

CRUSTACEA BRANCHIOPODA CLADOCERA

FIORENZA G. MARGARITORA

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università "La Sapienza", Viale dell'Università, 32 – 00185 Roma, Italia.
fiorenza.margaritora@uniroma1.it

I Cladoceri sono Crostacei Branchiopodi ampiamente diffusi nelle acque in tutto il mondo. Comprendono circa 450 specie di cui solo una decina sono marine o di acque salmastre. Si suppone che i Cladoceri marini si siano evoluti da forme di acque dolci, defluite attraverso i fiumi e acque salmastre (Gibitz, 1921). Questa fauna è ristretta a solo otto specie di cui solo *Penilia avirostris* è filtratrice, mentre le altre sono predatrici. I tipici Cladoceri hanno un apparato filtrante toracico, che permette loro di nutrirsi di alghe, protozoi e rotiferi, gruppi che nelle acque interne sono da 1 a 3 volte più concentrati che in mare. Nei Cladoceri predatori, si assiste alla riduzione in particolare del numero delle setole dell'esopodite degli arti toracici. Contemporaneamente, la perdita della possibilità di filtrazione e l'acquisizione di una buona abilità nell'afferrare le prede, determina un cambiamento nell'apparato riproduttore con la formazione di una camera incubatrice chiusa. Tale condizione (Aladin, 1994) impedirebbe la perdita dei nutrienti necessari per lo sviluppo delle uova subitane, che contengono solo una limitata quantità di tuorlo. Sarebbe proprio l'acquisizione di una camera incubatrice chiusa da parte degli antenati dei Podonidae marini ad aver permesso la penetrazione negli oceani (Aladin, 1978). Tale opinione è supportata dalla distribuzione di *Penilia avirostris*, solo cladocero marino filtratore, che possiede embrioni che si sviluppano in una camera incubatrice chiusa (Rivier, 1998).

Nei mari italiani sono state rinvenute sei specie appartenenti a cinque generi. Secondo le più recenti revisioni (Dumont & Negrea, 2002), la specie *Penilia avirostris* appartiene alla famiglia Sididae (ordine Ctenopoda), le altre alla Famiglia Podonidae (Ordine Onychopoda). I Cladoceri marini sono forme mesoplanctoniche costiere, che abitano le acque superficiali fino a 25-30 m; *Podon* e *Pleopis* in particolare non vanno al di sotto dei 10 metri, mentre *Evadne*, che preferisce le acque d'altura, può arrivare anche a 80-100 m in estate. La distribuzione stagionale e la riproduzione sono anch'esse in funzione della temperatura: *Penilia avirostris* ad esempio è specie eurialina ed euriterma, che presenta massimi di riproduzione in estate (Della Croce & Bettanin, 1964; Marano, 1970; Specchi & Fonda Umani, 1974), periodo in cui diviene alimento preferito delle acciughe ad esempio in Adriatico (Specchi, 1968). I Podonidae presentano una successione temporale caratteristica nel corso dell'anno: dapprima (inizio primavera) compare *Evadne nordmanni*, che viene sostituita da *Evadne spinifera* in maggio quindi *Pseudoevadne tergestina* prende il sopravvento

Cladocerans are Crustacea, Branchiopoda which are widespread throughout the waters of the world. They comprise a total of about 450 species, about ten or so of which live in brackish or marine waters. It is generally assumed that marine cladocerans derived from freshwater ancestors which flowed out into coastal waters through riverine systems (Gibitz, 1921). Among all the species of brackish and marine cladocerans, only *Penilia avirostris* is a filter-feeder, while the others are predators. Typically, cladocerans have a filtering thoracic apparatus which allows them to feed on algae, protozoans and rotifers, whose concentrations are about three times as high in freshwater as in the sea. Predaceous cladocerans show a reduction in the number of setae in the exopodite of thoracic limbs. The loss of filtration habits and the simultaneous development of the ability to catch prey lead to a change in the reproductive apparatus, with the formation of a closed brood pouch. This condition (Aladin, 1994) avoids the loss of nutrients needed for the subitaneous eggs, which hold a limited amount of yolk. It would seem that the appearance of the closed brood pouch in the ancestors of marine Podonidae allowed them to colonize the oceans (Aladin, 1978), as suggested by the distribution of *Penilia avirostris*, the only filter-feeder marine cladoceran, which has parthenogenetic embryos that develop in a closed brood pouch (Rivier, 1998).

In the Italian seas only six species, belonging to five genera, are known. According to the most recent taxonomic revision (Dumont & Negrea, 2002), the *Penilia avirostris* species belongs to the Sididae family (Ctenopoda order), while the remaining five species belong to the Podonidae family (Onychopoda order). These species of cladocerans are mesoplanktonic coastal organisms that live in superficial waters to a depth of 25-30 m; in particular, *Podon* and *Pleopis* do not exceed 10 meters depth, while *Evadne*, which prefers off-shore waters, usually reaches 80-100 meters during the summer. Seasonal distribution and reproduction are also related to the temperature: for example, *Penilia avirostris* is an eurythermic and euryhaline species, showing a reproductive peak in summer (Della Croce & Bettanin, 1964; Marano, 1970; Specchi & Fonda Umani, 1974), when anchovies from the Adriatic Sea electively feed on it (Specchi, 1968). Podonidae show a typical temporal succession during the summer: first (early spring) *Evadne nordmanni* appears, followed by *Evadne spinifera* in May, then *Pseudoevadne tergestina* takes the upper hand until September, when *E. spinifera* once

fino a settembre, quando la sciamatura di *E. spinifera* raggiunge nuovamente valori molto elevati. *Podon intermedius* è presente invece in tutte le stagioni con riproduzione anfigonica in estate e in inverno. Questa successione stagionale, in rapporto con la temperatura (Thiriot, 1972, 1974) ricalca la successione latitudinale dal Nord al Sud lungo le coste atlantiche. Per quanto riguarda il potenziale riproduttivo si è più volte notata una correlazione inversa con la temperatura; risulta cioè che a temperature più alte, il numero medio di embrioni nella camera incubatrice è più basso (Specchi & Fonda Umani, 1974; Specchi & Zitter, 1974; Specchi *et al.*, 1974). Per esempio Thiriot (1971) nel Golfo del Leone ha osservato un aumento costante del potenziale riproduttivo di *Penilia avirostris* dopo il massimo termico, fino all'autunno (Della Croce & Bettanin, 1964).

again reaches high numbers. *Podon intermedius* is present throughout the year, showing amphygonic reproduction both in summer and winter. This temperature-related seasonal pattern (Thiriot, 1972, 1974) resembles the latitudinal succession (from north to south) along the coastlines of the Atlantic Ocean. An inverse correlation between reproductive capabilities and temperature has been frequently observed; this means that the mean number of embryos in the egg chamber is lower at higher temperatures (Specchi & Fonda Umani, 1974; Specchi & Zitter, 1974; Specchi *et al.*, 1974). For example, Thiriot (1971) observed a constant increase in the reproduction rate of *Penilia avirostris* in the Gulf of Lion after the summer thermal peak which continued until the autumn months (Della Croce & Bettanin, 1964).

Bibliografia/References

- ALADIN N.V., 1978. Osmoregulatory capacity in marine Cladocera. In: Morfologiya, sistematika I evolyutsiya zhyvotnykh, Leningrad: 42-43.
- ALADIN N.V., 1994. Adaptations to salinity in Ostracoda and Branchiopoda. Avtoreferat dissertatsii. St.Petersburg: Zool. Inst. Rossiskoi Acad. nauk: 44 pp.
- BUSATTO E., 2007. Mesozooplankton dell'area delle Tenue di Chioggia. Maggio 2006 – febbraio 2007 – Tesi di Laurea. Università di Padova (<http://tesi.cab.unipd.it/archive/00010276>).
- CAMATTI E., 2005. Lo zooplankton come possibile bioindicatore nella Laguna di Venezia: variazioni quantitative e qualitative dal 1960 al 2005. Tesi di Dottorato XVIII ciclo. Università Cà Foscari Venezia.
- CAMATTI E., COMASCHI A., DE OLAZABAL A., FONDA UMANI S., 2008. Annual dynamics of the mesozooplankton communities in a highly variable ecosystem (North Adriatic Sea, Italy). *Marine Ecology*, 29: 387-398.
- DELLA CROCE N. & BETTANIN S., 1964. Osservazioni sul ciclo biologico di *Penilia avirostris* Dana nel Golfo di Napoli. *Boll. Mus. Ist. Biol. Genova*, 33: 58-59.
- DUMONT H.J. & NEGREA S., 2002. Introduction to the Class Branchiopoda. Guides to the identification of the microinvertebrates of the Continental waters of the world, 19: 395 pp.
- FERRARI I., 1973. Successione stagionale dei popolamenti zooplanctonici nel tratto inferiore del Fiume Po. *Ateneo Parmense*, 9: 393-407.
- FERRARI I., CECCHERELLI V.U., MAZZOCCHI M.G., 1982. Structure du zooplankton dans deux lagunes du Delta du Po. *Oceanol. Acta, Symp. Internat., Bordeaux*: 293-302.
- FERRARI I., MALICE A., MAZZOCCHI M.G., MATTEUCCI G., 1983. Struttura dello zooplankton dulcicolo nei rami terminali del Po e in una laguna del Delta. Atti V° Congr. AIOL.: 505-513.
- FONDA UMANI S., 1980. I Cladoceri dell'Adriatico: un "review" critico. *Nova Thalassia*, 4: 107-133.
- FRYER G., 1987a. A new classification of the branchiopod Crustacea. *Zool. J. Linn. Soc.*, 91: 357-383.
- FRYER G., 1987b. Morphology and the classification of the so-called Cladocera. *Hydrobiologia*, 145: 19-28.
- GIBITZ A., 1921. Verbreitung und Abstammung mariner Cladoceren. *Zool. bot. Gesell. Wien*, 71: 85-105.
- GIESKES W.W.C., 1971. Removal of "*Podon polyphemoides*" from the genus *Podon*. *Hydrobiologia*, 38: 61-66.
- MARANO G., 1970. Distribuzione stagionale dei Cladoceri lungo il litorale barese. *Atti Soc. peloritana scienze fis. mat. natur.*, 16: 203-215.
- MARGARITORA F.G., 2004. CKmap 2004. Checklist e distribuzione della fauna italiana. Distribuzione Cladocera.
- NEGREA S., BOTNARIUC N., DUMONT H.J., 1999. On the phylogeny, evolution and classification of the Branchiopoda (Crustacea). *Hydrobiologia*, 412: 191-212.
- RIVIER I.K., 1998. The predatory Cladocera (Onychopoda: Podonidae, Polyphemidae, Cercopagidae) and Leptodorida of the world. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the Continental waters of the world*, 13: 213 pp.
- SPECCHI M., 1968. Observations préliminaires sur l'hyponeuston du Golfe de Trieste. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 20 (3): 431.
- SPECCHI M., 1973. Osservazioni sui Cladoceri raccolti dall' "Argonaut" nel Quarnero. Alcune comparazioni con la Cladocero-fauna del bacino occidentale dell'Alto Adriatico. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 28: 45-57.
- SPECCHI M. & FONDA UMANI S., 1974. Alcune osservazioni sul ciclo biologico di *Penilia avirostris* Dana nel Golfo di Trieste. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 29: 11-19.
- SPECCHI M., DOLLINAR L., FONDA UMANI S., 1974. I Cladoceri del genere *Evadne* nel Golfo di Trieste. Note sul ciclo biologico di *Evadne nordmanni*, *E. tergestina* ed *E. pinifera*. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 29: 107-122.
- SPECCHI M. & ZITTER M., 1974. I Cladoceri del genere *Podon* nel Golfo di Trieste. Note sul ciclo biologico di *Podon intermedius* e *Podon polyphemoides*. *Boll. Soc. Adriatica Sc. Trieste*, 59: 172-182.
- THIRIOT A., 1971. Les cladocères de Méditerranée Occidentale. II Cycle et repartition de *Podon intermedius* et *Penilia avirostris* à Banyuls-sur-Mer (Golfe de Lion). *Vie et Milieu*, 22: 75-92.
- THIRIOT A., 1972. Influence de la temperature sur les caracteristiques des populations des Cladocères du genre *Evadne* dans le

Golfe de Lion (Méditerranée occidentale). 5° European Mar. Biol. Symposium: 197-206.

THIRIOT A., 1974. Les cladocères de Méditerranée occidentale. III. Cycle et répartition a Banyuls-sur-Mer (Golfe de Lion). Synthèse des années 1965-1969. *Vie et Milieu*, 23: 243-295.

WALOSSEK D., 1995. The Upper Cambrian *Rehbachella*, its larval development, morphology and significance for the phylogeny of Branchiopoda and Crustacea. *Hydrobiologia*, 298: 1-13.

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	CAR	SIN	NOTE
Cladocera													a1	
Ordine Ctenopoda													a2	
Famiglia Sididae														
<i>Penilia</i>	9704	Dana, 1849												
<i>Penilia avirostris</i>	9705	Dana, 1849	x	x	x		x	x	x	x	x			A1
Ordine Onycopoda													a2	
Famiglia Podonidae														
<i>Evadne</i>	9706	Lovén, 1836												
<i>Evadne nordmanni</i>	9707	Lovén, 1836	x	x	x		x		x	x	x			A2
<i>Evadne spinifera</i>	9708	P.E. Müller, 1867	x	x	x		x	x	x	x	x			A3
<i>Pleopis</i>	9709	Dana, 1852												
<i>Pleopis polyphemoides</i>	9710	(Leuckart, 1859)	x	x	x		x	x	x	x	x		a3	A4
<i>Podon</i>	9711	Lilljeborg, 1853												
<i>Podon intermedius</i>	9712	Lilljeborg, 1853	x	x	x		x	x	x	x	x			A5
<i>Pseudevadne</i>	9713	Claus, 1877												
<i>Pseudevadne tergestina</i>	9714	Claus, 1877	x	x	x	x	x	x	x	x	x		a4	A6

Sinonimi

- a1: l'analisi cladistica basata su tre tipi di caratteri: anatomici, adattativi ed ontogenetici ha portato nella classe Branchiopoda alla distinzione di cinque superordini, di cui uno comprende parte dei Cladoceri (Walossek, 1995; Negrea *et al.*, 1999)
- a2: gruppo monofiletico (Freyer, 1987a,b)
- a3: sin. *Podon polyphemoides* (Leuckart, 1859) secondo la revisione di Gieskes (1971)
- a4: sin. *Evadne tergestina* Claus, 1862

Synonyms

- a1: cladistic analyses based on anatomical, adaptive and ontogenetic characters led to the distinction of five superorders in the class Branchiopoda, one of which includes some cladocerans (Walossek, 1995; Negrea *et al.*, 1999)
- a2: monophyletic group (Freyer, 1987a,b)
- a3: syn. *Podon polyphemoides* (Leuckart, 1859) according to the revision by Gieskes (1971)
- a4: syn. *Evadne tergestina* Claus, 1862

Note

- A1: distribuita in tutti i bacini italiani. Caratterizza lo zooplankton estivo nel Nord Adriatico (Fonda Umani, 1980). Presente anche nella Laguna di Venezia (Camatti, 2005; Camatti *et al.*, 2008)
- A2: specie neritica: dicitica in Atlantico, monociclica primaverile nel Mediterraneo (Specchi *et al.*, 1974)
- A3: specie dicitica, con massimi in primavera e autunno, preferisce le acque d'altura (Specchi, 1973; Specchi *et al.*, 1974; Busatto, 2007)
- A4: presente anche in acque salmastre (laghi costieri laziali: Caprolace, Fogliano, Fondi, Sabaudia e pugliesi: Varano) (Margaritora CKmap, 2004); bocche di Po e Lagune del Delta (Ferrari, 1973; Ferrari *et al.*, 1982, 1983)
- A5: presente in Adriatico nei mesi invernali (Specchi, 1973; Specchi & Zitter, 1974)
- A6: ubiquista nel Mediterraneo in estate (Specchi *et al.*, 1974). Rinvenuta anche nel lago salmastro di Caprolace (1985) (Margaritora CKmap, 2004)

Remarks

- A1: distributed across all Italian sea basins. It characterizes the North Adriatic Sea summer zooplankton (Fonda Umani, 1980). Also occurring in the Venice Lagoon (Camatti, 2005; Camatti *et al.*, 2008)
- A2: neritic species: dicyclic in the Atlantic Ocean, spring monocyclic in the Mediterranean Sea (Specchi *et al.*, 1974)
- A3: dicyclic species, with spring and autumn peaks, prefers offshore waters (Specchi, 1973; Specchi *et al.*, 1974; Busatto, 2007)
- A4: also present in brackish waters (coastal lakes of Latium: Caprolace, Fogliano, Fondi, Sabaudia and of Apulia: Varano) (Margaritora CKmap 2004); mouth of the Po River and lagoons of the river delta (Ferrari, 1973; Ferrari *et al.*, 1982, 1983)
- A5: occurring in the Adriatic Sea during winter months (Specchi, 1973; Specchi & Zitter, 1974)
- A6: ubiquitous in the Mediterranean in summer (Specchi *et al.*, 1974). Also found in the brackish waters of Lake Caprolace (1985) (Margaritora, CKmap 2004)