

Tardigradi della Sardegna e di alcune piccole isole circum-sarde

ROBERTO BERTOLANI, ALESSANDRA GUIDI e LORENA REBECCHI
Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena

Key words: Tardigrada, Taxonomy, Sardinia, *Bryodelphax iobannis* n.sp., *Macrobiotus biserovi* n.sp., *Macrobiotus serratus* n.sp.

SUMMARY

We carried out a faunistic study on limnic and terrestrial tardigrades from Sardinia and its surrounding small islands. The study led to the identification of 34 species, including *Bryodelphax iobannis*, *Macrobiotus biserovi* and *Macrobiotus serratus*, species new for science. Attention is focused on large number of ubiquitous or widespread species.

INTRODUZIONE

I primi dati faunistici sui Tardigradi della Sardegna risalgono al 1936, anno in cui Marcus segnalò la presenza di 14 specie di ambiente muscicolo, delle quali 10 appartenenti agli Eterotardigradi e 4 agli Eutardigradi. Ulteriori indagini sulla fauna tardigradologica della Sardegna, riprese soltanto dopo quasi quarant'anni, hanno portato alla stesura di due note (Pilato e Sperlinga, 1975; Binda e Guglielmino, 1982) e ad alcune segnalazioni riportate in lavori non specifici sull'isola (Bertolani, 1981, 1982, 1983). Attualmente vengono segnalate 49 specie, considerando sia quelle muscicole che quelle dulciacquicole; tuttavia cinque specie di *Echiniscus* citate da Marcus (1936) sono ritenute sinonime di *E. blumi* (vedi Binda e Guglielmino, 1982), per cui il numero delle specie non marine attualmente note deve essere ridotto a 45 (10 di Eterotardigradi e 35 di Eutardigradi). È stata inoltre segnalata la presenza di 3 specie di Eterotardigradi marini (Grimaldi de Zio *et al.*, 1983).

Non esistono a tutt'oggi notizie sui Tardigradi delle piccole isole circum-sarde, per le quali i dati qui esposti rappresentano il primo contributo alla conoscenza di questo tipo di fauna.

MATERIALE E METODI

I campioni di substrato provenienti dalle piccole isole circum-sarde erano

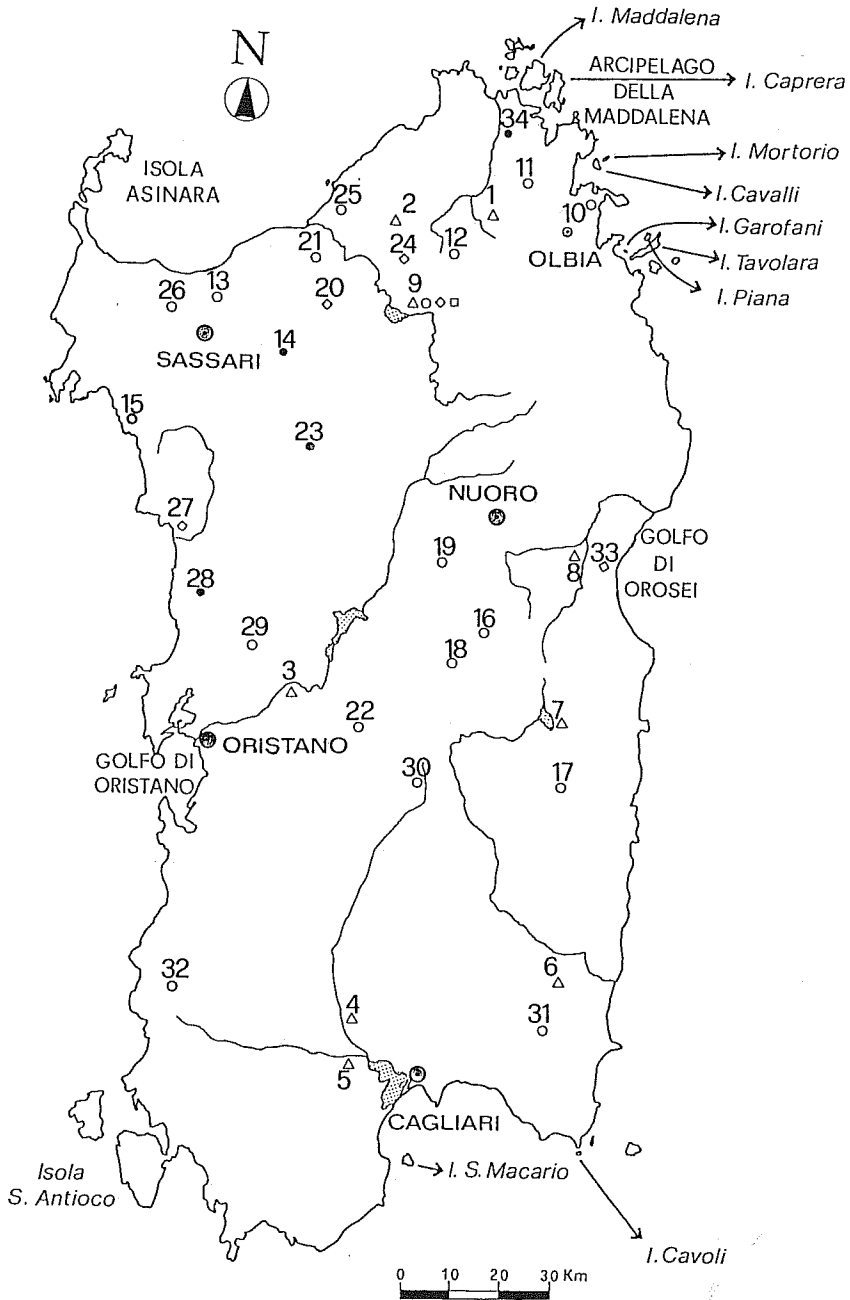


Fig. 1 - Mappa della Sardegna e delle piccole isole circum-sarde (nome in corsivo) nelle quali sono stati rinvenuti Tardigradi. I simboli indicano il tipo di substrato campionato, i numeri le località di campionamento (vedi Tab. I).
 △ = sedimento; ○ = muschio; ● = muschio e lichene; ◇ = lichene; □ = cortica erbosa.

costituiti esclusivamente da muschi o da licheni; in Sardegna, invece, oltre a muschi e licheni sono stati raccolti anche cotica erbosa di prato e sedimento di laghi e fiumi. Le località di raccolta sono riportate nella Fig. 1; l'elenco dei campioni contenenti Tardigradi è riportato nelle Tabb. I e II.

Gli animali estratti dai campioni sono stati montati in polivinil lattofenolo ed osservati al microscopio ottico. La maggior parte delle uova è stata montata in polivinil-lattofenolo, o in liquido di Faure-Berlese ed esaminata al microscopio ottico; altre uova sono state invece preparate secondo i metodi utilizzati da

Tab. I - Caratteristiche dei campioni contenenti Tardigradi raccolti in Sardegna.

Località	Quota	Sigla campione	Tipo di substrato
acque dolci			
1 S. Antonio di Gallura (SS), Rio Fagiolu	300 m	C229	sedimento
2 Cantoniera Padulo (SS)	410 m	C231	sedimento
3 Fordongianus (OR), Fiume Tirso	35 m	C241	sedimento
4 Serramanna (CA), Fiume Mannu	38 m	C242	sedimento
5 Siliqua (CA), Fiume Cixerri	-	C243	sedimento
6 S. Vito (CA), Fiume Flumendosa	15 m	C245	sedimento
7 Lago Alto di Flumendosa (NU)	801 m	C247	sedimento
8 Dorgali (Nu), Lago del Cedrino	90 m	C248	sedimento
9 Monti Limbara (SS), polle	1300 m	C250	sedimento
muschi e licheni			
10 Cala Sabina (SS)	-	C252	muschio su granito
11 Nuraghe Malchittu (Arzachena, SS)	80 m	C253	muschio su granito
12 Calangianus (SS)	520 m	C254	muschio su granito
8 Monti Limbara (SS)	1350 m	C256, C839, C1910, C1912	muschio su granito
	1350 m	C1911	lichene su granito
13 Marina di Sorso (SS)	-	C257	muschio su dune
14 Chiamonti (SS)	430 m	C258	muschio e lichene su calcare
15 Alghero (SS)	-	C259	muschio su calcare
15 Alghero (SS)	-	C830, C1646	muschio su duna
16 Passo Caravai (NU)	1118 m	C261	muschio su calcare
17 Jerzu (NU)	270 m	C262	muschio su calcare
18 Monte Broncu Spina (NU)	1700-1830 m	C263, C1907, C1908	muschio su calcare
19 Mamoiada (NU)	900 m	C264	muschio su calcare
20 S. Pietro di Simbranos (SS)	200 m	C831	lichene su calcare
21 Terme di Casteldoria (SS)	230 m	C832	muschio su granito
22 Samugheo (OR)	500 m	C833	muschio su tronco
23 Ittireddu (SS)	300 m	C834, C835	muschio e lichene su roccia silicea
24 Tempio Pausania (SS), Nuraghe Maiori	530 m	C841	lichene su roccia silicea
25 Badesi (SS)	-	C842	muschio su duna
26 Platamona (SS)	-	C1645	muschio su duna
27 Torre Argentina (OR)	-	C1648	lichene su calcare
28 Sennariolo (OR)	230 m	C1649, C1650	lichene e muschio su calcare
29 Santa Cristina (OR)	80 m	C1651	muschio su tronco
30 Villanovatulo (CA)	300 m	C1903	muschio su calcare
31 Cantoniera Cannas (CA)	350 m	C1904	muschio su calcare
32 Cantoniera Bidderdi (CA)	450 m	C1905	muschio su calcare
33 Cala Gonone (NU)	-	C1909	lichene su lava
34 Palau (SS)	-	C1913, C1914	muschi e licheni su granito
prato			
8 Monti Limbara (SS)	1350 m	C840	cotica erbosa

Tab. II - Elenco dei campioni contenenti Tardigradi raccolti nelle piccole isole circum-sarde. Le briofite sono state determinate dalla prof.ssa Carmela Cortini Pedrotti.

Isola	Sigla campione	Tipo di substrato
Isola Maddalena (SS)	C1822	muschio: <i>Campylopus breviliopus</i> , Bruch <i>et al.</i>
	C1830	muschio: <i>Pleurochaete squarrosa</i> (Brid.) Lindb.
	C1831	muschio: <i>Eubyuchium schleicheri</i> (R. Hedw.) Jur.
Isola Caprera (SS)	C1811	muschio non determinato
	C1812	muschio e lichene non determinati
	C1813	lichene: <i>Xantoria parietina</i>
	C1821	muschio: <i>Tortella flavavireus</i> (Bruch) (Broth)
Isola Cavalli (SS)	C1763	muschio: <i>T. flavavireus</i> (Bruch) (Broth)
Isola Mortorio (SS)	C1761	muschio: <i>Grimmia laevigata</i> (Brid.) Brid.
Isola Piana (SS)	C1765	muschio: <i>Rhyuchostegium megapolitanum</i> (Weber & Mohr)
Isola Tavolara (SS)	C1832	muschio: <i>Eucladium verticillatum</i> (Brib.) Bruch <i>et al.</i>
	C1833	muschio: <i>Trichostomum crispulum</i> Bruch
	C1808	muschio: <i>Tortella inclinata</i> (R. Hedw.) Limpr
Isola Garofani (SS)	C1823	muschio: <i>T. flavavireus</i> (Bruch) (Broth)
Isola S. Macario (CA)	C1770	muschio: <i>T. flavavireus</i> (Bruch) (Broth)
Isola S. Antioco (CA)	C1902	lichene: <i>Xantoria parietina</i>

Bertolani e Rebecchi (1993) per essere analizzate al microscopio elettronico a scansione (SEM).

OSSERVAZIONI

Riprendendo i criteri proposti da Binda e Pilato (1973) ed utilizzati in un nostro precedente lavoro (Bertolani *et al.*, 1993), viene definita la distribuzione geografica di ogni specie. Sono stati individuati cinque diversi gruppi. Il gruppo I comprende specie con diffusione cosmopolita, oppure a diffusione molto ampia, il gruppo II specie appartenenti al corotipo europeo, il gruppo III al corotipo mediterraneo, il IV specie presenti solamente in Italia e il V specie ritrovate soltanto in Sardegna. La sigla indicante il corotipo di appartenenza è posta tra parentesi al termine dell'ultimo capoverso riguardante la specie considerata.

Heterotardigrada - Echiniscidae

Pseudechiniscus suillus Ehrenberg, 1853

Sardegna - C254: 8 esemplari; C259: 1 esemplare; C261: 1 esemplare; C832: 16 esemplari.

Cosmopolita (I).

Pseudechiniscus facettalis Petersen, 1951

Sardegna - C1908: 1 esemplare.

Presente in Europa, America, Africa e Nuova Zelanda. Segnalato per la prima volta in Sardegna (I).

Bryodelphax tatrensis Weglarska, 1959
Sardegna - C1909: 5 esemplari.

Evidente una scultura granulare della cuticola ventrale, priva però di scleriti.

Segnalato per diverse località dell'Europa, per il Nord Africa e l'Indonesia (I).

Bryodelphax iobannis n.sp. (Figg. 2, 3 e 4).

Sardegna - C252: 3 esemplari; C254: 1 esemplare; C256: 12 esemplari; C832: 20 esemplari; C1908: 3 esemplari.

L'olotipo e 36 paratipi sono conservati nella collezione di Roberto Bertolani presso il Dipartimento di Biologia Animale dell'Università di Modena; inoltre,

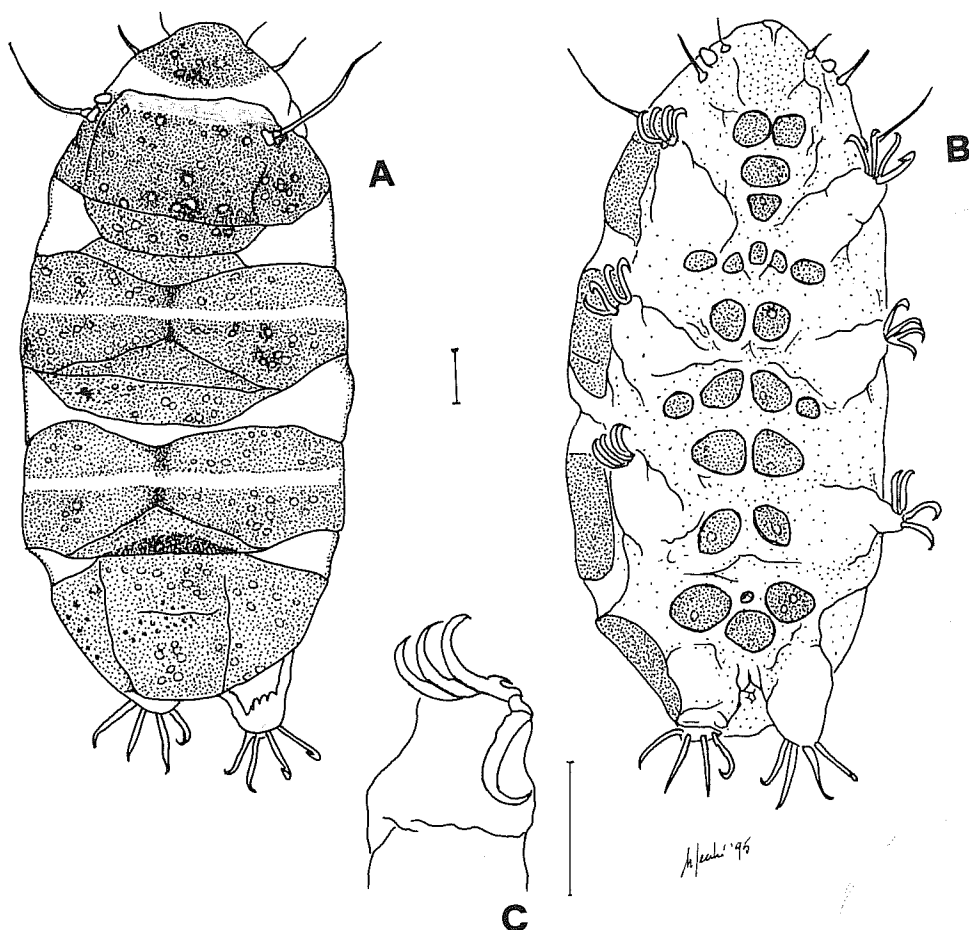
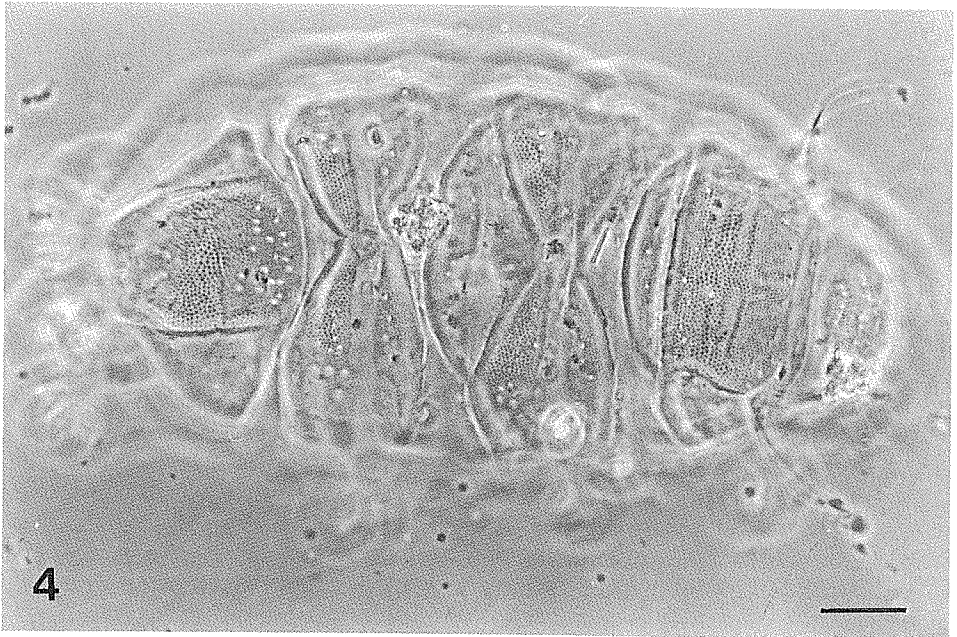
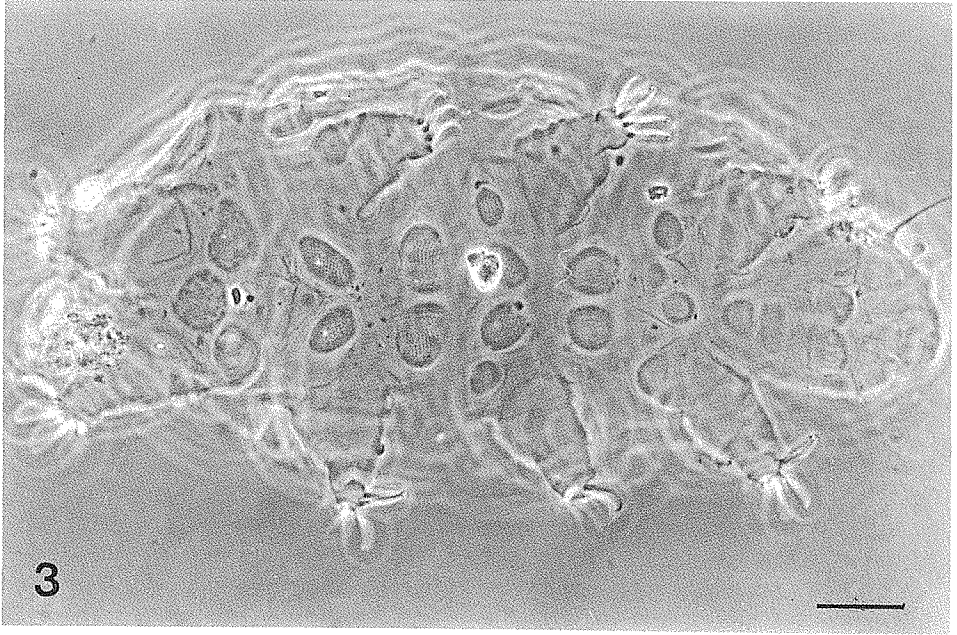


Fig. 2 - *Bryodelphax iobannis* n.sp. A) habitus, dorsale; B) habitus, ventrale; C) unghie del terzo paio di zampe in un paratipo. Barra = 10 μ m.



Figg. 3 e 4 - Scultura ventrale (3) e dorsale (4) della cuticola di *Bryodelphax iobannis* n.sp. (Contrasto di fase). Barra = 10 μ m.

due paratipi sono presenti nella collezione del Prof. Giovanni Pilato presso il Dipartimento di Biologia Animale dell'Università di Catania.

Lunghezza degli animali da 113,9 μm a 179,5 μm . Macchie oculari rosse. Cirri boccali e cirro A indivisi terminalmente. Nell'olotipo (esemplare di 133,4 μm di lunghezza) cirro A lungo 27 μm , cirro boccale esterno 12,5 μm , interno 7,2 μm . Piastre dorsali caratterizzate da doppia scultura che al contrasto di fase appare costituita da una granulazione scura abbastanza fine e da punti chiari di maggiori dimensioni presenti soprattutto verso i margini anteriori e posteriori delle piastre. La piastra cefalica è provvista di scultura solo anteriormente. La piastra scapolare (I) presenta una piega mediana longitudinale e due pieghe trasversali nelle quali la granulazione appare un po' più grossolana. Le piastre pari II e III appaiono solcate trasversalmente, circa a metà, da una fascia priva di scultura. Appare priva di scultura anche la cuticola tra le piastre. La piastra terminale IV risulta marcatamente sfaccettata e priva di intaccature. La cuticola ventrale presenta nove file trasversali di scleriti con scultura doppia, intercalate da una fine scultura granulata. Sono presenti due scleriti nelle file 1, 5, 7 e 8, uno nelle file 2 e 3, cinque nella fila 4, quattro nella fila 6 e tre nella fila 9, di cui uno un po' più posteriore, posto dietro al gonoporo. Olotipo con unghie lunghe 7,8 μm nel secondo paio di zampe e 9, μm nel quarto paio; unghie interne di ciascuna zampa con uno sperone molto piccolo e prossimo alla base. Primo paio di zampe con una piccola papilla conica. Quarto paio di zampe con una piccola papilla arrotondata e con collare dentato, 2-6 denti, con disposizione e dimensioni abbastanza irregolari.

Le due specie di *Bryodelphax* rinvenute in Sardegna sono state confrontate con esemplari della serie tipica di *Bryodelphax weglarskae* Pilato, 1972 gentilmente inviatici dal Prof. Giovanni Pilato (Catania), con esemplari di *Bryodelphax parvulus* Thulin, 1928 e *B. tatrensis* della nostra collezione (raccolti sulle Alpi, in Trentino e in Lombardia) e con esemplari delle stesse specie e di *Bryodelphax amphoterus* Durante e Maucci, 1975 (anche materiale tipico) cortesemente messi a nostra disposizione dal Prof. Walter Maucci (Verona).

Abbiamo potuto constatare che *B. parvulus*, *B. tatrensis* e *B. amphoterus* hanno una scultura granulata ventrale, ma non scleriti; pertanto queste specie, e le altre note dalla letteratura per le quali non è riportata la presenza di tali scleriti, differiscono chiaramente da *B. iohannis* almeno per l'assenza di queste strutture. Scleriti ventrali sono citati soltanto per *B. weglarskae* e *Bryodelphax sinensis* Pilato, 1974. La disposizione e il numero di tali scleriti ventrali in *B. iohannis* è molto diversa da quanto riportato per *B. sinensis* (specie che differisce da *B. iohannis* anche per l'assenza di collare dentato nel quarto paio di zampe). Gli scleriti di *B. iohannis* sono simili per disposizione e numero a quelli di *B. weglarskae*; tuttavia, la prima specie ha uno sclerite in più, posto dopo la coppia più rostrale. Inoltre, *B. iohannis* manca di biforcazione all'estremità dei cirri e possiede unghie più corte. In un esemplare della nostra collezione, lungo 107 μm , le unghie del quarto paio di zampe misurano 7, μm , quelle delle altre zampe 6, μm ; in un esemplare di *B. weglarskae*, lungo 106 μm , le unghie del quarto paio misurano 8,1 μm e quelle delle altre zampe 7,2 μm (Pilato, 1972).

La specie è dedicata al Prof. Giovanni Pilato che, grazie ad alcune sue osservazioni ed alla disponibilità del suo materiale, ci ha consentito di riconoscere la validità di questa nuova specie.

A *B. iobannis* vanno attribuiti anche i due esemplari rinvenuti nelle Marche e nell'Umbria, citati come *B. cf. weglarskae* da Bertolani *et al.* (1993). Pertanto il corotipo di questa specie di nuova descrizione non è il V, bensì il IV.

Echiniscus blumi Richters, 1903

Sardegna - C252: 3 esemplari; C254: 1 esemplare; C256: 15 esemplari; C258: 2 esemplari; C259: 22 esemplari; C261: 28 esemplari; C262: 24 esemplari; C263: 11 esemplari; C264: 2 esemplari; C831: 18 esemplari; C835: 11 esemplari; C1650: 10 esemplari; C1903: 3 esemplari; C1904: 6 esemplari; C1905: 6 esemplari; C1907: 22 esemplari; C1909: 23 esemplari; C1910: 42 esemplari; C1911: 1 esemplare; C1912: 8 esemplari; C1913: 11 esemplari.

Isole circum-sarde - C1813: 10 esemplari.

A questa specie sono state attribuite le varie forme della cosiddetta serie «*blumi-canadensis*», ritrovate spesso insieme in vari campioni della Sardegna e quasi tutte presenti anche in un campione dell'Isola di Caprera.

Cosmopolita (I).

E. merokensis Richters, 1904

Sardegna - C841: 1 esemplare; C1904: 1 esemplare; C1908: 6 esemplari.

Noto per molte località dell'Europa e per alcune di America, Africa ed Asia (I).

E. testudo (Doyère, 1840)

Sardegna - C1909: 1 esemplare.

Presente in Europa, Asia e America (I).

Eutardigrada - Milnesiidae

Milnesium tardigradum Doyère, 1840

Sardegna - C263: 25 esemplari; C839: 2 esemplari; C1648: 6 esemplari; C1650: 4 esemplari; C1907: 24 esemplari; C1908: 2 esemplari; C1909: 1 esemplare; C1910: 1 esemplare; C1911: 4 esemplari.

Isole circum-sarde - C1812: 4 esemplari; C1813: 1 esemplare.

Cosmopolita (I).

Macrobiotidae

Dactylobiotus parthenogeneticus Bertolani, 1981

Sardegna - C231: 3 esemplari; C242: 1 esemplare; C243: 2 esemplari; C245: 1 esemplare.

Dulciacquicolo. Noto per l'Italia, Sardegna compresa, e per la Grecia (III).

Murrayon pullari (Murray, 1907)

Sardegna - C247: 1 esemplare; C250: 24 esemplari e 2 uova.

Dulciacquicolo. Noto per diverse località europee e per alcune di Asia, America e Africa (I).

Macrobiotus harmsworthi Murray, 1907

Sardegna - C229: 1 esemplare; C256: 3 esemplari e 4 uova; C259: 1 esemplare e 2 uova; C842: 3 esemplari; C1908: 1 esemplare e 4 uova.

Isole circum-sarde - C1812: 5 esemplari e 1 uovo; C1833: 2 esemplari.

Cosmopolita (I).

Macrobiotus diffusus Binda e Pilato, 1987

Sardegna - C834: 4 esemplari e 11 uova.

È confermata l'assenza di occhi. Le uova presentano tra i processi strie più marcate rispetto a quelle riscontrate nel materiale tipico.

Esiste una segnalazione per il Nord Africa ed una per la Sicilia. Segnalato per la prima volta in Sardegna (III).

Macrobiotus arguei Pilato e Sperlinga, 1975

Sardegna - C252: 3 esemplari e 1 uovo; C264: 2 uova; C833: 5 esemplari; C841: 5 esemplari e un uovo; C1648: 8 esemplari; C1649: 15 esemplari; C1903: 2 esemplari; C1905: 4 esemplari; C1907: 8 esemplari e 2 uova; C1908: 5 esemplari e 7 uova; C1909: 4 esemplari e 1 uovo; C1911: 22 esemplari e 4 uova; C1912: 10 esemplari e 1 uovo; C1913: 2 esemplari; C1914: 20 esemplari e 2 uova.

Isole circum-sarde - C1813: 3 esemplari.

Oltre che per la Sardegna, questa specie è stata segnalata una sola volta per il Nord Africa (III).

Macrobiotus richtersi Murray, 1911

Sardegna - C830: 1 esemplare.

Isole circum-sarde - C1812: 2 uova; C1821: 2 esemplari e 5 uova; C1822: 3 esemplari; C1830: 1 esemplare; C1832: 12 esemplari; C1833: 1 esemplare.

Cosmopolita (I).

Macrobiotus areolatus Murray, 1907

Sardegna - C262: 27 esemplari e 1 uovo; C831: 10 esemplari e 8 uova; C832: 1 esemplare; C1649: 1 esemplare; C1650: 10 esemplari; C1909: 18 esemplari e 3 uova.

Isole circum-sarde - C1761: 1 esemplare.

Cosmopolita (I).

Macrobiotus biserovi n.sp. (Figg. 5, 6 e 7; Tab. III).

Sardegna - C835: 97 esemplari e 42 uova.

L'olotipo e i paratipi sono conservati nella collezione di Roberto Bertolani presso il Dipartimento di Biologia Animale dell'Università di Modena.

Lunghezza degli animali da 174,3 μm a 601,8 μm . Incolore. Macchie oculari presenti. Cuticola liscia, provvista di piccoli pori. Armatura boccale abbastanza complessa: anteriormente, alla base delle lamelle periboccali, è presente una fascia circolare di dentelli molto fini, visibili soprattutto negli esemplari di maggiori dimensioni; posteriormente, è sempre evidente un'ampia fascia di dentelli più vistosi, in genere di dimensioni omogenee, ma talvolta con alcuni dentelli più grandi e allungati. La fascia posteriore è immediatamente seguita da robuste creste trasversali: ventralmente, tre brevi e ben separate, dorsalmente una, sempre unica, leggermente curva. Tubo boccale di larghezza media; bulbo con evidenti apofisi, due macroplacoidi bastoncellari dei quali il primo strozzato circa a metà, e microplacoide. Unghie a Y, di aspetto consueto, con punte accessorie sul ramo principale e lunula alla base. Lunula più ampia nel IV paio di zampe, spesso (sempre?) fornita di dentelli triangolari, mascherati se la lunula è insaccata nella zampa. Presenti maschi e femmine.

Uova ornamentate (diametro senza ornamentazioni: 77,4-104,8 μm); processi (47-66 per emisfero) lunghi 7,7-12,2 μm , dall'aspetto di coppa capovolta con stelo slanciato e porzione distale spesso poligonale (pentagonale o esagonale), meno frequentemente discoidale, larga circa quanto la base (diametro 8,3-9,2 μm) con margine pressoché liscio. Guscio tra i processi provvisto di fossette talvolta molto piccole (0,3-0,5 μm di diametro), tondeggianti e piuttosto distanziate le une dalle altre, talaltra più grandi (diametro fino a 1,2 μm) e più ravvicinate tra loro; in ogni caso queste fossette forniscono al guscio un aspetto cribroso e non reticolare.

Macrobiotus biserovi appartiene al cosiddetto «gruppo *hufelandi*». Esso differisce però dalla maggior parte delle specie di questo gruppo per la presenza di un'evidente cresta trasversale continua nella porzione dorsale dell'armatura boccale. Solamente altre quattro specie sono caratterizzate da questa situazione

Tab. III - Valori metrici delle strutture sclerificate e dei rispettivi *pt* (lunghezza o larghezza percentuale rispetto alla lunghezza del tubo boccale, secondo Pilato, 1981) nell'olotipo e nei paratipi di *Macrobiotus biserovi* n.sp. e *Macrobiotus serratus* n.sp.

	<i>M. biserovi</i>			<i>M. serratus</i>		
	olotipo*	paratipi		olotipo**	paratipi	
	misure (μm)	<i>pt</i>	<i>pt</i> min-max	misure (μm)	<i>pt</i>	<i>pt</i> min-max
Lunghezza tubo boccale	57,8			33,2		
Diametro interno tubo boccale	6,7	11,60	11,60-16,87	3,3	9,94	7,47-9,93
Livello inserzione supporti degli stiletti	43,0	74,40	72,34-78,45	24,6	74,10	75,57-77,70
Fila macroplacoidi	25,2	43,68	39,97-49,11	12,2	46,75	45,36-49,01
I macroplacoide	14,9	25,78	23,29-29,74	6,7	20,18	25,51-28,69
II macroplacoide	8,2	14,22	14,22-18,37	5,8	17,47	15,46-20,09
Microplacoide	4,3	7,44	4,20-6,65	2,5	7,53	6,04-7,73
Unghia esterna II/III paio di zampe	18,8	32,60	28,52-34,70	9,8	29,52	28,48-30,23
Unghia posteriore IV paio di zampe	19,8	34,31	32,89-38,74	11,5	34,64	35,32-36,08

*Lunghezza dell'animale: 508,6 μm ; **lunghezza dell'animale: 259,0 μm .

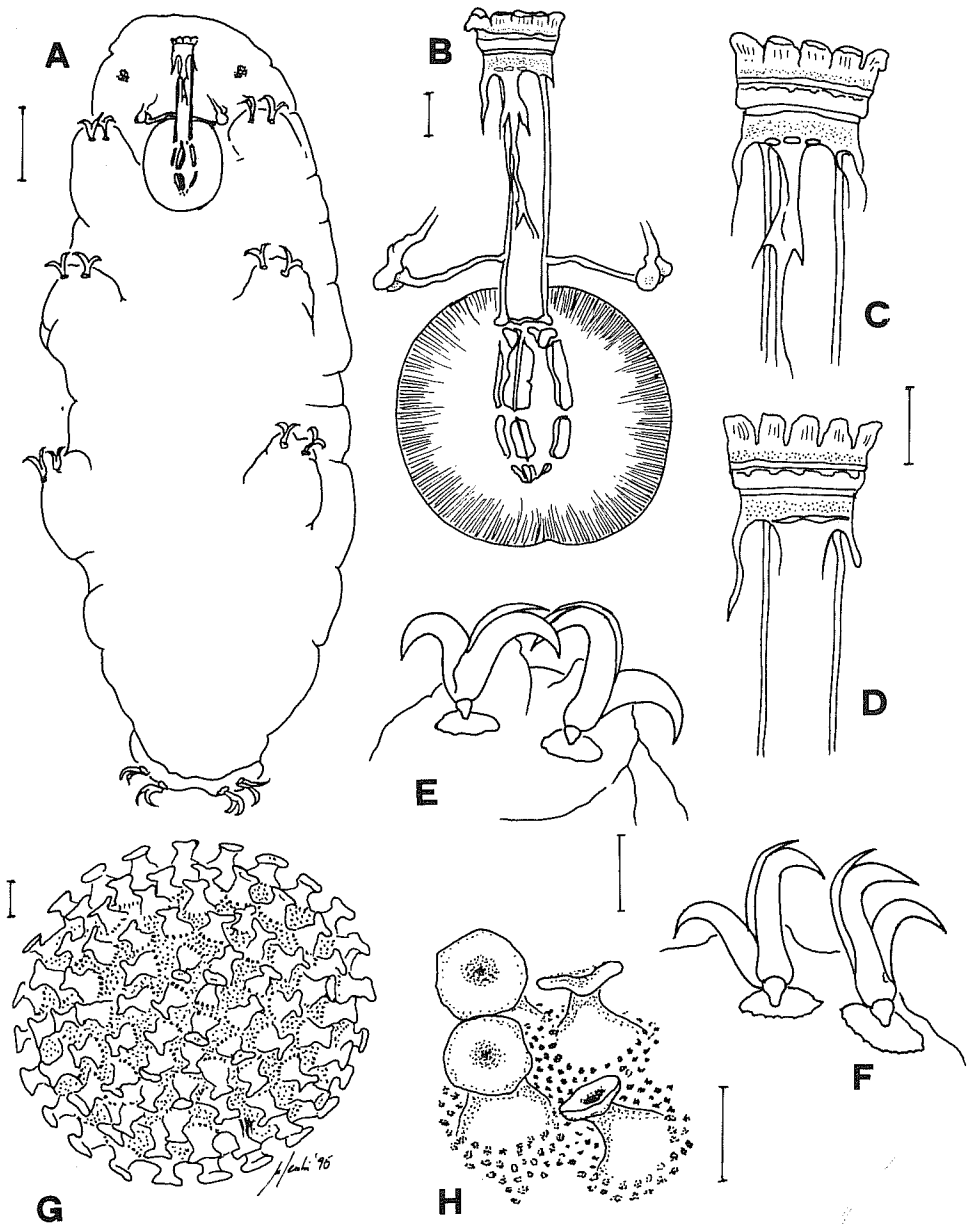
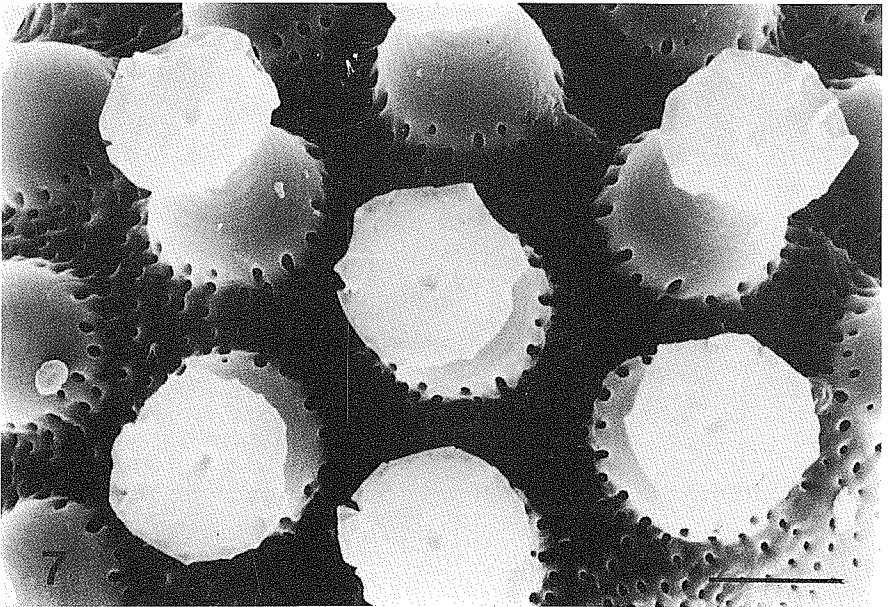
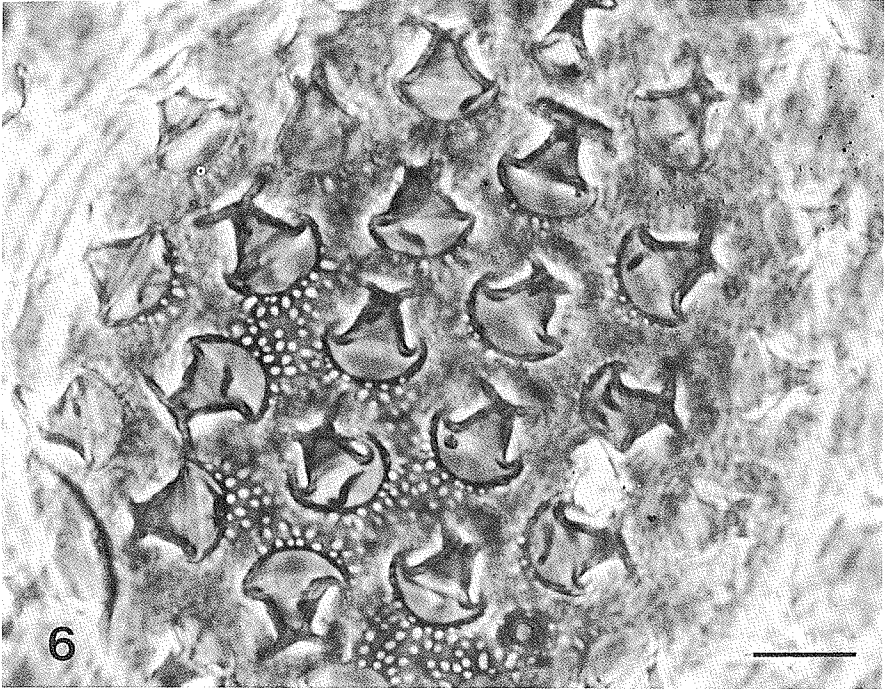


Fig. 5 - *Macrobotus biserovi* n.sp. A) habitus; B) apparato bucco-faringeo; C) armatura boccale ventrale; D) armatura boccale dorsale; E) unghie del terzo paio di zampe; F) unghie del quarto paio di zampe; G) uovo; H) particolare del guscio dell'uovo. Barra in A = 50 μ m, in B-H = 10 μ m.



Figg. 6 e 7 - Particolare della scultura del guscio dell'uovo di *Macrobiotus biserovi* n.sp. 6: Nomarski (barra = 10 μ m); 7: SEM (barra = 5 μ m).

e possiedono anche due fasce di dentelli abbastanza simili a quelle riscontrate in *M. biserovi*. Tuttavia, esse differiscono chiaramente da questa specie almeno nell'aspetto delle uova. *Macrobiotus echinogenitus* Richters, 1904 ha uova con processi molto diversi, conici e reticolati; *Macrobiotus sapiens* Binda e Pilato, 1984, *Macrobiotus ibarosi* Pilato, Binda e Catanzaro, 1991 e *Macrobiotus seychellensis* Biserov, 1994 hanno uova con processi tronco-conici sormontati da un disco distale dentato e con guscio reticolato. Inoltre, *M. sapiens* non possiede denti sulle lunule del quarto paio di zampe.

La specie è dedicata al Dott. Vladimir Biserov (Borok, Russia) con cui collaboriamo per lo studio del «gruppo *bufelandis*».

Macrobiotus sandrae Bertolani e Rebecchi, 1993

Sardegna - C252: 10 esemplari e 4 uova; C253: 14 esemplari e 2 uova; C256: 3 esemplari; C258: 41 esemplari e 11 uova; C831: 2 esemplari e 1 uovo; C832: 3 esemplari e 2 uova; C841: 2 esemplari; C1649: 8 esemplari; C1651: 29 esemplari; C1903: 13 esemplari; C1904: 3 esemplari; C1909: 11 esemplari e 6 uova; C1913: 1 esemplare e 6 uova; C1914: 7 esemplari.

Segnalato per Germania e Italia, è nuovo per la Sardegna (II).

Macrobiotus terminalis Bertolani e Rebecchi, 1993

Sardegna - C254: 8 esemplari e 4 uova; C264: 5 esemplari e 1 uovo; C1645: 10 esemplari; C1646: 9 esemplari.

Nota solamente per l'Italia, è nuovo per la Sardegna (IV).

Macrobiotus persimilis Binda e Pilato, 1972

Sardegna - C839: 3 esemplari.

Isole circum-sarde - C1763: 1 esemplare; C1808: 8 esemplari e 2 uova; C1811: 23 esemplari e 2 uova; C1812: 2 esemplari e 1 uovo; C1823: 5 esemplari; C1902: 5 esemplari e 1 uovo.

Segnalato in Europa, Nord Africa, Nord America ed Australia. È nuovo per la Sardegna (I).

Il materiale dei campioni C1811, C1812 e C1902 differisce da quello degli altri campioni qui esaminati per due caratteri: la maggior lunghezza delle unghie (il *pt* delle unghie del II-III paio è compreso tra 30,03 e 40,46 mentre è compreso tra 29,30 e 31,35 negli animali degli altri campioni) e l'assenza di fossette alla base dei processi delle uova.

Macrobiotus macrocalix Bertolani e Rebecchi, 1993

Sardegna - C256: 2 esemplari e 3 uova; C261: 11 esemplari e 10 uova; C263: 3 esemplari; C1910: 2 uova.

Segnalato soltanto in Italia, è nuovo per la Sardegna (IV).

Macrobiotus pseudobufelandi Iharos, 1966

Sardegna - C257: 34 esemplari e 1 uovo; C1645: 3 esemplari e 1 uovo; C1646: 3 esemplari e 1 uovo.

Isole circum-sarde - C1763: 6 esemplari; C1770: 2 esemplari; C1831: 2 esemplari e 2 uova.

Specie segnalata per l'Austria, l'Italia (Sardegna compresa), la Polonia e la Russia (II).

Macrobotus serratus n.sp. (Figg. 8, 9 e 10; Tab. III).

Sardegna - C1907: 1 esemplare e 2 uova (uno embrionato); C1908: 3 esemplari e 2 uova.

L'olotipo e i paratipi sono conservati nella collezione di Roberto Bertolani presso il Dipartimento di Biologia Animale dell'Università di Modena.

Lunghezza degli animali: compresa fra 259,0 μm (olotipo) e 453,5 μm . Macchie oculari presenti. Cuticola liscia, provvista di pori. Armatura boccale relativamente semplice: lamelle periboccali presenti; fascia anteriore di dentelli assente; fascia posteriore assai poco evidente e costituita da dentelli molto fini, seguita sia ventralmente che dorsalmente da tre creste trasversali separate; ventralmente queste creste appaiono più brevi, leggermente allungate le due laterali, tonda quella mediana; dorsalmente le tre creste hanno forma allungata. Tubo boccale di media larghezza; bulbo con evidenti apofisi, due macroplacoidi bastoncellari dei quali il primo strozzato circa a metà, e microplacoidi. Unghie a Y, con punte accessorie sul ramo principale e lunula particolarmente ampia alla base, sia nelle prime tre paia di zampe che, ancor più, nel IV paio, dove la lunula appare anche circondata da denti triangolari radi e vistosi.

Uova ornamentate (diametro circa 90 μm , esclusi i processi), con processi tronco-conici (83-103 per emisfero), larghi alla base (circolare), ma affusolati nella parte distale, dove terminano con un disco molto piccolo e dentato. In ciascun uovo i processi hanno dimensioni abbastanza omogenee. Le misure rilevate su una delle uova sono: processi di 5,5-6,0 μm di altezza (in altri fino ad 8 μm), 6,5 μm di diametro basale e 2,5 μm di diametro del disco distale. Guscio tra i processi provvisto di fossette tondeggianti piuttosto omogenee per dimensioni (0,6-0,8 μm di diametro), disposte regolarmente e separate da una rete in genere spessa 0,2-0,3 μm (soltanto in un uovo risulta più fine).

Anche *M. serratus* appartiene al cosiddetto «gruppo *bufelandi*». Esso differisce dalle altre specie di questo gruppo per la presenza in ogni zampa di lunule vistose, caratterizzate da grossi denti nel quarto paio. A prescindere dagli animali, le uova di *M. serratus* possono in qualche modo ricordare quelle di *M. pseudobufelandi*, soprattutto per l'aspetto della reticolatura del guscio; tuttavia in *M. pseudobufelandi* (che ha unghie completamente diverse e prive di lunule nelle prime tre paia di zampe) i processi sono molto meno slanciati. Uova vagamente simili appartengono anche a *Macrobotus anderssoni* Richters, 1907; in questa specie le uova sono però caratterizzate da processi molto più lunghi, molto ravvicinati tra loro e terminanti dicotomicamente. Le uova di *Macrobotus recens* Cuénot, 1932 (il cui animale non ha lunule dentate) differiscono da quelle di *M. serratus* per la maggior lunghezza dei processi, per la mancanza di un disco distale e per la scultura non uniforme del guscio; quelle di *Macrobotus diversus* Biserov, 1990 (il cui animale ha invece lunule con mar-

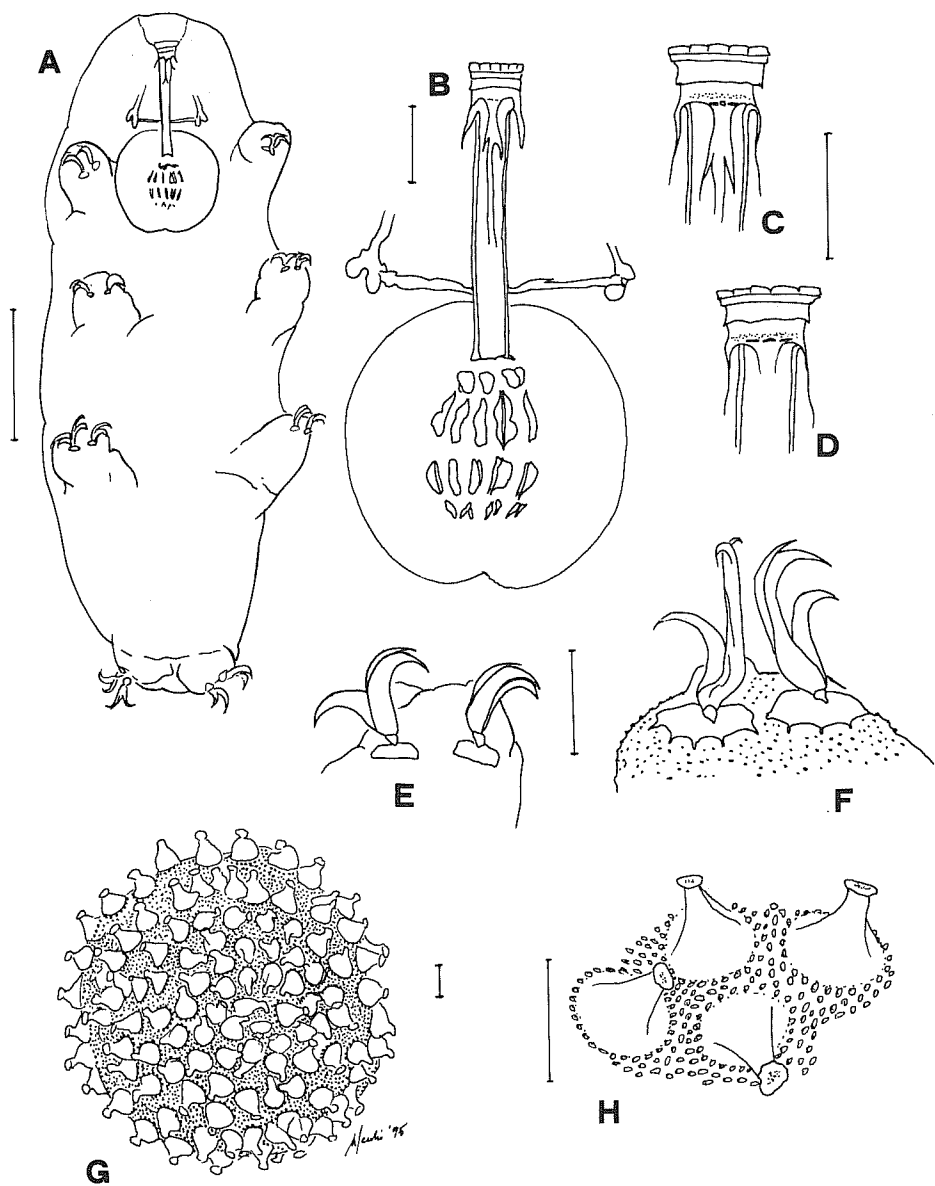
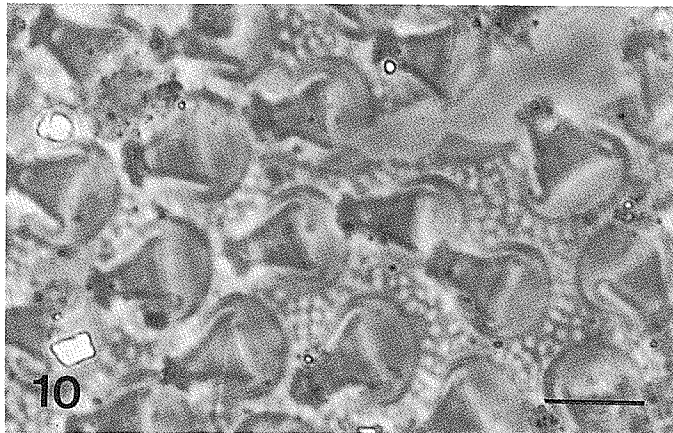
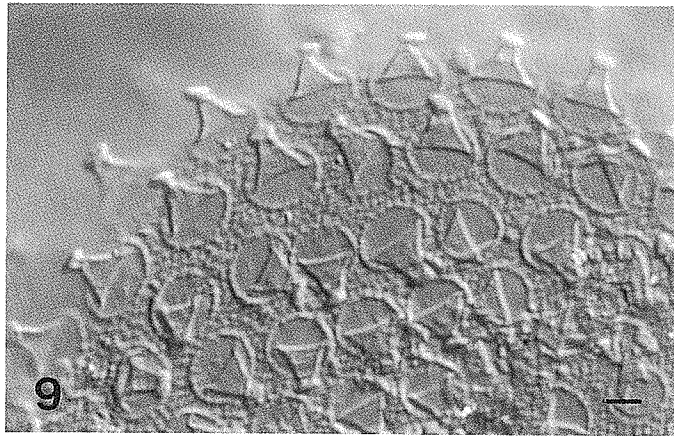


Fig. 8 - *Macrobiotus serratus* n.sp. A) habitus; B) apparato bucco-faringeo; C) armatura boccale ventrale; D) armatura boccale dorsale; E) unghie del terzo paio di zampe; F) unghie del quarto paio di zampe; G) uovo; H) particolare del guscio dell'uovo. Barra in A = 50 μ m, in B-H = 10 μ m.

gine provvisto di piccoli denti) differiscono per i processi più massicci e mancanti di un vero disco distale e per la presenza di fossette molto più fini sul guscio tra i processi. Infine, ad un esame molto superficiale, *M. serratus*, per



Figg. 9 e 10 - Particolari del guscio dell'uovo di *Macrobiotus serratus* n.sp. 9: Nomarski; 10: contrasto di fase. Barra = 10 μ m.

l'aspetto dei placoidi e soprattutto delle lunule, potrebbe ricordare *Macrobiotus adelges* Dastych, 1977 (che però non appartiene al «gruppo *bufelandi*»); in realtà tra le due specie esistono notevoli differenze a carico delle unghie (ramo principale assai più lungo in *M. adelges*), della cuticola (in *M. adelges* non sono citati pori) e delle uova che soltanto nella seconda specie hanno processi reticolati e restante superficie del guscio liscia.

Minibiotus intermedius (Plate, 1888)

Sardegna - C264: 1 esemplare; C1903: 1 esemplare; C1907: 5 esemplari e 1 uovo; C1908: 40 esemplari.

La cuticola è provvista di «perle»; l'uovo ha processi dal caratteristico

aspetto a testa di vite, ciascuno compreso in una sottile capsula tronco-conica trasparente.

La specie è cosmopolita (I).

Minibiotus cf. *intermedius*

Isole circum-sarde - C1765: 3 esemplari e 1 uovo; C1812: 32 esemplari e 2 uova.

La cuticola è priva di «perle»; sono state rinvenute uova simili a quello di *M. intermedius* del campione C1907, ma con processi un po' più grandi.

Un carattere molto vistoso quale la presenza di una cuticola del tutto priva di pori, giustificherebbe una separazione a livello specifico dal taxon precedente. Tuttavia, sapendo che vi è in atto uno studio sui *Minibiotus*, compresi probabilmente anche quelli qui considerati, da parte di Sandra Claxton (Australia), abbiamo ritenuto opportuno non procedere per ora all'istituzione di una nuova specie.

Eohypsibiidae

Amphibolus volubilis (Durante Pasa e Maucci, 1975)

Sardegna - C254: 3 esemplari e 3 uova; C264: 1 esemplare; C840: 1 uovo; C1908: 33 esemplari e 1 uovo.

Facilmente diagnosticabile quando sono presenti le uova, ma riconoscibile anche per la presenza nella fascia posteriore dell'armatura boccale degli animali di una fila rostrale di dentelli grossi e ordinati.

È noto per la Norvegia, l'Italia (Sardegna compresa) e Creta (II).

Hypsibiidae - Hypsibiinae

Doryphoribius zappalai Pilato, 1971

Sardegna - C241: 2 esemplari e 5 esuvie contenenti 4-11 uova ciascuna, in un caso embrionate.

Dulciacquicolo. Noto per la Sicilia e la Sardegna e per Centro e Sud America (I).

Thulinia ruffoi Bertolani, 1981

Sardegna - C229: 1 esemplare; C248: 1 esuvia con uova; C250: 5 esemplari.

Specie dulciacquicola. Rinvenuta più volte in Italia, è nota anche per Grecia e Russia (III).

Isobypsibius sattleri (Richters, 1902)

Sardegna - C254: 2 esemplari.

Citato per tutti i continenti (I).

Hypsibius dujardini (Doyère, 1840)

Sardegna - C229: 1 esemplare.

È specie probabilmente cosmopolita (I).

H. convergens (Urbanowicz, 1925)

Sardegna - C254: 69 esemplari; C256: 1 esemplare.

Ampliamente diffuso, presente in quasi tutti i continenti (I).

H. scabropygus Cuénot, 1929

Sardegna - C839: 14 esemplari; C1907: 5 esemplari; C1911: 61 esemplari.

Nota per numerose località europee; una segnalazione per Nord America, Africa ed Eurasia (I).

Ramazottius oberhaeuseri (Doyère, 1840)

Sardegna - C258: 2 esemplari; C261: 6 esemplari; C832: 1 esemplare; C833: 1 uovo; C835: 49 esemplari e 8 uova; C841: 40 esemplari e 3 uova; C1648: 1 esemplare; C1910: 4 esemplari.

Specie cosmopolita (I).

Itaquasconinae

Diphascon (*D.*) *pingue* Marcus, 1936

Sardegna - C833: 9 esemplari.

La specie è segnalata per l'Europa, l'Asia, il Nord e il Sud America e l'Antartide (I).

D. (*Adropion*) *scoticum* Murray, 1905

Sardegna - C256: 2 esemplari.

Cosmopolita. Segnalato per la prima volta in Sardegna (I).

Platicrista angustata (Murray, 1905)

Sardegna - C1650: 1 esemplare.

Nota per l'Europa, il Nord e il Sud America, l'Africa e l'Asia, è segnalata per la prima volta in Sardegna (I).

CONCLUSIONI

Nei campioni della Sardegna sono state individuate 34 specie di Tardigradi. Tre di queste sono nuove per la scienza e otto nuove per l'isola; per la Sardegna sono ora note complessivamente 56 specie. Nonostante sia stata presa in considerazione un'isola particolarmente significativa dal punto di vista biogeografico, si deve notare che in Sardegna vi è una netta prevalenza di specie cosmopolite o ad ampia diffusione (I), più di quanto riscontrato in simili ricerche su

altri territori italiani (Binda e Pilato, 1973; Bertolani *et al.*, 1993, 1994).

Nelle isole circum-sarde, per le quali mancavano completamente informazioni sulla presenza di Tardigradi, sono state individuate 10 specie, considerando come specie a se stante *Minibiotus cf. intermedius* per i motivi sopra esposti.

Tra tutte le specie rinvenute, oltre a quelle nuove, merita particolare attenzione *M. arguei*. Essa costituisce un elemento costante di precedenti indagini tardigradologiche sulla Sardegna e in questo studio appare particolarmente abbondante nell'isola maggiore, oltre ad essere presente in alcune piccole isole, mentre risulta rarissima al di fuori dell'area oggetto di studio. Da notare anche il frequente rinvenimento di *M. persimilis* nelle isole circum-sarde.

L'identificazione di ben tre specie nuove (ed eventualmente una quarta rinvenuta nelle isole circum-sarde) costituisce una chiara indicazione dell'interesse che gli studi sulla faunistica e la tassonomia dei Tardigradi possono ancora suscitare.

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo ringraziare la Prof.ssa Carmela Cortini Pedrotti dell'Università di Camerino ed il Prof. Marco Curini Galletti dell'Università di Sassari per averci gentilmente fornito i campioni di muschio e lichene delle piccole isole circum-sarde.

I disegni sono di Marcello Secchi.

Lavoro eseguito con contributo MURST 60% e 40%.

BIBLIOGRAFIA

- BERTOLANI R. 1981 - The taxonomic position of some eutardigrades. *Boll. Zool.*, 48: 197-203.
- BERTOLANI R. 1982 - Tardigradi (Tardigrada). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Quaderni CNR, AQ/1/168, 15, pp. 104.
- BERTOLANI R. 1983 - Tardigradi muscicoli delle dune costiere italiane, con descrizione di una nuova specie. *Atti Soc. Toscana Sci. Nat., Mem., Ser. B*, 90: 139-148.
- BERTOLANI R., GUIDETTI R. e REBECCHI L. 1993 - Tardigradi dell'Appennino umbro-marchigiano. *Biogeographia*, 17: 113-124.
- BERTOLANI R., GUIDETTI R. e REBECCHI L. 1994 - Ulteriore contributo alla conoscenza dei Tardigradi delle Marche e dell'Umbria. *Atti Soc. Toscana Sci. Nat., Mem., Serie B*, 101: 21-34.
- BERTOLANI R. e REBECCHI L. 1993 - A revision of the *Macrobotus bufelandi* group (Tardigrada, Macrobiotidae), with some observations on the taxonomic characters of eutardigrades. *Zool. Scripta*, 22: 127-152.
- BINDA M.G. e GUGLIELMINO A. 1982 - Tardigradi muscicoli e dulciacquicoli di Sardegna. *Animalia*, 9: 199-211.
- BINDA M.G. e PILATO G. 1973 - Le attuali conoscenze sulla fauna tardigradologica di alcune piccole isole circumsiciliane. *Lavori Soc. Ital. Biogeogr.*, 3: 1-7.
- GRIMALDI DE ZIO S., D'ADDABBO GALLO M. e DE LUCIA R.M. 1983 - Marine tardigrades ecology. *Oebalia*, 9: 15-31.
- MARCUS E. 1936 - Tardigrada. In: Walter de Gruyter (ed.), *Das Tierreich*, Berlin, 66: 1-340.
- PILATO G. 1972 - Prime osservazioni sui tardigradi delle Isole Egadi. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania*, Ser. IV, 11: 111-124.
- PILATO G. 1981 - Analisi di nuovi caratteri nello studio degli Eutardigradi. *Animalia*, 8: 51-57.
- PILATO G. e SPERLINGA G. 1975 - Tardigradi muscicoli di Sardegna. *Animalia*, 2: 79-90.