

SOCIETÀ LICHENOLOGICA ITALIANA - GDL PER IL BIOMONITORAGGIO

S. Michele all'Adige (TN), 26 marzo 2004

LICHENI E BIOMONITORAGGIO IN UN AMBIENTE CHE CAMBIA

Balestrazzi Brunella
Baragatti Elisa
Brunialti Giorgio
Castello Miris
Cimbaro Gianni
Cristofori Antonella
Deskovic Iva
Di Ciano Elena
Fiamingo Federica
Fрати Luisa
Giordani Paolo
Giordano Barbara
Girardi Gianluca
Gottardini Elena
Lazzarin Giuliano
Lea Alessia

Partecipanti

Loppi Stefano
Lugoboni Anna
Mattiolo Giuseppina
Menegon Silvia
Modenesi Paolo
Mosconi Cristina
Munzi Silvana
Parodi Alessandra
Pittao Elena
Renier Cesare
Rinino Simona
Ruisi Serena
Santoni Stefania
Tonina Claudio
Tretiach Mauro
Veronesi Matteo
Zorer Roberto

Il GdL per il Biomonitoraggio giunge alla fine del suo secondo anno di attività. Il 5° incontro si è svolto presso lo IASMA di San Michele all'Adige (TN). Il workshop si è articolato in due sessioni: durante la prima sessione è stato affrontato il problema dell'inquinamento da sostanze azotate e sono stati analizzati i principali approcci per monitorarlo utilizzando i dati di diversità lichenica. Nella seconda sessione sono state discusse le ultime novità della ricerca nel campo del bioaccumulo.

Sessione 'Inquinamento da sostanze azotate e diversità lichenica'

La biodiversità è una variabile multidimensionale ed è perciò difficile interpretarla a scala unidimensionale. Per riuscire ad ottenere informazioni utili da una variabile così complessa sono necessari due passaggi: 1) trovare una definizione operativa della biodiversità coerente con i nostri obiettivi di indagine; 2) utilizzare schemi di interpretazione semplificati, senza però dimenticare che qualunque semplificazione comporta una perdita di informazione e di conseguenza un minor dettaglio di lettura dei risultati.

Un esempio recente del bisogno di un'interpretazione multidimensionale della biodiversità è rappresentato dall'effetto dell'eutrofizzazione sulla vegetazione lichenica epifita. Il ciclo dell'azoto è stato alterato da una serie di sostanze immesse nell'ambiente ad opera dell'uomo (soprattutto tramite l'allevamento, i fertilizzanti e il traffico veicolare). Le due sostanze più importanti in tal senso sono gli ossidi di azoto e l'ammoniaca. La loro presenza ha aumentato notevolmente la quantità di azoto biodisponibile provocando tutta una serie di effetti ambientali fra i quali

l'eutrofizzazione dei substrati.

Il principale effetto di queste sostanze sulla vegetazione lichenica è rappresentato da cambiamenti a livello di competizione fra specie, a vantaggio di poche specie nitrofile. Nel corso del workshop sono stati presentati i risultati di un monitoraggio mediante bioindicazione, bioaccumulo e campionatori passivi, nel sito-campione di Campotondello (GR), in prossimità di un allevamento intensivo di suini. La concentrazione di NH₃ era inversamente proporzionale alla distanza dell'allevamento. Un simile trend è stato osservato per la frequenza delle specie nitrofile, in particolare *Physconia grisea*, e per la quantità di azoto presente nei talli esposti. Ma qual è il miglior modo per interpretare gli effetti dell'eutrofizzazione? Nel corso della discussione è stata fatta una breve sintesi dei metodi attualmente utilizzati:

- Somma delle frequenze delle specie nitrofile (IBL nitrofile);
- Indice di Biodiversità lichenica (IBL), escludendo le specie nitrofile (IBL non nitrofile);
- Indici ecologici (Indice di eutrofizzazione secondo Nimis 2003);
- Tabella a 2 entrate considerando nella prima entrata la diversità lichenica complessiva (IBL) e nella seconda il contributo relativo delle specie nitrofile (IBL nitrofile).

Tutti questi approcci hanno vantaggi e limiti, per cui è possibile pensare all'utilizzo di più interpretazioni per ottenere un quadro più completo della situazione in esame. Per esempio, non è sempre possibile definire quali sono le specie nitrofile, in quanto non sono disponibili sufficienti dati autoecologici per tutte le specie. Inoltre, molte specie hanno una valenza ecologica ampia e possono essere presenti in egual misura su substrati eutrofizzati e non eutrofizzati. Infine, le specie nitrofile sono naturalmente presenti su alcuni substrati (come ad esempio le cortecce basiche) e in questi casi non indicano un'alterazione ambientale.

Le carte degli indici ecologici sono spesso utilizzate in maniera impropria: questi indici sono punteggi su scala ordinale non quantitativi né semiquantitativi (ad es. il valore 2 non rappresenta il doppio del valore 1, ma solamente un livello maggiore non quantificabile). Gli indici non possono assumere valori decimali compresi tra i vari punteggi (es. 1,5). Per questi motivi non è corretto realizzare carte di interpolazione sulla base di essi.

Nei prossimi mesi, alcuni principali obiettivi verranno affrontati dalla ricerca nel settore:

- Ottenere dati quantitativi relativi all'ecologia delle specie in rapporto ad un determinato parametro ambientale.
- Individuare su base statistica specie indicatrici in funzione delle concentrazioni di un determinato inquinante.

A questo proposito sono stati presentati i risultati preliminari di alcuni esperimenti realizzati dal gruppo di lavoro di Stefano Loppi (Università di Siena): Un primo studio applicativo è stato realizzato lungo la superstrada Siena-Grosseto, utilizzando campionatori passivi di particolato, NH₃ e NO₂, bioindicazione (metodo IBL) e trapianti di *Evernia prunastri* per stimare il grado di degradazione della clorofilla e i danneggiamenti alle membrane cellulari. I primi risultati mostrano una correlazione negativa tra concentrazioni di NO_x e due parametri indagati (diversità lichenica e clorofilla), mentre i dati riguardanti i danneggiamenti alle membrane sono contrastanti. Per quanto riguarda l'accumulo di azoto, i dati dell'allevamento di suini, relativi a

trapianti di *Xanthoria parietina* e *Flavoparmelia caperata* hanno mostrato che entrambe le specie accumulano azoto se sottoposte ad elevate concentrazioni: esse sono probabilmente buone specie indicatrici di eutrofizzazione. *F. caperata* manifesta inoltre evidenti sintomi di stress.

I prossimi sviluppi della ricerca: indagheranno nel dettaglio i danni al micobionte e al fotobionte.

Alcuni aspetti rimangono tuttavia da chiarire. Se le nitrofile sono sensibili a NO₂, perché nelle città sono in aumento?

Si possono ipotizzare alcuni modelli di effetto:

- La diminuzione di SO₂ (principale fattore limitante per i licheni epifiti) è responsabile dell'aumento osservato;
- Esiste un effetto fertilizzante ad opera dei nitrati;
- Questo ultimo effetto può essere amplificato dal considerevole aumento di polveri sospese (PTS e PM₁₀).

Infine, al termine della sessione, sono stati riferiti i risultati di alcune campagne di biomonitoraggio svolte nell'area veronese e nel Viterbese.

Sessione "Bioaccumulo di elementi in traccia nei licheni: un approccio critico"

Elaborazione di scale di naturalità-alterazione per licheni epifiti fogliosi

Uno dei principali problemi nell'interpretazione dei valori di bioaccumulo riguarda l'elaborazione di scale di naturalità/alterazione. Si tratta di un argomento molto discusso, ma sempre attuale e di interesse teorico ed applicativo. Le scale basate sui valori dei percentili della distribuzione hanno il difetto di essere suscettibili a modifiche in quanto il valore di background cambia implementando il database con dati nuovi. La discussione ha focalizzato l'attenzione su un nuovo metodo per l'elaborazione di scale di naturalità/alterazione basato sulla moda della distribuzione di ogni metallo. Tale elaborazione ha il vantaggio di stabilizzare i percentili intermedi all'aumento della numerosità dei dati. Inoltre, i risultati dimostrano che la forma della distribuzione è simile per tutti i metalli considerati.

L'attenzione è stata focalizzata poi sul problema del diverso tasso di accumulo di alcune specie di licheni fogliosi (principalmente *Xanthoria* e *Parmelia*) che vengono utilizzati per l'elaborazione delle scale. Questo rende difficile l'interpretazione dei dati, in quanto le specie del genere *Parmelia* accumulano di più rispetto al genere *Xanthoria*. È stata evidenziata, perciò, l'esigenza di migliorare le conoscenze sulla capacità di bioaccumulo delle singole specie e sui tassi di accumulo in diverse regioni bioclimatiche.

Localizzazione istochimica di metalli pesanti nel tallo lichenico

Sono stati presentati i risultati di un importante studio (condotto all'Università di Genova nell'ambito di un PRIN in collaborazione con Trieste, Siena e Napoli) che rappresenta un notevole passo avanti rispetto alle conoscenze finora a disposizione, che si limitavano alla localizzazione del Piombo all'interno del tallo. Infatti, è stato possibile adattare alcune tecniche istochimiche utilizzate in altri campi della biologia (principalmente in anatomia animale) alla colorazione di metalli pesanti all'interno dei vari comparti del lichene. Sono stati illustrati gli sviluppi relativi alla standardizzazione

delle metodiche di colorazione per 10 metalli. Inoltre, questi studi hanno permesso di chiarire il ruolo delle sostanze fenoliche nel processo di bioaccumulo. In particolare, è stata evidenziata la diversa localizzazione dei metalli considerati: mentre alcuni vengono complessati dalle proteine del simplasto (Al e Hg), altri si legano esclusivamente alle pareti cellulari (Pb, Zn e Mn) e altri ancora presentano un comportamento bivalente, potendo essere accumulati sia apoplasticamente che simplasticamente (Cu, Fe, Ni e Cd). Questi risultati hanno portato ad alcune considerazioni pratiche sul tasso di bioaccumulo di un lichene: diverse aree di complessazione comportano anche una diversa superficie di accumulo con delle implicazioni importanti a livello di concentrazioni.

C'è un futuro per i trapianti di "moss-" e "lichen-bags" in ambienti inquinati?

Il trapianto di licheni e muschi in aree a deserto lichenico si sta diffondendo sempre di più negli ultimi anni per la stima dell'alterazione da metalli pesanti. Trattandosi di un accumulo biologico, però, rimangono aperti ancora alcuni aspetti che costituiscono l'argomento di un progetto di ricerca nazionale in cui sono coinvolte diverse università italiane (Trieste, Genova, Siena e Napoli). I principali problemi dei trapianti riguardano l'influenza della vitalità dei talli trapiantati sull'accumulo di metalli e la difficoltà di quantificare il contributo attivo del tallo in questo processo. A tale scopo, nelle aree di studio di Trieste e Napoli, campioni di *Pseudevernia furfuracea* e di *Hypnum cupressiforme* sono stati esposti in corrispondenza di centraline automatiche di rilevamento per un periodo di 6 settimane. Per indagare l'influenza della vitalità sul bioaccumulo sono stati trapiantati i seguenti materiali per entrambi i biomonitor: tallo intatto, tallo ucciso con il calore, tallo ucciso con acido nitrico. I dati sono stati confrontati con quelli ottenuti su materiale sintetico esposto nelle stesse stazioni. I risultati hanno mostrato che i trattamenti più drastici per la vitalità dei talli comportano un incremento nell'accumulo di metalli, lasciando ipotizzare un contributo sostanziale dell'accumulo passivo da parte di licheni e muschi. Un dato interessante riguarda il maggior tasso di accumulo del muschio rispetto al lichene, probabilmente influenzato da una maggiore superficie a disposizione per la deposizione di metalli pesanti. Interessante notare come il lichene sia più resistente al trapianto rispetto al muschio.

Problemi legati alla comparabilità dei dati in studi di bioaccumulo a lungo termine

Gli studi di bioaccumulo tramite trapianti di licheni condotti in aree urbane hanno subito negli ultimi anni un notevole incremento, mentre una minore diffusione hanno le campagne ripetute nel tempo. In questi studi i valori dei campioni prima dell'esposizione vengono considerati come background di riferimento. Per questo motivo, l'utilizzo di campioni diversi (anche se raccolti nella stessa area remota) nelle due campagne rende difficile la comparabilità diretta dei dati. Nell'ambito del convegno sono stati illustrati i risultati di uno studio di bioaccumulo mediante trapianto di *Evernia prunastri* condotto a Jesi negli anni 2002 e 2003. Per ottenere il tasso di accumulo dei talli esposti e per rendere confrontabili i risultati delle due campagne, è stato calcolato il rapporto tra le concentrazioni di ogni elemento dopo l'esposizione e le concentrazioni nei campioni di controllo ed è stata elaborata una scala interpretativa a 5 classi basata sulla deviazione percentuale (ogni classe di $\pm 25\%$) da condizioni normali-naturali di questo rapporto, con un procedimento simile a quello adottato per l'elaborazione delle scale di bioindicazione. Un approccio simile è stato adottato per interpretare i dati di uno studio di bioaccumulo mediante trapianti condotto in Valle Scrivia (Genova) in

prossimità di una raffineria di petrolio utilizzando talli di *Flavoparmelia caperata* che sono stati esposti per 2 e 6 mesi. I risultati hanno mostrato che la variabilità naturale nella concentrazione di questi elementi potrebbe influire molto sui valori ottenuti e in alcuni casi potrebbe essere maggiore rispetto a quella dovuta all'inquinamento atmosferico. Inoltre, alcuni elementi potrebbero essere accumulati in misura maggiore con il tempo mentre altri potrebbero raggiungere una concentrazione limite oltre la quale il tallo riesce più ad accumularli.

Giorgio Brunialti, Paolo Giordani,
Elena Gottardini e Stefano Loppi.