



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.





Odling av fiskyngel i kylvattenrecipienter

Jan Andersson

Gerhard Sandell

Odling av fiskyngel i kylvattenrecipienter

*Jan Andersson
Fiskeriverket
Kustlaboratoriet
Simpevarp
570 93 Figeholm*

*Gerhard Sandell
Terra-Limno Gruppen
Ävrö
570 93 Figeholm*

Innehåll

<i>Sammanfattning</i>	<i>3</i>
<i>Inledning</i>	<i>5</i>
<i>Försöksområden</i>	<i>6</i>
<i>Inkubering och kläckning av naturligt befruktad rom</i>	<i>6</i>
<i>Lek och insamling av rom</i>	<i>6</i>
<i>Inkubering och kläckning</i>	<i>6</i>
<i>Transport av larver</i>	<i>8</i>
<i>Tillväxt och överlevnad vid konstant ljus och med naturlig ljusregim</i>	<i>8</i>
<i>Tillväxt och överlevnad vid olika tätheter</i>	<i>11</i>
<i>Försök med odling i full skala</i>	<i>15</i>
<i>Slutsatser</i>	<i>20</i>
<i>Litteratur</i>	<i>21</i>

Beställningsadress:

FISKERIVERKET
Kustlaboratoriet
Box 584
740 71 Öregrund

februari 1993

Erkännanden

Inger Abrahamsson vid Kustlaboratoriet i Öregrund har ansvarat för det praktiska arbetet vid Forsmark och har tillsammans med Uno Jansson, Christer Westerberg och Svante Westerberg byggt och drivit odlingen i Biotestsjön. Fiskeföretaget Kaj Nilsson och Söner i Öved har välvilligt ställt resurser till förfogande för produktion av göslarver i Vombsjön. Jukka Huttunen, Jyväskylä, Finland, har bidragit till larvproduktionen med sitt praktiska kunnande. Berth Nyman, Kustlaboratoriet, har givit rapporten dess grafiska utformning. Arbetet har bekostats av Elkraft A/S, Imatran Voima OY, OKG AB, Sydkraft AB och Vattenfall. Vi riktar vårt varma tack till samtliga medarbetare och finansiärer.

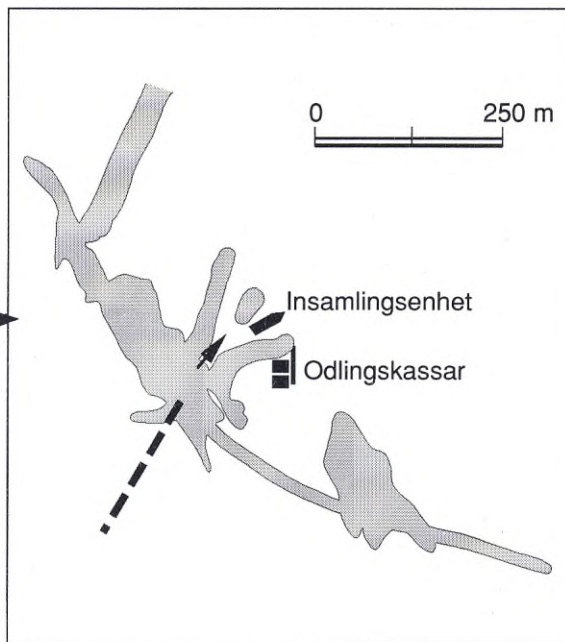
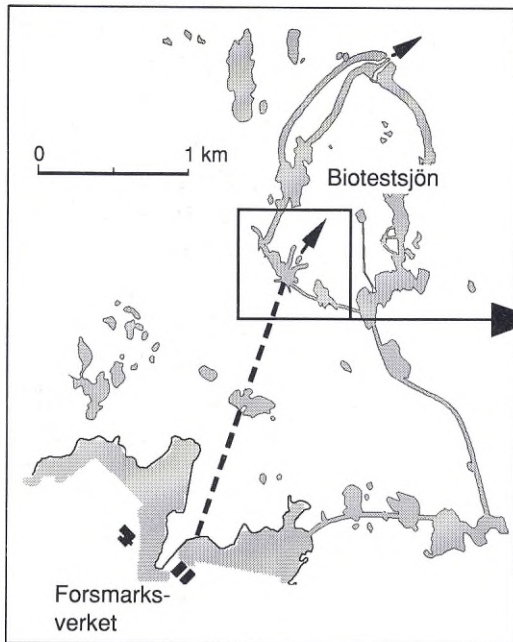
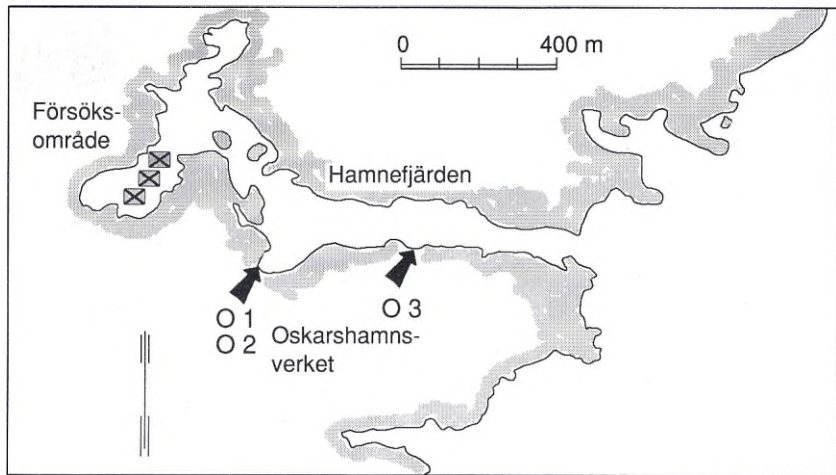
Kustrapport 1993:2
ISSN 1102 — 5670

Sammanfattning

Försök med odling av fiskyngel från larvstadiet till en för utsättningar ändamålsenlig storlek har genomförts i kylvattenrecipienterna för kraftverken i Oskarshamn och Forsmark. Abborre (*Perca fluviatilis*) och gös (*Stizostedion lucioperca*) har använts som modellarter. Ett odlingssystem med flytande täta odlingskassar har utvecklats, och den enda födokällan har varit naturligt zooplankton, som insamlats med för ändamålet utvecklade anrikningssystem.

Ljusets betydelse för tillväxt och överlevnad har studerats. Belysning av odlingskassarna under hela dygnet har visat sig gynna tillväxten. Vidare har yngeltäthetens betydelse i relation till födotillgången undersökts. Abborre har odlats i höga tätheter med upp till 82% överlevnad och god tillväxt.

Vid odlingförsök i Forsmark producerades som bäst i en enhet besatt med 25 000 abborrlarver ca 7 000 yngel med en längd av ca 3 cm; överlevnaden var alltså 28%. Gösyngel har odlats vid Oskarshamnsverket. Det sista försöksåret producerades drygt 2 000 yngel. Kannibalism har orsakat betydande mortalitet; överlevnaden var som bäst 12%. Kannibalismens orsaker diskuteras och förslag till förebyggande åtgärder framföres.



Försöksområden

Inledning

Biologiska effekter av utsläpp av uppvärmt kylvatten från de svenska kärnkraftverken har studerats ingående sedan den första reaktorn togs i drift 1971. En erfarenhet av dessa studier är att den förhöjda temperaturen i recipienterna har en positiv effekt på tillväxt, och därmed överlevnad, hos fiskyngel. Kylvattnet transporterar vidare stora kvantiteter zooplankton. På grundval av dessa observationer väcktes på 1980-talet tanken att utnyttja temperaturhöjningen och plankton i kylvattenströmmen för produktion av fiskyngel. För att undersöka dessa möjligheter bildades Ledningsgruppen för tillämpad forskning värmekraft/miljö med representanter för kraftindustrin i Danmark, Finland och Sverige samt Fiskeriverket, Naturvårdsverket, Uppsala Universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet. Gruppen har sedan 1988 drivit ett projekt, som finansieras av värmekraftföretag i nämnda länder. En del av projektet har varit att utveckla metoder för odling av fiskyngel i kylvattenrecipienter med insamlat naturligt zooplankton som enda födokälla.

Abborren (*Perca fluviatilis*) producerar stora och livskraftiga yngel i de kylvattenrecipienter där arten förekommer (Karås & Neuman 1981, Andersson 1992). Tydligt positiva effekter har också konstaterats på vuxna abborrars tillväxt (Neuman & Andersson 1990). En tillväxtmodell för abborre har tagits fram (Karås & Thoresson 1992), som beskriver temperaturens betydelse för abborrens tillväxt. Modellen visar att temperaturer under 20 °C är begränsande för tillväxthastigheten i alla stadier av abborrens livscykel efter kläckning. Erfarenheterna av abborrens temperaturberoende har lett fram till att arten använts i de odlingsförsök som bedrivits inom projektets ram. Artens betydelse inom fiskodling och fiskevård är begränsad i nuläget, men kan komma att öka i framtiden. Odlingsförsöken har, delvis av denna anledning, utökats till att även omfatta odling av gösyngel (*Stizostedion lucioperca*). Gösens nära släktskap med abborren och dess likartade temperaturkrav har bedömts vara goda förutsättningar för yngelproduktion i kylvattenrecipienter. Arten har vidare stor betydelse för yrkesfisket i insjöar och lokalt utmed Östersjökusten och tillgången anses begränsad av reproduktionen. Gösyngel för utsättning odlas traditionellt extensivt i jorddammar och betingar ett förhållandevis högt pris på marknaden.

Inom ramen för detta projekt har teknik utvecklats, som syftar till att anrika, och för odlingsändamål tillvarata, den planktonresurs som finns i anslutning till havsvattenkylda kraftverk. Denna teknikutveckling redovisas i en separat rapport (Andersson 1993). Insamling av zooplankton har utnyttjats som enda födokälla i odlingsförsöken. Dessa har vidare omfattat uppbyggnad av kläckningssystem och utveckling av flytande odlingskassar. Ljusets och besättningstäthetens betydelse för tillväxt och överlevnad har studerats.

Ambitionen har varit att de system för anrikning av plankton och odling av fiskyngel som utvecklats skall kunna tillämpas generellt för arter som är beroende av zooplankton under livscykelns tidiga faser. Ett sådant beroende finns hos flertalet arter. Många fiskarter gynnas dessutom av höga temperaturer under tidiga stadier. Abborre och gös skall av nämnda anledningar endast betraktas som modellarter.

Försöksområden

Odlingsförsöken har utförts i Hamnefjärden, som är recipient för kylvatten från Oskarshamnsverket och i Biotestsjön vid Forsmarksverket (se karta sid 4). Hamnefjärden är en långsmal vik av Östersjön med en yta av ca 0,1 km². Salthalten i området är 7—8‰. Kylvattenströmmen mynnar mitt i fjärden, vilket innebär att de inre delarna utgör ett bakvatten med förhållandevis små vattenrörelser och förhöjd vattentemperatur (8—10 °C) under större delen av året. Den kontinuerliga vattentillförseln medför att primärproduktionen är hög och därmed också den lokala zooplanktonproduktionen. Planktonresursen utgörs således både av lokal produktion och av tillförsel via kylvatten. Biotestsjön är ett invallat skärgårdsområde, som tar emot allt kylvatten från block I och II vid Forsmarksverket, vilket innebär att vattentemperaturen vid normal drift är ca 10 °C högre än i omgivande vatten. Sjöns totala yta är ca 1 km². Forsmark är beläget i den sydvästra delen av Bottenhavet och salthalten i området är 4—5‰.

Inkubering och kläckning av naturligt befruktad rom från abborre och gös

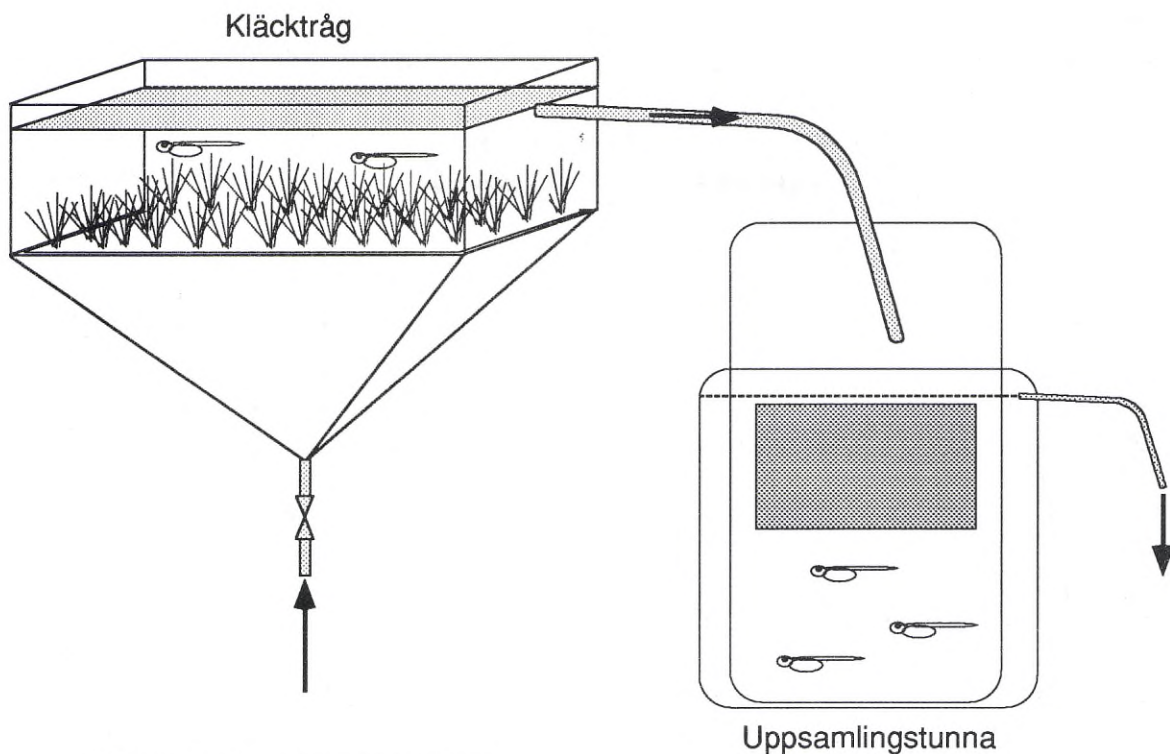
Lek och insamling av rom

Abborrom har genomgående insamlats från naturliga lekområden. Erfarenheter har visat att bäst kläckningsresultat erhålles om insamlingen görs så nära kläckning som möjligt, helst då embryot har tydligt pigmenterade ögon. Romsträngarna tas upp med hjälp av en finmaskig håv och förs över till en hink med vatten, i vilken den transporteras till kläckeriet.

Metodik för insamling av lekmogen gös, för utformning av leksumpar samt för uppbyggnad av kläckeri har inhämtats från Vilt- och Fiskeriforskningsinstitutet i Helsingfors (Salojärvi et al. 1986). Insamling, lek och kläckning har genomförts i Vombsjön, en produktiv slättsjö i södra Skåne. Lekfisk har fångats med ålbottengarn. En hona och en eller två hanar har placerats i cylinderformade leksumpar, tillverkade av grovt nät med maskstorleken 14 mm. Diameter och djup har varit 1,3 m. Ett lekunderlag, tillverkat av naturlig eller syntetisk risrot monterad på en 60x60 cm² nätram, placeras i botten av varje leksump. Då lek konstaterats avlägsnas honan, medan hanen får gå kvar och vårda äggen så länge som möjligt före kläckningen. Hanens omvårdnad har vid försök visat sig avsevärt förbättra kläckningsresultatet (Salminen et al. 1992). Litteraturvärden för embryonalutveckling vid olika temperaturer (Woynárovich 1950. Horváth et al. 1981) har utnyttjats för bedömning av när lekunderlagen skall tas in till kläckeriet. Kläckning, uppsamling av larver och kvantifiering genomförs på samma sätt som för abborre.

Inkubering och kläckning

Lekunderlagen med gösägg placeras i ett kläcktråg av glasfiberarmerad plast (figur 1). Romsträngar av abborre fördelas jämnt över ytan av ett lekunderlag. Kläcktråget är försett med inströmningsventil i botten. Avloppet sker via en grov plastslang monterad mitt på ena sidan, ca 5 cm från trågets överkant. Nykläckta larver följer med avloppsvattnet till ett uppsamlingskärl. Detta kan i enklaste utformning utgöras av en tunna försedd med stora fönster av finmaskigt nät ($\leq 300 \mu\text{m}$). Uppsamlingskärlet placeras nedsänkt i ett annat kärl på så sätt att nätfönstren kommer under



Figur 1. Kläckningssystem.

vattenlinjen. Avloppet från uppsamlingskärlet fördelas på detta sätt över en stor yta, vilket förhindrar att larverna fastnar mot nätet. Flödet genom kläckeriet regleras med inloppsventilen till kläcktråget. Kvantifiering tillgår så att larverna placeras i en känd vattenvolym, varifrån stickprov efter ombländning uttages för räkning. Det är praktiskt att kunna utföra kvantifiering direkt i uppsamlingskärlet, vilket innebär att detta bör ha en känd volym.

I maj 1992 producerades 55 000 abborrlarver i ett kläckeri vid Biotestsjön i Forsmark. Äggsträngarna hade insamlats i den omgivande skärgården.

Produktion av ägg och larver av gös har genomförts i Vombsjön 1991 och 1992, två år med sinsemellan mycket olika väderförhållanden. Perioden maj—juni 1991 var extremt kall, vilket innebär att vattentemperaturen i leksumparna varierade mellan 10 och 13°C under den senare halvan av maj. Lek erhöles endast i en av leksumparna dagen efter det att lekfiskarna fångats. I övriga sumpar uteblev leken och fiskarna angreps av mögelsvamp. Den låga temperaturen innebär att gösens aktivitet och därmed fångsterna avtog dramatiskt, vilket i sin tur medförde att angripna fiskar inte kunde ersättas. Den enda leken erhöles från en stor hona (8 kg) och gav ca 60 000 nykläckta larver.

Lekperioden 1992 var i kontrast mot föregående år ovanligt varm. Vattentemperaturen steg snabbt från 10,5 °C 11 maj till ca 19 °C en vecka senare och låg därefter kvar på samma nivå månaden ut. Lek erhöles inom ett till två dygn i samtliga sumpar. En ansenlig förekomst av braxenägg kunde konstateras på vissa av lekunderlagen, orsakad av att sumparna placerats alltför nära braxens lekplatser i den å som rinner ut i Vombsjön. Kläckningsresultatet blev betydligt sämre än föregående år. Sex lekar producerade totalt ca 35 000 larver.

Erfarenheterna från två års produktion av göslarver kan sammanfattas med att avkastningen per lekande hona har varit betydligt lägre än vad som rapporterats från Finland (Salminen et al. 1992). Detta kan sannolikt till stor del förklaras av att de båda åren representerar ytterligheter vad beträffar vattentemperaturns utveckling under lekperioden. Låg temperatur leder till utebliven lek och hög temperatur kan leda till att larverna kläcks mindre utvecklade, med högre dödlighet som följd (Woynárovich 1960). En möjlighet till kontroll av temperatur i leksumpar och kläckeri bör kunna förbättra avkastningen. Leksumparnas placering nära andra arters lekplatser bör undvikas. Det är möjligt att lekunderlagen, trots goda avsikter, har tagits från hanens vård i leksumpan till kläckeriet på ett för tidigt stadium, vilket också bör undvikas vid framtida arbete.

Transport av larver

Då kläckningen avslutats och larverna har samlats upp och bestämts till antal, kan de överföras till lämpliga kärl för transport till odlingsplatsen. Vid transporter av göslarver från kläckeriet vid Vombsjön till odlingen vid Oskarshamnsverket har använts transparent plastslang med en diameter av 20–25 cm, avsedd för byggtorkar. Ett cirka 2 m långt stycke av slangen snörs åt på mitten och krängs därefter så att en dubbelväggig påse erhålles. Larverna kan därefter ösas med lämpligt kärl från uppsamlings-tunnan. Då överföringen avslutats tillförs syrgas, varefter påsen förslutes. Upp till 20 000 larver har på detta sätt transporterats i en vattenvolym av cirka 10 l under 4–5 timmar. Påsarna har placerats stående i isolerade lådor. På odlingsplatsen har larverna efter temperaturjämviktning och successiv inblandning under en period av 30 minuter till 1 timme överförts till vatten med en salthalt av cirka 7‰.

Tillväxt och överlevnad vid konstant ljus och med naturlig ljusregim.

Flera studier av fisklarver/yngel som huvudsakligen söker föda med hjälp av synen visar att tillväxt och överlevnad i allmänhet minskar med sjunkande ljusintensitet (Houde 1972, Kwain 1975, Stepien 1976, Tandler & Mason 1983 m fl). Ljuset anses inte ha en direkt inverkan på exempelvis tillväxt, utan snarare en sekundär effekt beroende på bl a bytets kontrast mot omgivningen och andra ljusrelaterade omständigheter vid födosök (Hinshaw 1985, Mills et al. 1986). Synen anses vara det viktigaste sinnet vid gösens födosök (Deelder & Willemsen 1964) och sannolikt också för abborren, eftersom denna art är inaktiv i mörker. Vad gäller mer utpräglat nattaktiva fiskarter tyder däremot vissa undersökningar på att hög ljusintensitet kan ge negativa effekter på såväl tillväxt som överlevnad (Koenst & Smith 1982, Hokanson & Koenst 1986, Klein Breteler 1987). Det finns exempelvis studier som indikerar att stark belysning under rominkubering eller tidiga larvstadier hos gös kan ge upphov till ryggdeformationer (lordos) (Klein Breteler 1987).

Syftet med de nedan redovisade försöken var att undersöka om nattlig belysning kan ge effekter på tillväxt och överlevnad hos abborr- och gösyngel i odlingsburar. I försöken jämfördes tillväxt och överlevnad hos fiskyngel som fötts upp i artificiellt belysta burar med yngel uppfödda i burar med naturligt ljus.

Försöket med **abborre** utfördes i Hamnefjärden våren 1989. Vid försöket användes fyra cylindriska burar med diametern 0,5 m och höjden 0,5 m. Maskstorleken var 200 µm. Burarna var öppna upptill och hängde i vattnet med en stålring som tyngd i botten. Två av burarna belystes nattetid med var sin fotocellstyrd ljuskälla (glödlampa 60W, 220V) placerad cirka en decimeter över vattenytan, medan de två övriga placerades så att endast det naturliga ljusets dygnsrytmik påverkade dem. För att eliminera födotillgångens relativa inverkan på tillväxt och dödlighet tillfördes samtliga burar fortlöpande lika stora mängder zooplankton, som samlats in med hjälp av undervattensljus och pump.

Den 21 april 1989 besattes fyra burar med vardera 100 abborryngel (fisktäthet ca 1 yngel/l). Ynglen var ungefär 14 dagar gamla och hade lämnat gulesäcksstadiet. Försöket avslutades efter 28 dagar (19 maj). Medelvattentemperaturen var under försöksperioden 16,6 °C. Lägsta temperatur (14,0 °C) uppmättes 24 april och högsta (18,9 °C) 18 maj. Abborryngel med en kroppsstorlek av 1 g uppvisar ett maximalt födointag vid ungefär 28 °C (Karås och Thoresson 1992).

Tabell 1 visar att resultaten är svårtolkade och i vissa avseenden motsägelsefulla. Enligt tabellen tycks yngeldödligheten i bur 1 och 2 (med belysning) vid försökets slut inte skilja sig från dödligheten i bur 3 och 4 (utan belysning). Ett enkelt "chi²"-test visar snarare att det föreligger en signifikant skillnad i dödlighet mellan bur 1 och 2 ($p < 0,01$) samt mellan bur 3 och 4 ($p < 0,05$) (tvåsidig test i båda fallen). Endast i ett fall föreligger en statistiskt säkerställd skillnad i dödlighet mellan en bur med belysning och en bur utan belysning (bur 1/bur 4; $p < 0,01$; tvåsidig test). Det bör påpekas att bur 1 och 2 vid försökets slut innehöll vardera 3 tångräkor (*Leander adspersus*). Denna art har observerats äta på små fiskyngel i burarna. Det är emellertid omöjligt att uppskatta i vilken utsträckning denna predation kan ha ökat dödligheten i de belysta burarna.

Tabell 1. Dödlighet och medellängd hos abborryngel, dels i en artificiellt belyst odlingsmiljö (bur 1 och 2), dels i en odlingsmiljö med naturlig ljusregim (bur 3 och 4) efter 28 dagars utfodring. Dessutom anges antalet potentiella predatorer. Den initiala yngeltätheten var ca 1 yngel/l i samtliga burar.

	Bur nr			
	1	2	3	4
Antal yngel 21 april	100	100	100	100
19 maj	80	62	72	56
Dödlighet, %	20	38	28	44
Antal tångräkor 19/5	3	3	0	0
Medellängd (mm) 21/4 ¹⁾	6	6	6	6
19/5	16 (n=31)	16 (n=32)	14 (n=37)	15 (n=39)

¹⁾ medellängden den 21 april har skattats.

Tabell 1 visar att medellängderna hos ynglen i de belysta burarna är något högre än i de icke belysta. Medellängden i bur 3 var signifikant lägre än i de övriga burarna. Det föreligger således en ganska tydlig uppdelning i belysta respektive icke belysta burar, vilket antyder att konstant belysning

har haft en gynnsam effekt på tillväxten. Den långsamma tillväxthastigheten, maximalt ca 10 mm på 28 dagar, tyder dock på att födobrist förelegat i samtliga burar. Mer föda borde rimligen öka tillväxtskillnaden mellan belysta och icke belysta burar.

Det tycks inte finnas något samband mellan dödlighet och tillväxt i de olika burarna. Hög dödlighet i en bur kunde annars tänkas medföra minskad näringskonkurrens med ökad tillväxt som följd. Dödligheten i bur 1 och 3 (med högst resp. lägst medellängd) är emellertid av samma storleksordning och dessutom betydligt lägre än dödligheten i de övriga två burarna. Vid försökets slut 19 maj observerades inga iögonfallande tecken på vare sig sjukdomar eller parasitangrepp, varför ingenting talar för att faktorer som dessa har medverkat till skillnader i dödlighet.

Ljusregimens betydelse för överlevnad och tillväxt hos gös studerades sommaren 1989 med samma försöksuppläggning och på samma plats som för abborre. Den 14 juni besattes fyra burar med vardera 50 gösyngel (fisktäthet ca 0,5 yngel/l). Ynglen var ungefär 12 dagar gamla och hade själva börjat söka föda. Försöket pågick i 26 dagar, till 10 juli. Vattnets medeltemperaturen var under försöksperioden 23,3 °C. Lägsta temperatur (20,0 °C) uppmättes 15 juni och högsta (27,7 °C) 9 juli. Temperatur för maximal tillväxt hos gösyngel är 28 °C (Karås 1992). Försöksresultaten redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Dödlighet, medellängd, medelvikt och konditionsfaktor hos gösyngel efter 26 dagars utfodring i en miljö med artificiellt ljus nattetid (bur 1 och 2) respektive naturlig ljusregim (bur 3 och 4). Dessutom anges antalet potentiella predatorer och sjukdomsregistrering för varje bur. Den initiala yngletätheten var ca 0,5 yngel/l i samtliga burar.

	Bur nr			
	1	2	3	4
Antal yngel				
14 juni	50	50	50	50
10 juli	30	26	20	30
Dödlighet (%)	40	48	60	40
Antal tångräkor				
10 juli	1	0	0	0
Sjukdomar ¹⁾				
10 juli	2	0	0	0
Medellängd (mm) ²⁾				
14 juni	6 (n=41)	6 (n=41)	6 (n=41)	6 (n=41)
10 juli	29 (n=28)	30 (n=26)	26 (n=20)	24 (n=30)
Medelvikt (g) ³⁾				
14 juni	—	—	—	—
10 juli	0,18 (n=28)	0,19 (n=26)	0,11 (n=20)	0,08 (n=30)
Konditionsfaktor ⁴⁾				
10 juli	0,70 ±0,019	0,70 ±0,017	0,60 ±0,024	0,57 ±0,016

¹⁾ antal individer med yttre, tydligt synliga sjukdomstecken; endast lordos observerades; sjuka yngel utslöts vid beräkning av medelvärden.

²⁾ stickprov den 14 juni: (SE=0,123).

³⁾ initial medelvikt i stickprovet den 14 juni är ej känd.

⁴⁾ konditionsfaktor $K = (V/L^3) \times 10^5$ där V=totalvikt och L=total längd för enskilda yngel i respektive bur; ±95% konfidensintervall; bur 1 (n=28), bur 2 (n=26), bur 3 (n=20), bur 4 (n=30).

Resultaten påvisar inte något samband mellan belysningsregim och dödlighet hos gösynglen. Dödligheten är förhållandevis hög i bur 3, medan bur 1 och 4 uppvisar den lägsta dödligheten. Bur 2 ligger i detta avseende ungefär mitt emellan dessa ytterligheter. Observerade skillnader har inte kunnat förklaras av yttre sjukdomstecken eller predation från den tångräka som påträffades i bur 1. Två individer med ryggradskrökningar (lordos) observerades i bur 1. Kannibalism kan vara en av orsakerna till den observerade dödligheten. Längdfördelningen i de olika burarna ger dock inga belägg för att kannibalism har förekommit.

Både längd- och viktillväxt var betydligt snabbare i belysta än i icke belysta burar. Medellängderna i både bur 1 och 2 skiljer sig signifikant från medellängderna i de två icke belysta burarna, och medelvikten var nästan dubbelt så hög i de belysta. Konditionen hos ynglen i de belysta burarna var signifikant högre (t-test; $p < 0,001$ i samtliga fall). Inom respektive grupp går det emellertid ej att påvisa någon signifikant skillnad. Försöket kan sammanfattas med att kontinuerlig belysning har haft en positiv effekt på tillväxt och kondition och att den inte medverkat till någon ökad dödlighet i försökspopulationerna.

Tillväxt och överlevnad vid olika tätheter

Syftet med den nedan redovisade studien var att belysa yngeltäthetens och födotillgångens inverkan på tillväxt och överlevnad hos abborryngel i odlingsburar för att om möjligt fastställa en övre gräns för individtäthet med hänsyn till födotillgång och/eller beteenderelaterade täthetsbegränsningar. Försöket avsåg dessutom att jämföra effektiviteten av direkt zooplanktonanlockning till burarna med hjälp av ljus och indirekt tillförsel av födoorganismer via en mindre pump. Försöket utfördes i Hamnefjärden våren 1990.

Vid försöket användes fyra cylindriska burar med diametern 1 m och höjden 1,6 m. Burarnas övre tredjedel hade maskstorleken 500 μm , medan de undre två tredjedelarna utgjordes av nät med maskstorleken 200 μm . Burarna placerades i en rad (1—4) längs ena långsidan av den flotte som användes vid försöken. På var sida om de två yttersta cylinderburarna placerades en kubisk bur med sidan 1 m. De fyra cylinderburarna utgjorde de egentliga försöksburarna, men samtliga sex burar besattes med abborryngel. Syftet med de kubiska burarnas yttre placering var att utjämna eventuella skillnader mellan de fyra cylinderburarna vad gäller ljusförhållanden, födotillgång etc. Samtliga burar var öppna upptill och belystes nattetid med var sin fotocellstyrd ljuskälla (glödlampa 60W) placerad cirka en decimeter över vattenytan.

Burarna besattes 3 maj med abborryngel i olika tätheter (se tabell 3) och försöket avslutades efter 33 dagar. I bur 1, 2 och 3 anlockades planktonorganismer endast med hjälp av ljuskällorna ovanför burarna, medan bur 4 dessutom erhöll födoorganismer från en mindre insamlingsenhet (undervattenslampa och pump). Samtliga yngel hade samma ursprung och var vid försökets start cirka tre veckor gamla. Vattentemperaturen var under försöksperioden $17,7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,41\text{ SE}$, ($n=22$). Högsta temperatur ($21,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) uppmättes dagarna 24 och 25 maj och lägsta ($14,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) den 4 juni. Den förhållandevis stora variationen hänförs till variationer i kraftverkets drift.

Av tabell 3 framgår avsevärda skillnader i både dödlighet och tillväxt mellan de olika burarna. Mortaliteten ökar nära nog rätlinjigt med ökad yngeltäthet i bur 1, 2 och 3. I bur 4 är yngeldödligheten däremot påtagligt lägre. Ynglen i bur 4 uppvisar såväl låg mortalitet som god tillväxt. Eftersom denna bur kontinuerligt tillfördes ett extra födotillskott, indikerar resultaten att de observerade skillnaderna mellan bur 2 och 4 (samma initiala yngeltäthet) är en direkt följd av olika näringstillförsel till burarna. Ynglen i bur 2 var troligen utsatta för en avsevärd födokonkurrens, vilket framför allt visas av den dåliga tillväxten.

Den höga dödligheten i bur 3 indikerar, tillsammans med den förhållandevis goda tillväxten i denna bur, att dödligheten bör ha inträffat på ett relativt tidigt stadium efter utsättningen. Yngelmedellängden i bur 3 var t o m signifikant högre än motsvarande medellängd i bur 2, trots att den initiala yngeltätheten i denna sistnämnda bur endast var hälften så stor som i bur 3.

Den initiala yngeltätheten var lägst i bur 1 (0,08 yngel/dm³), och denna bur hade den bästa yngeltillväxten. Konkurrensen om födan tycks således ha varit relativt låg i denna bur.

Ovanstående jämförelser indikerar att observerad skillnad i dödlighet mellan burarna 1, 2 och 3 är en direkt följd av olika grad av födokonkurrens. Denna hypotes styrks av en studie som visar att abborryngel med en

Tabell 3. Dödlighet, medellängd och medelvikt hos abborryngel efter 33 dagar i odlingsburar med varierande fisktäthet. Antalet potentiella predatorer och sjukdomsregistrering anges för respektive bur. Samtliga burar var försedda med övervattensbelysning. Bur 2 och 4 besattes vardera med 1000 yngel vid försökets start, men bur 4 erhöll dessutom ett extra tillskott av födoorganismer via en mindre pump. Vattentemperatur 17,7°C ± 0,41 SE; (n=22). F ö se text.

	Bur nr			
	1	2	3	4
Antal yngel				
dag 0 ¹⁾	100 (0,08)	1000 (0,8)	2000 (1,6)	1000 (0,8)
dag 33	74	380	85	928
Dödlighet (%)				
efter 33 dagar	26	62	96	7
Antal tångräkor				
dag 33	3	2	1	2
Sjukdomar ²⁾				
dag 33	0	0	0	1
Medellängd (mm)				
dag 0 ³⁾	—	—	—	—
dag 33	35 (n=39)	16 (n=59)	27 (n=57)	30 (n=48)
Medelvikt (g)				
dag 0	—	—	—	—
dag 33	0,34 (n=39)	0,04 (n=59)	0,17 (n=57)	0,20 (n=48)

¹⁾ siffervärdet inom parentes avser fisktäthet (yngel/l).

²⁾ antal individer i stickproven (för värden på n se medellängd) med yttre tydligt synliga sjukdomstecken; endast lordos observerades; sjuka yngel uteslöts vid beräkning av medelvärden.

³⁾ stickprovtagning utfördes ej vid försökets start.

vikt av 1 g måste fånga cirka 60 bytesdjur per minut för att nå upp till sin maximala födoranson vid 20 °C (Lessmark 1983). Vare sig yngelstorlek eller temperatur var jämförbara med förhållandena i våra försök, men näringskonkurrens framstår ändå som den enda rimliga förklaringen till observerade skillnader. Det bör även noteras att ynglen i bur 2 och 3 efter 13 dagar uppvisade ett "avvikande" beteende i jämförelse med ynglen i bur 1 och 4. De simmade till synes planlöst omkring strax under vattenytan, medan ynglen i bur 1 och 4 uppträdde i väl samlade stim på större djup. Eventuellt kan dessa observationer tolkas som ett tecken på födobrist i bur 2 och 3.

De ovan redovisade resultaten kan sammanfattas med att direkt anlockning av födoorganismer till odlingsburarna med hjälp av övervattensljus ej förmått att tillgodose näringsbehovet vid odling av abborryngel i ekonomiskt intressanta fisktätheter. Resultaten visar dessutom att en fisktäthet av 0,80 yngel/l ej tycks framkalla omfattande täthetsberoende dödlighet hos abborryngel så länge födotillgången är god.

Yngeltäthetens betydelse för tillväxt och överlevnad studerades även hos **gösyngel** i odlingsburar. Förhoppningen var att kunna fastställa en övre gräns för individtäthet vid en given födotillförsel. Studien gjordes sommaren 1990 vid Oskarshamnsverket.

Försöket var utformat på samma sätt som motsvarande försök med abborre. Samma typ av burar användes, och dessa belystes nattetid med en ljuskälla (60W) placerad ca 1dm över varje bur. Den huvudsakliga tillförseln av födoorganismer kom emellertid från en insamlingsenhet med undervattensljus och pump. Pumpen arbetade i intervall om 10 min vid varje hel timme mellan klockan 23⁰⁰ och 03⁰⁰ d v s totalt 50 min per natt; under den senare delen av försöket pumpades vatten även under dagtid (10 min varje hel timme vid klockslagen 11⁰⁰, 13⁰⁰ och 15⁰⁰). Det planktonanrikade vattnet pumpades till en planktondepå på flotten varifrån det på självfall, via ett tredelat grenrör, fördelades till tre försöksburar. Mängden vatten till varje bur reglerades med tre kulventiler så att den tillförda zooplanktonmängden stod i ungefärlig proportion till burarnas yngeltäthet (den yngeltätaste buren erhöll således störst zooplanktonmängd). Utportioneringen av födoorganismer var således både subjektiv och förhållandevis "grov", men tyvärr den enda tillgängliga metoden vid tiden för försöket. Runt pumpens insugningsledning anbringades en kubisk bur med sidan 1m och maskstorleken 1000 µm.

Den 14 juni besattes burarna med gösyngel enligt följande: bur 1: 100 st, bur 2: 500 st och bur 3: 1 000 st. Ynglen var 12 dagar gamla och hade själva börjat söka föda. Försöket avslutades efter 26 dagar, 10 juli. Ingen storleks-sortering av ynglen utfördes vare sig före eller under försökets gång.

Medelvattentemperaturen var under försöksperioden 23,3 °C. Lägsta temperatur (20,0 °C) uppmättes 15 juni och högsta (27,7 °C) 9 juli.

I tabell 4 redovisas dödlighet, medellängd, medelvikt och synliga yttre sjukdomstecken hos gösynglen i odlingsburarna vid försökets avslutning. Dessutom anges antalet observerade predatorer i varje bur.

Resultaten i tabell 4 visar att såväl överlevnad som tillväxt minskade med ökad yngeltäthet. Kannibalism har sannolikt utgjort en mycket viktig mortalitetsfaktor i bur 2 och 3. I bur 2 återfanns vid försökets slut fyra kannibaler med en längd av 56—71 mm och i bur 3 åtta kannibaler, 62—71 mm långa. Andelen kannibaler var i båda fallen 0,8% av antalet utsatta larver. Kannibalerna var i genomsnitt ungefär dubbelt så långa som övriga yngel i respektive bur.

Tabell 4. Dödlighet, medellängd (totallängd), medelvikt och konditionsfaktor hos gösyngel efter 26 dagar i odlingsburar med varierande fisktäthet. Dessutom anges antalet potentiella predatorer och sjukdomsregistrering för respektive bur. Samtliga burar var försedda med övervattensbelysning för anlockning av zooplankton, men tillfördes dessutom födoorganismer via en mindre pump.

	Bur nr		
	1	2	3
Antal yngel			
dag 0 ¹⁾	100 (0,08)	500 (0,40)	1000 (0,80)
dag 26	82	207	172
Dödlighet (%)			
dag 26	18	59	83
Antal kannibaler			
dag 26	0	4	8
Antal tångräkor			
dag 26	5	5	6
Sjukdomar ²⁾			
dag 26	0	0	0
Medellängd (mm)			
dag 0 ³⁾	6 ±0,25	6 ±0,25	6 ±0,25
dag 26 ⁴⁾	37 ±0,75	33 ±0,78	30 ±0,76
Medelvikt (g)			
dag 0 ⁵⁾	—	—	—
dag 26 ⁶⁾	0,37 ± 0,018	0,25 ±0,019	0,20 ±0,018
Konditionsfaktor ⁷⁾			
dag 26	0,72 ±0,018	0,71 ±0,015	0,71 ±0,016

¹⁾ siffror inom parentes avser fisktäthet (yngel/l).

²⁾ antal individer i stickproven (för värden på n se not 4 nedan) med yttre tydligt synliga sjukdomstecken.

³⁾ ±95% konfidensintervall, n=41

⁴⁾ ±95% konfidensintervall; bur 1 (n=35), bur 2 (n=32), bur 3 (n=34); kannibaler ej med vid medelvärdesberäkningar.

⁵⁾ initial yngelmedelvikt är ej känd.

⁶⁾ ±95% konfidensintervall; bur 1 (n=35), bur 2 (n=32), bur 3 (n=34); kannibaler ej med vid medelvärdesberäkningar.

⁷⁾ konditionsfaktor $K = (V/L^3) \times 10^5$ där V=totalvikt och L=totallängd för enskilda yngel i respektive bur; ±95% konfidensintervall; bur 1 (n=35), Bur 2 (n=32), bur 3 (n=34).

Studier av amerikansk gös (*Stizostedion vitreum vitreum*) visar att kannibalism hos denna närbesläktade art är som mest påtaglig redan under de första 20 dagarna efter kläckning (Cuff 1977, Li & Mathias 1982). Det kan således inte helt uteslutas att dödligheten i bur 2 och 3 inträffade på ett relativt tidigt stadium (gösynglen var cirka 12 dagar gamla vid försökets start). Den dåliga tillväxten i dessa två burar motsäger emellertid denna hypotes. Dessutom är det alltid vanskligt att göra jämförelser mellan olika arter.

En omständighet som kan ha bidragit till uppkomsten av kannibalism är att buren runt "planktonpumpens" insugningsledning hade förhållandevis grov maskstorlek (1000 μm). En maskstorlek av 500 μm tillåter passage av zooplankton med en maximal längd av ca 1,3 mm (Hokanson & Lien 1986). Ynglen i odlingsburarna kan därför ha haft tillgång till födoorganismer av betydande storlek vilket i högre grad borde gynnat redan "stora" yngel. Dessa yngel fick därmed goda möjligheter att växa ifrån sina artfränder, vilket kanske påskyndade utvecklingen av ett kannibalistiskt födobeteende. Ytterligare en möjlig effekt av pumpburens grova maskstorlek är yngeldödlighet till följd av predation från stora zooplankton. Studier av amerikansk gös i USA visar att dödligheten hos främst nykläckta larver kan vara hög till följd av predation från cyclopoida copepoder (Hokanson & Lien 1986). Predation från tångräkor (*Leander adspersus*) kan heller inte uteslutas som en bidragande dödlighetsfaktor. Små fiskyngel kan bevisligen utgöra bytesdjur åt dessa räkor, men eftersom antalet tångräkor endast kontrollerades vid försökets slut — då de rimligtvis inte utgjorde något dödligt hot för gösynglen — är det omöjligt att uppskatta räkornas eventuella inverkan på dödligheten.

Ynglens tillväxt i de tre försöksburarna uppvisar i likhet med dödligheten ett samband med burarnas yngeltäthet (tabell 4). Medellängden var störst i bur 1 och minst i bur 3. En statistisk analys visar att det råder signifikanta skillnader för såväl medellängd som medelvikt mellan samtliga burar (t-test; $p < 0,001$ i samtliga fall). Den genomsnittliga dagliga längdökningen uppgick till 1,2 mm i bur 1, 1,0 mm i bur 2 och 0,9 mm i bur 3. Längdökningen i bur 1 motsvarar maximal längdökning vid rådande medeltemperatur (23,3 °C) enligt en tillväxtmodell för gösyngel (Karås 1992), vilket innebär att födobegränsning saknats i denna bur.

Försöket kan sammanfattas med att födotillgången sannolikt har varit begränsande för tillväxten i de två tätast besatta burarna, men att tillväxten generellt har varit förhållandevis god. Överlevnaden kan vara hög förutsatt att kannibalism inte uppkommer. Försöken indikerar att kannibalismen kan motverkas om tätheten hålls tillräckligt låg. Andelen kannibaler var dock lika stor i de fall den uppkom och så låg att den skulle motsvarat mindre än en fisk i den bur där den inte uppkom. Detta innebär att slutsatsen om täthetens betydelse måste tillämpas med försiktighet.

Försök med odling i full skala

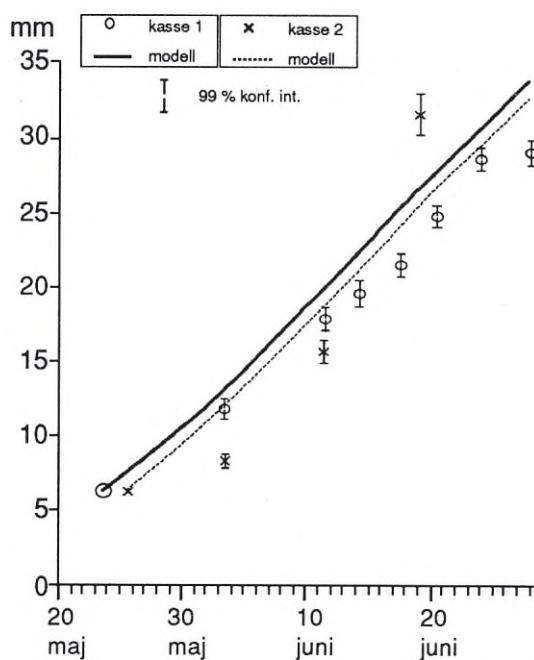
Under sommaren 1992 genomfördes ett försök i full skala med odling av abborre från larvstadiet till en storlek av ca 30 mm. Försöket utfördes i Biotestsjön vid Forsmarksverket. Ynglet hölls i två kassar, tillverkade av tät grön PVC-väv. De rektangulära kassarna var 10 m långa och 5 m breda och 2,5 m djupa. Volymen under vattenlinjen uppgick till ca 100 m^3 . Kassarna var försedda med ett nätfönster, 1x9 m^2 , med maskstorleken 200 μm , placerat tätt under vattenlinjen utmed ena långsidan. Fönstret är nödvändigt eftersom födotillförseln enbart utgörs av på plankton anriktat vatten, och överskottsvattnet måste ges möjlighet att rinna ut ur kassen. Insamlingen av föda gjordes med ett system av roterande håvar, som filtrerade zooplankton ur kylvattenströmmen från kraftverket (Andersson 1993).

Tabell 5. Resultat av odlingsförsök med abborre i Forsmark maj—juni 1992.

Start	Antal vid start	Dagar till avslut	Antal vid avslut	Överlevnad (%)	Medellängd (mm)
22 maj	25000	35	7000	28	29
24 maj	29500	24	2200	8	32

Försöket sammanfattas i tabell 5. Kassarna besattes i slutet av maj med 25 000 respektive 29 500 nykläckta larver. Den först nämnda kassen skördades efter 35 dagar och innehöll då 7 000 yngel med en medellängd av 29 mm, vilket innebär en överlevnad av 28%. I den andra konstaterades kannibalism ca tre veckor efter start, varför försöket avslutades efter endast 24 odlingsdagar. I kassen återstod då endast 2 200 yngel (8%) med en medellängd av 32 mm. Längdspridningen var stor, huvudsakligen på grund av ett stort inslag av kannibaler. Normalväxande fiskar hade vuxit till i medeltal ca 28 mm.

Födoförsöket till kassarna har beräknats genom registrering av planktontätheter i det tillförda vattnet. Den genomsnittliga tillförseln av zooplankton till båda kassarna var 280 g våtvikt per dygn. Detta innebär att den totala tillförseln till den först besatta kassen har varit ca 5 kg, medan den andra erhållit 3—4 kg under odlingsperioden. Tillväxten i kassarna har jämförts med en tillväxtmodell, som bygger på vattentemperaturen och förutsätter att tillgången på föda inte är begränsande för tillväxten (Karås 1987) (figur 2). En avvikelse nedåt från modellens förutsägelse skulle innebära att tillgången till föda har varit begränsande. Modellen förutsäger en genomsnittlig totallängd av 26 mm i den kasse som skördades efter 24 dagar och av 34 mm i den som avslutades efter 35 dagar. Observerade slutmedellängder var 32 respektive 29 mm. Medellängden i den först skördade kassen överstiger således modellens förutsägelse med 6 mm, vilket sannolikt är en effekt av den observerade kannibalismen. Medianlängden för normalväxande yngel var dock 27—28 mm. I den sist avslutade kassen blev ynglen istället 5 mm kortare än i simuleringen, vilket indikerar en måttlig födobegränsning.



Figur 2. Tillväxt för abborryngel i odlingsförsök i Forsmark 1992. Linjerna anger förväntad längdökning enligt tillväxtmodell (Karås 1987). Punkterna anger observerad medellängd.

Odlingsförsök med göslarver genomfördes somrarna 1991 och 1992 i recipienten för Oskarshamnsverket. Det odlingsystem som användes bygger på anlockning av plankton med undervattensljus och pumpning. Under den första odlingsveckan 1991 var pump och lampa omgivna av en

Tabell 6. Resultat av odlingsförsök med gös vid Oskarshamnsverket 1991 och 1992.

Start	Antal larver	Dagar till sortering	Antal vid sortering		Dagar till avslut	Antal vid avslut		Överlevnad(%)	Medellängd(mm)
			Normala	Kannib.		Normala	Kannib.		
1991									
27 maj	20000	43	?	33	72	44		0,4	58
27 maj	20000	43	?	21	64	270		1,5	58
27 maj	20000	43	?	54	72	205		1,3	58
1992									
22 maj	4900				27	473	137	12,4	35 (45)
27 maj	15000	22	524	310	30	359	58	4,8	31 (55)
29 maj	13400	19	1550	180	38	548	27	5,6	38 (66)

Medellängd för kannibaler vid försökens avslutande anges inom parentes.

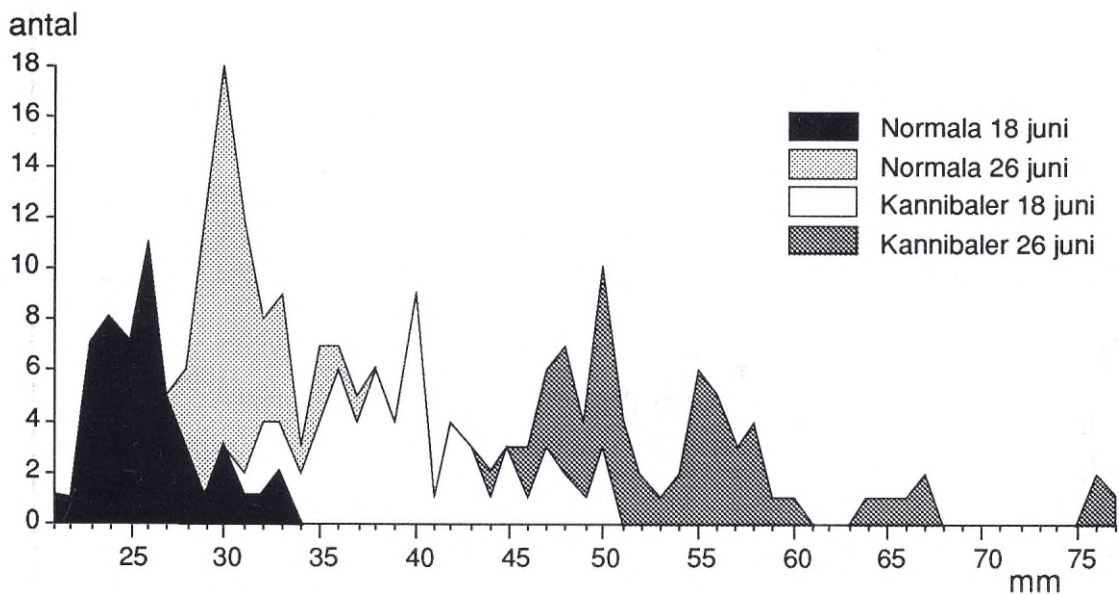
nätkasse med maskstorleken 200 μm . Avsikt med denna kasse var att förhindra insug av fisklarver och större planktonfraktioner. Efter den första veckan ökades nätkassens maskstorlek till 800 μm . Under försöken 1992 användes den större maskstorleken under hela odlingsperioden. Fisken föddes upp i samma typ av kassar som vid försöken med abborre i Forsmark. Larver erhöles från ett för tillfället uppbyggt kläckeri vid Vombsjön i Skåne.

Resultaten från odlingsförsöken sammanfattas i tabell 6. Vid försöken 1991 fördelades 60 000 larver på tre kassar, vardera försedd med två insamlingsenheter för plankton. Överföringen från sött till bräckt vatten genomfördes efter temperaturutjämning och successiv inblandning av det saltare havsvattnet. Processen genomfördes på mindre än en timma. Ett antal larver har hållits i mindre kassar efter överföringen och överlevnaden bland dessa har varit mycket hög.

Efter mindre än två veckor kunde stora mängder yngel observeras i samtliga kassar. Under odlingsperioden påträffades endast ett mindre antal döda yngel. Efter knappt en månad observerades för första gången kannibaler i kassarna. Dessa kunde lätt urskiljas på grund av att de var betydligt större än de normalväxande fiskarna. En sortering genomfördes efter 43 dagar, varvid ett hundratal kannibaler avlägsnades. Sorteringen gjordes med notdragning i kassarna och var inte fullständig. De normalväxande gösarna hade då uppnått en medellängd av 29 mm (totallängd), medan de största kannibalerna var närmare 50 mm. Försöket avslutades i slutet av juli och början av augusti. Medellängden för de återstående fiskarna uppgick då till 58 mm och spridningen var stor (48–69 mm). Den totala skörden uppgick till drygt 600 yngel, inklusive de vid sorteringen avlägsnade kannibalerna, och överlevnaden i de tre kassarna varierade mellan 0,4 och 1,5%.

Även vid försöket 1992 besattes tre kassar i slutet av maj med larver med samma ursprung som föregående år. Tätheten i kassarna var mindre, men odlingsystemet var i övrigt identiskt. Kassen med lägst täthet hade dock bara en insamlingsenhet för plankton. Överföringen av larverna och den tidiga utvecklingsfasen genomgicks utan att någon anmärkningsvärd dödlighet kunde konstateras. För att om möjligt motverka kannibalism genomfördes sortering i två av kassarna vid ett betydligt tidigare stadium än

1991. En ny not, som medgav effektiv utfiskning, hade konstruerats. Andelen kannibaler var dock stor, vilket redan tre veckor efter start orsakat en betydande dödlighet. De normalväxande gösarna hade en medellängd av 21 respektive 26 mm, medan kannibalerna var ca 10 mm längre. Försöket i den glesast besatta kassen avslutades efter 27 dagar utan sortering. 12,4% av ursprungsantalet återstod och de normalväxande hade uppnått en medellängd av 35 mm. De båda övriga kassarna utfiskades 30 respektive 38 dagar efter start, och överlevnaden i dessa uppgick till 4,8 och 5,6%, inklusive de kannibaler som avlägsnats vid sorteringen. En anmärkningsvärt hög andel kannibaler påträffades vid avslutningen av försöken, trots att sorteringen vid kontroll genom dykning i kassarna visat sig ha varit effektiv.



Figur 3. Längdfördelning för gösyngel i en odlingskasse i Hamnefjärden sommaren 1992, dels för fiskar, som vid sortering och avslut bedömts vara normalväxande, dels för fiskar, som bedömts vara kannibaler. Figuren anger antal i uttagna stickprov.

Uppkomsten av kannibalism åskådliggörs i figur 3, som beskriver längdfördelningen i en av kassarna vid sortering och avslut, dels för fiskar som bedömts vara kannibaler, dels för sådana som bedömts vara normalväxande. Kannibalerna avlägsnades ur kassen 18 juni och hade då en medellängd av 40 mm, medan de fiskar som lämnades att växa vidare i kassen i genomsnitt var 26 mm långa. Då odlingsförsöket avslutades åtta dagar senare hade fiskarna åter delats i två, tydligt åtskilda, grupper. Medellängden för de normalväxande hade ökat med 5 mm till 31 mm, medan den nya gruppen kannibaler uppnått en medellängd av 55 mm. Man kan förutsätta att i huvudsak de största fiskarna som lämnats kvar vid sorteringen utvecklats till kannibaler. Längdökningen för dessa under de åtta följande dagarna kan uppskattas till cirka 25 mm, en ökning med cirka 3 mm per dygn. De mest snabbväxande var vid försökets avslutande 76–77 mm långa och utgjordes sannolikt av kannibaler, som förbigåtts vid sorteringen 18 juni. Den genomsnittliga tillväxthastigheten för dessa uppgick till 2,3–2,4 mm per dag från kläckningsdagen.

Medellängderna i de sist avslutade kassarna, 31 respektive 38 mm för icke kannibaler, understeg avsevärt de slutlängder som förutsåges av en tillväxtmodell för gösyngel (Karås 1992). Dessa skulle enligt modellen vid gällande temperaturförhållanden ha uppnått en längd av 47 respektive 59 mm. I den först skördade och samtidigt glesast besatta kassen motsvarades observerad medellängd tämligen väl av modellens värde (35 respektive 38 mm), vilket tyder på en mindre födobegränsning.

Tillförseln av föda kontrollerades indirekt genom en från odlingen fristående insamlingsenhet. Denna arbetade på samma sätt som de enheter som användes vid odlingsförsöken. Mängden insamlat plankton bestämdes genom vägning av färskt material. Under 1991 insamlades i genomsnitt 45 g plankton per natt. Tillförseln till kassarna kan då uppskattas till dubbla mängden eller drygt sex kg under hela odlingsperioden, som uppgick till ca 70 dagar. För 1992 har en jämförelse gjorts mellan hur mycket plankton som tillförts varje odlingsenhet och vikten av den totala skörden av gösyngel från respektive enhet. Tillförseln per insamlingsenhet och natt har för detta år beräknats till 85 g. En konverteringsfaktor har beräknats genom att fiskvikten har dividerats med mängden tillfört plankton. Den totala tillförseln till de tre kassarna under odlingsperioden har beräknats till 2,5, 6,1 respektive 7,3 kg. Av de tillförda mängderna har nio, fem respektive fyra procent omsatts till fiskbiomassa (våtvikt).

Lessmark (1983) anger en maximal konverteringsfaktor av 48% för 1 g abborre under laboratorieförhållanden vid 20 °C, med fjädermygg-larver (*Chaoborus sp.*) som föda. Stora likheter i tillväxtmodeller för yngel av abborre och gös (Karås 1987, 1992) tyder på att gösyngel har en likartad foderkonvertering. Skillnaden mellan observerad och teoretisk foderkonvertering tyder på att till odlingen tillförd föda inte har utnyttjats maximalt. Flera olika förhållanden kan tänkas ligga bakom detta antagande. Kannibalismen leder till att tillförd föda omsätts en extra gång. Eftersom endast en del av den konsumerade födan utnyttjas för tillväxt, leder kannibalismen till ett sämre utnyttjande av tillförd föda. Konkurrens från andra fiskarter, som pumpats in i kassarna som larver, har sannolikt haft en viss betydelse. I den senast startade kassen påbörjades inpumpningen av föda åtta dagar innan utsättningen av göslarver. Maskstorleken runt lampa och pump (800 µm) medgav att larver av svart smörbult (*Gobius niger*) i stort antal pumpades in i kassen. Dessa fick ett försprång, som gjorde att de inte hann betas ner tillräckligt snabbt av gösarna. Vid sorteringen efter tre veckor var smörbultarna av samma storlek och lika många som de normalväxande gösarna.

Lessmarks resultat motsvarar maximal konsumtion vid kontinuerligt ljus. Naturlig dygnsrytmik har gällt vid odlingsförsöken, vilket också kan ha bidragit till den lägre foderkonverteringen i våra försök. Bytesdjurens kontrast mot omgivningen har, vid försök med nordamerikansk abborre (*Perca flavescens*), visat sig ha större betydelse än ljusnivån för larvernans förmåga att finna föda (Hinshaw 1985). En svart bakgrund befanns vid försöken ge den bästa överlevnaden. Larver av samma art har dock befunnits äta mindre bytesdjur vid högre ljusintensitet (Mills et al. 1986). Våra egna försök har visat att tillväxten för gösyngel förbättras vid kontinuerlig

belysning. Kontinuerlig belysning i kombination med en struktur, som gynnar kontrasten mellan bytesdjur och omgivning, kan vara en framkomlig väg för förbättring av ynglens förmåga att utnyttja tillförd föda. En sådan struktur skulle kunna utgöras av någon typ av mörkt nät eller duk, som hängs lodrätt i kassarna.

Cuff (1977) har visat att kannibalismen bland larver av amerikansk gös (*Stizostedion vitreum vitreum*) minskar vid hög födotäthet. Välfödda yngel visade sig ha en betydligt större förmåga att undfly attacker än sådana som svälter. Det är oklart om svältande individer har bidragit till kannibalismen i våra försök, men ett underlättande av larvernas möjligheter att upptäcka och fånga bytesdjuren, genom ovan föreslagna åtgärder, bör motverka uppkomsten av svält på ett tidigt stadium.

En sänkning av tätheten i odlingsenheterna har för amerikansk gös visat sig leda till en minskad kannibalism och dödlighet (Li & Mathias 1982, Krise & Meade 1986). Kannibalism är ett naturligt beteende, som utlöses då två fiskar möts (Cuff 1977). Våra täthetsförsök visar också att europeisk gös vid låg täthet kan odlas utan att kannibalism uppkommer. Tätheten i odlingsförsöken 1991 och 1992 (50—200 larver/m³) var dock betydligt lägre än vad som anses kritiskt för den amerikanska gösen, och under den nivå där kannibalism uppkommit i våra pilotförsök. Det är sannolikt att larverna fördelas ojämnt i kassarna och att högre koncentrationer därmed uppkommer lokalt. Koncentrationer utmed kassarnas väggar har observerats. Hängande strukturer i kassarna bör, förutom vad som diskuteras ovan, även bidra till en bättre spridning av larverna i kassarna och bör därmed också minska frekvensen av möten mellan olika individ, vilket måste leda till en minskad kannibalism.

Slutsatser

Ägg av abborre bör insamlas från naturlig lek så nära kläckning som möjligt. Abborryngel kan odlas vid höga tätheter med naturplankton som enda födokälla, utan att kannibalism uppkommer. Storleksspridningen i startmaterialet bör dock vara så liten som möjligt. Variationen i kläckningstid bör inte överstiga en dag.

Insamling av lekmogen gös genomförs på traditionellt sätt med stora ryssjor eller fällor. Fisken sätts att leka i nätsumpar och hanen lämnas att sköta äggen efter leken. Leksumparna bör placeras så att påverkan av lek från andra arter undviks. Äggen överförs till kläckeri så nära kläckningstidpunkten som möjligt. En möjlighet att kontrollera temperaturen under lek och inkubering skulle sannolikt leda till en förbättrad larvproduktion.

Nykläckta göslarver kan överföras från sött till bräckt vatten (7‰) utan att dödligheten ökar, och ynglet kan odlas i bräckt vatten utan negativ inverkan på överlevnad och tillväxt. Kontinuerlig belysning av larver som börjat äta leder till en snabbare tillväxt utan att dödlighet och sjukdomsfrekvens ökar. Kannibalism, som uppkommit på ett tidigt stadium, har inte kunnat motverkas med sorteringar. Tillförd föda har inte utnyttjats effektivt. Kontinuerlig belysning och utplacering av strukturer i odlingskassarna, som leder till bättre spridning i odlingskassarna och till att larverna lättare

kan upptäcka och fånga sina födoorganismer, föreslås som åtgärder för att förbättra utnyttjande av tillförd föda och för att motverka uppkomsten av kannibalism. Föreslagna åtgärder bör prövas även vid eventuell odling av abborryngel.

Litteratur

- Andersson, J., 1992. Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamnsverket. Årsrapport för 1991. Kustrapport 1992:3.
- Andersson, J., 1993. Insamling av zooplankton för uppfödning av fisk-larver i kylvattenrecipienter. Kustrapport 1993:3.
- Cuff, W. R., 1977. Initiation and control of cannibalism in larval walleyes. *Progressive Fish-Culturist* **39**:29–32.
- Deelder, C.L. & Willemsen, J., 1964. Synopsis of biological data on the pike-perch *Lucioperca lucioperca* (Linnaeus) 1758. FAO Fisheries Synopsis 28. 60 p.
- Hinshaw, J. M., 1985. Effects of Illumination and Prey Contrast on Survival and Growth of Larval Yellow Perch (*Perca flavescens*). *Transactions of the American Fisheries Society* **114**:540–545.
- Hokanson, K.E.F. & Koenst, W.M., 1986. Revised Estimates of Growth and Lethal Temperature Limits of Juvenile Walleyes. *The Progressive Fish-Culturist* **48**:90–94.
- Hokanson, K.E.F. & Lien, G.J., 1986. Effects of diet on growth and survival of larval walleyes. *The Progressive Fish-Culturist* **48**:250–258.
- Horváth, L., Tamás, G. & Tölg, I., 1981. *Special Methods in Pond Fish Husbandry*. Halver J E (ed). Akadémiai Kiadó, Budapest. Halver Corporation, Seattle.
- Houde, E. D., 1972. Some recent advances and unsolved problems in culture of marine fish larvae. *Proceedings of the World Mariculture Society* **3**:83–112.
- Karås, P., 1987. Food consumption, growth and recruitment in perch (*Perca fluviatilis* L.). Doktorsavhandling vid Uppsala Universitet, 129 s.
- Karås, P., 1992. Models for bioenergetics, growth and recruitment in pike-perch (*Stizostedion lucioperca* (L)). in manuscript.
- Karås, P. & Neuman, E., 1981. First year growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) and roach (*Rutilus rutilus* L.) in a heated Baltic bay. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm* **59**:48–63.
- Karås, P. & Thoresson, G., 1992. An application of a bioenergetics model to Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) *J. Fish Biol.* **41**:217–230.
- Klein Breteler, J. G. P., 1987. Intensive culture of pike-perch fry with live food. *Aqua Culture Europe '87*. European Aquacult Soc Amsterdam June 2–5.

- Koenst, W. M. & Smith Jr, L. L., 1982. Factors influencing growth and survival of white sucker, *Catostomus commersoni*. U S Environmental Protection Agency, Project Summary EPA-600/S3-82-051, National Technical Information Service, Springfield, Virginia.
- Krise, W.F. & Meade, J.W., 1986. Review of the intensive culture of walleye fry. *Progressive Fish-Culturist* **48**:2 81-89.
- Kwain, W. H., 1975. Embryonic development, early growth, and meristic variation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) exposed to combinations of light intensity and temperature. *J. Fish. Res. Board Can.* **32**:397-402.
- Lessmark, O., 1983. Competition between perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) in south Swedish lakes. Phil. Dr. Thesis. Univ. Lund.
- Li, S. & Mathias, J.A., 1982. Causes of high mortality among cultured larval walleyes. *Transactions of the American Fisheries Society* **111**:722-735.
- Mills, E. L., Confer, J.L. & Kretchmer, D.W., 1986. Zooplankton Selection by Young Yellow Perch: The Influence of Light, Prey Density, and Predator Size. *Transactions of the American Fisheries Society* **115**:716-725.
- Neuman, E. & Andersson, J., 1990. Naturvårdsverkets biologiska undersökningar utanför Oskarshamnsverket under 1980-talet. Naturvårdsverket Rapport **3780**.
- Salminen, M., Ruuhijärvi, J. and Ahlfors, P., 1992. Spawning of Zander (*Stizostedion lucioperca* (L.)) in cages. *Fish Reproduction '92*, Vodnany, Czechoslovakia.
- Salojärvi, K., Salminen, M., Ruuhijärvi, J., Ahonen, M., Nurmio, T., Aarnio, M. & Honkanen M., 1986. *Kuhanviljely. Kalatalouden Keskusliitto n:o 84* (ISBN 951-95060-7-1).
- Stepien, W.P., 1976. Feeding of laboratory reared larvae of the sea bream *Archosargus rhomboidalis* (*Sparidae*). *Marine Biology* **38**:1-6.
- Tandler, A. & Mason, C., 1983. Light and food density effects on growth and survival of larval gilthead seabream (*Sparus aurata* Linneus; *Sparidae*). Pages 103-116 in Stickney R R & Meyers S P (ed). *Proceedings of the warmwater fish culture workshop. World Mariculture Society Special Publication 3*, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA.
- Woynárovich, E., 1950. Survival requirements of pike-perch in different life periods. (In Hungarian). *'Agrártudomány* **2**(2):96-100.
- Woynárovich, E., 1960. Erbrütung von fischeiern im sprüraum. *Arch. FischWiss.* **10**(3):179-189.

Kustlaboratoriet

Box 584

740 71 Öregrund

Tel.: 0173/31305

Fax: 0173/309 49

Laboratoriechef: Erik Neuman

Miljöproblem: Olof Sandström

Rekrytering: Peter Karås

Fisktillgångar, modeller: Gunnar Thoresson

Laboratorium (0173/ 303 06): Rose-Marie Svensson

Bottenfauna ostkusten (0173/307 29): Kerstin Mo

Kungsbacka

Tel.: 0300/73 720, 73 721

Fax: 0300/192 44

Beståndsövervakning, miljökontroll: Alvar Jacobsson

Bottenfauna västkusten, skaldjur: Susan Smith

Ringhals

Tel.: 0340/609 87

Kontroll Ringhalsverket och Värö Bruk: Kurt Torildsson

Barsebäck

Tel.: 046/77 54 88

Kontroll Barsebäckverket: Göran Lundh

Simpevarp

Tel.: 0491/342 47

Rekrytering, kontroll Oskarshamnsverket: Jan Andersson



▲ Referensområden ● Recipientundersökningar
