

Dr. Tatiana Mikhaevitch

Accademia Nazionale delle Scienze di Bielorussia, Centro Scientifico e Pratico delle Biorisorse

E mail: romanotatiana@fastwebnet.it

Prof. Mario Cotta Ramusino, Dipartimento di Biologia, Università degli studi di Milano, via Celoria, 26, 20133 Milano, Italia.

Fauna dei Briozoi di acqua dolce in Bielorussia ed ecologia di *Plumatella fungosa* nel bacino di raffreddamento della Centrale Idroelettrica di Beloozersk, Bielorussia

La Bielorussia, piccola repubblica con una popolazione di circa 10 milioni. Nella repubblica vi sono vaste risorse idriche superficiali e sotterranee, con oltre 20 000 corsi d'acqua per una lunghezza totale di circa 100 000 km, e più di 10 00 laghi.

La fauna dei Briozoi di acqua dolce in Bielorussia è poco conosciuta. La collezione dei Briozoi è stata raccolta nel corso degli anni 1983-1995 e, in collaborazione con il Professore Timothy Wood dell'Università di Dayton, per la prima volta in Bielorussia, sono state determinate le loro specie. Attualmente, la fauna dei Briozoi nei bacini della Bielorussia conta 9 specie:

1. *Cristatella mucedo*
2. *Hyalinella punctata*
3. *Plumatella bombayensis*, tipica specie tropicale (Cambogia, Indonesia, Thailandia); che è arrivata a colonizzare le acque della Centrale Idroelettrica.
4. *Plumatella emarginata*
5. *Plumatella fungosa*
6. *Plumatella casmiana*
7. *Plumatella repens*, anch'essa molto diffusa
8. *Plumatella rugosa*
9. *Paludicella articulata*.

Le specie *Plumatella fungosa* e *Plumatella repens* erano più diffuse nei campionamenti – rispettivamente 18 e 12 tra i 25.

La biomassa dei Briozoi nei fiumi e nei laghi di solito è esigua. Dagli anni '80, l'impatto delle centrali idroelettriche e nucleari sui bacini idrici ha provocato lo sviluppo dei Briozoi, e in questo contesto che sono iniziate le nostre ricerche. Il punto fondamentale era quello di valutare il flusso di energia e determinare il ruolo funzionale dei Briozoi nel sistema di Centrale Idroelettrica. Le ricerche *in situ* e in laboratorio sono state svolte sulla specie dominante nel sistema di Centrale *Plumatella fungosa*.

Il sistema di raffreddamento della Centrale Idroelettrica di Beloozersk è composto da un bacino principale, il lago Beloe, dalla superficie di circa 500 ettari, un canale adduttore, e due canali di scarico riscaldati, sui quali sono stati costruiti due allevamenti ittici. Dopo la messa in funzione della Centrale, che ha una potenza di 900 MW, nel 1960, i parametri chimici, fisici e biologici del lago hanno subito notevoli trasformazioni:

- la temperatura media delle acque è aumentata di 9°C; durante l'estate la temperatura nei canali può arrivare a 40°C, mentre d'inverno non scende al di sotto dei 7-8°C;
- la trasparenza dell'acqua durante l'estate si è abbassata da 2 a 0.4 m;
- il contenuto dei carbonati è salito da 64 a 240 mg/l ecc.

Gli organismi vegetali ed animali che dominavano prima sono stati sostituiti da specie tipiche di acque calde.

Impatto dei fattori abiotici e biotici ha portato all'eutrofizzazione delle acque. Attualmente, nel Fitoplancton dominano i Cianobatteri (98%) con le specie *Anaebaenopsis raciborskii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria limnetica*.

Lo Zooplancton del sistema del bacino è rappresentato da 30 specie, soprattutto appartenenti ai Rotiferi e ai Copepodi.

Il Macrobentos è rappresentato dalle larve di Chironomidi, dagli Oligocheti e da Gasteropodi, tra i quali domina una specie nuova per la Bielorussia, tipica delle acque calde, *Physella integra*. Nello Zooperifiton dominano i Briozoi, le cui colonie sono abitate da numerosi biota.

La distribuzione della popolazione dei Briozoi nel sistema di raffreddamento è determinata dal substrato per la colonizzazione, come i pontoni in ferro, le reti per l'allevamento dei pesci e il pietrisco sulle rive dei canali.

Per valutare il flusso di energia dei Briozoi sono stati studiati i principali processi biologici - defecazione, crescita, respirazione, riproduzione, in dipendenza dai fattori ecologici (temperatura e concentrazione del seston) che influiscono sulla loro vita nel bacino. Gli esperimenti sono stati svolti sulle colonie dei Briozoi, prelevate dal canale ed acclimatate alla temperatura necessaria per 6 ore, in laboratorio localizzato in prossimità del canale.

I Briozoi sono organismi coloniali modulari, composti da zooidi interconnessi in una colonia tra loro. Uno zooide è un'unità funzionale autonoma della colonia, ed esegue le principali funzioni biologiche. A causa di ciò, le nostre ricerche sono state svolte sui due livelli di organizzazione - il livello del singolo zooide e della colonia.

La valutazione della capacità di filtrazione dei Briozoi, come biofiltro, è stata eseguita in base alla velocità di formazione dei pellets, per zooide per unità di tempo. Abbiamo usato il seston nelle concentrazioni 35 (1K), 70 (2K), 17.5 (0.5 K) e 8.8 (0.25 K) mg di sostanza secca per litro, nel gradiente di temperatura 15°C - 20°C - 25°C - 30°C - 33°C - 35°C. FIG. 4. La concentrazione 1K corrispondeva al contenuto medio di sostanza secca al litro durante il periodo estivo.

La dipendenza della velocità di defecazione dallo zooide nel gradiente di temperatura è descritta da una equazione esponenziale. La velocità massima di formazione dei pellets si osservava a 33 °C, e la temperatura più alta opprimeva l'attività di filtrazione.

L'analisi della composizione del seston nel canale riscaldato, freddo e nei pellets dei Briozoi ha dimostrato, che i cianobatteri dominano in entrambi i canali e nei pellets: rispettivamente circa 98 %, 98 %, e 95 %.

Paragonando i dati ottenuti per i processi di defecazione, di crescita e di respirazione dei Briozoi, si nota che l'aumento di temperatura influenza di più il processo di respirazione, come si vede confrontando i coefficienti Q10 della curva di Krogh, largamente usata per descrivere la dipendenza da temperatura dei processi biologici. Come noto, avvicinamento alla «curva normale di Krogh», è possibile nella zona delle temperature 10 - 22 °C, l'optimum per le specie nelle zone con temperature moderate. Si sono viste certe tendenze in relazione alle temperature elevate - si nota lieve oscillazione del processo di defecazione, inibizione di crescita, forte risposta del processo di respirazione dai briozoi e del processo di nutrizione dei gamberetti, lieve oscillazione della nutrizione del mollusco - anch'essi abitano nel sistema.

Si può sostenere, che le colonie di Briozoi, che abitano nel bacino, hanno un'elevata capacità di adattamento alle condizioni dell'inquinamento termico, grazie alle diverse risposte dei processi biologici. La forma di cupola, delle velocità dei processi fisiologici, rispecchia però l'esistenza delle specie al limite della scala dell'attività vitale.

Per calcolare il flusso di energia ci servivano i dati sulla struttura di popolazione e la biomassa dei Briozoi nel sistema della Centrale i quali sono state studiate durante l'anno. A marzo quando la temperatura nel canale riscaldato raggiunge circa 15 °C, germogliano i flotoblasti e i sessoblasti delle colonie dell'anno precedente. Inizialmente, la crescita delle colonie ha carattere lineare, in seguito, la struttura delle colonie diventa più complessa e si forma il biofouling con uno spessore che arriva fino a circa 3 cm, ed è composto da 3 strati:

lo strato medio-basso è composto dai tubicini morti degli zooidi che generano i prodotti generativi, gli statoblasti, i quali, si accumulano nello strato basso morto. Lo strato alto del biofouling è formato dagli zooidi vivi. La biomassa massimale della sostanza secca del biofouling sui pontoni raggiungeva 0.7 kg/m^3 , con uno spessore di circa 3 cm, arrivando fino a 2.5 kg/m^3 .

Flusso di energia.

L'analisi cumulativa dei parametri di defecazione, crescita, respirazione, riproduzione e la dinamica della densità delle popolazioni, sono stati usati come base per determinare la distribuzione del flusso dell'energia nelle colonie dei Briozoi durante l'anno.

Come mostra la Tabella 1, la dinamica stagionale di quantità e di biomassa della popolazione dei Briozoi determina la distribuzione dell'energia assimilata per i componenti del bilancio energetico. Il flusso di energia, calcolato in base alla formula $A = P_s + P_g + T$, dove P_s sta per **Produzione somatica**, P_g sta per **Produzione generativa** e T – perdite per **Respirazione**, è massimale in autunno per conto della **produzione generativa**, quando la quantità e la biomassa degli statoblasti è massimale. Durante la stagione vegetativa le colonie dei Briozoi cambiano la strategia di crescita: se in primavera prevale la **produzione somatica**, dalla metà dell'estate, grazie all'accumulo degli statoblasti, prevale la **produzione generativa**. L'adattamento dei Briozoi all'inquinamento termico nel sistema di raffreddamento ha allungato il loro ciclo vegetativo fino a 10 mesi ed ha inciso sulle caratteristiche della popolazione nella plasticità della crescita somatica e nella **prevalenza della produzione generativa**. Probabile, che nel bacino i Briozoi usino la strategia più semplice e più efficace, il metodo di riproduzione per conto degli statoblasti.

Visto che nel sistema della Centrale, assieme con Briozoi, sono largamente rappresentati gli Ostracodi *Stenocypris major* e il mollusco *Physella integra*, ne abbiamo valutato la **trasformazione della sostanza organica del seston nella catena di cianobatteri – sedimentatori – microfagi**.

Il confronto dei flussi di energia del seston, di **briozoi**, di **Ostracodi** e di *Physella integra*, ha dimostrato che i valori più alti hanno i Briozoi: $455 \text{ kJ/m}^2 \times \text{giorno}$, contro 4.4 di Ostracodi e 2.4 di Mollusco. L'intensità di assimilazione del seston dai briozoi, calcolata in base alla ragione ecologica ($U^{-1} = A/C = 6.2 \%$), e il coefficiente di efficienza ecologica ($K_1 = 1.6\%$) erano piuttosto bassi.

Questi due parametri, così bassi, hanno permesso di ipotizzare, che nei pellets, dopo essere stati impacchettati, si svolge ancora la fotosintesi. Questo è stato confermato dopo in un esperimento eseguito separatamente di determinazione della **clorofilla «a»** nelle alghe dei pellets, e si è visto che i pellets, dopo essere impacchettati, svolgono ancora la fotosintesi come minimo per 4-5 giorni e hanno un alto contenuto di clorofilla «a». Ciò significa che nelle condizioni di elevate temperature i Briozoi filtrano seston con alta velocità ed espellono i pellets con una bassa assimilazione. Considerando la partecipazione esigua delle popolazioni di Ostracodi e di *Physella* nella trasformazione del seston, possiamo sostenere che le popolazioni dei Briozoi, nella catena esaminata, hanno un ruolo fondamentale, precipitando una parte sostanziale del seston e trasportandolo nelle biocenosi sui fondali, per essere trasformati nella catena del detrito.

Per quanto riguarda l'**applicazione pratica dei briozoi**, non si arriva ad una conclusione, senza prima conoscere il funzionamento dei processi. Già chi studia, o ha studiato o, magari, studierà i briozoi, si innamorerà di questi minuscoli graziosi animaletti e del loro comportamento, in tutto autonomo e in tutto unito.

1. La clonalità garantisce la crescita esponenziale ai briozoi e permette di occupare grandi superfici e sviluppare elevate biomasse negli ecosistemi, dove il **biofouling** può rappresentare un ostacolo.

2. Dall'altro lato, i Briozoi rappresentano un potente **filtro biologico**. Una valutazione dell'**attività di filtrazione** dei Briozoi, in base alla velocità di defecazione, ha dimostrato che, durante il periodo estivo, i Briozoi possono filtrare fino a 80 kg/m^2 dei pellets.
3. Le colonie di Briozoi possono essere utilizzate come **barriere artificiali**,
aumentando la biodiversità delle specie;
aumentando la superficie del filtro biologico;
favorendo la depurazione dei bacini;
creando un nuovo biotopo per la colonizzazione degli organismi del bentos;
creando un'alimentazione aggiuntiva per molte specie di invertebrati e di pesci.
4. Varie specie di briozoi possono essere utilizzate in qualità di **indicatori di qualità delle acque**.

Ad esempio, è stato analizzato il contenuto dei **metalli pesanti** (in acqua, sedimenti e in briozoi), nel fiume Svislotch in Bielorussia.

Lo schema del Poligono:

Stazione 1 - 1 km prima del Depuratore di Minsk;

Stazione 2 - 2 km dopo il Depuratore;

Stazione 3 - 90 km dopo il Depuratore.

Come controllo, sono stati presi i dati di microelementi nella sostanza organica sospesa nelle acque del bacino nella Riserva Berezinsky, in cui il contenuto degli elementi era nei limiti 0.1-11.0 $\mu\text{g/l}$. La sostanza organica sospesa nel fiume Svislotch era nei limiti 2.00-140 $\mu\text{g/l}$.

Il contenuto medio di microelementi nella sostanza organica sospesa **sulla Stazione 2** superava quella nella Riserva Berezinsky **di 20 volte**.

Il contenuto dei metalli nella sostanza organica sospesa **sulla Stazione 2** era superiore **di 10 volte**, a quello della Stazione 1.

Nei **sedimenti** del fiume Svislotch sulla **Stazione 2** il contenuto di microelementi superava di **5 volte** i dati relativi ai sedimenti sulla Stazione 1.

Sulla **Stazione 2** le colonie dei Briozoi accumulavano i metalli **di 50% in più** rispetto la Stazione 1.

Sulla **Stazione 3** è stata osservata la tendenza alla riduzione di microelementi **sia nei sedimenti che nelle colonie dei Briozoi, per più del 30 % rispetto alla Stazione 2.**