

# Influenza dell'inquinamento sui parassiti dei pesci

Paolo Galli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano. E-mail: paolo.galli@unimib.it

Arrivato il 1.11.1999

Accettato il 23.2.2000

## Riassunto

Nella letteratura scientifica attuale, tra gli organismi utilizzati come indicatori biologici delle alterazioni degli ecosistemi acquatici, sono stati proposti i parassiti. Così come avviene per gli organismi che conducono vita libera, il cui sviluppo è normalmente vincolato dalle caratteristiche qualitative dell'ambiente in cui vivono, è ragionevole supporre che tale condizionamento si verifichi anche nel caso dei parassiti. Nel lavoro vengono illustrate le applicazioni sperimentali nel panorama internazionale e nazionale.

**PAROLE CHIAVE:** parassiti / inquinamento

## Abstract

### **Influence of water pollution on fish parasites.**

Following the general consensus that disturbed habitats display communities with a low taxonomic diversity, the level of biological heterogeneity is often used as an index of ecosystems health. Parasites, in particular, because of the complexity of their life cycles, are suggested to be sensitive bioindicators of the ecological status of aquatic ecosystems.

**KEY WORDS:** parasites / water pollution

## INTRODUZIONE

In questi ultimi anni molte comunità acquatiche hanno subito profonde modificazioni in seguito all'immissione di sostanze inquinanti nell'ecosistema. Celebri sono, ad esempio, le alterazioni della componente biotica nel fiume Lambro (GUZZELLA e GRONDA, 1995) e nel lago d'Orta (MONTI, 1930).

È noto che alcune comunità, come quelle dei macroinvertebrati, rispondono modificandosi sotto gli effetti dell'inquinamento, tanto da essere utilizzate dagli organi competenti in protocolli standardizzati (GHETTI, 1997) per il monitoraggio delle acque superficiali; anche la comunità ittica mostra variazioni di composizione in risposta al peggioramento della qualità ambientale (GANDOLFI *et al.*, 1991).

Se le informazioni riguardanti le alterazioni delle comunità costituite da organismi che conducono vita libera sono ormai sufficientemente note, poco si sa

sulle alterazioni delle comunità dei parassiti. Tuttavia, così come avviene per gli organismi che conducono vita libera, è ragionevole supporre che almeno alcune categorie di parassiti siano condizionate dalle caratteristiche dell'ambiente in cui vivono, si accrescono e si riproducono.

Se consideriamo, infatti, i parassiti dei pesci, questi possono localizzarsi in zone quali la cute e le branchie, a contatto con l'ambiente esterno (ectoparassiti), come nel caso dei generi *Ergasilus* e *Argulus* –entrambi crostacei parassiti, i primi delle branchie, i secondi della cute– oppure all'interno del pesce (endoparassiti) ad esempio nel tubo digerente, nella vescica natatoria e nel bulbo oculare.

Gli endoparassiti completano il loro ciclo biologico utilizzando degli ospiti chiamati "definitivi" se al loro interno si compie la riproduzione sessuata, o "interme-

di” se vengono utilizzati per disperdersi nell’ambiente o per accrescersi. Se consideriamo la rete trofica degli organismi che conducono vita libera è possibile visualizzare i parassiti come organismi che vivono sempre su un nodo di questa rete (ectoparassiti) oppure come organismi che completano il loro ciclo vitale “saltando” su alcuni nodi di questa rete (endoparassiti). La scomparsa di un nodo nella rete trofica comporta la perdita di tutte le specie di parassiti che utilizzano questo nodo per completare il ciclo vitale.

I fattori che entrano in gioco nel regolare i cicli vitali dei parassiti sono sia abiotici (temperatura, salinità, ossigeno, ammoniaca, pH, ecc.), sia biotici quali la risposta immunologica dell’ospite, la dieta e le modalità di nutrizione dell’ospite, la disponibilità di ospiti intermedi infestati (WILLIAMS e JONES, 1994).

Secondo MACKENZIE *et al.* (1995) i parassiti più interessanti come indicatori di degrado ambientale sarebbero quelli con i cicli vitali più complessi, che comprendono diversi stadi di sviluppo e più ospiti, su ognuno dei quali si potrebbero registrare effetti differenti imputabili all’azione dell’inquinamento.

Gli inquinanti possono avere effetti a livello di individui, di popolazioni e di comunità. A livello di individui si è visto che si possono verificare delle anomalie a carico dei diversi organi del parassita. KUPERMAN (1992), ha messo in evidenza la comparsa di aberrazioni nelle strutture di attacco di alcuni monogenei appartenenti al genere *Diplozoon* prelevati da pesci viventi in ambienti inquinati. A livello di popolazione si possono riscontrare variazioni nelle intensità e nelle prevalenze. Ad esempio, GALLI *et al.* (1998) hanno osservato variazioni nei valori di intensità (numero medio di parassiti per pesce) e di prevalenza (percentuale di pesci parassitati rispetto al numero totale di pesci esaminati) di popolazioni di acantocefali prelevati da ambienti lotici caratterizzati da differenti livelli d’inquinamento.

Infine, variazioni nei valori degli indici strutturali di diversità di Shannon e di dominanza di Simpson sono state rilevate in comunità di parassiti prelevati da laghi caratterizzati da differenti livelli di trofia (Fig. 1) (GALLI *et al.*, in stampa).

## TIPOLOGIA DI INQUINANTI ED EFFETTI SULLA COMUNITÀ DEI PARASSITI

### Metalli pesanti

RIGGS *et al.* (1987), studiando i parassiti di pesci prelevati dal Lago Belevs in Nord Carolina, hanno rilevato una correlazione statisticamente significativa tra concentrazioni di selenio nei tessuti e la fecondità nel cestode *Bothriocephalus acheilognathi*. Nella zona

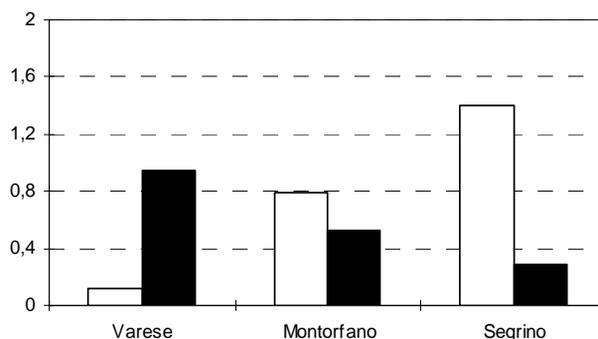


Figura 1 - Indici di diversità di Shannon (barre chiare) e di Dominanza di Simpson (Barre scure) calcolati per la comunità dei parassiti presenti in scardole (*Scardinius erythrophthalmus*) prelevate nel 1996 nei laghi di Varese (Eutrofo), Montorfano (mesotrofo) e Segrino (meso-oligotrofo).

contaminata, rispetto al sito non inquinato da selenio, la fecondità dei cestodi, misurata come numero di proglottidi gravide e numero di uova prodotte per proglottide, è risultata ridotta.

In laghi inquinati da zinco e rame sono state messe in evidenza basse prevalenze ed intensità d’infestazione da acantocefali nel tubo digerente dei pesci *Catostomus commersoni*. Tale situazione è stata correlata con un impoverimento della fauna macrobentonica, comprese le specie utilizzate come ospiti intermedi.

Cambiamenti nella risposta immunitaria di carpe esposte a concentrazioni subletali di cadmio, con un conseguente aumento del livello d’infezione del protozoo *Ichthyophthirius multifiliis*, sono stati rilevati da MOHAN e SOMMERVILLE (1988).

EVANS (1982) ha notato come concentrazioni di rame e di zinco rispettivamente di 100 e 10.000 ppm riducano la sopravvivenza delle cercarie del digeneo *Echinoparyphium recurvatum*.

### Inquinamento da cartiere

THULIN (1984) ha studiato l’effetto di effluenti di cartiere nel lago Vanern in Svezia sui copepodi *Achtheres percarum* e *Caligus lacustris*, parassiti del persico reale (*Perca fluviatilis*). Nelle sei stazioni, distribuite secondo un gradiente decrescente d’inquinamento, la prevalenza di questi ectoparassiti aumentava man mano che ci si allontanava dalla località situata nel punto d’immissione degli scarichi, in corrispondenza del quale nessun parassita era presente. THULIN *et al.* (1988) hanno eseguito uno studio sui parassiti presenti in persici (*Perca fluviatilis*) prelevati da località situate in prossimità di due cartiere, una delle quali utilizzava il cloro come agente sbiancante. Dei vari taxa presi in esame, l’acantocefalo *Neoechinorhynchus rutili* presen-

tava significative differenze nelle diverse stazioni considerate. Organismi appartenenti a questa specie non erano presenti nelle stazioni di campionamento situate in prossimità della cartiera priva di processi di decolorazione, mentre lo erano nelle altre, in corrispondenza delle quali presentavano valori crescenti di prevalenza (dal 3% al 54%) e di intensità media (da 0,1 a 2,6), calcolata come il numero medio di parassiti per pesce, avvicinandosi al punto di immissione degli scarichi della fabbrica. I valori di prevalenza dell'acantocefalo *N. rutili* risultavano regolati attraverso gli effetti esercitati sui gammaridi, ospiti intermedi di questo parassita.

### Inquinamento da piogge acide

In Nuova Scozia (Canada), la comunità dei parassiti metazoi presente nelle anguille (*Anguilla rostrata*) prelevate da un corpo idrico soggetto al fenomeno delle piogge acide, è stata confrontata con quella di un altro sito in cui tale fenomeno non era presente; la ricchezza in specie di parassiti è risultata molto più elevata nella zona non soggetta al fenomeno dell'acidificazione (CONE *et al.*, 1993). L'acidificazione di numerosi corsi d'acqua norvegesi comporta la trasformazione dell'alluminio in ioni alluminio, tossici per *Gyrodactylus salaris* parassita dei salmoni (SOLENG *et al.*, 1996).

### Eutrofizzazione

Anche il fenomeno dell'eutrofizzazione sembra interferire con i parassiti dei pesci. Studi pubblicati in Finlandia (VALTONEN *et al.*, 1987) hanno indicato una presenza di *Argulus foliaceus*, nei pesci *Rutilus rutilus* e *Perca fluviatilis*, più elevata in laghi eutrofizzati rispetto a quelli oligotrofici. Un risultato analogo è stato ottenuto da VALTONEN e TASKINEN (1988) per alcuni digenei. Gli Autori hanno osservato un incremento della prevalenza dei parassiti digenei *Rhipidocotyle campanula* presenti in pesci prelevati da laghi eutrofizzati, rispetto a laghi meno ricchi di nutrienti.

### Inquinamento termico

EURE e ESCH (1974) hanno osservato un aumento statisticamente significativo del numero di acantocefali (*Neoechinorhynchus cylindratus*) nei persici trota (*Micropterus salmoides*) presenti in acque riscaldate. Secondo gli Autori, l'aumento della temperatura dell'acqua favorirebbe un aumento della densità dei crostacei, ospiti intermedi utilizzati dagli acantocefali per chiudere il ciclo biologico. HOFFMAN e PUTZ (1964) ascrivono ad un incremento della temperatura, da 12

°C a 17-24 °C, la scomparsa di monogenei (*Gyrodactylus macrochiri*) nelle branchie di *Lepomis macrochirus*.

Numerosi studi dimostrano come la temperatura ambientale influenzi fortemente la crescita, la maturazione, la fecondità e le dinamiche stagionali di popolazioni di cestodi Pseudophyllidae e la riproduzione e la durata della vita dei monogenei (LESTER e ADAMS, 1974).

SANKURATHRI e HOLMES (1976) hanno descritto il ciclo di un digeneo in due zone di un lago canadese, caratterizzate da una diversa temperatura dell'acqua per la presenza di uno scarico termico. Essi proposero un modello di interazione interspecifica tra il mollusco *Physa gyrina* ed un suo parassita digeneo. Nel periodo invernale la superficie del lago risulta completamente ghiacciata, ad eccezione della zona d'immissione dello scarico termico. Nella zona scoperta dal ghiaccio è possibile osservare, anche in inverno, una rigogliosa crescita della vegetazione acquatica. Tale crescita favorisce lo sviluppo di molluschi che proprio della vegetazione acquatica si nutrono. L'assenza di ghiaccio sulla superficie del lago favorisce inoltre in questa zona l'addensamento degli uccelli (che vengono utilizzati dai digenei come ospiti definitivi). Le condizioni createsi favoriscono l'incremento del numero di molluschi con il parassita (il parassita si riproduce all'interno dell'uccello e le sue uova vengono depositate all'esterno attraverso le feci). Nell'area soggetta a riscaldamento la prevalenza dei digenei nei molluschi era del 75,8%, mentre nella zona fredda era del 6,5%.

### ESPERIENZE ITALIANE

In Italia studi sull'influenza dell'inquinamento sui parassiti dei pesci sono stati condotti sia in ambienti lotici, sia in quelli lentici.

Per quanto riguarda gli ambienti lotici, FIORAVANTI *et al.* (1996) hanno condotto nel 1995 uno studio sulla comunità dei parassiti di cavedani (*Leuciscus cephalus*) prelevati da cinque fiumi della Provincia di Bologna (Reno, Samoggia, Santerno, Savena e Setta). Secondo gli Autori è possibile mettere in evidenza una correlazione tra le prevalenze dei parassiti osservati e la qualità dell'acqua.

Sempre in ambienti lotici, GALLI *et al.* (2000) hanno studiato le relazioni esistenti tra la comunità dei parassiti dei pesci e il livello della qualità delle acque. In questo studio sono stati esaminati i parassiti metazoi prelevati da cavedani (*Leuciscus cephalus*), campionati in quattro settori fluviali contraddistinti da un diverso grado d'inquinamento: il fiume Ticino (non inquinato), il Canale Naviglio Pavese (moderatamente inquinato) e il fiume Lambro in località Merone (inqui-

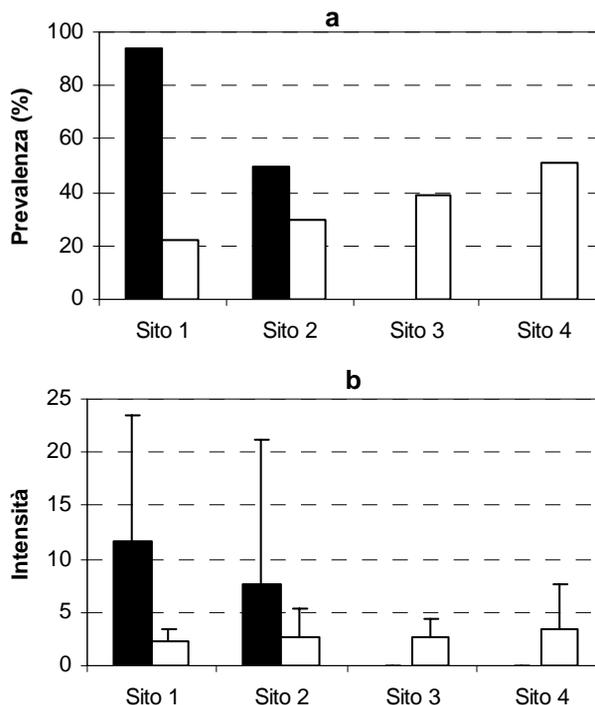
nato) ed in località Monza (fortemente inquinato). L'applicazione degli indici di diversità e di dominanza alle comunità dei parassiti dei cavedani, presenti nei diversi siti, ha permesso di mettere in evidenza una generale diminuzione della diversità ed un aumento della dominanza con l'aumentare del livello d'inquinamento, definito in base ai valori chimico-fisici e biologici. Le variazioni osservate possono essere spiegate da un lato con la graduale scomparsa degli ospiti intermedi, necessari a numerosi parassiti per completare il loro ciclo biologico e, dall'altro, soprattutto per gli ectoparassiti, più a diretto contatto con l'ambiente esterno, con la diversa sensibilità agli agenti inquinanti.

Per quanto riguarda gli endoparassiti, un'importante osservazione è stata ottenuta dall'analisi degli acantocefali (GALLI *et al.*, 1998) presenti nel tubo digerente dei cavedani prelevati dai quattro siti già citati. Sono state, infatti, identificate due specie: *Pomphorhynchus laevis* ed *Acanthocephalus anguillae*, la prima caratterizzata dall'aver come ospite intermedio i gammaridi, la seconda gli asellidi (*Asellus aquaticus*). Spostandosi dall'ambiente pulito verso quello più inquinato è possibile osservare un aumento di *A. anguillae*, sia come prevalenza sia come intensità; *P. laevis*, viceversa, diminuisce spostandosi dal sito pulito a quello con moderati sintomi d'inquinamento, sino a scomparire nei siti più inquinati (Fig. 2).

Tali variazioni possono essere spiegate tenendo conto del fatto che gli acantocefali prevedono un ciclo riproduttivo che coinvolge ospiti intermedi diversi tra loro. I gammaridi, a differenza degli asellidi, sono sensibili all'inquinamento. Nei siti oggetto di studio i gammaridi sono risultati abbondanti nel Ticino, moderatamente presenti nel Naviglio Grande, assenti nelle due stazioni localizzate sul Lambro. Al contrario gli asellidi sono stati campionati in tutti i quattro siti con un aumento di densità spostandosi verso gli ambienti più inquinati.

L'aumento delle densità delle popolazioni di *A. anguillae* può inoltre essere spiegato tenendo conto del fatto che, spostandosi verso ambienti inquinati, diminuisce il numero di specie macrobentoniche. In condizioni di forte inquinamento la probabilità che il cavedano, specie generalista (GANDOLFI *et al.*, 1991) si nutra di asellidi si accresce quindi notevolmente.

Per quanto riguarda gli ambienti lentici GALLI *et al.*, (in stampa) hanno studiato le comunità dei parassiti in scardole (*Scardinius erythrophthalmus*) prelevate da laghi caratterizzati da differenti livelli di trofia: Varese (eutrofico), Montorfano (mesotrofico) e Segriano (meso-oligotrofico). I risultati ottenuti hanno permesso di evidenziare un diverso effetto del fenomeno dell'eutrofizzazione nei confronti degli endoparassiti (maggiormente presenti nell'ambiente oligotrofo) ed ecto-



**Fig. 2** - Prevalenza (a) ed Intensità media (b) per *Pomphorhynchus laevis* (barre scure), *Acanthocephalus anguillae* (barre bianche) presenti in *Leuciscus cephalus* prelevati nei quattro luoghi di campionamento: Ticino, non inquinato; Naviglio Grande, moderatamente inquinato; Lambro in località Merone, inquinato; Lambro in località Monza, fortemente inquinato. Per ogni sito è mostrata la Deviazione Standard.

parassiti (maggiormente diffusi nel lago di Varese, eutrofo). I risultati ottenuti hanno portato gli Autori ad ipotizzare l'esistenza di un *fingerprint* a livello delle comunità dei parassiti, caratteristico delle condizioni qualitative dell'ambiente nel quale si sviluppano.

## CONCLUSIONI

Sulla base delle osservazioni emerse da questi studi appare evidente come le diverse forme d'inquinamento possano modificare la struttura della comunità dei parassiti. In particolare i contaminanti tendono ad influenzare la prevalenza, l'abbondanza e l'intensità dei parassiti esercitando i propri effetti, sia direttamente sulle loro fasi a vita libera, sia indirettamente, attraverso i loro ospiti intermedi.

Perplessità circa la possibilità di utilizzare i parassiti dei pesci come indicatori della qualità dell'acqua sono mosse da KENNEDY (1997). Secondo l'Autore, le difficoltà possono essere incontrate nella reperibilità dei

pesci, nella caratteristica dei parassiti di presentare, generalmente, una distribuzione aggregata (pochi pesci all'interno di una popolazione sono infestati da un numero elevato di parassiti). Per poter essere certi di prelevare dei parassiti è quindi necessario prevedere un elevato sforzo di campionamento dei pesci. Alcuni gruppi di parassiti sono determinabili a livello specifico solo da pochi specialisti. Questa difficoltà limita notevolmente la possibilità di diffusione di un eventuale protocollo di monitoraggio. Alcuni gruppi di parassiti sono soggetti a notevoli variazioni stagionali: l'interpretazione dei dati ottenuti potrebbe quindi essere falsata dalla stagione in cui i campionamenti vengono eseguiti. Inoltre per alcuni parassiti non sono noti gli areali di distribuzione.

Sempre secondo KENNEDY è importante domandarsi non solo se i parassiti "possono" essere utilizzati come indicatori biologici ma anche se sono "migliori" indicatori biologici del degrado ambientale rispetto, ad esempio, ai macroinvertebrati.

A favore dell'utilizzo dei parassiti dei pesci come possibili indicatori biologici della qualità dell'acqua è CHUBB (1997). Egli, benché riconosca le difficoltà espresse da KENNEDY ritiene che numerose forme d'inquinamento possono essere ben rilevate dallo studio dei parassiti. CHUBB riconosce la mancanza di informazioni ecologiche e biologiche di numerosi gruppi di parassiti, così come evidenziato da KENNEDY, ma ritiene che queste lacune debbano, e possano, essere colmate in breve tempo.

## BIBLIOGRAFIA

- CONE D.K., MARCOGLIESE D.J., WATT W.D., 1993. Metazoan parasite communities of yellow eels (*Anguilla rostrata*) in acidic and limed rivers of Nova Scotia. *Canadian Journal of Zoology*, **71**: 177-184.
- CHUBB J.C., 1997. Fish parasites as indicators of environmental quality: a second perspective. *Parassitologia*. **39**: 255.
- EURE H.E., ESCH G.W., 1974. The effects of thermal effluents on the population of helminth parasites in the largemouth bass, *Micropterus salmoides*. In: "Thermal Ecology" J. W. Gibbons and R. R. Shority, (Eds), 207-215. AEC Symposium Series (CONF - 730505).
- EVANS N.A., 1982. Effect of copper and zinc upon the survival and infectivity of *Echinoparyphium recurvatum* cercariae. *Parasitology* **85**: 295-303.
- FIORAVANTI M.L., MINELLI C., RIZZOLI M., RESTANI R., 1996. Parasitological survey of freshwater fish from rivers of the Bologna province. VII European Multicolloquium of Parasitology. 2-6 September 1996: P. 34. Parma, Italy.
- GALLI P., MARINIELLO L., CROSA G., ORTIS M., OCCHIPINTI AMBROGI A., D'AMELIO S., 1998. Populations of *Acantocephalus anguillae* and *Pomphorhynchus laevis* in different condition of pollution. *Journal of Helminthology*. **72**: 331-335.
- GALLI P., CROSA G., ALBRICCI O., TIEGHI K., COTTA RAMUSINO M., GARIBALDI L. (in stampa). Influenza dell'eutrofizzazione sulle popolazioni di Scardole (*Scardinius erythrophthalmus* Linnaeus, 1758). *Supplementi alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*
- GALLI P., CROSA G., TAGLIABUE S., VANINI S., 2000. Parasite communities in chubs (*Leuciscus cephalus*) collected in rivers with different level of pollutions. *Bollettino Società Italiana di Patologia Ittica*: 18-25.
- GANDOLFI G., ZERUNIANI S., TORRICELLI P., MARCONATO A., 1991. I pesci delle acque interne italiane. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato Roma. 617 pp.
- GHETTI P.F., 1997. Indice Biotico Esteso: i macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento.
- GUZZELLA L., GRONDA. A., 1995. La contaminazione da microinquinanti organici nelle acque del nodo Lambro-Po: risultati delle analisi chimiche. *Acqua Aria* **6**: 641-651.
- HOFFMAN G.L., PUTZ R.E., 1964. Studies on *Gyrodactylus macrochiri* n. sp. (Trematoda: Monogenea) from *Lepomis macrochirus*. *Proceeding of the Helminthological Society of Washington* **31**: 76-82.
- KENNEDY C. R., 1997. Freshwater parasites and environmental quality: an overview and caution. *Parassitologia*. **39**: 249-257.
- KUPERMAN B.I., 1992. Fish parasites as bioindicators of the pollution of bodies of water. *Parazitologia* **26**: 479-82.
- LESTER R.G.J., ADAMS. J.R. 1974. *Gyrodactylus alexanderi*: reproduction, mortality and effect on its host *Gasterosteus aculeatus*. *Canadian Journal of Zoology*. **52**: 827-833.
- MACKENZIE K., WILLIAMS H.H., WILLIAMS B., McVICAR A.H., SIDDALL R., 1995. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advance in Parasitology* **35**: 85-144.
- MOHAN C.V., SOMMERVILLE C., 1988. Effect of cadmium on susceptibility and immune response of common carp to the protozoan *Ichthyophthirius multifiliis*. Vth European Multicolloquium of Parasitology, p. 107.
- MONTI R., 1930. La graduale estinzione della vita nel Lago d'Orta. *Rendiconti Regio Istituto Lombardo di Scienze e Lettere* **63**: 75-94.
- RIGGS M.R., LEMLY A.D., ESCH. G.W., 1987. The growth, biomass and fecundity of *Bothriocephalus acheilognathi* in a North Carolina cooling reservoir. *Journal of Parasitology* **73**: 893-900.

- SANKURATHRI C.S., HOLMES J.C., 1976. Effects of thermal effluents on parasites and commensals of *Physa gyrina* Say (Mollusca: Gastropoda) and their interactions at Lake Wabamun, Alberta. *Canadian Journal of Zoology* **54**: 1742-1753.
- SOLENG A., POLÉO A.B.S., BAKKE T.A., ALLSTAD N., 1996. Aluminium Toxicity to *Gyrodactylus salaris* (Monogenea). VII European Multicolloquium of Parasitology. 2-6 September 1996. Parma, Italy.
- THULIN J., 1984. The impact of some environmental changes on the parasite fauna of cod in Swedish waters. Vth European Multicolloquium of Parasitology, 239-240.
- THULIN J., HÖGLUND J., LINDESJÖÖ E., 1988. Disease and Parasites of fish in a bleached kraft mill effluent. *Water Science Technology*. **20**: 179-180.
- VALTONEN E.T., KOSKIVAARA M., 1987. The effect of environmental stress on trematodes of perch and roach in central Finland. In: Actual Problems in Fish Parasitology. p 103. 2nd International Symposium of Ichthyoparasitology Tihany, Hungary.
- VALTONEN E.T., TASKINEN J., 1988. *Rhipidocotyle campanula* in its first and second intermediate hosts in central Finland; associated with pollution?. Vth European Multicolloquium of Parasitology, Hungary, p. 110.
- WILLIAMS H., JONES A., 1994. *Parasitic worms of fish*. Taylor & Francis London Ltd., 593 pp.