

Bivalvi alloctoni nel Lago di Garda

Cristina Cappelletti*, Francesca Ciutti

Fondazione Edmund Mach, Centro Trasferimento Tecnologico. Via Mach 1 – 38010 San Michele all'Adige (Trento)

* Referente per la corrispondenza: cristina.cappelletti@fmach.it

Pervenuto il 24.2.2017; accettato il 18.4.2017

Riassunto

Tra gli ambienti delle acque interne, i laghi sono quelli più pesantemente coinvolti nel processo di colonizzazione da parte di specie non indigene. A partire dagli anni 2000 anche il Lago di Garda è stato colonizzato da alcune specie alloctone di bivalvi, che si aggiungono a *Dreissena polymorpha* presente dal 1970: *Corbicula fluminea*, *Corbicula fluminalis* e *Sinanodonta woodiana*.

Tra il 2011 ed il 2015 è stato effettuato il monitoraggio della diffusione delle tre specie, analizzando il deposito di valve ammassate lungo le rive: *Corbicula* colonizzava ormai tutta la parte meridionale del Lago di Garda, mentre *S. woodiana* era presente in modo contenuto, ma in espansione.

PAROLE CHIAVE: specie invasive / *Corbicula* / *Sinanodonta* / laghi profondi sudalpini

Non indigenous bivalve in Lake Garda (Northern Italy)

Among freshwater ecosystems, lakes are involved in an important process of colonization by non-indigenous species (NIS). Since the 2000s some species of alien bivalves were recorded in Lake Garda –*Corbicula fluminea*, *Corbicula fluminalis* and *Sinanodonta woodiana*– in addition to *Dreissena polymorpha*, observed since the 1970s.

The diffusion of these species was studied by monitoring the fringe area along the lake shore from 2011 to 2015. *Corbicula* colonized all the southern part of lake basin, while the presence of *S. woodiana* was still limited, but in expansion.

KEY WORDS: invasive species / *Corbicula* / *Sinanodonta* / Italian deep lakes

INTRODUZIONE

L'introduzione di specie al di fuori del proprio areale di distribuzione è una delle principali minacce per la biodiversità e costituisce la seconda causa di estinzione di specie animali, insieme ai cambiamenti climatici, alla modifica degli habitat, all'eccessivo sfruttamento delle risorse e all'inquinamento (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Tra gli ambienti delle acque interne, i laghi sono quelli maggiormente soggetti a processi di colonizzazione da parte di specie non indigene, alcune delle qua-

li possono evidenziare carattere di invasività (Beeton, 2002).

Anche il Lago di Garda, il maggiore tra i laghi italiani, non è sfuggito a questo processo: l'integrazione fatta alla prima lista di specie non indigene riportata in Ciutti *et al.* (2011) ha portato ad oggi ad una nuova lista di 42 specie non indigene (NIS) tra alghe, macrofite, pesci ed invertebrati (Ciutti e Cappelletti, 2017). Tra questi ultimi, a *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) –osservata per la prima volta nel lago negli anni '70 (prima

segnalazione per l'Italia) (Giusti e Oppi, 1972) e da qui rapidamente diffusa in quasi tutto il Nord Italia (Cianfanelli *et al.*, 2007), a partire dagli anni 2000– si sono aggiunte diverse specie di bivalvi, in particolare dal 2002 *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Nardi e Braccia, 2004; Ciutti *et al.* 2007), dal 2008 *Corbicula fluminalis* (O.F. Müller, 1774) (Ciutti e Cappelletti, 2009) e dal 2009 *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) (Cappelletti *et al.*, 2009).

Il genere *Corbicula* è nativo di una vasta area compresa tra le zone tropicali e subtropicali di Africa, Asia, Arcipelago della Malesia, Filippine, Nuova Guinea ed Australia orientale (Morton, 1986), mentre *S. woodiana* è nativa della parte orientale e sud orientale dell'Asia (Zhadin, 1952). Questi bivalvi sono stati introdotti in tempi diversi in vari paesi europei ed attualmente sono largamente presenti in Europa (Cianfanelli *et al.*, 2016); *C. fluminea* e *S. woodiana* in particolare sono diffuse in diverse zone d'Italia (Cianfanelli *et al.*, 2007). La tassonomia e l'origine delle specie di *Corbicula* stabilizzate in Europa sono ancora confuse: *C. fluminea* e *C. fluminalis* sono considerate talvolta specie, talvolta morfotipi (Sousa *et al.*, 2008). Anche nel presente studio, come nei precedenti da noi svolti nel lago di Garda, i due bivalvi sono stati considerati come specie e non come morfotipi, facendo riferimento alla lista dei molluschi alloctoni di acqua dolce introdotti in Italia, che le considera due specie (Cianfanelli *et al.*, 2007).

Scopo del presente lavoro è descrivere l'andamento della distribuzione delle tre specie di bivalvi alloctoni di più recente introduzione lungo il litorale del Lago di Garda.

MATERIALI E METODI

Il Lago di Garda è il più grande lago italiano (volume 49 km³, superficie 368 km², profondità massima 350 m). Fa parte della rete LTER Italia (Long Term Ecological Research) ed in base al monitoraggio delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (Direttiva 2000/60/CE) viene classificato con stato ecologico sufficiente per il corpo idrico nord-occidentale e buono per quello orientale (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2016).

Tra il 2011 e il 2015 –sul finire dell'inverno, prima dell'avvio della stagione turistica– è stata verificata la diffusione di *C. fluminea*, *C. fluminalis* e *S. woodiana*, monitorando 27 stazioni site lungo il litorale lacustre. La maggior parte delle stazioni è localizzata nella parte meridionale del lago, caratterizzata da rive che degradano dolcemente e fondale a substrato fine, nelle province di Verona e di Brescia. Nella parte più settentrionale del bacino, che presenta rive più ripide e fondale roccioso, sono state monitorate solamente quattro stazioni: Torbole (stazione 1) e Cassone (stazione 2) a nord-est e Riva del Garda (stazione 27) e Campione (stazione 26) a nord-ovest (Fig. 1 e Tab. I). I siti comprendono sia spiagge frequentate da turisti, sia aree più naturali, ca-

ratterizzate dalla presenza di canneti, spesso localizzate al margine delle spiagge stesse. L'analisi qualitativa di presenza/assenza è stata condotta analizzando il deposito di valve accumulate lungo le rive. Per gli esemplari di *S. woodiana* sono stati rilevati anche i parametri biometrici di lunghezza totale, larghezza totale all'ala e altezza con calibro digitale con precisione pari a 0,01 mm. Tali dati sono utili per la determinazione dell'età, che è stata effettuata in accordo con Spyra *et al.* (2012).

RISULTATI

La mappa della distribuzione delle specie di bivalvi alloctoni, rilevata nel corso dell'ultima campagna di indagine del 2015, è riportata in Figura 1. Dalla prima segnalazione puntiforme nel ba-

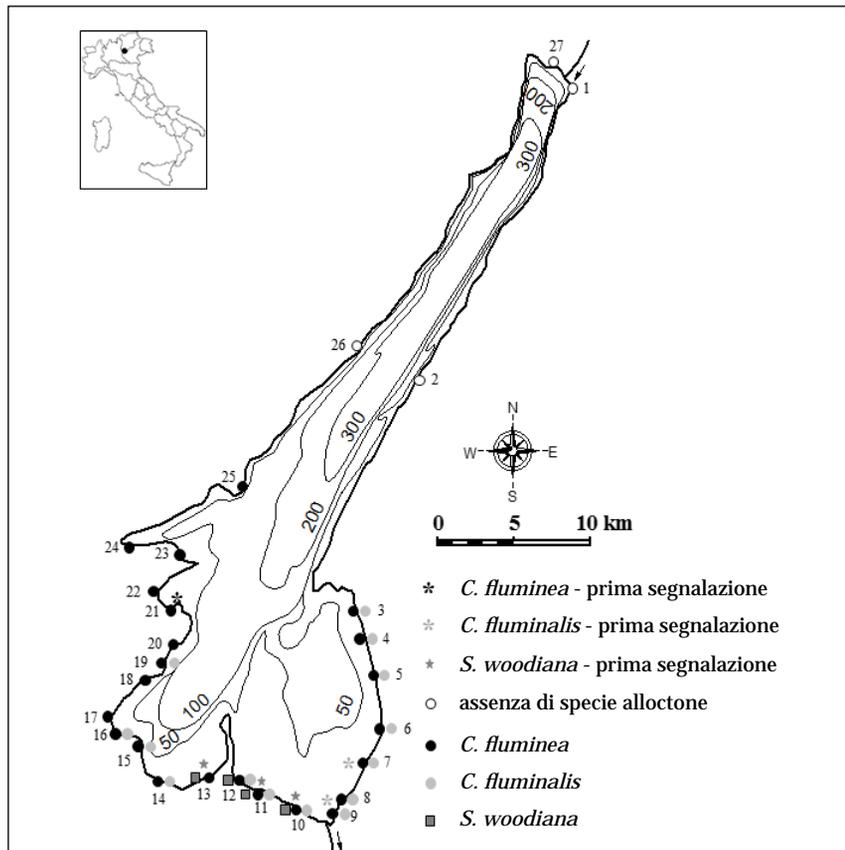


Fig. 1. Area di indagine e distribuzione di *C. fluminea*, *C. fluminalis* e *S. woodiana* (anno 2015).

Tab. I. Elenco dei comuni in cui ricadono le stazioni campionate.

N.	STAZIONE	N.	STAZIONE
1	Torbole	15	Desenzano
2	Cassone	16	Desenzano
3	Bardolino	17	Padenghe
4	Bardolino	18	Moniga
5	Cisano	19	Manerba
6	Lazise	20	Manerba
7	Lazise	21	Manerba
8	Castelnuovo del Garda	22	Manerba
9	Peschiera	23	San Felice
10	Peschiera	24	Salò
11	Sirmione	25	Toscolano-Maderno
12	Sirmione	26	Campione
13	Sirmione	27	Riva del Garda
14	Desenzano		

cino meridionale presso Manerba (Nardi e Braccia, 2004) e successivamente confermata a Peschiera del Garda (Ciutti *et al.*, 2007), che fa risalire l'introduzione di *C. fluminea* all'anno 2000, si è assistito ad una massiva progressione della specie in tutto il bacino meridionale del lago. Nel 2011 infatti il bivalve risultava presente in modo discontinuo in 20 delle 27 stazioni indagate, da Bardolino (n. 3) a San Felice (n. 23); nel 2015 è stato rinvenuto in 23 siti e lungo la riva occidentale più a nord, fino al sito 25 (Toscolano Maderno). Anche *C. fluminalis*, segnalata nel 2008 a Lazise (n. 7) e a Castelnuovo del Garda (n. 8) (Ciutti e Cappelletti, 2009), si è diffusa rapidamente nel bacino meridionale del lago. Nel 2011 e nel 2015 infatti, è stata rinvenuta insieme a *C. fluminea* rispettivamente in 15 e in 14 delle stazioni monitorate, con una larga diffusione dalla stazione n. 3 (Bardolino) alle stazioni 21 e 19 rispettivamente (Manerba). Per entrambe le specie, lungo le coste meridionali e sud-orientali del lago, sono stati osservati localmente depositi massivi di valve in corrispondenza dei fondali bassi. Attualmente la distribuzione sembra essere più estesa e massiva per *C. fluminea*,

rilevata per prima nel lago, che per *C. fluminalis*, abbondante soprattutto lungo le coste sud-orientali del lago, area da cui si ipotizza essersi diffusa.

La vongola gigante *S. woodiana*, segnalata nel 2009 in tre località della costa meridionale del lago (Peschiera del Garda e Sirmione - stazioni 10, 11 e 13) (Cappelletti *et al.*, 2009), aveva nel 2011 una distribuzione ancora contenuta e limitata alle stesse stazioni. Nel 2015 è stata rinvenuta anche in località Santa Maria di Lugana nel comune di Sirmione (stazione 12). Nel 2009 le poche valve rinvenute avevano una lunghezza compresa tra 39,63 e 68,82 mm. I monitoraggi successivi hanno portato al rinvenimento di esemplari di dimensioni maggiori, aventi lunghezza fino a 111,95 mm nel 2013 e fino a 125,28 mm nel 2015. In particolare nel 2015 presso le stazioni 11 e 12 sono stati rinvenuti lungo la riva 26 esemplari di dimensione compresa fra 38,34 mm e 125,28 mm.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I bivalvi alloctoni presenti nel Lago di Garda per le loro caratteristiche biologiche, ecologiche,

etologiche e per la loro plasticità sono tra le specie invasive più pericolose dei sistemi di acqua dolce (Karateyev *et al.*, 2007; Sousa *et al.*, 2008). *D. polymorpha* e *C. fluminea* sono infatti comprese nell'elenco stilato dal progetto DAISIE (2009) delle 100 peggiori specie invasive per l'Europa e *D. polymorpha* è inclusa anche nella lista IUCN delle specie più invasive a livello mondiale (Lowe *et al.*, 2000). *S. woodiana* è uno dei molluschi di acqua dolce potenzialmente più invasivi, anche se non è ancora stata inserita nella lista delle 100 peggiori IAS (invasive alien species) per l'Europa (<http://www.europe-aliens.org>).

La mappa di distribuzione (Fig. 1) conferma il carattere di invasività delle due specie di *Corbicula* e di *S. woodiana*, che nel giro di pochi anni dalla loro prima rilevazione si stanno diffondendo lungo tutte le coste della parte meridionale del Lago di Garda, dove sono presenti fondali più bassi e limoso-sabbiosi. In accordo con Spyra *et al.* (2012) in particolare, gli esemplari di *S. woodiana* misurati nel 2015, corrispondono ad individui di 1-7 anni di età ed in linea con le misure delle valve rinvenute nel 2009 (1-2 anni di età) porterebbero a definire la comparsa del bivalve alloctono almeno otto anni prima (anno 2007).

Negli ultimi anni le segnalazioni di NIS nel Lago di Garda sono in aumento (Ciutti *et al.*, 2011); in accordo con Sousa *et al.* (2011), si ritiene che tale tendenza sia da mettere in relazione non solo all'incremento delle attività umane connesse con i processi di invasione, ma anche all'aumento della consapevolezza dei ricercatori e dell'opinione pubblica sulla minaccia delle specie invasive alla biodiversità e alle funzioni degli ecosistemi, e quindi anche a un accresciuto monitoraggio della

presenza di tali organismi. Nonostante questo però, un ambiente esteso come quello del Lago di Garda è sempre stato oggetto di studi puntiformi e non continuativi e strutturati, che non permettono di avere alcuna informazione relativa alle modalità, ai vettori di introduzione ed agli impatti delle specie non indigene su questo ecosistema.

In generale, all'introduzione delle specie di bivalvi alloctoni hanno contribuito, attraverso svariati vettori, l'incremento del commercio e la globalizzazione (Karateyev *et al.*, 2007). Per *C. fluminea* in particolare, un ruolo importante nella diffusione nel territorio sembrano avere le attività di semina della fauna ittica e la pesca, mentre per *C. fluminalis* non si conoscono tali fattori (Gherardi *et al.*, 2008; Gherardi *et al.*, 2013). Come per altre specie (es. crostacei: Bacela-Spychalska *et al.*, 2013) nel Lago di Garda un'importante modalità di introduzione e di dispersione potrebbe essere legata alle attività sportive e ricreative, molto diffuse nel lago, importante meta turistica di visitatori che provengono dal centro e dal nord Europa. Anche per *D. polymorpha* infatti, l'ipotesi di arrivo nel bacino tramite le imbarcazioni da diporto è stata confermata da indagini genetiche, che hanno fatto risalire gli esemplari del Lago di Garda alla Germania (Giusti e Oppi, 1972; Quaglia *et al.*, 2008). Per *S. woodiana* invece, la principale modalità di diffusione della specie sembra essere rappresentata dall'introduzione di fauna ittica, poiché gli stadi giovanili della vongola gigante (glochidi) parassitizzano le branchie di diverse specie

di pesci (Cianfanelli *et al.*, 2007). Nel Lago Maggiore si è ipotizzato che la recente comparsa di *S. woodiana* possa essere legata all'introduzione di alcune specie ittiche alloctone, quali *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782) e *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) (Kamburska *et al.*, 2013). Queste sono le tre specie ittiche alloctone di più recente introduzione anche nel Lago di Garda; in particolare le prime segnalazioni di tali specie risalgono rispettivamente al 2000, al 2005 ed al 1995 (Ciutti *et al.*, 2011). Analogamente a quanto ipotizzato per il Lago Maggiore, anche queste specie potrebbero aver contribuito all'introduzione e alla diffusione della vongola gigante nel lago di Garda. Per queste specie ittiche la modalità di arrivo in un nuovo ambiente è di solito accidentale ed associata a semine di pesce bianco (inquinato da esemplari di specie diverse e spesso difficilmente distinguibili da quella che si vuole seminare, soprattutto se allo stadio giovanile) ed all'uso di pesci esca. Non si può pertanto escludere che esemplari di queste specie ittiche giunti in qualche modo nel lago negli ultimi anni, anche in momenti diversi, siano stati il vettore di arrivo di glochidi di *S. woodiana*. Il rodeo in particolare può contribuire alla diffusione della vongola gigante, poiché viene parassitizzato dai suoi glochidi, ma non da quelli degli unionidi autoc-toni (Reichard *et al.*, 2012).

Sia per *Corbicula* sia per i bivalvi alloctoni in genere, molteplici sono gli studi relativi alle differenti tipologie di impatto, a livello individuale, di popolazione, di comunità ed ecosistemico (Sou-

sa *et al.*, 2009, 2014). Purtroppo invece, la mancanza di uno studio continuativo, organico e strutturato sul Lago di Garda, non permette di avere alcuna informazione relativa all'impatto che i processi delle nuove colonizzazioni comportano. Allo stato attuale, per questo ambiente non si conosce nemmeno l'impatto dei bivalvi alloctoni su altre specie presenti, in particolare sui grandi bivalvi indigeni presenti nel bacino, *Unio mancus* Lamarck, 1819 e *Microcondylaea compressa* (Menke, 1830), rinvenute anche recentemente (Cappelletti e Ciutti, 2009) e *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758), per la quale però sono note segnalazioni solo fino agli anni '80 (Bodon *et al.*, 2005).

Ad oggi, nonostante la carenza di informazioni di tipo quantitativo, è comunque possibile evidenziare che alcune delle specie di bivalvi alloctoni presenti nel lago (in particolare *D. polymorpha*, *C. fluminea* e *C. fluminalis*) hanno evidenziato carattere di invasività.

Per il futuro sarà importante proseguire in modo più strutturato ed organico nel monitoraggio delle specie autoctone ed alloctone presenti nel Lago di Garda, coinvolgendo anche i diversi enti che si occupano di controllo e di ricerca e le diverse realtà che vivono sul lago. Questo potrebbe permettere di passare dal solo monitoraggio alla comprensione delle modalità di introduzione delle specie, indagando in particolare il ruolo che le attività ricreative possono avere come vettori/pathway di introduzione in un ambiente a forte vocazione turistica qual è il Lago di Garda, al fine di individuare ed attuare eventuali tecniche di controllo.

BIBLIOGRAFIA

Autorità di Bacino del Fiume Po, 2016. *Piano di gestione del distretto idrografico del fiume Po. Mappa delle*

reti di monitoraggio e rappresentazione cartografica dello stato delle acque superficiali e sotterra-

nee. Elaborato 4. Autorità di bacino del fiume Po, Parma, 19 pp. Bacela-Spychalska K., Grabowsky M.,

- Rewicz T., Konopack A., Wattier R., 2013. The 'killer shrimp' *Dikroegammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda) invading Alpine lakes: overland transport by recreational boats and scuba-diving gear as potential entry vectors? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **23**: 606-618.
- Beeton A.M., 2002. Large freshwater lakes: present state, trends, and future. *Environmental Conservation*, **1**: 21-38.
- Bodon M., Cianfanelli S., Manganelli G., Castagnolo L., Pezzoli E., Giusti F., 2005. Mollusca Bivalvia. In: Ruffo S., Stoch F. (eds.), *Checklist e distribuzione della fauna italiana*. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2ª serie, Sezione Scienze della Vita **16**: 83-84 + CD ROM. <http://ckmap.faanaitalia.it>
- Cappelletti C., Cianfanelli S., Beltrami M.E., Ciutti F., 2009. *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae): a new non-indigenous species in Lake Garda (Italy). *Aquatic Invasions*, **4** (4): 685-688.
- Cianfanelli S., Lori E., Bodon M., 2007. Non-indigenous freshwater molluscs and their distribution in Italy. In: Gherardi F. (ed.), *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. Invading Nature: Springer Series in Invasion Ecology 2. Springer, Dordrecht, The Netherlands: 103-121.
- Cianfanelli S., Talenti E., Bodon M., 2016. *Mieniplotia scabra* (Müller, 1774), another gastropod invasive species in Europe and the status of freshwater allochthonous molluscs in Greece and Europe. *Mediterranean Marine Science*, **17** (1): 253-263.
- Ciutti F., Beltrami M.E., Confortini I., Cianfanelli S., Cappelletti C., 2011. Non-indigenous invertebrates, fish and macrophytes in Lake Garda (Italy). *Journal of Limnology*, **70** (2): 315-320.
- Ciutti F., Cappelletti C., 2009. First record of *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774) in Lake Garda (Italy), living in sympatry with *Corbicula fluminea* (Müller, 1774). *Journal of Limnology*, **68** (1): 162-165.
- Ciutti F., Cappelletti C., 2017. Invasioni biologiche: il caso del Lago di Garda. *Biologia Ambientale*, **31**: 159-164 (questo volume).
- Ciutti F., Girod A., Mariani M., 2007. Considerazioni su una popolazione di *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) nel Lago di Garda sud-orientale (Italia). *Natura Bresciana*, **35**: 121-124.
- DAISIE, 2009. *Handbook of alien species in Europe*. Springer, Dordrecht, 399 pp.
- Gherardi F., Bertolino S., Bodon M., Casellato S., Cianfanelli S., Ferraguti M., Lori E., Mura G., Nocita A., Riccardi N., Rossetti G., Rota E., Scalerà R., Zerunian S., Tricarico E., 2008. Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways. *Biological Invasions*, **10**: 435-454.
- Gherardi F., Aquiloni L., Cianfanelli S., Tricarico E., 2013. Le specie aliene dei laghi italiani. In: Lencioni V., Boggero A., Marziali L., Rossaro B. (eds.), *I macroinvertebrati dei laghi - 1 tassonomia, ecologia e metodi di studio*. Museo delle scienze. *Quaderni MTSN*, **6**: 65-110.
- Giusti F., Oppi E., 1972. *Dreissena polymorpha* (Pallas) nuovamente in Italia. (Bivalvia, Dreissenidae). *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, **20**: 45-49.
- Kamburska L., Lauceri R., Riccardi N., 2013. Establishment of a new alien species in Lake Maggiore (Northern Italy): *Anodonta* (*Sinanodonta*) *woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae). *Aquatic Invasions*, **8** (1): 111-116.
- Karatayev A.Y., Padilla D.K., Minchin D., Boltovskoy D., Burlakova L.E., 2007. Changes in global economies and trade: the potential spread of exotic freshwater bivalves. *Biological Invasions*, **9**: 161-180.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M., 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). *Aliens*, **12**: 1-12.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystem and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC, 86 pp.
- Morton B., 1986. *Corbicula* in Asia - an updated synthesis. *American Malacological Bulletin*, Special Edition **2**: 113-124.
- Nardi G., Braccia A., 2004. Prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) per il Lago di Garda (Provincia di Brescia) (Mollusca Bivalvia, Corbiculidae). *Bollettino Malacologico*, **39**: 181-184.
- Quaglia F., Lattuada L., Mantecca P., Bacchetta R., 2008. Zebra mussels in Italy: where do they come from? *Biological Invasions*, **10**: 555-560.
- Reichard M., Vrtilik M., Douda K., Smith C., 2012. An invasive species reverses the roles in a host-parasite relationship between bitterling fish and unionid mussels. *Biological Letters*, **8**: 601-604.
- Sousa R., Antunes C., Guilhermino L., 2008. Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, **4** (2): 85-94.
- Sousa R., Gutiérrez J.L., Aldridge D.C., 2009. Non-indigenous invasive bivalves as ecosystem engineers. *Biological Invasions*, **11**: 2367-2385.
- Sousa R., Morais P., Dias E., Antunes C., 2011. Biological invasions and ecosystem functioning: time to merge. *Biological Invasions*, **13**: 1055-1058.
- Sousa R., Novais A., Costa R., Strayer D.L., 2014. Invasive bivalves in fresh waters: impacts from individuals to ecosystems and possible control strategies. *Hydrobiologia*, **735**: 233-251.
- Spyra A., Strzelec M., Lewin I., Krodkiwska M., Michalik-Kucharz A., Gara M., 2012. Characteristics of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) populations in fish ponds (Upper Silesia, Southern Poland) in relation to environmental factors. *International Review of Hydrobiology*, **97** (1): 12-25.
- Zhadin VI, 1952. *Moljuskj presnyh i solonovatych vod SSSR*. Moskva-Leningrad: Izd. AN SSSR, 376 pp.