

Spridningspotential för *Ciona intestinalis*

Katja Norén 2012-11-28

Innehåll

Sammanfattning	2
Kort om reproduktionen hos <i>Ciona intestinalis</i>	2
Vad påverkar spridning	2
Vattenströmmar.....	3
Uppehållstid i vattnet för ägg och larver	3
Mängd ägg och larver som sprids i vattenmassan	3
Modeller av spridning	4
Fältanalyser av spridning	4
Genetiska analyser och <i>C. intestinalis</i> ' spridningspotential	5
Referenser	6

Sammanfattning

Ytterst få analyser av *C. intestinalis*' verkliga larvspridning i fält är utförda. En tvåårig studie i Danmark visar att *C. intestinalis* under det ena året kan spridas upp till 2 km medan spridningen år två understiger 1 km (Svane & Havenhand 1993). För Kanadensiska östkusten har en modellering av larvspridning utförts där maximalt spridningsavstånd för larver som är 72 timmar i vattnet är 6 km (Kanary et al. 2011). En dansk modellering har pekat på en spridningspotential på 8 km men är ett mer tveksamt resultat eftersom man inte har inkorporerat information om ägg och larvbeteende i analysen, dessutom visar fältanalyser från samma område att den maximala verkliga spridningen enbart har varit 2 km.

Utifrån sammanställd information är rekommendationen att musselodlingar bör placeras på ett avstånd av minst 6 km från land inklusive kobbar och skär där populationer av *C. intestinalis* kan finnas för att undvika påväxt. Dessutom pekar litteraturen på att det är viktigt att arbetsbåtar i närheten av musselodlingar inte har påväxt av *C. intestinalis* och samma försiktighet gäller givetvis förflyttning av redskap. Ingen studie har analyserat huruvida vuxna individer som skrapas loss från rep eller båtar verkligen dör eller lever vidare och fortsätter att reproducera sig.

I fält sitter *C. intestinalis* ofta mycket tätt eller till och med på varandra och ägg och larver återfinns sällan i vattenmassan vilket indikerar att spridningen för många ägg och larver är låg. För att förbättra förutsägelsena vad gäller spridningspotentialen hos *C. intestinalis* skulle det behövas fältinformation om hur stor del av äggen som släpps ut som kvarhålls i slemsträngar. Information om larvens beteende i vattnet, dvs. om den simmar uppåt eller söker sig nedåt så fort den är färdigutvecklad skulle också bidra till förbättrade förutsägelser. Slutligen hade det också varit lämpligt att undersöka hur länge larven kan simma i vattnet och fortfarande ha kvar sin förmåga att sätta sig ner och omvandlas till en vuxen individ.

Kort om reproduktionen hos *Ciona intestinalis*

C. intestinalis är en hermafrodit och både ägg och spermier produceras således i samma individ. Det finns mekanismer som till stor del förhindrar självbefruktning men skyddet är inte fullständigt. Befruktningen är extern, dvs ägg och spermier släpps ut i vattenmassan där ägget är redo att befruktas i upp till 30 timmar. Larverna som är färdigutvecklade efter 12-63 timmar är lecitotrofa vilket betyder att larverna inte äter i vattenmassan utan förbrukar sin medhavda näring vilket sätter en borte tidsgräns för hur länge larven kan driva i vattnet. Efter att larven är färdigutvecklad slår den sig ner på en lämplig plats varefter ytterligare förflyttning är omöjlig.

Vad påverkar spridning

Ett antal faktorer påverkar hur långt *Ciona intestinalis* kan sprida sig under en generation varav ett urval beskrivs nedan.

Vattenströmmar

Vattenströmmar har en självklar betydelse för hur långt ägg och larver kan spridas men närmare genetiska analyser av det intuitivt positiva sambandet mellan den tid larven finns i vattenmassan och spridningsavståndet visar dock att sambandet inte är självklart (Weersing & Toonen 2009). Problemet är helt enkelt att vi dels inte vet hur strömmarna rör sig på små skalor, ex förekomsten av mindre strömvirvlar som kan fånga in och kvarhålla ägg och larverna och inte heller känner till larvernas naturliga beteende i vattnet. I sammanfattande analyser för marina organismer där man har haft kännedom om både larvtid i vattnet och spridningsavstånd så visar det sig att det finns en stor spridning i resultaten, bland organismer med en larvtid i vattnet på ca 10 dagar varierar exempelvis spridningsavståndet mellan 10 meter och 100 km (Shanks 2009). Detta belyser att larvernas beteende kan påverka spridningsavståndet kraftigt.

Uppehållstid i vattnet för ägg och larver

Sammanställning av analyser för att utröna hur lång tid ägg och larver utvecklas/överlever i vattenmassan visar att dessa värden varierar kraftigt beroende på vattentemperaturen (Kanary et al. 2011). Den teoretiskt maximala spridningstiden innefattar de olika stegen i utvecklingsfasen, dels hur länge ägget är befruktningskompetent, dvs. innan det bryts ner, dels hur lång tid embryonalutvecklingen tar och dels hur länge larven befinner sig i vattenmassan innan den väljer att slå sig ner. Sammanställning av sådan information visar att upp till 30 timmar gamla ägg kan befruktas innan de börjar brytas ner (Kanary et al. 2011). Utvecklingstiden för det befruktade ägget kan vid den lägst studerade temperaturen, dvs vid 9 grader, ta upp till 63 timmar. I laboratorieförsök har man sett att den simmande larven maximalt kan överleva i upp till 6 dagar. Vanligen slår sig larven dock ner efter några minuter till timmar enligt vissa författare (Svane & Young 1989) medan man i andra försök menar att majoriteten slår sig ner inom 24 timmar men att några larver fortfarande simmar efter 5 dagar (Havenhand & Svane 1991). De beskrivna tidsaspekterna kommer från försök utförda i laboratoriemiljö och få undersökningar har studerat om ägg fortfarande kan befruktas efter 30 timmar i vattnet eller om en larv överhuvudtaget har tillräckligt med energi för att slå sig ner på botten efter att ha simmat i 6 dagar. Viktigt att veta för att kunna förutsäga spridningspotentialen är också larvens beteende i vattnet. Håller sig larven vid botten eller rör den sig aktivt vertikalt i vattenmassan vilket innebär att den kan fångas av olika vattenströmmar? Vilken tidsrymd som ska användas i en spridningsanalys är således inte självklar. I en nyligen publicerad modell för spridning av *Ciona intestinalis* i Kanada har man modellerat spridning vid olika tidpunkter och som längst använt 72 timmar, dvs. 3 dygn.

Mängd ägg och larver som sprids i vattenmassan

Sjöpungar kan finnas i mycket täta populationer men trots detta hittar man inte sådana mängder av ägg och larver i vattenmassan som speglar detta faktum (Svane och Havenhand 1993). I upprepade provtagningar utförda under två år inhämtades plankton från strax under vattenytan inom ett område med täta bestånd av *C. intestinalis* i en dansk fjord. I försöket påvisades inga larver eller ägg från någon provtagning. Inom den reguljära danska planktonprovtagningen insamlades prover från tre djup inom samma område med *C. intestinalis* vid 35 tillfällen 1992 varvid inga ägg men fyra larver påträffades totalt (Petersen & Svane 1995). I Sverige har man försökt samla in ägg och larver i vattenmassan

under reproduktionstiden i områden med många sjöpungrar men hittat väldigt få (Svane och Havenhand 1993). Närmare studier av leken visar att *C. intestinalis* släpper ägg både fritt men också i slemsträngar, både i fält och i laboratorieanalyser. I labb kvarhölls 40-60 % av larverna i slemsträngarna men hur det är i fält är okänt (Svane & Havenhand 1993). I laboratorieanalyser observerades också att äggen hade både en negativ flytförmåga och en klibbig yta vilket alltså gör att äggen sjunker och också kvarhålls på de ytor de fastnar på. Dessa två faktorer skulle kunna förklara varför så få ägg och larver hittas i vattenmassan, de sitter helt enkelt kvar i slemsträngen eller på botten. Dessa slemsträngar och därmed kvarhållandet av ägg och larver skulle delvis kunna förklara uppkomsten av de täta förekomster av *C. intestinalis* som ses i fält. Slemsträngarna kan också förklara hur det kan komma sig att många unga exemplar ofta ses sitta på äldre i vatten djupare än 15 meter (Havenhand & Svane 1991). I fält observerades även ägg i slemsträngar bli både befruktade och fortsätta sin larvutveckling. Sammanfattningsvis kan *C. intestinalis* således spridas dels genom ägg som släpps i vattenmassan där de befruktas och utvecklas till larver och dels genom larver som tar sig ut från slemsträngen.

Modeller av spridning

Få modeller av *C. intestinalis* spridningspotential har tyvärr utarbetats. Inom föreliggande litteratursök har en numerisk modell för spridning av *C. intestinalis* längs Kanadas östkust påträffats samt en modell för en dansk fjord. I den kanadensiska modellen har man inkorporerat ett antal faktorer som antas påverka spridningen och man har beräknat spridningsavståndet för ett antal olika tidsrymder som larven kan vara i vattnet där maxtiden var 72 timmar (Kanary et al. 2011). Det finns information om att larver slår sig ner redan efter några minuter till timmar efter att de har bildats och observationer av att majoriteten av larverna slår sig ner inom ett dygn samtidigt som man har observerat att enstaka larver simmar fortfarande efter 6 dygn. Därför får 72 timmar ses som ett mellanting av beteendet hos majoriteten av larver och de få med extrem simförmåga. Resultatet i den kanadensiska analysen visade att den maximala spridningen för en Cionalarv var 6 km. Den danska simuleringen av spridning utgjordes av en hydrodynamisk modell för fjordområdet (Petersen & Svane 1995). Modellen indikerade att larverna borde kunna sprida sig 8 km, ett resultat som alltså inte var samstämmigt med observationer i fält i samma område som påvisade en maximal spridning av två km år ett och <1 km år två.

Fältanalyser av spridning

I en dansk studie studerades under två år Cionaspridning inom en dansk fjord med ett tätt bestånd av *C. intestinalis* (Petersen & Svane 1995). I studien placerades paneler för att fånga upp bottenfällande larver både inom det täta Cionabeståndet och utanför beståndet. År ett då paneler utanför Cionabeståndet enbart fanns placerade norr om beståndet såg man att larver slog sig ned på paneler som hängde som längst två km norr om beståndet. År två fanns paneler placerade också en km utanför beståndets södra gräns och år två fanns inga bottenfällda larver vare sig en km söder om beståndet eller två km norr om beståndet (Petersen & Svane 1995).

Genetiska analyser och *C. intestinalis*' spridningspotential

C. intestinalis genetiska material är väl studerat men kunskapen har ännu inte applicerats i någon större utsträckning för att undersöka genetisk variation hos naturliga bestånd. Med genetikens hjälp har man dock nyligen upptäckt att organismer som identifierats som *Ciona intestinalis* på flera ställen över hela jorden troligtvis inte tillhör en utan upp till fyra arter. Typ B finns i Sverige och söderut till Storbritannien samt också på Kanadas östkust och typ A finns på USAs västkust, i Sydamerika, i Medelhavet och i Australien (Caputi et al. 2007). Genetiska analyser av *Ciona intestinalis* typ B från olika populationer i norra Europa visar att det finns en genetisk differentiering mellan populationer, en hierarkisk genetisk struktur och ett begränsat genflöde mellan dessa samtidigt som likheten mellan populationer från Danmark och Kanada är mycket lika (Zhan et al. 2010). Det går tyvärr inte att utifrån informationen säga hur stort det genetiska utbytet mellan de Europeiska närliggande populationer är men det visar att flödet mellan populationerna inte är fullständig (då skulle det inte finnas någon genetisk differentiering) det dock tydligt att *C. intestinalis* kan förflytta sig över stora avstånd med hjälp av sjöfarten.

Referenser

- Caputi L, Andreakis N, Mastrototaro F, Cirino P, Vassillo M, Sordino P (2007) Cryptic speciation in a model invertebrate chordate. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104:9364-9369
- Havenhand JN, Svane IB (1991) Roles of hydrodynamics and larval behaviour in determining spatial aggregation in the tunicate *Ciona intestinalis*. *Marine Ecology Progress Series* 68:271-276
- Kanary L, Locke A, Watmough J, Chassé J, Bourque D, Nadeau A, Hanson JM (2011) Predicting larval dispersal of the vase tunicate *Ciona intestinalis* in a Prince Edward Island estuary using a matrix population model. *Aquatic Invasions* 6:491-506
- Petersen JK, Svane I (1995) Larval dispersal in the ascidian *Ciona intestinalis* (L.). Evidence for a closed population. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 186:89-102
- Shanks AL (2009) Pelagic larval duration and dispersal distance revisited. *The Biological Bulletin* 216:373-385
- Svane I, Young CM (1989) The ecology and behaviour of ascidian larvae. *Oceanography and marine biology : an annual review* 27:45-90
- Svane IB, Havenhand JN (1993) Spawning and dispersal in *Ciona intestinalis* (L.). *Marine Ecology* 14:53-66
- Weersing K, Toonen RJ (2009) Population genetics, larval dispersal, and connectivity in marine systems. *Marine Ecology Progress Series* 393:12
- Zhan A, Macisaac HJ, Cristescu ME (2010) Invasion genetics of the *Ciona intestinalis* species complex: from regional endemism to global homogeneity. *Molecular Ecology* 19:4678-4694