

UTILIZZO DI IMPIANTI DI *EVERNIA PRUNASTRI* COME BIOINDICATORI PER LA STIMA DELLA CONTAMINAZIONE DA Hg⁰ E H₂S NELL'AREA GEOTERMICA DEL MONTE AMIATA (TOSCANA MERIDIONALE)

Andrea MICELI

Università degli Studi di Siena
Laurea triennale

È noto come in Europa esistano numerose anomalie geotermiche e come in alcune aree le temperature alla profondità di 5000 m possano superare i 240°C. In Italia le zone comprendenti l'alto Lazio e la Toscana rappresentano i siti di maggior interesse per quanto riguarda tale fenomeno, sfruttato per la generazione di energia elettrica.

La zona di studio di questo lavoro riguarda un'area del Monte Amiata in cui, grazie a cinque impianti geotermici, si produce circa il 14% di energia elettrica su scala regionale. I fluidi geotermici di questa area presentano elevati livelli di mercurio metallico (Hg⁰) a causa dei depositi di cinabro presenti nella zona. Le emissioni di mercurio dalle centrali geotermoelettriche variano tra i 300 e i 400 g/h per MW di potenza elettrica installata. Queste emissioni sono associate al rilascio di 7-8 kg/h MW di solfuro di idrogeno (H₂S). Il mercurio è rilasciato sotto forma di Hg⁰ allo stato di vapore e raggiunge l'atmosfera con la frazione di gas incondensabile principalmente costituita da CO₂ (94-98%); l' H₂S è presente c.a. per l'1%, mentre l' Hg⁰ raggiunge una concentrazione di c.a. 1-10 mg/Nm³.

Lo scopo della presente tesi è quello di valutare gli effetti dell'Hg⁰ e dell' H₂S sui licheni, organismi estremamente sensibili, attraverso la determinazione del grado di danneggiamento delle membrane cellulari, del contenuto di pigmenti fotosintetici del fotobionte, quali la clorofilla *a* e i carotenoidi. Nella suddetta area di studio sono stati trapiantati talli di *Evernia prunastri* ed esposti per tre mesi sia nella stagione estiva che in quella invernale per valutare gli effetti dell' Hg⁰ e dell' H₂S nel territorio circostante gli impianti geotermici.

Un semplice ma efficace test per stimare l'integrità delle membrane cellulari è la misura della conducibilità elettrica dei soluti ottenuti dopo l'immersione dei talli lichenici esposti in acqua deionizzata: maggiore sarà la conducibilità maggiore è il danneggiamento della membrana cellulare. I massimi valori si riscontrano nelle aree d'influenza delle centrali geotermiche e nei centri urbani, con un aumento del danno, per sito di campionamento, nel periodo invernale. Per quanto riguarda la clorofilla *a*, i dati ottenuti hanno indicato un'influenza sia da parte delle aree minerarie che delle centrali, se pur con un maggiore peso da parte di queste ultime, dovuta alle loro emissioni; anche nei centri urbani si nota una diminuzione del contenuto di clorofilla anche se lontani, come Arcidosso, sia dalle centrali sia dai siti minerari, con un peggioramento nel periodo invernale. Confrontando i suddetti dati con quelli delle concentrazioni di Hg⁰ ottenuti sugli stessi campioni, si è potuto concludere che l'influenza sulla vegetazione da parte delle centrali non è data tanto dalla presenza di mercurio quanto dall'H₂S.

**STIMA DELL'EFFICIENZA DI BIOCIDI APPLICATI A LICHENI ENDOLITICI
MEDIANTE TECNICHE DI FLUORESCENZA CLOROFILLIANA**

Stefano BERTUZZI

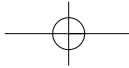
Università degli Studi di Trieste
Laurea triennale

Lo scopo di questa tesi è di valutare l'applicabilità di tecniche fluorimetriche nel campo della conservazione dei beni culturali mediante lo studio dell'efficacia di tre biocidi, cioè dei prodotti chimici in grado di eliminare, uccidere o rendere innocui organismi dannosi. Per fare ciò, i prodotti (Benzalconio cloruro, Koretrel, Rocima 110) sono stati testati su due specie di licheni endolitici (*Acrocordia conoidea* e *Verrucaria marmorea*) raccolti nel Carso triestino (Italia nord-orientale). Il lavoro si avvale dell'utilizzo di due diverse tecniche per stimare la vitalità degli organismi sottoposti ai differenti trattamenti: (a) osservazioni mediante microscopio ad epifluorescenza; (b) stima della fluorescenza clorofilliana mediante la misura del parametro Fv/Fm ("Yield massimo") tramite un Mini-PAM (Photosynthesis Yield Analyzer; Walz, Effeltrich, Germania). Le misure sono state effettuate a distanza di 1, 2, 4, 8 e 16 giorni dall'applicazione dei biocidi ("bianco") su campioni raccolti con il loro substrato e mantenuti in condizioni controllate in camere climatiche con regime luminoso compatibile con le esigenze ecologiche delle due specie. Mentre le osservazioni in epifluorescenza sono una routine consolidata usata nel campo della conservazione dei beni culturali per osservare l'efficacia dei trattamenti di biocidi, l'uso dell'analisi della fluorescenza clorofilliana mediante il Mini-PAM, che è un metodo molto potente, rapido, efficace e poco invasivo ampiamente utilizzato in molti settori, non si è mai diffuso tra gli operatori della conservazione. Per verificare la sua applicabilità anche in questo campo, si è deciso di studiare un gruppo di organismi peculiari per modalità di crescita, in quanto i licheni endolitici vivono immersi nel substrato, e la stima della loro vitalità è quindi molto problematica. Poiché l'analisi della fluorescenza clorofilliana mediante Mini-PAM non è mai stata utilizzata su licheni endolitici, nel corso della presente ricerca si è dovuto adattare la strumentazione ai nuovi materiali, modificando numerosi parametri di misurazione e alcune parti dello strumento.

Le osservazioni in epifluorescenza mostrano che *A. conoidea* sarebbe meno sensibile ai biocidi di *V. marmorea*, in quanto dopo 8 giorni dall'applicazione dei prodotti i campioni della prima specie presentano ancora una fluorescenza rossa residua.

Inoltre i tre biocidi darebbero esiti molto simili. Le misurazioni di Fv/Fm effettuate mediante il Mini-PAM hanno invece messo in evidenza che i tre trattamenti hanno agito in modo profondamente diverso: il Koretrel, già dopo un giorno dall'applicazione, ha portato ad un clamoroso azzeramento dei valori di entrambe le specie; il Benzalconio cloruro ha mostrato di agire molto efficacemente su *V. marmorea*, ma molto meno su *A. conoidea*; il Rocima 110 ha portato ad una lenta ma costante diminuzione dei valori di fluorescenza, tali da ritenere gli organismi morti dopo 8 giornate dal trattamento.

I dati sperimentali dimostrano che le osservazioni in epifluorescenza non sono dunque precise ed efficaci quanto le misure dello "Yield massimo",



ottenute con l'analisi quantitativa della fluorescenza clorofilliana. Quest'ultima tecnica può essere considerata uno strumento prezioso per le stime della vitalità dei licheni endolitici, ed il suo uso dovrebbe essere auspicabilmente diffuso nel campo della conservazione, anche per indagini condotte su organismi molto meno "impegnativi" dei licheni endolitici.

