



Foto di Mike Lewinski

Tra gli attori principali nel biomonitoraggio dell'aria troviamo i licheni, che derivano dalla simbiosi di un fungo e di un'alga.

Licheni e foglie bioindicatori per la tutela preventiva dei beni culturali

I licheni sono in grado di accumulare gli inquinanti aerodispersi e rappresentano dunque un buon indicatore della presenza di PM, soprattutto in aree urbane. In questo articolo viene presentato uno studio nato dalla collaborazione tra il laboratorio di paleomagnetismo dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e il Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Siena.

***Lisa Grifoni**
****Aldo Winkler**
*****Antonio Sgamellotti**
******Stefano Loppi**

Tra gli attori principali nel biomonitoraggio dell'aria troviamo i licheni, organismi che derivano dalla simbiosi di un fungo e di un'alga. Questa cooperazione li rende totalmente autosufficienti: catturano l'acqua e gli elementi di cui hanno bisogno direttamente dall'aria. Tuttavia, insieme a questi, accumulano anche gli inquinanti aerodispersi, in particolare il particolato atmosferico (PM). Essendo particolarmente sensibili agli inquinanti atmosferici, in assenza di una flora lichenica sviluppata, il biomonitoraggio lichenico può comunque essere realizzato attraverso l'esposizione di licheni, principalmente fruticosi, raccolti in aree remote e trapiantati nelle aree di interesse per un tempo che solitamente è di tre mesi. Con lo stesso principio, anche le foglie degli alberi vengono utilizzate come indicatori, poiché intrappolano sulla loro superficie il PM; inoltre, le foglie offrono un servizio ecosistemico, ossia un beneficio naturale derivante dalla ritenzione di

particelle dannose per l'uomo di cui, specialmente in contesti urbanizzati, viene limitata la diffusione.

Il PM, infatti, è il principale inquinante non gassoso diffuso nell'aria; esso è formato da un insieme eterogeneo di elementi sia antropici che naturali: metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), residui carboniosi, ma anche suolo e sabbia.

Sorgenti di inquinamento naturali e antropiche

Per poter discernere tra le sorgenti naturali e antropiche di PM e valutare in modo rapido, efficace e puntuale l'apporto antropico, si è sviluppato negli anni recenti il biomonitoraggio magnetico, che consiste nella misurazione delle proprietà magnetiche di foglie e licheni. Infatti i tessuti biologici rappresentano un substrato quasi inerte dal punto di vista magnetico e l'adesione di particelle metalliche ne modifica radicalmente le proprietà, fornendo così una rapida indicazione della tipologia, dell'abbondanza e della granulometria del PM metallico accumulato, al fine di risalire alle fonti emissive.

Le analisi chimiche, operate sugli stessi *biomonitor*, consentono di ottenere un quadro completo degli inquinanti aerodispersi.

Il PM è principalmente studiato per i suoi effetti nocivi sulla salute umana; eppure la sua azione provoca deterioramento ambientale a tanti livelli, tra cui, specialmente negli spazi urbani,

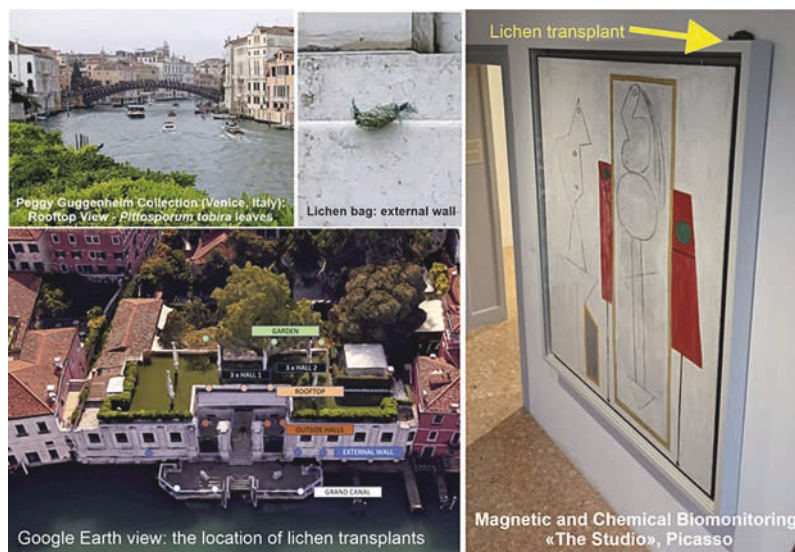


Fig 1. Grafic abstract: Progetto di biomonitoraggio atmosferico presso la Collezione Guggenheim di Venezia (Tratto da Grifoni *et al.*, 2024, modificato).

ricadente sul patrimonio artistico-culturale. Monumenti, manufatti e dipinti sono infatti minacciati dalla deposizione di particolato sulle superfici, che causa un insieme di alterazioni, tra cui abrasioni, ossidazione e scolorimento, che ne compromettono la qualità artistica. Il monitoraggio della qualità dell'aria assume pertanto un ruolo centrale nei musei collocati in aree urbane, ove l'inquinamento atmosferico può penetrare all'interno delle sale attraverso la circolazione dell'aria e gli impianti di riscaldamento e ventilazione. Pertanto i dati di screening del PM e degli altri inquinanti possono fornire informazioni analitiche di grande importanza nella conservazione preventiva delle opere, individuando gli inquinanti presenti nell'aria che possono potenzialmente deteriorare il patrimonio artistico.

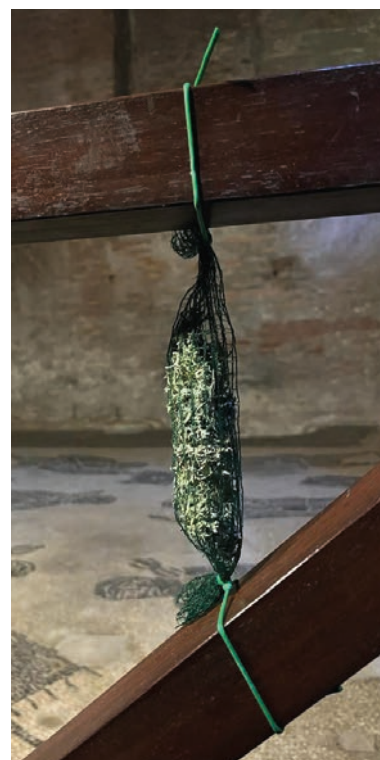

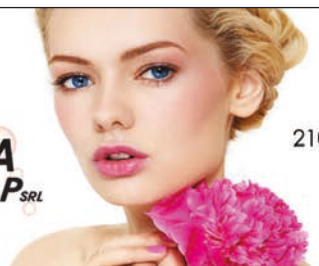


Fig 2. Trapianto lichenico all'interno della Scola Praeconum, Parco Archeologico del Colosseo.

- Produzione saponette vegetali 100% personalizzate per erboristerie, profumerie, farmacie
- Saponette da Hotel
- Produzione di cosmetici
- Lavorazione c/o terzi





Alchimia Soap Srl
Via Mantova, 5
21057 Olgiate Olona (VA)
Tel.: 0331631582
Fax: 0331674574
www.alchimiasoap.it
soap@alchimiasoap.it



Foto di heidi bakk-hansen



Foto di Steve Marlow

Per poter discernere tra le sorgenti naturali e antropiche di PM e valutare in modo rapido, efficace e puntuale l'apporto antropico, si è sviluppato negli anni recenti il biomonitoraggio magnetico, che consiste nella misurazione delle proprietà magnetiche di foglie e licheni.

Il progetto

Dall'unione del biomonitoraggio magnetico e quello chimico, nasce la collaborazione tra il laboratorio di paleomagnetismo dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e il Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Siena, che si è concretizzata grazie a un dottorato congiunto dedicato. Il gruppo di ricerca si è recentemente focalizzato sull'applicazione di queste tecniche alla tutela dei beni culturali nel contesto del progetto scientifico CHIOMA (Cultural Heritage Investigations and Observations: a Multidisciplinary Approach), nato a partire dal lavoro svolto a Villa Farnesina (Winkler *et al.*, 2022) in collaborazione con l'Accademia Nazionale dei Lincei.

In tali studi vengono utilizzati trapianti di licheni per monitorare la qualità dell'aria nelle immediate vicinanze della struttura presa in esame e al suo interno.

Ove possibile, le foglie di alberi o arbusti vengono raccolte ed esaminate sotto il profilo magnetico e chimico, per determinare le diverse capacità, in funzione della specie campionata, di fornire servizi ecosistemici di protezione ambientale. L'ultimo studio pubblicato dal gruppo di ricerca è stato realizzato presso la Collezione Peggy Guggenheim di Venezia (Grifoni *et al.*, 2024), dove viene dimostrato che l'interno del museo mostra accumuli trascurabili di particelle metalliche inquinanti e che le sorgenti emittive, in un contesto lagunare come quello

veneziano, sono diffuse. Ulteriori studi di biomonitoraggio sono attualmente in corso presso musei selezionati di Buenos Aires, presso il colle Palatino del Parco Archeologico del Colosseo e presso la cattedrale di Santa Maria del Fiore, a Firenze. Un altro progetto si sta inoltre sviluppando negli USA, presso il Metropolitan Museum di New York.

*** Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli studi di Siena; Istituto Nazionale di Geofisica e vulcanologia**

**** Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**

***** Accademia Nazionale dei Lincei**

****** Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli studi di Siena**

Riferimenti bibliografici

Aldo Winkler, Tania Contardo, Virginia Lapenta, Antonio Sgamellotti, Stefano Loppi, Assessing the impact of vehicular particulate matter on cultural heritage by magnetic biomonitoring at Villa Farnesina in Rome, Italy, *Science of The Total Environment*, Volume 823, 2022, 53729, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153729>.

Lisa Grifoni, Aldo Winkler, Luigi Antonello Di Lella, Luciano Pensabene Buemi, Antonio Sgamellotti, Lilla Spagnuolo, Stefano Loppi, Magnetic and chemical biomonitoring of particulate matter at cultural heritage sites: The Peggy Guggenheim Collection case study (Venice, Italy), *Environmental Advances*, Volume 15, 2024, 100455, ISSN 2666-7657, <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100455>.



Foglie e licheni sono utili in ambito urbano e vengono utilizzati come indicatori, poiché intrappolano sulla loro superficie il PM.



MOREG

Moreg è un integratore alimentare a base di **moringa** semi utile per la funzionalità digestiva, con **Frangula**, **Rabarbaro** e **Boldo** utili per la regolarità del transito intestinale; **Tarassaco** che sostiene le funzioni depurative dell'organismo, **Malva** utile per il normale volume e consistenza delle feci e **Finocchio** utile per la regolare motilità gastrointestinale ed eliminazione dei gas.



www.benesseremoringa.com

**DISPONIBILE
presso le FARMACIE
oppure ON LINE su:
www.benesseremoringa.com**

