skov, Søren Berg, Anders Koed og Peter Foged Larsen.
- Nr. 197-08 Manual to determine gonadal maturity of herring (*Clupea harengus* L) Rikke Hagstrøm Bucholtz, Jonna Tomkiewicz og Jørgen Dalskov
- Nr. 198-08 Can alerting sounds reduce bycatch of harbour porpoise? Lotte Kindt-Larsen
- Nr. 199-08 Udvikling af produktionsmetoder til intensivt opdræt af sandartyngel. Svend Steinfeldt og Ivar Lund.