

## Studio sulla capacità di ritenzione a breve termine in un corso d'acqua alpino

Maurizio Siligardi<sup>1\*</sup>, Francesca Ciutti<sup>2</sup>, Cristina Cappelletti<sup>2</sup>, Catia Monauni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente - Provincia Autonoma di Trento. Via Mantova, 14 - 38100 Trento.

<sup>2</sup> Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, Dip. Risorse Naturali ed Ambiente, U.O. Biologia e Chimica Ambientale e Acquacoltura. Via E. Mach, 2 - 38010 S. Michele all'Adige (Trento)

\* Autore referente per la corrispondenza (Fax: 0461 497759; e-mail: ctm.appa@provincia.tn.it, msilig@tin.it)

Pervenuto il 15.9.2000, accettato il 3.11.2000

### Riassunto

Misure della capacità ritenitiva a breve termine sono state effettuate in quattro stazioni del T. Fersina (Trentino, Italia), rilasciando in alveo 1000 foglie di *Ginkgo biloba*. 100 metri più a valle, ad intervalli prestabiliti di tempo, sono state contate le foglie transitate (quindi non trattenute). È stato effettuato il rilievo delle foglie intrappolate lungo il tratto, in ciascuna delle principali strutture morfologiche fluviali (raschi, pozze, ecc.). L'elaborazione dei dati ha consentito di descrivere la capacità ritenitiva del corso d'acqua secondo un modello di tipo esponenziale.

Tale approccio metodologico, di semplice esecuzione ed interpretazione, può risultare uno strumento efficace nella valutazione dell'efficienza di ritenzione di un corso d'acqua, utile per una migliore comprensione delle dinamiche ecologiche che regolano gli ecosistemi fluviali e per la gestione degli stessi.

**PAROLE CHIAVE:** Ritenzione / CPOM / Torrente Fersina (Trentino)

### Abstract

#### Short term retention assessment in freshwater ecosystems

Retention mechanisms, which retain CPOM in freshwater ecosystems, are very important because they allow it to be processed rather than transported downstream in a coarse particulate form. Short term retention measurements were applied in an alpine stream in Trentino (Italy) releasing 1000 leaves of *Ginkgo biloba* at the top of a 100 m stretch in four selected stations. Leaves not retained at the end of the stretch were counted after pre-established intervals of time. The location and type of retention structures were also investigated. Results based on non-trapped leaves showed that short term retention is related to the hydrology and the substrate typology and can be described by exponential curves.

This kind of investigation seems to be a useful method for evaluating the ecological aspects of alpine streams and furnishes necessary information for river management and rehabilitation.

**KEY WORDS:** Retention / CPOM / Fersina stream (Trentino - Italy).

### INTRODUZIONE

Il metabolismo dei tratti iniziali dei corsi d'acqua, situati in aree forestate, è di tipo eterotrofico, dipende cioè in larga misura dagli apporti di materiale organico (CPOM, Coarse Particulate Organic Matter: materiale organico di grosse dimensioni, come ad es. foglie, rametti, frutti, ecc.) provenienti dal sistema terrestre circostante, che funge da sorgente di energia (VANNO-

TE *et al.* 1980). Il livello di spiralizzazione e, di conseguenza, l'efficienza di utilizzo di tale risorsa energetica dipendono innanzi tutto dalla capacità del corso d'acqua di trattenere la sostanza organica (NEWBOLD *et al.*, 1981; NEWBOLD, 1992; WALLACE *et al.*, 1977). I meccanismi di ritenzione in un corso d'acqua svolgono quindi una funzione fondamentale nel processo di ci-

clizzazione della sostanza organica, in quanto permettono al materiale organico di grosse dimensioni (CPOM) di essere intrappolato ed elaborato dalle comunità biologiche. In particolare, la densità di macroinvertebrati trituratori è ampiamente condizionata dalla disponibilità del CPOM intrappolato attraverso i meccanismi di ritenzione (TOWNSEND e HILDREW, 1988; VANNOTE *et al.*, 1980; ROEDING e SMOCK, 1989).

Il processo di ritenzione è basato sull'intrappolamento del CPOM, sotto forma di foglie, rametti o detrito organico caduti o trasportati in alveo, e sul suo successivo immagazzinamento *in situ*. In generale, la ritenzione delle foglie in un corso d'acqua dipende dalle sue caratteristiche idrologiche e morfologiche: il grado di diversità morfologica, la velocità della corrente e la scabrezza del substrato contribuiscono a determinare una varietà di situazioni che aumenta l'efficacia di ritenzione (HILDREW *et al.*, 1991; TOWNSEND *et al.*, 1983; TOWNSEND *et al.*, 1987).

La misura della capacità di ritenzione in un corso d'acqua rappresenta quindi un passo importante nella comprensione delle dinamiche che regolano la composizione della comunità macrobentonica (PETERSEN e PETERSEN, 1991).

L'efficienza di ritenzione può essere valutata computando la quantità di foglie (o di strisce di plastica colorata) sequestrate in un tratto di lunghezza nota di un corso d'acqua, rispetto alla quantità di foglie rilasciate all'inizio del tratto stesso. Dal punto di vista matematico, il modello di ritenzione è stato descritto come una curva esponenziale negativa, in cui il numero di foglie trattenute lungo un tratto noto di un corso d'acqua diminuisce nel tempo (SPEAKER *et al.*, 1984; PETERSEN e PETERSEN, 1991). Il tasso istantaneo di ritenzione può essere rappresentato come l'inverso della distanza media percorsa dalle foglie (NEWBOLD *et al.*, 1981).

Le metodologie per la misura della ritenzione, basate sull'analisi delle foglie trattenute, sono di difficile applicabilità nei corsi d'acqua alpini, in quanto la particolare morfologia dell'alveo ostacola il rinvenimento e il recupero delle foglie intrappolate in zone di difficile accessibilità (tratti a forte turbolenza, raschi, pozze profonde, etc.); per tale motivo, può essere più utile e immediata l'analisi delle foglie non trattenute.

Scopo del presente studio è quello di proporre un metodo semplice e facilmente applicabile per la determinazione dell'efficienza di ritenzione di un corso d'acqua, attraverso l'analisi delle foglie non trattenute. I dati ottenuti, migliorando la comprensione dei processi di ritenzione, possono risultare utili sia nella fase di progettazione sia in quella di gestione degli interventi di riqualificazione degli ambienti fluviali.

## MATERIALI E METODI

Lo studio è stato effettuato nel giugno 1993, in quattro tratti (Tab. I) selezionati sul torrente Fersina, situato in Val dei Mocheni (Trentino) e rappresentati dalle seguenti tipologie:

- PALÙ (PAL): caratterizzato da una serie di briglie, distanti 25 metri, presenta un alveo con successione irregolare di buche e raschi e un substrato costituito prevalentemente da ciottoli e ghiaia;
- DRAZZERI (DRA): tratto in condizioni d'elevata naturalità, con substrato composto essenzialmente da massi e ciottoli, e con un'alternanza di piccoli raschi, pozze e cascatelle;
- MOLINI (MOL): la presenza di una briglia di grandi dimensioni, seguita da una pozza con elevata turbolenza è l'elemento predominante in questo tratto; l'alveo è costituito prevalentemente da ciottoli e ghiaia;
- CANEZZA (CAN): tratto omogeneo caratterizzato da un alveo costituito da ciottoli e ghiaia, bassa pendenza e modesta velocità di corrente, pressoché totale assenza di raschi e pozze.

Per la misura della capacità ritenitiva, all'inizio di ogni tratto considerato, della lunghezza di 100 m, sono state rilasciate 1000 foglie di *Ginkgo biloba* L.

Rispetto all'uso di altre specie vegetali, l'utilizzo di foglie di *G. biloba*, raccolte nel periodo dell'abscissione ed essiccate, è particolarmente vantaggioso. Infatti, trattandosi di una specie esotica ornamentale, diffusa solo in zone urbanizzate (giardini), i corsi d'acqua sono privi di apporti naturali delle sue foglie. Ciò esclude la possibilità di confusione tra apporti naturali e sperimentali, mentre l'inconfondibile forma flabellata delle foglie e il loro caratteristico e intenso colore giallo autunnale ne facilitano grandemente l'individuazione visiva.

Prima del rilascio in corrente, le foglie sono state poste in acqua per circa un'ora, al fine di reidratarle ed evitarne il trasporto a valle per galleggiamento sulla superficie, assicurandone, invece, il loro transito nell'intero volume fluitante.

Dal momento del rilascio sono stati misurati il tem-

**Tab. 1.** Principali caratteristiche fisiche e idrauliche dei tratti indagati.

Parametri fisici	PALÙ	DRAZZERI	MOLINI	CANEZZA
Altitudine (m s.l.m.)	1350	690	640	580
Pendenza (%)	1	3	1	1
Portata (L/s)	-	120	110	330
Profondità media (cm)	25	40	20	30
Ampiezza media (m)	6	4	6	5

**Tab. II.** Percentuale di foglie non trattenute (FNT) e trattenute totali (FTT), queste ultime suddivise in rinvenute (FTR) e non rinvenute, cioè “perse” (FTP)\*.

	PALÙ	DRAZZERI	MOLINI	CANEZZA
Foglie non trattenute in 1 ora (FNT)	19,2	19,7	7,3	37,2
Foglie trattenute totali (FTT), di cui:	80,8	80,3	92,7	62,8
Foglie trattenute rinvenute (FTR)	35,8	44,5	70,3	41,4
Foglie trattenute ma non rinvenute (FTP)	45,0	35,8	22,4	21,4

\* FNT e FTR sono dati rilevati; FTT e FTP, invece, sono calcolati per differenza.

po di percorrenza della prima foglia giunta alla fine del tratto ed il numero di foglie transitate (FNT: foglie non trattenute) dopo 1, 2, 3, 4, 7, 10, 15, 20, 40 e 60 minuti. Lungo il tratto di 100 metri sono state inoltre censite le strutture di ritenzione, rilevandone la localizzazione, il tipo, nonché il numero di foglie in esse trattenute e rinvenute (FTR).

Sono stati quindi confrontati i risultati rilevati nei quattro tratti sperimentali ed è stata elaborata un'ipotesi di modello di ritenzione. L'indagine è stata eseguita in un periodo di regime di flusso regolare con portata costante.

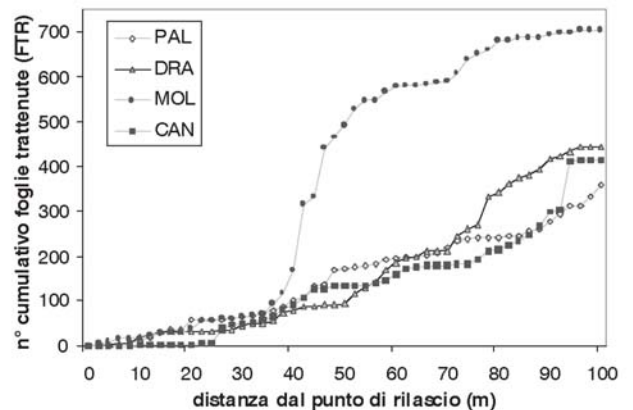
## RISULTATI E DISCUSSIONE

L'analisi del numero di foglie non trattenute (FNT) al termine dei 60 minuti previsti dal metodo, può essere considerata una valida misura sintetica dei processi di ritenzione, in quanto si è osservato che l'intrappolamento di un'elevata porzione delle foglie utilizzate per l'indagine avviene nei momenti immediatamente successivi al rilascio. In generale, infatti, è stato osservato (SPEAKER *et al.*, 1984; PETERSEN e PETERSEN, 1991) che, per periodi superiori alle 2-3 ore, non si rilevano variazioni sostanziali nel numero delle FTR, poiché il passaggio di foglie ritenute inizialmente in maniera blanda e poi trasportate a valle è molto ridotto.

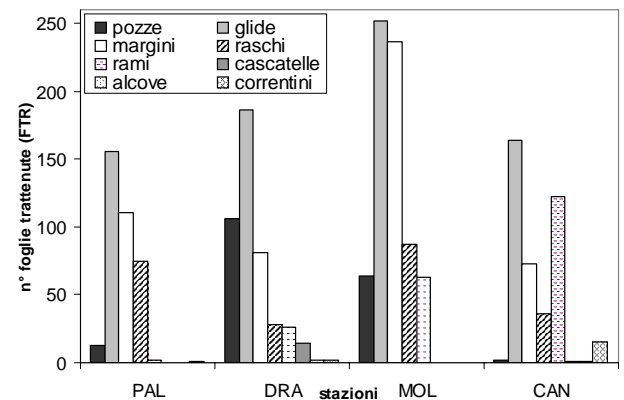
Sulla base del numero di foglie transitate e quindi non trattenute (FNT) al termine dei 60 minuti, è pertanto possibile affermare che i tratti oggetto di indagine possiedono differente capacità di ritenzione: la percentuale di foglie trattenute totali (FTT) è, infatti, 80,8 % in PALÙ, 80,2 in DRAZZERI, 92,7 in MOLINI e 62,8 in CANEZZA (Tab. II).

Nel corso dell'indagine si è osservata l'impossibilità di recuperare tutte le foglie trattenute e, di conseguenza, si è constatato un numero considerevole di foglie trattenute perse (FTP), variabile dal 21% nel tratto di CANEZZA al 45% in quello di PALÙ. Tale fenomeno va sicuramente ricondotto alla variabilità riscontrata nei caratteri ambientali dei tratti indagati: se consideriamo ad esempio i tratti esaminati, rileviamo in PALÙ la presenza di numerose zone con elevata turbolenza e zone con pozze piuttosto profonde, che hanno reso

difficoltoso il rinvenimento di tutte le foglie trattenute, mentre, nel caso di CANEZZA, la banalizzazione morfologica, con la pressoché totale assenza di sequenze buca-raschio e la modesta velocità della corrente, ha reso più omogenei e lineari i risultati ottenuti nella prova.



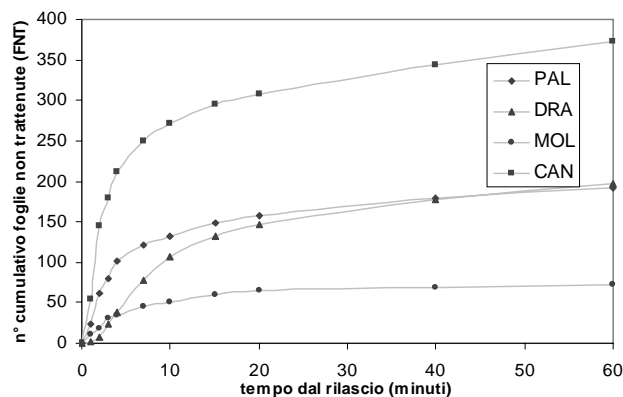
**Fig. 1.** Numero cumulativo di foglie trattenute rinvenute (FTR), delle 1000 immesse all'inizio di ciascun tratto di 100 metri. PAL= PALÙ, DRA= DRAZZERI, MOL= MOLINI, CAN= CANEZZA.



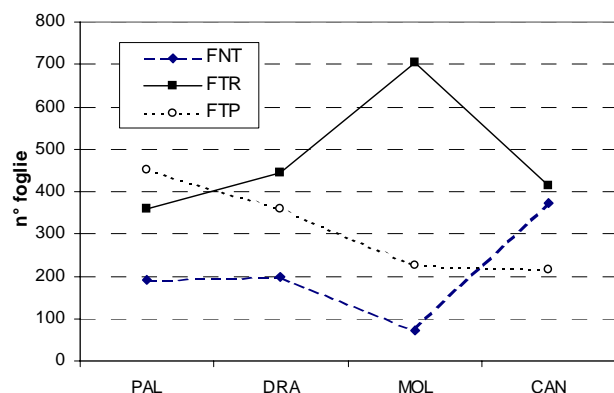
**Fig. 2.** Foglie rinvenute (FTR) in ciascuna tipologia di struttura di ritenzione. PAL= PALÙ, DRA= DRAZZERI, MOL= MOLINI, CAN= CANEZZA.

Sembra inoltre accertato il ruolo che assumono grosse strutture, come la briglia presente nel tratto di MOLINI (Fig. 1), nell'influenzare i modelli di ritenzione lungo un corso d'acqua, in accordo con quanto osservato da SPEAKER *et al.* (1984), che recuperava un numero elevato di foglie in prossimità delle briglie, e più precisamente nei bordi delle pozze formate immediatamente a valle delle stesse. Nei tratti considerati, una serie variabile di strutture morfologiche ha contribuito con diversa capacità di ritenzione all'intrappolamento delle foglie rilasciate nella prova (Fig. 2).

La figura 3 mostra il numero cumulativo di foglie non trattenute (FNT) contate negli intervalli di tempo prestabiliti in transito al termine del tratto di 100 metri. CANEZZA mostra la minore efficienza ritentiva, per l'uniformità delle strutture morfologiche, con alveo costituito prevalentemente da ciottoli e ghiaia, bassa



**Fig. 3.** Numero cumulativo delle foglie non trattenute (FNT) nei quattro tratti in studio, all'inizio di ciascuno dei quali sono state immerse 1000 foglie. PAL= PALÙ, DRA= DRAZZERI, MOL= MOLINI, CAN= CANEZZA.



**Fig. 4.** Foglie non trattenute (FNT), trattenute rinvenute (FTR) e perse (FTP) nei quattro tratti in studio all'inizio di ciascuno dei quali sono state immerse 1000 foglie. PAL= PALÙ, DRA= DRAZZERI, MOL= MOLINI, CAN= CANEZZA.

turbolenza e velocità di corrente ed assenza di sequenze buca-raschio.

Pur essendo logico attendersi che il numero di foglie trattenute rinvenute (FTR) sia strettamente legato a quello delle foglie non trattenute (FNT), la figura 4 mostra che, a causa dell'elevata e variabile percentuale di foglie "perse" (FTP), l'analisi delle foglie intrappolate rinvenute nel tratto di 100 m avrebbe fornito risultati poco affidabili.

Pertanto la proposta di valutazione della capacità ritentiva attraverso l'analisi delle foglie non trattenute (FNT) in un intervallo di tempo noto, potrebbe risultare la metodologia più corretta nell'ambito degli ecosistemi dei corsi d'acqua montani.

Si osservi in figura 3 come il numero di foglie non trattenute in MOLINI dopo 60 minuti sia minore di quello delle foglie non trattenute dopo 2 minuti a CANEZZA. PALÙ e DRAZZERI mostrano curve piuttosto simili: nel complesso, infatti, la capacità di ritenzione delle briglie a PALÙ è equivalente a quella dovuta alla presenza di grossi massi e ciottoli a DRAZZERI.

Al fine di descrivere tali curve è stato utilizzato un algoritmo, la cui forma generale è:

dove  $f(x)$  è il numero di foglie osservate alla fine del tratto (FNT), e  $x$  corrisponde al tempo dopo il rilascio iniziale;  $b_1$  e  $b_2$  sono coefficienti.

In un modello teorico asintotico, l'asintoto di ogni curva indica la capacità di ritenzione di ogni tratto, contraddistinto da differenti caratteristiche idrologiche e morfologiche. Una bassa efficienza di ritenzione è descritta da un asintoto alto, mentre un asintoto basso è sinonimo di elevata ritenzione.

I coefficienti  $b_1$  e  $b_2$  sono stati calcolati attraverso il metodo dei minimi quadrati per ogni gruppo di risultati, ottenendo i seguenti algoritmi per ogni tratto indagato:

$$f(x) = \frac{42,24x}{1 + 0,21x} \quad \text{per PALÙ;}$$

$$f(x) = \frac{14,88x}{1 + 0,057x} \quad \text{per DRAZZERI;}$$

$$f(x) = \frac{14,44x}{1 + 0,18x} \quad \text{per MOLINI;}$$

$$f(x) = \frac{104,48x}{1 + 0,277x} \quad \text{per CANEZZA.}$$

Su questa base, sono stati calcolati i nuovi valori del numero di foglie transitate nella stessa sequenza d'in-

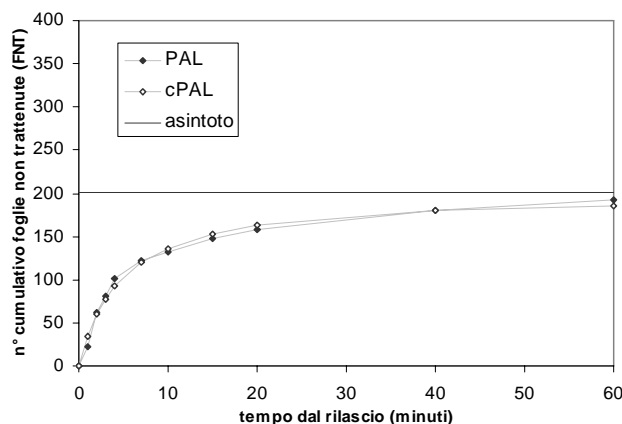


Fig. 5. Confronto tra curve osservate (PAL) e calcolate (cPAL) del numero cumulativo di foglie non trattenute per il tratto PALÙ.

tervalli di tempo, ottenendo in tal modo i “dati attesi”.

Sono state quindi disegnate le curve “calcolate”: esse risultano molto simili a quelle osservate, come mostra l’esempio del tratto PALÙ (Fig. 5).

Per ciascun algoritmo, il coefficiente asintotico è ottenuto dal calcolo del rapporto

$$\vartheta = \frac{b_1}{b_2}.$$

Nella stazione PALÙ il valore di  $\vartheta$  è pari a 201.1, per DRAZZERI è di 261.1, per MOLINI è di 80.2 ed infine per CANEZZA è pari a 377.2.

Il tratto con il valore di  $\vartheta$  più alto corrisponde a

quello con minor efficienza di ritenzione, mentre quello con il rapporto più basso presenta la migliore capacità ritentiva.

I meccanismi di ritenzione dei raschi sono diversi da quelli delle pozze: queste ultime inducono la deposizione delle foglie per la riduzione della velocità di corrente, mentre nei raschi la ritenzione è dovuta all’intrappolamento fisico delle foglie sotto i massi ed i ciottoli. Nel caso oggetto di studio, si è osservato che la turbolenza presente a valle delle briglie ha determinato l’intrappolamento di un numero elevato di foglie; va comunque osservato che tale meccanismo ritentivo è piuttosto instabile, permettendo lo scorrimento a valle del materiale accumulato anche in presenza di lievi variazioni della portata. A tale proposito è utile notare che la portata, insieme alla scabrezza, influisce sulla ritenzione; si rende perciò necessario anche uno studio in condizioni di variabilità di portata in uno stesso fiume.

## CONCLUSIONI

Il presente studio vuole proporre un metodo semplice di determinazione della capacità ritentiva dei corsi d’acqua. Il modello matematico proposto può essere utilizzato nell’ambito dello studio delle dinamiche fluviali, con applicazioni nel campo della gestione dei corsi d’acqua e della riqualificazione ambientale. L’approccio metodologico descritto dovrà essere saggiato sperimentalmente in altre tipologie di corsi d’acqua ed in diverse condizioni di regime idraulico, al fine di ottenere un più ampio ventaglio di rette asintotiche, in grado di descrivere differenti modalità ed efficienze di ritenzione della sostanza organica.

## BIBLIOGRAFIA

- HILDREW A.G., DOBSON M.K., GROOM A., IBBOTSON A., LANCASTER J., RINDLE, S.D., 1991. Flow and retention in the ecology of stream invertebrates. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, **24**: 1742–1747.
- NEWBOLD J.D., ELWOOD J.W., O’NEILL R.V., VANWINKLE W., 1981. Measuring nutrient spiralling in streams. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **38**: 860-863.
- NEWBOLD J.D., 1992. Cycles and Spirals of Nutrients. In: P. Callows and G.E. Petts (eds.), *The River Handbook vol. 1*. Blackwell Scient. Publications, Oxford, 379-408.
- PETERSEN L.B.M., PETERSEN, R.C., 1991. Short term retention properties of channelized and natural streams. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, **3**: 1756-1759.
- SPEAKER R., MOORE K., GREGORY S., 1984. Analysis of process of retention of organic matter in stream ecosystems. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, **22**: 1835-1841
- ROEDING C.E., SMOCK L.A., 1989. Ecology of macroinvertebrate shredders in low-gradient sandy-bottomed stream. *J. NABS.*, **8**: 149-161
- TOWNSEND C.R., HILDREW A.G., FRANCIS J.E., 1983. Community structure in some southern English streams: influence of physicochemical factors. *Freshwat. Biol.*, **13**: 521-544
- TOWNSEND C.R., HILDREW A.G., SCHOFIELD K., 1987. Persistence of stream invertebrate communities in relation to environmental variability. *J. anim. Ecol.*, **56**: 597-613.
- TOWNSEND C.R., HILDREW A.G., 1988. Pattern and process in low order acid streams. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, **23**: 1267-1271.
- VANNOTE R L., MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., SEDELL J.R., CUSHING C.E., 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, **37**: 130 – 137
- WALLACE J.B., WEBSTER J.R., WOODALL W.R., 1977. The Role of Filters Feeders in Flowing Waters. *Archives in Hydrobiologie*, **79**: 506-532.