



Cypridlarvers, *Balanus improvisus* (Darwin), beteende och setlingsintensitet i strömmande vatten



Charlotte Lagerholm
Institutionen för Marin Ekologi

Datum: 14-06-2000
Löpnummer: 106

Handledare: Per Jonsson
Examinator: Kerstin Johannesson

Sammanfattning

Havstulpanarten *Balanus improvisus* är en av de arter som i Sverige orsakar stora påväxtproblem. Detta arbete är en studie av cypridlarvernas beteende då de utsätts för olika strömningshastigheter samt om deras settlingsfrekvens påverkas av olika hastigheter på strömmen. Det visade sig att beteendet klart är kopplat till strömhastigheten. Efter att ha varit utsatta för 10 minuters strömmande vatten fanns det signifikant fler cyprider kvar vid låga strömhastigheter än vid höga. Andelen temporärt fastsittande cyprider var större vid de högre strömhastigheterna. Settlingsintensiteten tenderade att minska med strömhastigheten.

Innehållsförteckning

Inledning	4
Metod och Material	7
<i>Settlingsfakto</i>	8
<i>Preparering av strömakvariet</i>	8
<i>Beteendestudie</i>	9
<i>Settlingsförsök</i>	9
<i>Statistik</i>	10
Resultat	11
<i>Beteendestudie</i>	11
<i>Settlingsförsök</i>	13
Diskussion	15
<i>Metodik</i>	15
<i>Beteendestudie</i>	15
<i>Settlingsförsök</i>	16
Tack	17
Referenser	18
Bilaga: Ritning till akvariet	

Inledning

I havet är tillgången på hårbotten en begränsande faktor. Därför sker det nästan omedelbart settlement på nya hårda material som placeras i vattnet, så kallad sekundär hårbotten. I och med det har i stort sett alla av människan tillverkade konstruktioner till havs någon form av påväxt. I många fall kan det orsaka både stora problem och stora kostnader. Mycket av påväxten i Sverige orsakas av havstulpaner bland annat *Balanus improvisus*.

Balanus improvisus känns lätt igen på de radiära strålarna på basplattan. Skalet består av ett antal kalkplattor vilka har tämligen slät yta. Själva skalformen är något avlång och förhållandevis låg, men dess utseende varierar starkt. *Balanus improvisus* är hos oss den minsta arten av balanida havstulpaner, cirka 10 mm i diameter och cirka 6 mm hög. Den lever nästan uteslutande i eller strax under vattenytan (Stephensen 1933). *Balanus improvisus* tål låga salthalter och är en av få havstulpanarter som kan leva i bräckt vatten. Hos oss finns den långt in i Östersjön (Blom & Nyholm 1961, Crisp 1961).

Havstulpanerna tillhör klassen Crustacea, kräftdjur, något som kan vara svårt att se på den vuxna fastsittande individen men som tydligt syns på den frisimmande larven vilken har de typiska dragen för en kräftdjurlarv. Havstulpaner är tvåkönade men har ändå i allmänhet korsbefruktning. Äggen töms ut i mantelhålan där de befruktas och där den första larvutvecklingen, till nauplielarver, sker. Det är alltså nauplier som släpps ut i vattnet (Stephensen 1933). Alla havstulpaner har sex naupliestadier innan omvandling till cypridlarv sker (Blom & Nyholm 1961, Satutio et al. 1996). Cypriden är frisimmande i tre dagar upp till två veckor (Visscher 1928) ibland ända upp till fyra veckor (Satutio et al. 1996) och har som ända uppgift att finna en lämplig yta att sätta sig fast på (Maki et al. 1992, Satutio et al. 1996). Den äter ingenting utan lever på upplagsnäring (Satutio et al. 1996). Cypriden är 0.3-0.5 mm lång (Mullineaux & Butman 1991). Larver finns i svenska vatten från slutet av maj till november (Blom & Nyholm 1961).

Var cypriden settlar är inte något som avgörs av slumpen utan är ett resultat av vattenströmmar och larvernans aktiva sökande för att finna rätt plats (Mullineaux & Butman 1991). Settlement kan definieras som den process där larver utforskar en yta, skapar en reversibel kontakt och slutligen sätter sig fast irreversibelt (Holmström & Kjelleberg 1994). Processen börjar med att cypriden kommer i kontakt med en yta som den utforskar. För att

avgöra om det är rätt plats kan larverna, som går omkring med hjälp av antennerna när de läser av området, förflytta sig över relativt stora områden (Holmström & Kjelleberg 1994, Visscher 1928). De kan testa en yta i mer än en timme (Visscher 1928). Då de funnit en troligen lämplig plats skapar de en reversibel infästning till ytan för att ordentligt pröva platsen. Ju attraktivare plats desto längre varar detta steg (Holm 1990). Slutligen om platsen är bra utsöndras från en körtel vid antennbasen ett sekret som klistrar fast larven vid underlaget varpå den övergår från att ha varit temporärt fäst till att bli definitivt fastsittande (Holm 1990, Holmström & Kjelleberg 1994).

Eftersom individerna kommer att tillbringa sina upp till cirka tre år på samma plats kan man förstå att valet är viktigt. Det finns många faktorer som är av betydelse för att en plats skall vara attraktiv. Settlingen kan induceras av bland annat ljus, ytstruktur, färg, tryck och strömförhållande (Roberts et al. 1991) samt tidigare etablerad bakteriefilm (Holmström & Kjelleberg 1994). Även larvers fotsteg kan vara av betydelse när det gäller att finna en bra plats att settla på. Det vill säga har det varit många som temporärt suttit fast på platsen är den attraktivare än där ingen ens har försökt att settla (Clare et al. 1998). Det har även visat sig att närvaro av vuxna individer har positiv effekt på settling (Dineen & Hines 1994, Holmström & Kjelleberg 1994, Rittschof et al. 1984). I naturen väljer cypriderna hos *B. improvisus* i större utsträckning att settla på släta ytor. Sprickor och gropar i samma storleksintervall som antennerna (35-50 μm), försvårar cypridernas vandring över ytan (Berntsson et al. under tryckning). Bentiska filtrerare är helt beroende av vattenströmmarna och Judge et al. (1997) har visat att settlingen är större i områden med vattenström än i områden utan vattenström.

Larvernas förflyttning delas in i två delar dels den vertikala och dels den horisontella (Eckman & Duggins 1993). De flesta larver simmar för dåligt för att aktivt ta sig till en plats. De är beroende av vattenströmmarna för att ta sig till platser men de kan själv reglera sin position vertikalt (Woodin 1986). Cypridlarven innehåller mycket lipider som gör att de kan hålla sig nära ytan. Efter hand bryts lipiderna ner och larven kommer då att få det allt lättare att aktivt simma neråt (Visscher 1928).

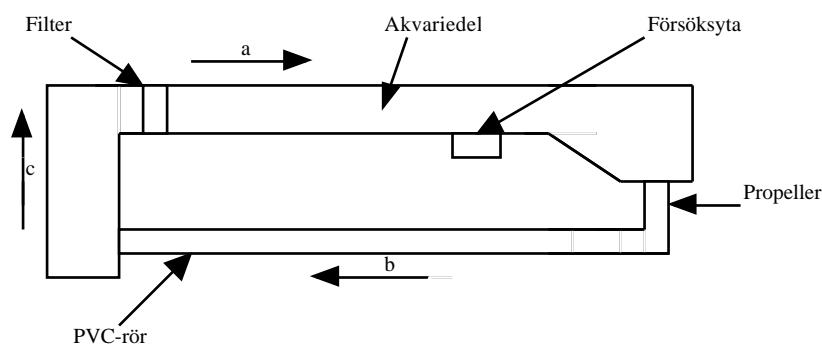
Efter att cypriden klistrats fast börjar skalplattorna och bottenplattan att bildas, till en början som kitinplattor, förkalkningen inträder först senare. Efter ett tag när kalkplattorna nått en viss grad av utveckling kastas cypridskalet av och djuret betraktas som juvenil (Stephensen 1933). Det tar över 12 timmar att metamorfosera (Visscher 1928). *Balanus improvisus* har en snabb tillväxt. Tre veckor efter att larven satt sig fast är den ca fem mm i diameter. Efter ytterligare en till två veckor är den könsmogen, det medför att de under en sommar hinner med upp till tre generationer (Stephensen 1933).

Genom att känna till cypridlarvernas beteende kan man eventuellt skapa förhållanden som anses så oattraktiva för cypridlarverna att de väljer att inte settla på sådana ytor samtidigt som de är harmlösa både för cypridlarver och för miljön i övrigt. Exempel på sådant kan vara färger som utsöndrar olika icke-giftiga ämnen eller ytor som är svåra för cypriderna att fästa vid.

En faktor som kan påverka hur en yta uppfattas av settlande cyprider är vattenströmmen. Syftet med detta arbete är att i en experimentell studie testa om cypridlarver kan reagera på olika strömhastigheter och om detta får konsekvenser för settlingen.

Material och Metoder

För att genomföra försöken konstruerades ett akvarium där det går att erhålla olika strömhastigheter med ett konstant enkelriktat flöde. Akvariets volym är 65 liter. Vattenmassan sätts i rörelse med hjälp av en trebladig propeller, vilken drivs med hjälp av en liten motor som är ansluten till 24V, 550 mA -transformator. Vattnet cirkulerar från propellern vilken är innesluten i det 160 cm långa PVC-rör som förbinder akvariets båda ändar med varandra. För att bryta ner storskalig turbulens placeras ett filter där vattnet kommer upp på själva akvarieplanet. Filtret som är $18 \times 6 \times 10$ cm stort består av en ram av tunn plexiglas fylld med tätt sammanpackade rör, 6 cm långa och med en diameter på 0,5 cm. På botten finns en lös platta 17×17 cm som är helt nedsänkt i övriga botten. Det är denna platta som utgör försöksytan. Även denna platta är av plexiglas. *Balanus improvisus* settlar gärna på släta material varför plexiglas bör vara ett lämpligt material (Figur 1). Hastigheten på vattenströmmen kan varieras med ett steglöst reglage. Maximal fart som kan erhållas är 16 cm/s med laminär strömning upp till cirka 10 cm/s. Hastigheten bestäms genom att fluorescerande färg tillsätts vattenströmmen och sedan klockas tiden över en sträcka på 50 cm. Den fluorescerande färgen är ett salt, fluorescein ($C_{20}H_{10}Na_2O_5$), vilket löses upp i lite av det vatten i vilket det skall användas, detta beroende på att färgen skall få så lika egenskaper som själva vattnet som möjligt. De förutbestämda hastigheterna markerades därefter på reglaget.



Figur 1. Försöksupställningen. Pilarna a, b och c anger vattenströmmens väg. Propellern sätter fart på vattnet som enligt figuren cirkulerar moturs. Vattnet passerar filtret och har då det passerar försöksytan ett laminärt flöde vid hastigheter under 10 cm/s.

På plexiglasytan bildas lätt gasbubblor om vattnet är kallare än omgivningen, när dessa sedan stiger mot ytan kan de föra med sig cyprider som fastnat på bubblan. För att undvika bildning av gasbubblor har saltvattnet tappats upp i ett annat kärl och fått stå i 24 timmar för att erhålla samma temperatur som omgivningen, ca 20°C. Vattnet är filtrerat i ett filter (0,2 µm, Millepor) för att förhindra att störande partiklar kommer in i systemet. Vatten fylldes på så att nivån stod 2 cm över försöksytan vilket medförde att försöksvolymen blev 38 liter. Relationen mellan kanalens bredd och vattendjup bör vara minst 5:1 för att väggarnas effekt på strömningen inte skall vara för stor (Nowell och Jumars 1984). I detta fallet är förhållandet 10:1 vilket rekommenderas och dessutom ligger försöksplattan 1,5 cm från väggarna (Bilaga).

De cyprider, *Balanus improvisus*, som användes kommer från den cypridodling som pågår vid Tjärnö marinbiologiska laboratorium utanför Strömstad i norra Bohuslän, där för övrigt hela studien pågick.

Settlingsfaktor

Dineen och Hines (1994) och Rittschof et al. (1984) har båda visat att närvaro av aduler kan inducera settling. Genom att tillverka ett extrakt av vuxna individer, så kallad settlingsfaktor, kan man efterlikna den situationen. För att få cypriderna att helst settla på försöksytan och inte någon annan stans i akvariet, då det skulle bli för svårt att återfinna dem, användes settlingsfaktor utstruken på försöksplattan.

Aduler av *Balanus improvisus* samlades in från Starekilen söder om Strömstad. Dessa placerades direkt efter insamling och sortering i frys -70°C i väntan på vidare behandling. 1) 100 gram våtvikt av hela individer krossades i en mortel. 2) 20 ml destillerat vatten tillsattes och havstulpanmassan mosades ytterligare varpå vätskan hälldes av. Detta upprepades 5 gånger. Resultatet blev cirka 100 ml. 3) Vätskan centrifugerades i 11900 rcf [relative centrifugal force = $1,118 \times 10^{-5} \times (\text{radien av centrifugen i cm}) \times (\text{antal varv per minut})^2$] under 5 minuter. 4) Supernatanten hälldes av och fick sedan koka svagt under 10 minuter. Därefter centrifugerades vätskan än en gång i 11900 rcf under 5 minuter. 5) Supernatanten hälldes av och hälldes i 1,5 ml-ependorfrör. Dessa förvarades sedan i frys -20°C (Rittschof et al. 1984).

Preparering av strömakvariet

Den experimentella studien delades in i två delar, dels en studie av larvernans beteende i olika strömhastigheter och dels en studie av settlingen. För båda försöken gällde att 1,5 ml tinad settlingsfaktor ströks ut på försöksplattan med hjälp av en liten plexiglasskiva 6x3 cm för att få ett jämnt lager. Därefter fick det torka helt i rumstemperatur innan plattan sänktes ner

i akvariet. Cypriderna tillsattes med en pasteurpipett under vattenytan på så sätt att alla kom i kontakt med försöksplattan. Förfarandet var tvunget att ske sakta så att cypriderna inte for iväg, bort från det område som utgjorde själva försöksområdet. Vid insamlandet av cyprider togs bara de cyprider som låg på botten så kallade "sinkers", för de som flöt på ytan så kallade "floaters" skulle även i fortsättningen komma att flyta upp till ytan även om de tillsattes under ytan och därmed inte vara med i själva försöket. Mellan försöken förvarades cypriderna i kyl 13°C. Det är tillräckligt kallt för att cypriderna inte skall settla men ändå inte så kallt att deras naturliga beteende hämmas.

Ljus är mycket viktigt för settlingen. Visscher (1928) har visat att cyprider dras till ljus. För att ytterligare locka ner cypriderna till just försöksytan placerades därför en 10W-lampa så att den lyser upp försöksytan underifrån. Det är dessutom lättare att se cypriderna då de belyses underifrån.

Beteendestudie

20 cyprider tillsattes vid varje delförsök i stillastående vatten. Cypriderna fick aklimatiseras sig på ytan under 10 minuter och räknades därefter varpå motorn startades. Den förutbestämda hastigheten vreds upp sakta för att inte slita loss cypriderna med ett ryck. De som var kvar direkt efter att vattenströmmen startat räknades. Systemet fick sedan vara igång i 10 minuter, under vilka deras beteende studerades. Antalet cyprider som var kvar efter 10 minuter räknades. Dessutom avgjordes det huruvida de satt sig fast, om än temporärt, vid försöksplattan eller inte. De hastigheter som testades var 2, 4, 6 och 8 cm/s. Efter fem försök tömdes och rengjordes akvariet, dels för att det då blev för många cyprider i vattnet för att man skulle kunna hålla reda på dem och dels för att hindra att settlingsfaktor då lösts ut i vattnet så att plattan inte längre framstod som det mest attraktiva valet av settlingsplats. För varje hastighet utfördes 20 försök. Vilken hastighet som skulle användas vid varje försök avgjordes slumpmässigt.

Settlingsförsök

Syftet med detta försök var att testa om olika strömhastigheter resulterar i skillnader i settlingens intensitet. Utifrån resultaten från beteendestudien valdes hastigheterna 0, 3 och 6 cm/s. Vid varje försök användes cirka 500 cyprider. De samlades upp genom att cypriderna blandades med saltvatten så att de fördelades homogent. En liten volym togs ut där antalet cyprider räknades sedan togs den mängd vätska ut så att den innehöll 500 cyprider. Larverna fick ställa in sig under 30 minuter innan motorn startades. Akvariet övertäcktes med ett mörkt plastskynke för att ytterligare förstärka effekten av lampan. Varje försök pågick

därefter under 24 h varefter settlade individer räknades. Efter varje försök tömdes akvariet och rengjordes med sötvatten.

De nio settlingsförsöken lades upp så att tre omgångar cyprider användes. Varje omgång delades upp i tre grupper. Grupperna användes endast en gång. De tre grupperna användes dag 1, 2 och 3. Det innebär att cypriderna var av olika ålder vid de olika försöken. För att inte åldern skulle få någon betydelse cirkulerades ordningen på hastigheterna på så sätt att varje hastighet testades med alla tre åldrarna.

En kontroll för att se om det var någon skillnad i settling beroende på ålder genomfördes genom att 2 x 20 cyprider av vardera ålder fick stå 24 h i petriskålar varpå antalet settlade cyprider räknades.

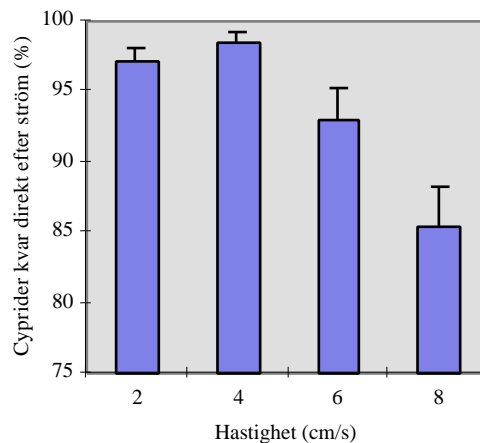
Statistik

Alla resultat presenteras med standard error-värdet infogat i figurerna. Försöket med andel cyprider som var kvar direkt efter att strömmen tillsatts testades med 1-faktors variansanalys. På vilket sätt grupperna skiljde sig åt testades med Student-Newman-Keuls test. Resultatet av försöket som fått gå i 10 minuter, dels antalet cyprider som fanns kvar samt andelen stillasittande cyprider testades med linjär regression. Variationen inom vardera hastighetsgrupp testades med Cochrans test. I alla test förekommer ett typ-1 fel () på 0,05.

Resultat

Beteendestudier

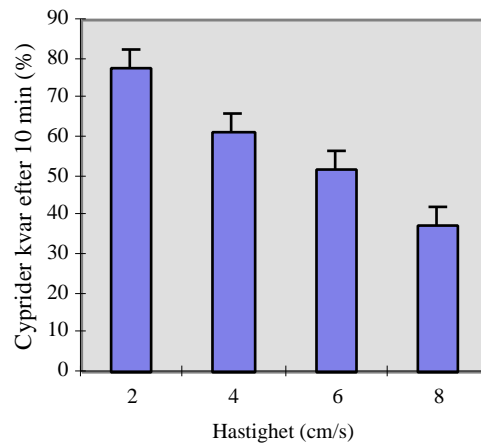
När strömmen slås på ser man en tydlig respons hos cypriderna. Det är uppenbart att de känner av strömmen på något sätt. När de blir uppmärksamma på att vattnet börjar strömma sätter de sig genast fast på försöksplattan om än temporärt. De står då i längsriktning med strömmen med nosen mot strömmens riktning. De som inte fäste direkt då strömhastigheten var 8 cm/s fördes bort från försöksplattan. Med en strömhastighet på 2-4 cm/s däremot är strömmen inte starkare än att cypriderna kan röra sig relativt fritt utan att påverkas allt för mycket av den. Vid de lägre hastigheterna försvann inte heller cypriderna på samma sätt som vid högre strömhastigheter (Figur 2). Strömhastighetens betydelse för hur många cyprider som är kvar direkt efter att de utsatts för strömmande vatten är signifikant men det var endast strömhastigheten 8 cm/s som var skild från de övriga ($p < 0,05$). I försöken med strömhastighet 2 cm/s är många cyprider stilla nära botten men det är inte helt klart huruvida de sitter fast eller ej. Det verkar som om att de så länge de ligger tryckta mot botten inte påverkas av vattenströmmen. Man kan se att efter ett tag så börjar de röra på sig. Då vattenströmmen kopplas på verkar det dock som om en del vaknar till lite och blir mer aktiva.



Figur 2. Medelvärde i procent av det antal cyprider som är kvar direkt efter det att motorn slagits på för respektive strömhastighet (n=20).

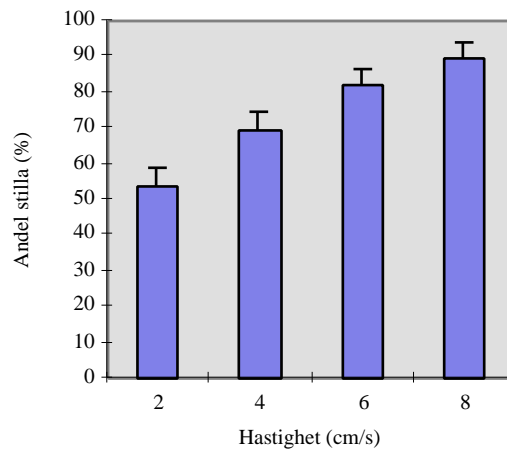
Efter 10 minuter fanns det betydligt fler cyprider kvar i de låga hastigheterna än i de höga (Figur 3). En linjär regression visar att en lägre andel cyprider stannade kvar ju starkare

strömmen var ($p < 0,05$). Så fort cypriderna släpper taget riskerar de att föras bort med strömmen och den risken är större ju starkare ström det rör sig om. I många av de försök där det var få som var kvar efter 10 minuter var nästan alla fastsittande. Då cyprider från dessa omgångar testades i låga hastigheter fanns en del kvar till en början som inte satt fast men då de senare simmade såg de svaga ut. De cyprider som fastnade i ytfilmen verkade inte kunna ta sig ner till botten.



Figur 3. Den andel, medeltal för varje strömhastighet, cyprider i procent som är kvar på försöksplattan efter att ha varit utsatta för de olika strömhastigheterna ($n=20$).

En tydlig koppling mellan andelen cyprider som satt stilla och strömhastighet fanns. Det var signifikant fler cyprider som satt stilla i höga strömhastigheter än i låga strömhastigheter vilket testades med linjär regression ($P < 0,05$) (figur 4).



Figur 4. Medelvärdet av andelen stilla cyprider, i procent, för de fyra olika strömhastigheterna ($n=20$).

I alla hastigheter simmade cypriderna mot strömmen, tog sig ner till botten, undersökte området och fäste temporärt en stund varpå de släppte taget för att åka med strömmen en bit, för att sedan åter söka av området. Många gånger så fortsatte de att simma mot strömmen igen som om den första platsen var bäst. Man fick intrycket att de som simmade mot de starkare strömmarna kämpade för att ta sig fram. Dessutom sågs de endast simmande mot strömmen medan i strömhastigheter runt 2 cm/s simmade cypriderna åt alla möjliga håll. I lite högre hastigheter som 6 och 8 cm/s tog de sig inte fram särskilt fort. Det såg nästan ut som om de som skulle till att simma tog sats innan de lämnade underlaget, det vill säga de simmade med benen innan de släppte ytan med antennerna. I försöken med den högsta strömhastigheten 8 cm/s tycktes försöksplattan ibland vara i kortaste laget då simmande cyprider som lämnade botten inte alltid hann ner till plattan igen innan de hade passerat förbi den.

Settlingsförsök

Mellan hastigheterna 0 och 3 cm/s fanns det en signifikant skillnad i settling. Settlingen var lägre vid 3 cm/s än vid 0 cm/s ($p < 0.05$). En viss tendens till lägre settling även vid 6 cm/s fanns men det var inte signifikant beroende på att ett av värdena var extremt högt. Om man utesluter detta värde fås även signifikant lägre effekt vid 6 cm/s (Tabell 1).

Tabell 1. Antal settlade individer i strömhastigheterna 0, 3 och 6 cm/s för de olika försöken.

hastighet (cm/s)	settlade (antal)	ålder (dagar)
0	168	1
0	167	2
0	192	3
3	26	1
3	52	2
3	23	3
6	15	1
6	0	2
6	224	3

Settlingen över 24 h sker i en klunga med ljuskäglan i centrum. Det tyder på att ljus är av stor betydelse för cypriderna och att ljus lockar till sig cyprider. Det verkar inte som om cypriderna spred sig speciellt mycket i akvariet. Det var många cyprider som låg precis ovanför ytan men som inte hade settlat i både 3 och 6 cm/s, självklart fanns de kvar även i stillastående vatten.

Kontrollförsöket gav ingen skillnad i settling beroende på ålder (Tabell 2). Inte heller i beteendestudien visade det sig att cypridernas ålder var av betydelse.

Tabell 2. Antal settlade cyprider av 20 i kontrollerna a och b vid tre olika åldrar, dag 1, 2 och 3 och två olika omgångar.

	a	b
dag1	2	1
dag 2	3	3
dag 3	4	2

Diskussion

Metodik

Hastigheterna varierade något mellan försöken då det var svårt att ställa in exakt samma hastighet inför varje nytt försök. Jag testade inte med den fluorescerande färgen varje gång eftersom jag inte ville att det skulle finnas ämnen i vattnet som eventuellt kunde påverka resultaten. Jag tror dock inte att osäkerheten i hastighet har påverkat resultaten nämnvärt eftersom hastigheterna är klart skilda och de låg inte heller särskilt nära varandra på reglaget.

Alla omgångar av larver är olika även om alla fötts upp på precis samma sätt. Eftersom alla försöken har genomförts med larver från olika odlingsomgångar kan det ge en viss osäkerhet i resultatet. Även om de är tagna då de stått lika många dagar kan de utvecklas olika fort och därmed ändå ha olika ålder både mellan olika omgångar och inom varje omgång. Resultaten pekar visserligen på att ålder inte har någon betydelse men det ger trots allt tydligare resultat med så få variabler som möjligt. De havstulpaner som producerar larver blir allt äldre och det kan eventuellt försämra kvaliteten på larverna.

Cypriderna i de olika delförsöken i beteende studien är inte av samma ålder. Det skulle varit optimalt att ha cyprider av en och samma ålder eftersom man i så fall hade undvikit en variabel. Detta var dock mycket svårt att uppnå då det inte producerades cyprider varje dag. Jag var av tidsbrist tvungen av ta de cyprider som kom och sedan genomföra flera olika försök över flera dagar med samma omgång cyprider.

Beteendestudie

Det är anmärkningsvärt att efter det att strömmen vridits på så ökar inte antalet cyprider på försöksytan i någon av hastigheterna, med ett undantag i 6 cm/s. Cypriderna simmar mot strömmen för att sedan sluta simma och transporteras med strömmen tillbaka. Det kan eventuellt känna av att det luktar attraktivare av settlingsfaktorn bakom dem än framför varför de aktivt simmar motströms igen. Genom att följa med strömmen kan de utforska större områden och även undersöka samma område mer än en gång utan att förbruka den upplagsnäring de har. Det medför i sin tur att de har längre tid på sig att hitta rätt plats eftersom när upplagsnäringen är slut måste de settla. Det går även fortare för cypriden att transportera sig med hjälp av vattenströmmarna än att simma på egen hand. Cypriderna simmar mot strömmen och inte med strömmen. Det kan betyda att cypriden ges möjlighet

att söka av områden i den takt som ger maximal utdelning medan om de istället utforskar ytan då de simmar med strömmen kan missa delar då det går för fort.

I 8 cm/s strömhastighet hade man kanske kunnat få ett annat resultat om det varit så att försöksplattan varit längre så att alla cypriderna hade haft en chans att försöka ta sig ner för att undersöka ytan. I denna försöksupställningen var det så att relativt snart efter försöksytan började akvariebotten att slutta nedåt varför det inte gick att kontrollera om cypriderna ens kunde ta sig ner.

Settlingsförsök

Att cypriderna befinner sig ovanför försöksytan kan tolkas som att plattan utgör ett högprioriterat val. Det kan vara svårt att avgöra om det är settlingsfaktorn eller ljuset som påverkar cypriderna mest, något som skulle vara intressant att undersöka i en fortsatt studie.

Den högsta strömhastighet som testades var 6 cm/s. I alla strömhastigheterna förekom settling. Eckman och Duggins har i sitt försök 1993 fått settling i 15 cm/s strömhastighet. Det skulle vara intressant att testa vilken den kritiska strömhastigheten är, där settling inte längre förekommer.

I framtiden kan man kanske ha användning av att man vet hur cyprider reagerar på olika hastigheter. Försöksupställningen kan användas för att testa olika ytstrukturer i olika hastigheter.

Tack

Detta arbete har underlättas och gjorts roligare tack vare alla trevliga och hjälpsamma personer i min omgivning på Tjärnö marinbiologiska laboratorium. Speciellt vill jag tacka de som på olika sätt kommit att involveras lite extra i mitt arbete. Per Jonsson för god handledning, för att ha kommit med bra synpunkter på rapporten och för all uppmuntran och ständiga positiva syn på mitt arbete även då det kändes tungt. Kent Berntsson för att han så generöst lät mig härja fritt i sitt fantastiska "bibliotek" av artiklar samt för hjälp med att samla in havstulpaner. Ann Larsson för att hon odlat och tagit väl hand om cypriderna samt för trevligt sällskap i vita labbet. "Kalle i verkstaden" för hjälp att sätta ihop akvariet och för att han tillverkade en så tjuvig propeller. Magnus Lejhall för lån av artiklar och för intressanta samtal i baracken. Martin Sjögren för alla småtips. Mia Dahlström för uppmuntran och glada tillrop. Hans G. Hansson för hjälp med allt mitt datortrassel. Per Nilsson för hjälp med statistiken.

Referenser

Berntsson, K. M., Andreasson, H., Jonsson, P. R., Larsson, L., Ring, K., Petronis, S., Gatenholm, P. 2000. Reduction of barnacle recruitment on micro-textured surfaces: Analyses of topographic characteristics and evaluation of skin friction. Biofouling. Under tryckning.

Blom, S-E., Nyholm, K-G. 1961. Settling times of *Balanus balanoides* (L.), *Balanus crenatus* Brug., and *Balanus improvisus* Darwin on the west coast of Sweden. Zoologiska bidrag, Uppsala. 33:149-155.

Clare, A. S., Fusetani, N., Jones, M. B. 1998. Introduction: Settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae. Biofouling. 12:1-2.

Crisp, D. J. 1961. Territorial behavior in barnacle settlement. Journal of Experimental Biology. 38:429-446.

Dineen, J. F., Hines, A. H. 1994. Larval settlement of the polyhaline barnacle *Balanus eburneus* (Gould): cue interactions and comparisons with two estuarine congeners. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 179:223-234.

Eckman, J. E., Duggins, D. O. 1993. Effects on flow speed on growth of benthic suspension feeders. Biological Bulletin. 185:28-41.

Holm, E. R. 1990. Attachment behavior in the barnacle *Balanus amphitrite amphitrite* (Darwin): genetic and environmental effects. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 135:85-98.

Holmström, C., Kjelleberg, S. 1994. The effect of external biological factors on settlement of marine invertebrate and new antifouling technology. Biofouling. 8:147-160.

Judge, M. L., Craig, S. F. 1997. Positive flow dependence in initial colonization of a fouling community: results from in situ water current manipulations. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 210:209-222.

Maki, J. S., Rittschof, D., Mitchell, R. 1992. Inhibition of larval barnacle attachment to bacterial films: An investigation to physical properties. *Microbial Ecology*. 23:97-106.

Mullineaux, L. S. 1991. Initial contact, exploration and attachment of barnacle (*Balanus amphitrite*) cyprids settling in flow. *Marine Biology*. 110:93-103.

Nowell, A. R. M., Jumars, P. A. 1987. Flumes: Theoretical and experimental considerations for simulation of benthic environments. *Oceanography and marine biology*. 25:91-112.

Rittschof, D., Branscomb, E. S., Costlow, J.D. 1984. Settlement and behavior in relation to flow and surface in larval barnacles, *Balanus amphitrite* Darwin. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 82:131-146.

Roberts, D., Rittschof, D., Holm, E., Schmidt, A. R. 1991. Factors influencing initial larval settlement: temporal, spatial and surface molecular components. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 150:203-211.

Satuito, C. G., Shimizu, K., Natoyama, K., Yamazaki, M., Fusetani, N. 1996. Age-related settlement success by cyprids of the barnacle (*Balanus amphitrite*), with special reference to consumption of cyprid storage protein. *Marine Biology*. 127:125-130.

Stephensen, K. 1933. Danmarks fauna 38: Havedderkopper og Rankefødder. G. E. C. Gads Forlag, Köpenhamn. 158 pp.

Visscher, J. P. 1928. Reactions of the cyprid larvae of barnacles at the time of attachment. *Biological Bulletin*. 44:327-335.

Woodin, S. A. 1986. Settlement of infauna: Larval choice? *Bulletine of Marine Science*. 39:401-407.