

L' USO DEI LICHENI EPILITICI COME BIOACCUMULATORI NEL BIOMONITORAGGIO E NELLA PROSPEZIONE GEOCHIMICA

Domenico OTTONELLO

La scarsità di licheni epifiti nella fascia planiziale della zona mediterranea causata da fattori macroclimatici e microclimatici e dall'inadeguatezza dei forofiti, mi hanno indotto ad usare i licheni epilittici, come bioaccumulatori, tanto per il biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico quanto per la prospezione geochimica.

Il comportamento dei licheni epilittici è differente, infatti, alcuni substrati, a causa della loro struttura e composizione, trattengono una modesta quantità d'acqua in ogni modo sufficiente ad ospitare una discreta flora liticola; ciò accade anche in situazioni d'elevato inquinamento atmosferico.

I licheni sono stati ampiamente utilizzati per il biomonitoraggio d'elementi in tracce sia in aree industriali sia minerarie o vulcaniche (Nimis *et al.*, 1989).

Tale tecnica abbinata al metodo svizzero per il biomonitoraggio della Regione Veneto ha fornito risultati sovrapponibili (Nimis *et al.*, 1991).

Nell'ambito di una collaborazione con un gruppo di geologi ho individuato una traversa che da Milazzo si estende fino All sulla costa ionica. Da una indagine preliminare nell'area di studio *Xanthoria calcicola* s.l. risulta la specie più diffusa su tutti i substrati da quelli naturali (filliti, quarziti, calcari, ecc.) a quelli artificiali (tegole, manufatti in amianto e cemento, onduline di vetro-resina). Su substrati silicatici sono più frequenti *Parmelia pulla*, *P. tinctoria*, *P. conspersa* ecc.

Il confronto dei risultati delle analisi dei talli, sia di *Xanthoria* sia di *Parmelia* sp.pl. raccolti nella stessa stazione dimostra un comportamento analogo tra le due specie.

L'area studiata per la concomitante presenza di fonti di metalli pesanti provenienti da attività industriali e da zone mineralizzate costituisce un interessante laboratorio naturale per lo studio dell'uso dei licheni nel biomonitoraggio dell'inquinamento e come traccianti dell'estensione delle anomalie in prossimità di giacimenti minerari. La traversa incontra inoltre un'area certamente libera da contaminazioni, utile come riferimento per i

valori di fondo.

La dislocazione dei siti di campionamento è stata individuata a distanze reciproche comprese fra i 2 e i 5 km, allontanandosi gradatamente dalle sorgenti principali di emissione, sia nella zona mineraria sia nell' area industriale, cercando di ricoprire il più vasto territorio possibile.

I campioni, costituiti da numerosi talli di sviluppo quasi uguale, sono stati raccolti su superfici suborizzontali. Il materiale, ripulito da frammenti di substrato con strumenti non metallici, è stato triturato in un mortaio di materiale inerte e sottoposto ad analisi mediante attivazione neutronica (INAA) e/o assorbimento atomico (ICAP).

L'indagine è stata limitata ad una trentina di elementi.

Il nostro studio parte dal presupposto che attorno un giacimento minerario o ad un sito industriale possono formarsi aureole di dispersione meccanica.

La prospezione geochimica si basa sull'esistenza di una correlazione tra la composizione chimica degli organismi viventi ed il loro intorno geologico. Nel caso dell'utilizzo di licheni però è bene precisare che il lichene si arricchisce di elementi chimici in quantità che meglio riflettono le concentrazioni nei suoli e rocce circostanti, i cui frammenti di alterazione più piccoli vengono sollevati dai venti e depositati sul lichene ricettore.

In questo senso essa può essere complementare ed in alcuni casi sostitutiva dei più convenzionali metodi di esplorazione geochimica, con una diminuzione esponenziale dei tenori a distanze crescenti dalla fonte di contaminazione.

La normalizzazione si basa sulla considerazione che, nell'area esaminata, questo metallo è di sicura origine terrigena, come dimostrato dagli alti coefficienti di correlazione Al:Sc, Al:Ti.

I dati analitici dei talli lichenici sono stati quindi confrontati con quelli del substrato corrispondente ed è stato calcolato il fattore di arricchimento (E.F.) [Bargagli,1989] sulla base del rapporto tra un elemento da misurare e un elemento di sicura origine crustale. Successivamente essi sono stati analizzati attraverso applicativi statistici e i risultati sono stati riportati sulla carta topografica.

La cartografia tematica realizzata, chiamata mappa di isoinquinamento e/o di isoaccumulo, evidenzia la distribuzione areale degli inquinanti considerati sia per la zona mineraria che per quella industriale.

Il Pb presenta tenori pressochè costanti lungo tutta la traversa, con picchi nei campioni prelevati nell'area delle vecchie coltivazioni minerarie di galena e blenda in matrici di quarzo-fluorite. Assumendo come valori di fondo quelli della zona incontaminata, esistono licheni con tenori di piombo più elevati, corrispondenti ai campioni prelevati in prossimità di strade a più intenso traffico autoveicolare o in centri urbani.

Lo Zn presenta analoghi picchi nella zona mineralizzata, evidenziando per quell'area l'origine comune dei due elementi, ma presenta altresì un significativo arricchimento nella zona industriale del versante tirrenico, dove la sua origine potrebbe essere legata a fonti non naturali.

L'antimonio e l'arsenico mostrano andamenti in parte simili a quelli del piombo, con arricchimenti individuabili nella parte terminale della traversa. E' tuttavia facilmente riconoscibile una seconda zona mineralizzata che precede nella traversa. Essa corrisponde ad un differente tipo di mineralizzazione, caratterizzato dalla presenza di solfosali complessi di As e Sb in matrice quarzo-carbonatica.

De Vivo *et al.* (1993) riportano i risultati di una prospezione geochemica condotta nei Monti Peloritani utilizzando circa 1200 sedimenti fluviali. I dati relativi al settore Ovest dell'area da loro studiata evidenziano associazioni metalliche del tipo As-Sb-Hg-Au e Zn-Cu-Pb-B, con anomalie geochemiche connesse alla vicinanza di antiche attività estrattive. Per verificare la compatibilità dei risultati ottenibili con il metodo biogeochemico e quello dell'analisi dei sedimenti si è ritenuto opportuno eseguire un'analisi fattoriale sui dati dei 34 campioni di licheni della traversa in studio e relativamente alle 8 variabili Au/Al, As/Al, Cu/Al, Ni/Al, Pb/Al, Sb/Al, V/Al, Zn/Al. Dei tre fattori estratti, ruotati secondo la procedura Varimax, il primo, che tiene conto del 41% della varianza totale, è rilevante ai fini della prospezione mineraria in quanto riflette l'associazione As-Au-Sb. L'arsenico e l'antimonio sono elementi considerati pathfinders dell'Au. Mentre è evidente la significativa presenza di As e Sb nella zona mineralizzata della traversa, la distribuzione dell'Au non è di semplice interpretazione.

Le ricerche in corso mirano tra l'altro proprio ad un esame più accurato dei contenuti di Au in campioni di *Xanthoria*, mediante l'allargamento dell'area di indagine nel distretto minerario.

Alla fine della traversa, in prossimità delle zone mineralizzate, a testimonianza della presenza di rocce basiche nelle unità di Mandanici e Aspromonte sono anche evidentissimi gli arricchimenti di Pb, Zn, As, Sb e Cu.

Nichel e Vanadio evidenziano la presenza di fonti di contaminazione industriale, come dimostrato dalla loro forte incidenza sui campioni prelevati in prossimità della centrale ENEL e della raffineria di Milazzo.

La forte analogia di comportamento fra il Ni ed il V è risultata evidente nella zona industrializzata, con una diminuzione esponenziale dei tenori a distanze crescenti dalle fonte di contaminazione. Incidentalmente, andamenti esponenziali del tutto analoghi erano stati osservati anche da Bargagli *et al.* (1985) in uno studio sulla presenza di metalli in tracce nei dintorni dell'area industriale di Rosignano Solvay.

Infine l'associazione Pb-Zn-Cu è dovuta alla presenza di blenda e galena nella parte terminale della traversa. In considerazione dell'alto loading del Pb rispetto allo zinco ed al rame, una parte significativa della varianza è attribuibile alla sola variabilità del Pb di origine antropica.

Già in passato erano state segnalate nei pressi dell'insediamento industriale di Milazzo (Vaccarino *et al.*, 1983,) danni alle piante, con forme di necrosi sulle foglie e frutti, dovute all'emissione di ceneri ricche in V e Ni. Essi trovarono significative presenze di vanadio (7%), nichel, ferro e magnesio.

I promettenti risultati da noi ottenuti con l'uso dei licheni epilitici suggeriscono una valida alternativa per la bioindicazione, principalmente nelle aree povere di licheni epifiti.

Bibliografia

- BARGAGLI R., 1989 - *Studia Geobotanica*, 10: 97-103.
- BARGAGLI R., IOSCO F.P. & LEONZIO C., 1985 - Monitoraggio di alcuni elementi in tracce mediante licheni epifiti nell'area industriale di Rosignano Solvay. *Inquinamento*, 27 (2): 33-37.
- DE VIVO B., LIMA A., CATALANO G., CHERSICLA A., 1993 - Detailed geochemical survey in the Peloritani Arc (Northeastern Sicily - Italy): evidence of gold anomalies. *J. Geoch. Explor.* 46: 309-324.
- NIMIS P. L., CICCARELLI A., LAZZARIN G., BARGAGLI R., BENEDET A., CASTELLO M., GASPARO D., LAUSI D., OLIVIERI S., TRETACH M., 1989 - I licheni come bioindicatori di inquinamento atmosferico nell'area di Schio-Thiene-Breganze (VI). *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona*, 16: 1-154.
- NIMIS P.L., LAZZARIN G. & GASPARO D., 1991 - Lichens as bioindicators of air pollution by SO₂ in the Veneto region (NE Italy). *Studia Geobotanica*, 11: 3-76.
- VACCARINO C., CIMINO G., TRIPODO M.M., LAGANA' G., LO GIUDICE L. & Matarese R., 1983 - Leaf and fruit necroses associated with vanadium-rich ash emitted from a power plant burning fossil fuel. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 10: 275-283.

Domenico OTTONELLO
Dipartimento di Scienze Botaniche
via Archirafi, 38
I - 90123 Palermo