

NOTIZIARIO

DELLA

SOCIETÀ LICHENOLOGICA ITALIANA

Vol. 26 - 2013

Cari Soci,

sono lieta di presentarvi quest'anno un numero del Notiziario ricco di contenuti e spunti interessanti.

Nel ringraziare tutti coloro che hanno contribuito con me alla realizzazione e alla crescita del Notiziario è con sottile dispiacere che lascio un impegno che negli anni ho affrontato con passione e dedizione, certa tuttavia della necessità per la nostra Società di un avvicendamento e con la consapevolezza di lasciare il Notiziario in ottime mani.

A Stefano, futuro Direttore della rivista, il mio sincero augurio di buon lavoro.

Deborah Isocrono

Cari soci,

con questo numero il Notiziario vede il primo passo di un avvicendamento alla sua direzione. Come Direttore Esecutivo ho infatti avuto il piacere e l'onore di affiancare Deborah nella realizzazione del presente volume. A lei, che per molto tempo ha curato con attenzione, passione e impegno il nostro Notiziario, dobbiamo tutte e tutti un grande e sentito ringraziamento.

Spesso però avvicendamento significa anche cambiamento: il Notiziario è uno strumento indispensabile per far conoscere le nostre attività, le nostre ricerche e il lavoro che quotidianamente ci vede impegnati nello studio dei licheni. Tuttavia, al giorno d'oggi, molti altri canali comunicativi vengono usati con sempre maggiore efficacia: il nostro compito sarà dunque quello di imparare a sfruttarli al meglio, permettendo al Notiziario di continuare ad essere utile, aggiornato e quindi sempre più diffuso tra i soci ma non solo.

Per tutto ciò ci servirà anche il vostro aiuto!

Stefano Bertuzzi

XXVI CONVEGNO
DELLA
SOCIETÀ LICHENOLOGICA ITALIANA

Piacenza, 2-4 Ottobre 2013
Auditorium S. Ilario, Via Garibaldi 17

In collaborazione e con il contributo di:



In collaborazione con:

Museo Civico
di **Storia**
Naturale
Piacenza



Con il patrocinio di:



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Mercoledì 2 Ottobre 2013

9:00 Registrazione dei partecipanti e affissione poster

9:30 Saluti delle Autorità e apertura dei lavori

Licheni e bioaccumulo: lo stato dell'arte

Coordinatore: Maurizio Perotti (CESI, Piacenza)

09:40 *Licheni e bioaccumulo: verso una norma europea* (Fabio Candotto Carniel – Università di Trieste)

10:20 *Biomonitoraggio della deposizione di elementi in traccia e IPA mediante trapianti di Pseudevernia furfuracea: gli effetti della stagionalità* (Danijela Kodnik, Fabio Candotto Carniel, Sabina Licen, Arianna Tolloi, Pierluigi Barbieri, Mauro Tretiach – Università di Trieste)

10:40 *Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico attraverso le proprietà magnetiche dei licheni* (Aldo Winkler, Luca Paoli, Leonardo Sagnotti, Stefano Loppi – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma; Università di Siena)

11:00 *Pausa caffè*

Licheni e bioindicazione: lo stato dell'arte

Coordinatore: Fabiana Cristofolini (Fondazione Mach, Trento)

11:40 *Licheni e bioindicazione: verso una norma europea* (Paolo Giordani – Università di Genova)

12:20 *Pattern a piccola scala di licheni epifiti in un bosco subalpino del Südtirol* (Sophie Ackermann, Juri Nascimbene, Lorenzo Marini, Marco Carrer – Università di Padova; Università di Trieste; Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige, Bolzano)

12:40 *Effetti del regime luminoso di crescita sulle capacità antiossidanti di licheni epifiti* (Fabio Candotto Carniel, Massimo Bidussi, Mauro Tretiach – Università di Trieste; Università di As, Norvegia)

13:00 *Pausa pranzo*

15:00 Tavola Rotonda: verso la normazione del biomonitoraggio tramite licheni

Coordinatore: Paolo Giordani (Università di Genova)

16:30 *Pausa caffè*

17:00 Riunione del Gruppo di Lavoro per il Biomonitoraggio

Giovedì 3 Ottobre 2013

Ecofisiologia

Coordinatore: Stefano Bertuzzi (Università di Trieste)

- 09:00 *Effetti di un trapianto lungo un gradiente altitudinale sui licheni Lobaria pulmonaria e Hypogymnia occidentalis* (Massimo Bidussi, Nut Asbjørn Solhaug, Yngvar Gauslaa - Università di As, Norvegia)
- 09:20 *Bioaccumulo, fisiologia e proteomica del lichene Evernia prunastri (L.) Ach. esposto a differenti intensità di traffico veicolare* (Andrea Vannini, Valentina Nicolardi, Luigi Antonello Di Lella, Giampiero Cai, Luigi Parrotta, Luca Paoli, Stefano Loppi - Università di Siena)
- 09:40 *Physiological performance of Cladonia portentosa after 11 years of wet ammonium and nitrate deposition and role of potassium and phosphorus external supply* (Silvana Munzi, Cristina Cruz, Cristina Branquinho, Giampiero Cai, Claudia Faleri, Ian D. Leith, Lucy J. Sheppard - Università di Lisbona, Portogallo; Università di Siena; Centro per l'Ecologia e l'Idrologia, Edimburgo, Scozia)
- 10:00 *Analisi trascrittomiche dell'apofotobionte Trebouxia gelatinosa sottoposto a processi di disidratazione e reidratazione* (Alice Montagner, Fabio Candotto Carniel, Gianluca De Moro, Marco Gerdol, Chiara Manfrin, Lucia Muggia, Alberto Pallavicini, Mauro Tretiach - Università di Trieste)
- 10:20 *Effetti dell'esposizione ai nanotubi di carbonio sul fotobionte lichenico Trebouxia sp.* (Stefano Bertuzzi, Camila Oviana Viana, Susanna Bosi, Fabio Candotto Carniel, Ary Correa Junior, Alice Montagner, Maurizio Prato, Mauro Tretiach - Università di Trieste; Università di Belo Horizonte, Brasile)
- 10:40 *Aspetti metodologici del monitoraggio di inquinanti aerodiffusi persistenti mediante "moss-bags" di nuova generazione* (Mauro Tretiach, Paola Adamo, Roberto Bargagli, Fiore Capozzi, Anna Di Palma, Pietro Iavazzo, Valeria Spagnuolo, Stefano Terracciano, Simonetta Giordano - Università di Trieste; Università Federico II Napoli; Università di Siena; AMRA, Napoli)

11:00 *Pausa caffè*

11:30 Sessione Poster

Coordinatore: Luca Paoli (Università di Siena)

Elenco dei poster (ordinati alfabeticamente per cognome del primo autore):

- Stefania Caporale, Marcello Desiderio, Giovanna Lanciani, Tommaso Pagliani: Incidenza delle specie nitrofile sui valori dell'IBL nel territorio della provincia di Chieti
- Sergio Enrico Favero-Longo, Edoardo Accattino, Renato Benesperi, Stefano Bertuzzi, Eraldo Bocca, Immacolata Catalano, Claudia Gazzano, Stefano Loppi, Enrica Matteucci, Luca Paoli, Sonia Ravera, Ada

- Roccardi, Giada Zemo: Progetto "licheni e beni culturali lapidei" del GdL per la Biologia: Licheni e marmo di Carrara
- Sergio Enrico Favero-Longo, Franco Rolfo, Rosanna Piervittori: Comunità litobiontiche sulle ofioliti del Massiccio del Monviso: un valore aggiunto per la fruizione geoturistica
 - Antonia Fleischhacker, Theodora Kopun, Martin Grube, Lucia Muggia: Diversity of lichenicolous and endolichenic fungi from alpine lichen communities
 - Lorenzo Fortuna, Fabio Candotto Carniel, Fiore Capozzi, Francesco Panepinto, Mauro Tretiach: Proposta metodologica per una indagine speditiva a supporto di piani di biomonitoraggio mediante licheni quali bioaccumulatori di metalli
 - Maurizio Guidotti, Malgorzata Owczarek: Bioaccumulo di diossine, IPA, PCB e metalli nell'area del termovalorizzatore di San Vittore del Lazio
 - Deborah Isocrono, Guglielmo Pandolfo, Laura Guglielmone: I licheni di Giacinto Moris conservati presso l'Erbario dell'Università di Torino
 - Deborah Isocrono, Annalaura Pistarino, Chiara Mattalia, Enzo Mottinelli, Nevio Tessarin, Vittorio Catalano, Anna Vignola, Rosanna Piervittori: La collezione di licheni "G. Gresino" al Museo Salesiano Don Bosco di Lombriasco (TO)
 - Claudia Marchiaro, Edoardo Accattino, Rosanna Piervittori, Anna Fusconi: Licheni e patine biologiche sui lapidei della città di Torino: il caso dello statuario seicentesco dei Giardini Reali
 - Enrica Matteucci, Daniel Elisa, Isabella Vanacore-Falco, Rosanna Piervittori: Organismi pionieri in ambienti d'alta quota: i licheni del Giardino botanico alpino Saussurea (Monte Bianco, Valle d'Aosta)
 - Silvana Munzi, Otilia Correia, Patricia Silva, Nuno Lopes, Catarina Freitas, Cristina Branquinho, Pedro Pinho : Lichen functional groups as indicator of microclimate changes associated to urbanization
 - Juri Nascimbene, Mauro Tretiach, Federica Corana, Fiorella Lo Schiavo, Danijela Kodnik, Matteo Dainese, Barbara Mannucci: Bioaccumulo di idrocarburi policiclici aromatici in talli lichenici delle Dolomiti
 - Luca Paoli, Alice Grassi, Ivana Maslanakov, Martin Backor, Adelmo Corsini, Stefano Loppi: Licheni e discariche: monitoraggio dell'inquinamento atmosferico tramite parametri ecofisiologici in *Flavoparmelia caperata*
 - Luca Paoli, Cristiana Guerranti, Stefano Loppi: Effetti degli ftalati sui licheni
 - Luca Paoli, Ivana Maslanakov, Alice Grassi, Martin Backor, Stefano Loppi: Effetti dell'ammoniaca gassosa sui licheni
 - Luca Paoli, Karla Pozoz, Victor H. Estellano, Simonetta Corsolini, Sardella, Stefano Loppi: Monitoraggio di idrocarburi policiclici aromatici (IPA): Campionatori passivi (puf disk) e licheni (*Evernia prunastri*) a confronto
 - Annalaura Pistarino, Sara Alessandra Gioachin, Rosanna Piervittori: La collezione "G. Rotti" di licheni della Valsesia (VC) al Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino
 - Giovanna Potenza, Simonetta Fascetti, Domenico Puntillo, Michele Puntillo: Nuove ed interessanti stazioni di *Lethariella intricata* (Moris) Krog in Italia meridionale
 - Domenico Puntillo, Michele Puntillo: I licheni della dolina Pozzatina (Puglia)
 - Sonia Ravera, Claudia Coccozza, Fabio Lombardi, Marco Marchetti, Roberto Tognetti: Lichens and trees as indicators of air pollution: a case study from Central Italy
 - Sonia Ravera, Stefania Ercole, Valeria Giacanelli, Renato Benesperi, Paolo Giordani, Deborah Isocrono, Juri Nascimbene, Mauro Tretiach: Stato di conservazione di *Cladina* in Italia
 - Sonia Ravera, Juan Carlos Sanchez-Hernandez: Species-specific variations of glutathione and malondialdehyde biomarkers measured by high-performance liquid chromatography-fluorescence
 - Silvia Sandrone, Daniel Blisa, Sergio Enrico Favero-Longo, Enrica Matteucci, Simonetta Migliorini, Lorenzo Appolonia, Rosanna Piervittori: Pattern di colonizzazione lichenica sulle mura del Castello di Graines (Valle d'Aosta)
 - Nicola Skert, Roberto Grahonia: Biomonitoraggio tramite licheni come bioindicatori nella regione Friuli Venezia Giulia, Italia
 - Andrea Vannini, Massimo Guarnieri, Guido Perra, Stefano Loppi: Messa a punto di un metodo cromatografico per la determinazione dell'ergosterolo in *Evernia prunastri* (L.) Ach.

13:00 Pausa pranzo

15:00 Riunione del Gruppo di Lavoro per la Biologia

15:30 Riunione del Gruppo di Lavoro per la Sistematica ed Ecologia

16:00 Riunione del Gruppo di Lavoro per la Didattica e Comunicazione Scientifica

16:30 Pausa Caffè

17:00 Assemblea dei Soci

20:00 Cena Sociale

Venerdì 4 Ottobre 2013

Diversità Lichenica

Coordinatore: Deborah Isocrono (Università di Torino)

09:00 *Citizen Science: una nuova frontiera per la ricerca lichenologica* (Stefano Martellos – Università di Trieste)

09:40 *Intervista impossibile* (Claudio Malavasi, Liceo Scientifico Galilei, Ostiglia, MN)

10:00 *Applicazione del martello di Schmidt allo studio del deterioramento lichenico sullo gneiss di Villarfocchiardo* (Edoardo Accattino, Chiara Bergamin, Sergio E. Favero-Longo, Enrica Matteucci, Alessandro Borghi, Rosanna Piervittori – Università di Torino)

10:20 *Fattori critici per la conservazione a lungo termine dei licheni epifiti forestali: il modello di Lobaria pulmonaria in Italia* (Juri Nascimbene, Renato Benesperi, Gabriele Casazza, Immacolata Catalano, Maria Grillo, Deborah Isocrono, Enrica Matteucci, Giovanna Potenza, Domenico Puntillo, Sonia Ravera, Luciana Zedda, Silvia Ongaro, Paolo Giordani – Università di Trieste; Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige; Università di Firenze; Università di Genova; Università di Napoli Federico; Università di Catania; Università di Torino; Università della Basilicata; Università della Calabria; Università del Molise; BIO-Diverse Bonn, Germania)

10:40 *Pausa caffè*

11:00 *Effetti del disturbo antropico sulle comunità di Seirophora villosa nei ginepreti della Toscana* (Renato Benesperi, Lorenzo Lastrucci, Juri Nascimbene – Università di Firenze; Università di Trieste)

11:20 *Risposte metaboliche di Xanthoparmelia sp. a differenti condizioni di irraggiamento* (Enrica Matteucci, Daniel Blisa, Sergio Enrico Favero-Longo, Andrea Occhipinti, Francesca Verrillo, Massimo Maffei, Rosanna Piervittori – Università di Torino; Museo Regionale di Scienze Naturali, Aosta)

11:40 *A lichen species-complex as a model to study evolution of organisms in symbiosis* (Lucia Muggia, Sergio Perez-Ortega, Toby Spribille, Martin Grube – Università di Graz, Austria; Università di Trieste; Museo Nazionale di Scienze Naturali, Madrid, Spagna)

12:00 Conclusioni e chiusura del Convegno

XXVI CONVEGNO
DELLA
SOCIETÀ LICHENOLOGICA ITALIANA

Comunicazioni orali

A cura di Silvana MUNZI

Revisione dei testi a cura di
Maurizio PEROTTI, Fabiana CRISTOFOLINI, Stefano BERTUZZI,
Luca PAOLI, Deborah ISOCRONO

LICHENI E BIOACCUMULO: VERSO UNA NORMA EUROPEA

Fabio CANDOTTO CARNIEL

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

L'applicazione delle metodologie di biomonitoraggio delle deposizioni di elementi in traccia mediante licheni è sempre più diffusa sia a livello nazionale che internazionale. In Italia tali metodologie, pur non essendo previste esplicitamente dalla legislazione vigente, sono saltuariamente introdotte in procedimenti di VIA e AIA su indicazione di enti locali o territoriali e in passato sono state utilizzate anche in alcuni delicati casi di contenzioso ambientale. A loro supporto esiste una vasta letteratura scientifica, e delle linee guida, mentre mancano dei protocolli riconosciuti dagli enti di normazione. Questa situazione ha suggerito la necessità di intraprendere un iter di normazione per sviluppare protocolli che uniformino le fasi di progettazione ed esecuzione delle campagne di biomonitoraggio, gli strumenti per l'interpretazione dei dati e che tutelino coloro che li applicano. Questo intervento si prefigge di descrivere lo stato dell'arte sul bioaccumulo in licheni autoctoni e trapianti, evidenziando i limiti e i punti di forza delle nostre conoscenze scientifiche e delle metodologie attualmente applicate. Si ritiene che questa fase di analisi critica, che richiede l'apporto di tutti coloro i quali hanno acquisito esperienze in questo settore, sia da completarsi necessariamente prima o almeno contemporaneamente all'inizio del confronto con gli specialisti individuati dall'ente europeo di normazione (CEN) per l'esame del testo in corso di definizione.

**BIOMONITORAGGIO DELLA DEPOSIZIONE DI ELEMENTI IN TRACCIA E IPA
MEDIANTE TRAPIANTI DI *PSEUDEVERNIA FURFURACEA*:
EFFETTI DELLA STAGIONALITÀ**

Danijela KODNIK¹, Fabio CANDOTTO CARNIEL¹, Sabina LICEN², Arianna TOLLOI²,
Pierluigi BARBIERI², Mauro TRETJACH¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste; ²Dipartimento di Scienze
Chimiche e Farmaceutiche, Università di Trieste

Questo progetto è volto a verificare gli eventuali effetti ambientali derivanti dal cambio di combustibile in un cementificio di medie dimensioni presso Fanna (PN). Attualmente il cementificio usa Pet-coke ma è stato autorizzato a usare combustibile misto con CSS (Combustibile Solido Secondario).

Il progetto, della durata di 5 anni, prevede il biomonitoraggio mediante trapianti di *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf in 36 stazioni, 33 disposte ai nodi di un grigliato di 700 m di passo, il cui perimetro esterno passa per i centri di Maniago, Fanna e la zona industriale di Maniago, e 3 nei centri urbani limitrofi. I trapianti vengono effettuati prima dell'entrata in funzione della nuova linea di combustione, a distanza di un anno e dopo tre anni. Il progetto prevede campagne di biomonitoraggio sia estive che invernali per verificare gli effetti della stagionalità.

I risultati riguardanti il contenuto elementare nei campioni delle prime due campagne non evidenziano un effetto del cementificio sul territorio, a fronte però di un impatto piuttosto consistente della zona industriale, finora scarsamente monitorata, mentre le principali fonti di IPA risultano coincidenti con i centri urbani. Sia per la maggior parte dei metalli che per gli IPA sono stati osservati valori di contaminazione significativamente inferiori nei trapianti estivi rispetto a quelli invernali. Ciò non è attribuibile a una minore attività degli impianti industriali, relativamente costante durante tutto l'anno, ma piuttosto alle diverse condizioni meteorologiche. Nel caso degli IPA le differenze sono anche legate alla degradazione chimica e fotochimica, dovuta all'ozono, e all'assenza, nel periodo estivo, del riscaldamento a legna, la cui combustione può generare quantità significative di IPA, come suggeriscono alcuni casi di iperaccumulazione osservati sul territorio.

BIOMONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO TRAMITE LE PROPRIETÀ MAGNETICHE DEI LICHENI

Aldo WINKLER¹, Luca PAOLI², Leonardo SAGNOTTI¹, Stefano LOPPI²

¹Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma; ²Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena

È noto che i licheni possono accumulare elementi in traccia in concentrazioni anche significativamente elevate, soprattutto quando tali elementi sono presenti nell'atmosfera come costituenti di particolati fini aerodispersi. La frazione magnetica di questi particolati, solitamente ossidi di ferro quali la magnetite e l'ematite, può essere di origine sia naturale che antropica; analisi magnetiche specifiche possono contribuire a discriminare i due diversi apporti. Numerosi studi hanno mostrato inoltre come le proprietà magnetiche di specie vegetali opportunamente campionate possano essere utilizzate quali efficaci ed originali indicatori di inquinamento atmosferico nell'ambito del biomonitoraggio ambientale.

Nel presente lavoro sono state misurate e analizzate le proprietà magnetiche di tre specie licheniche campionate da altrettanti diversi contesti ambientali: 1) *Punctelia borrieri* (Sm.) Krog nell'area urbana di Siena, 2) *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale nell'area interessata da una discarica di rifiuti solidi urbani a Pistoia, 3) *Evernia prunastri* (L.) Ach. (trapianti esposti per 6 mesi) nei pressi di un cementificio in Slovacchia. I dati magnetici sono stati confrontati e correlati con le concentrazioni degli elementi in traccia accumulati all'interno dei talli. La suscettività magnetica (la grandezza fisica che regola la magnetizzazione di un corpo in funzione del campo magnetico agente, solitamente proporzionale alla concentrazione di minerali magnetici) dei campioni analizzati è risultata idonea a discriminare quelli raccolti/esposti in aree inquinate da quelli prelevati/esposti in aree meno inquinate. Le migliori correlazioni con le concentrazioni degli elementi in traccia si sono avute nel caso dei campioni prelevati in situ. In particolare, alla discarica, tutte le concentrazioni degli elementi analizzati (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) sono risultate correlate significativamente ($R^2 = 0,65-0,97$) con la suscettività magnetica. A Siena le migliori correlazioni ($R^2 > 0,80$) sono state riscontrate con i nuovi traccianti di traffico veicolare (Ba e Sb), mentre correlazioni positive ma di peggiore qualità ($R^2 = 0,33-0,47$) sono emerse relativamente alle concentrazioni di Fe e Mn. Nel caso dei licheni trapiantati per 6 mesi al cementificio, l'unica correlazione positiva è emersa rispetto all'Al ($R^2 = 0,63$). Sono attualmente in fase di studio le caratteristiche di isteresi dei campioni in oggetto, per stimare la composizione e le dimensioni delle particelle magnetiche in essi contenute.

LICHENI E BIOINDICAZIONE: VERSO UNA NORMA EUROPEA

Paolo GIORDANI
DISTAV, Università di Genova

Dopo anni di applicazioni, il metodo di biomonitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico mediante licheni ha intrapreso un percorso di normazione a livello europeo, volto a standardizzare i principali passaggi metodologici per garantire la riproducibilità dei dati raccolti.

Il processo normativo ha avuto luogo nell'ambito del Working Group TC 264/WG 31 del CEN (l'ente di normazione europeo), con la partecipazione della Società Lichenologica Italiana (SLI), come membro dell'UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione), insieme ad altri partner istituzionali (TerraData Environmetrics - Università di Siena, Dipartimento di Scienze della Vita - Università di Trieste; ISPRA).

Le decisioni tecniche che verranno riportate nel documento finale sono state sostenute da alcune linee di studio che hanno caratterizzato negli ultimi anni la ricerca nel campo della lichenologia. In questa presentazione, verranno illustrati i passaggi più importanti che hanno permesso di migliorare l'applicabilità e la qualità del metodo di biomonitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico mediante licheni. In particolare:

- 1) l'introduzione di una maggiore oggettività nella selezione dei siti di campionamento e nella definizione delle fasi di campo, mediante la verifica dell'efficienza di diversi approcci su base probabilistica.
- 2) Lo studio della variabilità spaziale della diversità lichenica mirata per l'ottimizzazione della numerosità campionaria.
- 3) L'indagine della variabilità *within-site* per la definizione del rumore di fondo naturale e per ottenere una migliore interpretazione dei dati.
- 4) La definizione e l'analisi di procedure di *Quality Assurance* per valutare e minimizzare gli errori non campionari dovuti agli operatori.

PATTERN A PICCOLA SCALA DI LICHENI EPIFITI IN UN BOSCO SUBALPINO DEL SÜDTIROL

Sophie ACKERMANN¹ Juri NASCIBENE^{1,2}, Lorenzo MARINI³, Marco CARRER⁴
¹Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige, Bolzano; ²Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste; ³Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università di Padova; ⁴Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali, Università di Padova

Nell'ambito di un progetto focalizzato sullo studio dei licheni epifiti negli ambienti forestali della provincia di Bolzano, è stato realizzato uno studio sui pattern spaziali a piccola scala di 14 specie licheniche selezionate in base a forma di crescita e modalità di dispersione. L'area di studio è un plot permanente di 2 ha, istituito per analizzare le dinamiche forestali di lungo periodo. Si tratta di una pecceta subalpina in transizione al larici-cembreto localizzata alle pendici del gruppo montuoso del Latemar. All'interno del plot sono noti posizione topografica, specie, età e parametri dimensionali di ciascun albero.

Lo studio è basato sul rilevamento dell'abbondanza delle specie licheniche selezionate su tutti gli alberi con DBH>15 cm (650 in totale). Le specie rilevate differiscono tra loro non solo per la frequenza e abbondanza, ma anche per la dipendenza dai fattori ambientali e per la tipologia di pattern spaziale, che può essere aggregato o casuale. Inoltre, sia l'importanza dei fattori ambientali sia quella della configurazione spaziale dell'habitat cambiano a seconda che si considerino i pattern di presenza e quelli di abbondanza, indicando che i licheni potrebbero necessitare di condizioni diverse per le fasi di insediamento e di crescita delle popolazioni. Il "niche-sorting" sembra essere il principale processo che regola i pattern di presenza delle specie più abili nella dispersione, mentre le dinamiche di dispersione locale sembrano regolare l'abbondanza. Queste stesse dinamiche influenzano i pattern di presenza e abbondanza delle specie con limitazioni di dispersione.

EFFETTI DEL REGIME LUMINOSO DI CRESCITA SULLE CAPACITÀ ANTIOSSIDANTI DI LICHENI EPIFITI

Fabio CANDOTTO CARNIEL¹, Massimo BIDUSSI², Mauro TRETIACH¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste; ²Department of Ecology and Nature Resource Management, University of Life Sciences, Ås, Norvegia

Le caratteristiche morfologiche, fisiologiche e biochimiche degli organismi fotoautotrofi risentono notevolmente del regime luminoso di crescita. Nei licheni questo fattore influisce sulla densità dei fotobionti nel tallo, sui processi fotosintetici e sul rateo di crescita. Inoltre è documentato un effetto sulla produzione di metaboliti secondari protettivi come le melanine, la parietina e l'acido usnico. Tuttavia al momento si ignora quanto l'ambiente luminoso di crescita influenzi le capacità antiossidanti dei licheni, sebbene la luce sia notoriamente uno dei fattori coinvolti nell'induzione dello stress fotoossidativo. Per verificare ciò, sono state testate le cinetiche di consumo di H₂O₂, una specie reattiva dell'ossigeno (ROS) prodotta durante fenomeni di stress fotoossidativo, in 8 popolazioni di 4 licheni epifiti fogliosi. Talli di *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale, *Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy, *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. e *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. sono stati raccolti dal lato esposto a sud e nord di alberi decidui o sempreverdi, isolati o all'interno di ambienti nemorali. Le differenze dei regimi luminosi di crescita sono state verificate misurando su ogni popolazione alcuni parametri di fluorescenza clorofilliana (Chl_aF) (F_v/F_m , F_o , F_m). Il consumo di acqua ossigenata è stato misurato immergendo lobi marginali disidratati e altri idratati (RWC ~50%) in una soluzione 50 μM di H₂O₂ e quantificando dopo 2, 5, 10, 15 e 30 minuti il contenuto residuo in H₂O₂ nella soluzione mediante saggio colorimetrico. Lavaggi in acetone sono stati effettuati per verificare il ruolo dei metaboliti secondari depositati nell'apoplasto nel consumo di H₂O₂. Le misure di Chl_aF hanno confermato che esiste una differenza nel regime luminoso degli ambienti in cui sono stati raccolti i licheni mentre le cinetiche di consumo di H₂O₂ hanno mostrato che ci sono differenze tra le popolazioni dovute sia al regime luminoso sia allo stato di idratazione dei licheni.

**EFFETTI DI UN TRAPIANTO LUNGO UN GRADIENTE ALTITUDINALE SUI
LICHENI *LOBARIA PULMONARIA* E *HYPOGYMNIA OCCIDENTALIS***

Massimo BIDUSSI, Knut Asbjørn SOLHAUG, Yngvar GAUSLAA
*Department of Ecology and Nature Resource Management, University of Life Sciences,
Ås, Norvegia*

Nel corso di questo esperimento sono stati studiati gli effetti dell'altitudine sui tassi di crescita (come *Relative Growth Rate*, RGR) e sulla produzione di composti secondari (*Carbon-Based Secondary Compounds*, CBSC) dei licheni *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm e *Hypogymnia occidentalis* L.H.Pike. I campioni sono stati trapiantati per 14 mesi lungo un transetto altitudinale con 11 posizioni (550-700-800-920-1030-1150-1280-1400-1500-1600-1650 m s.l.m) in British Columbia, Canada. Prima del trapianto, una metà dei talli è stata trattata con fosforo (P) per studiarne l'influenza sull'allocazione del carbonio (C). La crescita di *L. pulmonaria* è stata influenzata positivamente principalmente dal pH dei siti nei quali sono stati eseguiti i trapianti, mentre i tassi di crescita dei talli di *H. occidentalis* sono stati influenzati dalla qualità della luce (luce diretta con effetti negativi, luce indiretta con effetti positivi). Né l'altitudine né il P hanno avuto effetti significativi sulla crescita dei talli. Il mancato effetto dell'altitudine può essere imputato al fatto che i licheni trapiantati a quote diverse sono risultati idratati quotidianamente per periodi di durata simile (rugiada alle quote più basse, maggiori precipitazioni piovose alle quote più elevate). Non è stata trovata alcuna correlazione tra altitudine e produzione di composti secondari, mentre il P ha determinato un aumento delle concentrazioni dei CBSC in *L. pulmonaria* ma non in *H. occidentalis*. Infine, non è stata osservata alcuna correlazione tra crescita e produzione di CBSC.

**BIOACCUMULO, FISIOLOGIA E PROTEOMICA DEL LICHENE
EVERNIA PRUNASTRI (L.) ACH. ESPOSTO A DIFFERENTI INTENSITÀ
DI TRAFFICO VEICOLARE**

Andrea VANNINI¹, Valentina NICOLARDI¹, Luigi Antonello DI LELLA¹,
Giampiero CAI², Luigi PARROTTA², Luca PAOLI², Stefano LOPPI²

¹*Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena;*

²*Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena*

Nell'area urbana e peri-urbana della città di Siena gli input di contaminazione atmosferica possono essere ricondotti, ad eccezione del riscaldamento domestico nel periodo invernale, esclusivamente al traffico veicolare in quanto, la presenza di altre fonti di emissione, come le attività industriali e artigianali sono rispettivamente subordinate e minoritarie. Lo studio degli effetti di tale inquinamento sui licheni risulta tuttavia di difficile comprensione dati sia la molteplicità dei contaminanti in gioco sia i possibili effetti di sinergismo e antagonismo a cui i talli risultano esposti.

In questo studio nell'ambiente urbano di Siena sono state individuate tre zone aventi differenti caratteristiche di traffico veicolare: area urbana (zona all'interno delle mura cittadine), area perimetrale (perimetro dell'area urbana retrostante la cinta muraria cittadina), area peri-urbana. È stata altresì selezionata una stazione di controllo all'interno dell'orto botanico della città ubicata a ridosso dell'area urbana. All'interno di ciascuna area e nella stazione di controllo sono stati eseguiti, con cadenza stagionale, dei trapianti di talli di *Evernia prunastri* per la durata complessiva di un anno.

Dopo ogni periodo di esposizione sono state misurate le concentrazioni degli elementi in traccia (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Zn) e sono stati valutati alcuni parametri fisiologici (contenuto di pigmenti fotosintetici, efficienza fotosintetica, contenuto di ergosterolo, danneggiamento delle membrane cellulari). I risultati evidenziano che le concentrazioni degli elementi in traccia e i parametri fisiologici sono in stretta relazione con le diverse condizioni di traffico veicolare e con la stagionalità. Questi dati sono stati integrati con un'analisi di proteomica che ha fornito risultati interessanti anche se non di facile interpretazione.

**PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF *CLADONIA PORTENTOSA*
AFTER 11 YEARS OF WET AMMONIUM AND NITRATE DEPOSITION
AND ROLE OF POTASSIUM AND PHOSPHORUS EXTERNAL SUPPLY**

Silvana MUNZI¹, Cristina CRUZ¹, Cristina BRANQUINHO¹, Giampiero CAI²,
Claudia FALERI², Ian D. LEITH³, Lucy J. SHEPPARD³

¹*Centro de Biologia Ambiental, Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal*

²*Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Siena;* ³*Centre for Ecology & Hydrology, Edinburgh, UK*

Lichens are among the most sensitive organisms to nitrogen (N) pollution at the ecosystem level. Several papers have considered N tolerance in lichens, however many questions on the topic are still unsolved. Moreover, reactive N effects have been shown to increase over time, confirming that long-term experiments are needed to better characterize these responses in different ecosystems.

The Whim Bog manipulation experiment has been providing wet and dry deposition to ombrotrophic bog vegetation containing the matt forming lichen *Cladonia portentosa* (Dufour) Coem. since 2002, offering the potential to study such interactions in a controlled environment.

Samples of *C. portentosa* growing in the bog were collected and physiological parameters (pH, gas exchange, photosynthetic parameters, vitality index) and ultrastructural characteristics were analyzed in case of wet deposition. The role of potassium (K) and phosphorous (P) in alleviating N toxicity symptoms was considered.

Algal cell ultrastructure showed to be affected by different treatments. Samples receiving P and K showed an increased activity of the algal partner. Thallus pH showed to be influenced by different forms and concentrations of N. These results contribute to link physiological and morphological effects to the ecological consequences of N excess, providing a more integrated approach to managing N in the environment and offering important clues for future researches.

**ANALISI TRASCRIPTOMICA DELL' APOFOTOBIONTE *TREBOUXIA GELATINOSA*
SOTTOPOSTO A PPROCESSI DI DISIDRATAZIONE E REIDRATAZIONE**

Alice MONTAGNER, Fabio CANDOTTO CARNIEL, Gianluca DE MORO, Marco GERDOL,
Chiara MANFRIN, Lucia MUGGIA, Alberto PALLAVICINI, Mauro TRETIACH
Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

Gli organismi peciloidrici sono sottoposti a cicli di disidratazione, disseccamento e reidratazione, in cui le cellule subiscono modificazioni anatomiche, fisiologiche e biochimiche, tra cui il parziale collassamento della parete cellulare, la vitrificazione del citoplasma e la sintesi di sostanze antiossidanti.

Lo scopo di questo lavoro è di approfondire le conoscenze riguardanti i processi molecolari, e quelli di espressione genica in particolare, durante le fasi di disidratazione e reidratazione in un fotobionte del genere *Trebouxia* Puymaly, anche a fronte di una scarsissima diffusione degli studi di trascrittomica in ambito lichenologico.

Culture axeniche ottenute da talli di *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale e identificate molecularmente e ultrastrutturalmente come *T. gelatinosa* Archibald sono state coltivate su terreno solido (*Trebouxia* Medium) a 20°C e 20 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ con un ciclo di luce/buio di 14/10 ore. È stato estratto l'RNA da singole colonie idratate, 30 giorni dopo il loro inoculo, da altre sottoposte ad una lenta disidratazione, che è stata protratta per 10 ore, e infine da colonie reidratate e mantenute alla luce per 12 ore.

I 3 campioni, provenienti dalle diverse colonie, sono stati sottoposti a sequenziamento massivo illumina 2X100pb dell'RNA messaggero, producendo un totale di circa 250 milioni di frammenti. Da questi è stato costruito l'assemblaggio *de novo* del trascrittoma e 19601 putativi trascritti sono stati utilizzati per la successiva analisi di espressione genica. Un'analisi statistica sui valori di espressione ha permesso di individuare gruppi di geni differenzialmente espressi in funzione della disidratazione o della successiva reidratazione, fornendo informazioni importanti per la comprensione di questi processi. Ad esempio, a seguito della reidratazione vengono sovraespressi geni responsabili per la produzione di "Heat Shock Proteins"; allo stesso tempo vengono sottoespressi molti geni responsabili per vari processi fotosintetici.

**EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE AI NANOTUBI DI CARBONIO SUL FOTOBIONTE
LICHENICO *TREBOUXIA* SP.**

Stefano BERTUZZI¹, Camila DE OLIVEIRA VIANA², Susanna BOSI³,
Fabio CANDOTTO CARNIEL¹, Ary CORREA Junior², Alice MONTAGNER¹,
Maurizio PRATO³, Mauro TRETIACH¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste; ²Instituto de Ciências
Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Brasile;

³Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Università di Trieste

Le conoscenze degli effetti dei nanotubi di carbonio (carbon nanotubes, CNT) sugli organismi vegetali sono ancora scarse e frammentarie, nonostante il costante sviluppo e la diffusione delle tecnologie che impiegano tali nanoparticelle, anche a livello ambientale: alcuni autori osservano una forte riduzione dell'attività fotosintetica legata all'esposizione ai CNT - che tuttavia può essere dovuta agli effetti schermanti dei loro aggregati - mentre altri segnalano effetti positivi sui tassi di crescita cellulare.

L'obiettivo di questo studio è di fornire i primi contributi ad un progetto volto a verificare il potenziale utilizzo dei licheni come biomonitor di CNT. A causa dell'assenza totale di dati, si è deciso di limitare l'indagine, in questa fase, al solo fotobionte. A tale scopo, colture axeniche di un'alga verde del genere *Trebouxia* Puymaly, isolata dal lichene *Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy, sono state sottoposte a trattamenti con CNT in soluzione acquosa a concentrazioni comprese tra 0,01 e 100 µg mL⁻¹, e quindi inoculate su dischetti sterili in fibra di vetro o acetato di cellulosa. Gli effetti dei CNT sono stati misurati a intervalli di tempo regolari prima e dopo 4 settimane dall'esposizione ai CNT mediante: (i) conte algali; (ii) misure del contenuto di clorofilla; (iii) misure di fluorescenza della clorofilla a (Chl_aF); (iv) osservazioni in microscopia confocale per valutare sia l'integrità delle membrane plasmatiche sia la penetrazione dei CNT all'interno delle cellule; a tal fine sono stati utilizzati nanotubi funzionalizzati mediante un cromoforo fluorescente.

Le modalità di somministrazione dei CNT influenzano il loro effetto sulle colture algali: la presenza di CNT sulla superficie dei dischetti di inoculo non causa danni apprezzabili, mentre la somministrazione dei CNT alle colture in soluzione acquosa porta a decrementi del contenuto di clorofilla e a danni alle membrane, che non sono però dose-dipendenti. Le misure di Chl_aF non evidenziano invece alcun danno alla funzionalità dei fotosistemi.

ASPETTI METODOLOGICI DEL MONITORAGGIO DI INQUINANTI AERODIFFUSI PERSISTENTI MEDIANTE "MOSS-BAGS" DI NUOVA GENERAZIONE

Mauro TRETACH¹, Paola ADAMO², Roberto BARGAGLI³,
Fiore CAPOZZI⁴, Anna DI PALMA⁴, Pietro IAVAZZO⁴, Valeria SPAGNUOLO⁵,
Stefano TERRACCIANO⁴, Simonetta GIORDANO⁵

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste; ²Dipartimento di Agraria, Università Federico II, Napoli; ³Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena; ⁴AMRA - Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale, Napoli; ⁵Dipartimento di Biologia, Università Federico II, Napoli

I muschi, grazie alla loro elevata efficienza nell'accumulo di particolato atmosferico, sono considerati degli ottimi biomonitori. Una tecnica oramai diffusa prevede l'esposizione del materiale all'interno di reticelle, formando le cosiddette "moss-bags", che possono essere distribuite sul territorio secondo schemi espositivi ottimali. Tra i principali limiti di questa tecnica si ricorda che il muschio viene raccolto in natura, e ciò ha un certo impatto ambientale, mentre l'operazione di preparazione delle bags presenta aspetti "artigianali" che rappresentano un serio handicap per la sua diffusione. Per ovviare a questi problemi un team di ricercatori europei ha sviluppato il progetto FP7 MOSSCLONE, che ha tra gli obiettivi anche quelli di (1) individuare e caratterizzare un muschio particolarmente performante per clonarlo, coltivarlo in condizioni controllate, e quindi usarlo come materiale di uso standard, dopo un processo di devitalizzazione; (2) ottimizzare le moss-bags per forma, taglia, ampiezza delle maglie della rete di contenimento e quantità di muschio, proponendo un prototipo di nuova concezione da sottoporre a brevetto internazionale; (3) standardizzare le condizioni di esposizione, in termini di altezza e durata di esposizione; (4) confrontare i dati ottenuti con le moss-bags di nuova generazione con i dati ottenuti con i metodi chimico-fisici tradizionali. In questa sede si presentano i risultati del primo anno e mezzo di attività, in particolare quelli relativi ai punti (2) e (3), basati sull'esposizione di più di 250 bags di vecchia e nuova generazione per periodi di diversa durata, da 3 a un massimo di 12 settimane, in sette siti campani con diverso uso del suolo; ciò in attesa di avere a disposizione i dati relativi ad altre esposizioni condotte in due regioni europee climaticamente molto diverse, la Galizia e l'Austria orientale. Viene inoltre illustrato in prima nazionale il nuovo prototipo.

**CITIZEN SCIENCE: UNA NUOVA FRONTIERA PER LA RICERCA
LICHENOLOGICA**

Stefano MARTELLOS

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

Negli ultimi 10 anni si è verificato un crescente interesse per la Citizen Science, ovvero il coinvolgimento dei cittadini nella raccolta e nell'elaborazione dei dati naturalistico-ambientali, in particolare nel campo della biodiversità. La Citizen Science è uno strumento estremamente potente di informazione e di ricerca, che ha un duplice scopo: 1) informare i cittadini su determinati problemi, consentendo così una formazione scientificamente corretta dell'opinione pubblica, e 2) fornire al mondo della ricerca e a chi deve gestire l'ambiente e il territorio dati importanti per una migliore comprensione di determinate problematiche e per l'elaborazione di possibili soluzioni. In Europa, un grande impulso alla Citizen Science è venuto dal progetto *Open Air Laboratories* (OPAL), lanciato nel Regno Unito dal Natural History Museum di Londra. OPAL ha avuto un grande impatto sulla popolazione e, grazie a una vasta eco mediatica, ha permesso la diffusione della Citizen Science al di fuori del mondo dell'associazionismo naturalistico. Nel Nord Europa, in particolare, vi sono molte altre iniziative attive o in corso di sviluppo. Questa spinta ha inoltre portato alla costituzione della *European Agency for Citizen Science*, una organizzazione non governativa che si propone di coordinare iniziative di Citizen Science a livello sovra-nazionale. Nell'Europa meridionale, pur con lodevoli eccezioni come il progetto "Occhio alla Medusa" dell'Università di Lecce, le iniziative sono molto più limitate e raramente ottengono l'attenzione mediatica necessaria per prendere effettivamente piede.

Solo nell'ultimo anno, anche grazie al lavoro della nascente infrastruttura europea Lifewatch, di cui l'Italia è uno dei principali fautori, è stata pianificata, a livello nazionale, una serie di attività che riuniscano tutti i possibili attori (associazioni, società scientifiche, istituzioni) in un Gruppo di Lavoro per la Citizen Science, di cui la Società Lichenologica Italiana farà parte. Sarà compito di questo gruppo, aperto a tutti gli interessati, sviluppare iniziative che sappiano coinvolgere i cittadini, trasformandoli in parte interessata e attiva della ricerca scientifica su rilevanti tematiche ambientali. In campo lichenologico, tematiche come il monitoraggio dell'alterazione ambientale e la continuità forestale potrebbero essere interessanti esempi dell'uso dei dati di Citizen Science nella ricerca di base ed applicata.

INTERVISTA IMPOSSIBILE

Claudio MALAVASI

Liceo Scientifico "G. Galilei" di Ostiglia (MN)

Ci sono molti modi per conoscere i licheni ma quello di intervistarli è certamente curioso e non privo di difficoltà. I licheni infatti sono organismi molto timidi e schivi che notoriamente non parlano volentieri di sé; si affidano per lo più a messaggi in codice legati spesso alla loro presenza o assenza in un determinato ambiente. Eppure gli studenti della classe 2T del Liceo delle scienze applicate di Ostiglia hanno tentato l'impresa.

I licheni hanno assunto sembianze umane e all'interno di un parco cittadino hanno risposto alle domande di un inviato per realizzare uno speciale TG.

Le domande dell'inviato sono state semplici e dirette, finalizzate a svelare come sono fatti i licheni, le loro abitudini di vita e il significato della loro presenza. La sceneggiatura è stata essenziale così come la scenografia costituita da panchine e alberi ovvero i luoghi abituali dove si trovano i licheni che spesso passano inosservati o vengono scambiati come "segni di malattia" delle piante. Il lavoro è stato realizzato da una troupe esterna in collegamento con un conduttore in studio.

L'esperienza si è dimostrata molto valida in quanto assumere le vesti di un lichene ha permesso agli studenti di interpretare in prima persona un nuovo modo di "esistere" ma anche quello di comunicare in modo corretto le nozioni scientifiche apprese. L'intervista realizzata si inserisce in un telegiornale più ampio che presenta i risultati del biomonitoraggio annuale dei licheni svolto a Ostiglia e nei paesi limitrofi. I dati sono stati pubblicati sul sito web dedicato al progetto Licheni in rete che coinvolge numerose scuole medie e superiori della provincia di Mantova: <http://digilander.libero.it/licheniinrete/prima/home.htm>.

Queste nuove modalità di comunicazione, realizzate con strumenti tecnologici ormai diffusi come l'iPhone e l'iPad sono riuscite a coinvolgere maggiormente gli studenti nel processo di apprendimento che è risultato gradito, creativo ed efficace.

**APPLICAZIONE DEL MARTELLO DI SCHMIDT ALLO STUDIO DEL
DETERIORAMENTO LICHENICO SULLO GNEISS DI VILLARFOCCHIARDO**

Edoardo ACCATTINO¹, Chiara BERGAMIN¹, Sergio E. FAVERO-LONGO¹,
Enrica MATTEUCCI¹, Alessandro BORGHI², Rosanna PIERVITTORI¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino;

²Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino

Nell'ambito del progetto PROGEO PIEMONTE - *Turin: the foundation stones of geological culture in the Piemonte region*, il presente studio esamina il deterioramento fisico determinato dalla colonizzazione lichenica a spese dello gneiss di Villarfochiardo, litotipo utilizzato nella costruzione dei ponti in pietra sul Po a Torino. Per ragioni conservative, le indagini sono state effettuate su campioni prelevati in siti naturali ed in aree di cava attive e dismesse. Osservazioni microscopiche sono state condotte sullo sviluppo nello gneiss della componente ifale di penetrazione delle specie epilittiche *Candelariella vitellina* e *Xanthoparmelia* sp. pl. e di una specie riconducibile al genere *Sarcogyne* a peculiare sviluppo endolitico. L'identità di tale *taxon* risulta per ora incerta per caratteristiche morfologiche che non trovano accordo con le specie del genere finora riportate per l'Italia e perché le analisi molecolari (ITS-rDNA) non possono essere risolutive per il quadro ancora molto incerto che interessa non solo *Sarcogyne*, ma anche i generi filogeneticamente correlati *Polysporina* e *Acarospora*, apparentemente polifiletici. Vengono descritti i risultati di misurazioni effettuate con il martello di Schmidt relativamente alla durezza della roccia (*R rebound value*) in assenza o presenza delle diverse specie considerate. Tali analisi evidenziano differenze significative in assenza di licheni, con o senza una patina superficiale di cianobatteri ($R > 50$), in presenza delle specie epilittiche o di talli di *Sarcogyne* non fruttificati, associabili ad uno stadio di crescita iniziale ($R \sim 40$) e in corrispondenza di talli maturi di *Sarcogyne*, ricchi di apotecii ($R \sim 30$). Tale risultato suggerisce che il martello di Schmidt possa essere utilizzato come tecnica non distruttiva per rilevare il degrado fisico operato dai licheni sui litotipi in opera e per individuare eventuali stadi iniziali di colonizzazione endolitica non riconoscibili con la sola osservazione di superficie.

FATTORI CRITICI PER LA CONSERVAZIONE A LUNGO TERMINE DEI LICHENI EPIFITI FORESTALI: IL MODELLO DI *LOBARIA PULMONARIA* IN ITALIA

Juri NASCIBENE^{1,2}, Renato BENESPERI³, Gabriele CASAZZA⁴,
Immacolata CATALANO⁵, Maria GRILLO⁶, Deborah ISOCRONO⁷, Enrica MATTEUCCI⁷,
Giovanna POTENZA⁸, Domenico PUNTILLO⁹, Sonia RAVERA¹⁰, Luciana ZEDDA¹¹,
Silvia ONGARO⁴, Paolo GIORDANI⁴

¹Università di Trieste; ²Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige; ³Università di Firenze;

⁴Università di Genova; ⁵Università di Napoli Federico II; ⁶Università di Catania;

⁷Università di Torino; ⁸Università della Basilicata; ⁹Università della Calabria;

¹⁰Università del Molise; ¹¹BIO-Diverse, Bonn

I licheni sono una componente rilevante della biodiversità funzionale delle foreste e per questo sono inclusi tra gli indicatori biologici nella rete europea di monitoraggio forestale. Tuttavia, molte specie sono oggi a rischio di estinzione e le strategie per la loro conservazione a lungo termine necessitano di modelli predittivi complessi, in cui vengano integrati gli effetti dei principali fattori che determinano i pattern distributivi delle specie.

Questo lavoro sviluppa un'analisi a scala nazionale della distribuzione di *Lobaria pulmonaria* a partire da circa 600 dati georeferenziati che coprono l'intero territorio italiano. I modelli utilizzati hanno lo scopo di testare l'effetto di fattori indicativi della gestione forestale e delle condizioni climatiche, anche in funzione dei cambiamenti previsti dagli scenari A2 e B2 dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) per gli anni 2020 e 2050. La distribuzione attuale della specie riflette fattori sia climatici, sia di carattere antropico con popolazioni che occupano con continuità la dorsale appenninica, il ponente ligure e popolazioni disgiunte nel settore alpino centro-orientale. La disgiunzione, non ancora completa, tra le popolazioni alpine e quelle appenniniche è legata al gap creatosi in tempi storici nella pianura padana e nelle aree alpine occidentali dove la specie era segnalata almeno fino alla fine dell'800. Questo processo, che verosimilmente è avvenuto nell'arco di oltre 150 anni, sembra ora poter subire una accelerazione sotto la spinta dei cambiamenti climatici in atto portando in qualche decennio alla frammentazione delle popolazioni appenniniche e compromettendo uno dei principali centri di differenziazione genetica della specie nell'Europa meridionale. In questo scenario, solo pratiche gestionali che assicurino la continuità di habitat alle popolazioni esistenti possono probabilmente attenuare l'effetto di condizioni generali poco favorevoli.

**EFFETTI DEL DISTURBO ANTROPICO SULLE COMUNITÀ DI
SEIROPHORA VILLOSA NEI GINEPRETI DELLA TOSCANA**

Renato BENESPERI¹, Lorenzo LASTRUCCI¹, Juri NASCIBENE²

¹Dipartimento di Biologia, Università di Firenze; ²Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

In Europa i ginepreti costieri, la cui biodiversità è minacciata dalle attività umane, sono considerati habitat prioritari (codice Natura2000 2250). L'impatto legato al disturbo antropico in questo tipo di habitat è ben documentato per molti organismi, ad esempio animali e piante vascolari, mentre vi sono poche informazioni per le componenti crittogamiche, inclusi i licheni. Il principale obiettivo di questo studio è stato quello di testare l'influenza del disturbo antropico sulla presenza e l'abbondanza delle popolazioni di *Seiophora villosa*, specie inserita nella lista rossa dei licheni epifiti d'Italia e tipica dei ginepreti costieri. L'effetto del disturbo antropico è stato testato anche sull'intera comunità lichenica epifita, sia in termini di ricchezza specifica che di composizione floristica. Lo studio, condotto lungo il litorale della Toscana meridionale, è basato sul confronto tra siti in cui sono evidenti e ben documentabili le alterazioni antropogeniche e siti indisturbati. La selezione dei siti è basata su un disegno di campionamento randomizzato stratificato. I risultati dimostrano che, negli ambienti costieri, la conservazione a lungo termine di *Seiophora villosa* e della sua comunità, tipicamente composta da molte specie a distribuzione prevalentemente mediterranea e di interesse conservazionistico, dipende dal mantenimento di ginepreti indisturbati. Le comunità dei siti disturbati sono composte da un subset di specie presenti nei siti indisturbati. Queste specie sono per lo più licheni ad ampia valenza ecologica, comuni negli ambienti antropizzati. I risultati supportano inoltre la possibilità di utilizzare *Seiophora villosa* come una specie indicatrice dell'importanza conservazionistica e del livello di integrità degli habitat costieri dominati da ginepro.

RISPOSTE METABOLICHE DI *XANTHOPARMELIA* SP. A DIFFERENTI CONDIZIONI DI IRRAGGIAMENTO

Enrica MATTEUCCI^{1,2}, Daniel BLISA¹, Sergio Enrico FAVERO-LONGO¹, Andrea OCCHIPINTI¹, Francesca VERRILLO¹, Massimo MAFFEI¹, Rosanna PIERVITTORI^{1,2}
¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; ²Museo Regionale di Scienze Naturali – Musée Régional de Sciences Naturelles, Aosta

Fra i diversi ruoli ecologici finora suggeriti per alcuni metaboliti lichenici rientra l'azione schermante nei confronti della radiazione solare. Sebbene siano state realizzate diverse ricerche sulla sintesi di metaboliti in risposta alla radiazione visibile e/o UV, le evidenze sperimentali sono tuttora contrastanti e risultano poco chiari i ruoli giocati da fattori ambientali quali temperatura e disponibilità idrica.

Nell'ambito di un progetto frutto della collaborazione fra Università di Torino e Museo Regionale di Scienze Naturali della Valle d'Aosta sul possibile utilizzo delle comunità licheniche rupicole come bioindicatori dei livelli di radiazione UV, è stata condotta una sperimentazione in laboratorio su *Xanthoparmelia*, genere ampiamente diffuso sull'arco alpino. Il *taxon* è stato scelto perché in letteratura sono attestati: (a) la vicarianza nello strato medullare di differenti depsidoni la cui variabilità è stata ipoteticamente associata a fattori ambientali; (b) la presenza nel *cortex* superiore di acido usnico la cui sintesi è stata correlata all'esposizione alla radiazione UV; (c) la resistenza all'immersione prolungata in acetone che ne consente l'utilizzo per esperimenti sulla resintesi dei metaboliti. Le risposte fisiologiche di talli esposti in microcosmo a differente irradiazione (UV-B+PAR vs. sola PAR) in diverse condizioni di idratazione e (mantenuti umidi o meno) sono state esaminate con particolare attenzione allo stato di vitalità del fotobionte e all'intensità dei processi di resintesi nel *cortex*. I pattern di metaboliti secondari sono stati caratterizzati mediante tecniche cromatografiche in tre serie di 24 campioni al momento della raccolta e dopo l'esposizione. I risultati contribuiscono a chiarire l'incidenza dei differenti fattori microclimatici sulla sintesi dei metaboliti ed evidenziano come il genere necessiti di ulteriori studi per chiarire le attuali suddivisioni tra le specie descritte.

Lavoro eseguito con il contributo dell'Unione Europea, della Regione Autonoma Valle d'Aosta e del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali.

A LICHEN SPECIES-COMPLEX AS A MODEL TO STUDY EVOLUTION OF ORGANISMS IN SYMBIOSIS

Lucia MUGGIA^{1,2}, Sergio PEREZ-ORTEGA³, Toby SPRIBILLE¹, Martin GRUBE¹
¹Institute of Plant Sciences, University of Graz, Austria; ²Department of Life Science, University of Trieste; ³Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, Spain

We compiled a worldwide study on *Tephromela atra*, a widespread, crust-forming lichen species complex, which exhibits a high degree of morphological heterogeneity. The long-lasting debate about the recognition of *taxa* within the complex never considered the question whether the adaptation to habitats (spanning from the Mediterranean to the arctic and alpine regions) or substrates (calcareous and siliceous rocks, bark) correlates with the preference to certain algal partners. The multilocus phylogenetic hypothesis reconstructed for the mycobionts using ITS and the two protein coding genes b-tubulin and mcm7, recovered not less than 13 monophyletic clades, the majority of them well supported by morphological, chemical or ecological traits. We found that lichen mycobionts can associate with photobionts belonging to nine strains/species of *Trebouxia*. In the Alps and cold habitats of the South Hemisphere *Trebouxia simplex* and three new photobiont strains were recovered, whereas lichen thalli from the Mediterranean and temperate region consort with different *Trebouxia* species and host in the thalli multiple *Trebouxia* strains. *Tephromela atra* represents an interesting model to study adaptation and evolution of organisms in symbiosis.

XXVI CONVEGNO
DELLA
SOCIETÀ LICHENOLOGICA ITALIANA

Sessione poster

A cura di Silvana MUNZI

Revisione dei testi a cura di
Maurizio PEROTTI, Fabiana CRISTOFOLINI, Stefano BERTUZZI,
Luca PAOLI, Deborah ISOCRONO

**INCIDENZA DELLE SPECIE NITROFILE SUI VALORI DELL'IBL
NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI CHIETI**

Stefania CAPORALE, Marcello DESIDERIO, Giovanna LANCIANI, Tommaso PAGLIANI
Centro di Scienze Ambientali, Consorzio Mario Negri Sud, Santa Maria Imbaro (CH)

Nonostante proseguano gli sforzi per definire a livello europeo un protocollo comune di campionamento, restano ancora numerose criticità nell'interpretazione dei dati provenienti dal biomonitoraggio lichenico. Ciò soprattutto a causa della variazione nella quantità e tipologia degli inquinanti gassosi, in particolare, per ciò che concerne la riduzione delle emissioni del biossido di zolfo e l'aumento significativo di quelle relative ai composti dell'azoto (ossidi e ammoniaca). Negli ultimi anni diversi sono stati i contributi scientifici volti ad identificare il ruolo delle specie nitrofile come marker di inquinamento da composti azotati, tuttavia molto rimane ancora da fare sull'interpretazione del ruolo che esse hanno nel determinare il valore dell'IBL. Ulteriore fattore di complicazione, in ambito mediterraneo, sembra essere rappresentato dalle caratteristiche climatiche e dalla presenza di polveri terrigene di natura basica, che tendono a favorire la colonizzazione di queste specie. Questo lavoro rappresenta una prosecuzione e un approfondimento del biomonitoraggio lichenico della provincia di Chieti. Viene caratterizzata, a questo scopo, la distribuzione delle specie nitrofile sul territorio provinciale e si avanzano prime ipotesi sull'importanza che queste rivestono nel determinare il livello di naturalità dell'area di studio. La tipologia di analisi presentata è suggerita dalle caratteristiche del territorio, plasmato negli anni da una importante tradizione pastorale che, nei secoli, ha visto nascere, svilupparsi e poi scomparire progressivamente, quell'universo sociale, economico e culturale che era la 'transumanza', sostituito da un fenomeno di sviluppo industriale decisamente meno generalizzato nello spazio e più limitato nel tempo, che, da solo, non è sufficiente a giustificare la distribuzione generalizzata di specie nitrofile che emerge dalla presente trattazione.

**PROGETTO "LICHENI E BENI CULTURALI LAPIDEI"
DEL GdL PER LA BIOLOGIA: LICHENI E MARMO DI CARRARA**

Sergio E. FAVERO-LONGO¹, Edoardo ACCATTINO¹, Renato BENESPERI², Stefano BERTUZZI³, Eraldo BOCCA, Immacolata CATALANO⁴, Claudia GAZZANO¹, Stefano LOPPI⁵, Enrica MATTEUCCI¹, Luca PAOLI⁵, Sonia RAVERA⁶, Ada ROCCARDI⁷, Giada ZEMO¹

¹*Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino;*
²*Dipartimento di Biologia, Università di Firenze;* ³*Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste;* ⁴*Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II;*
⁵*Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena;* ⁶*Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università del Molise;* ⁷*Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, Roma*

Lo studio del deterioramento dei beni culturali lapidei ad opera dei licheni incontra sovente oggettive difficoltà a causa delle limitazioni nel campionamento diretto sui monumenti per ovvie ragioni conservative. Lo studio delle interazioni licheni-substrato effettuato su campioni prelevati in siti naturali e di cava rappresentativi di litotipi e specie licheniche presenti in opera è una possibile soluzione a questa problematica.

In tale contesto, il GdL per la Biologia della Società Lichenologica Italiana ha avviato un progetto per la valutazione delle interazioni fra le specie più comunemente osservate in siti archeologici e monumentali e litotipi rilevanti per i beni culturali in Italia. L'avvio del progetto ha previsto la realizzazione di indagini sia in campo che in laboratorio sulle interazioni fra licheni e marmo di Carrara. La colonizzazione lichenica su tale litotipo è stata rilevata in siti di interesse artistico-culturale quali l'area archeologica di Luni (SP) ed edifici sacri del comune di Ortonovo (SP) e Carrara (MS). Campioni di marmo colonizzati da specie epi- ed endolitiche sono stati prelevati in una cava di epoca romana, in porzioni dismesse di una cava in attività e su limitrofi affioramenti naturali. Sono state effettuate indagini relativamente allo sviluppo della componente ifale di penetrazione all'interno del litotipo (profondità massiva e massima; dispersione ifale) mediante osservazioni e analisi di immagine su sezioni lucide colorate secondo il metodo PAS (Periodic Acid Schiff). Dai medesimi campioni sono stati avviati tentativi di isolamento di micobionti e fotobionti di alcune specie dominanti, mirati a future incubazioni in vitro degli isolati su provini di roccia fresca.

Vengono discussi i risultati preliminari e la prospettiva di estendere il medesimo protocollo di studio ad altri litotipi di interesse nelle aree operative dei diversi partecipanti al GdL.

**COMUNITÀ LITOBIONTICHE SULLE OFIOLITI DEL MASSICCIO DEL MONVISO:
UN VALORE AGGIUNTO PER UNA FRUIZIONE GEOTURISTICA**

Sergio E. FAVERO-LONGO¹, Franco ROLFO², Rosanna PIERVITTORI¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino;

²Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino

Nell'ambito del progetto PROGEO PIEMONTE (*PROactive management of GEOlogical heritage in the PIEMONTE region*), una delle linee di ricerca definite per una valorizzazione della geodiversità non solo dal punto di vista della ricerca scientifica, ma anche a fini geoturistici riguarda "The Monviso Massif and the Cottian Alps as symbols of the Alpine chain". Lo studio abbraccia diverse tematiche di ambito geologico, minero-petrografico ed archeometrico, ma anche la caratterizzazione delle comunità litobiontiche sui diversi litotipi del massiccio ofiolitico del Monviso, quale valore aggiunto di interesse ambientale.

In tale contesto, lungo un classico e facile anello escursionistico fra il Pian del Re ed i Laghi del Monviso (circa 3 ore di percorrenza, fra 2000 e 2300 m), siti esemplificativi delle relazioni fra geodiversità e biodiversità sono stati caratterizzati al fine di illustrare al pubblico la complessità e la ricchezza degli ambienti alpini e sostenere programmi di conservazione. Le diverse stazioni del percorso considerano: (a) l'influenza di aspetti mineralogici, petrografici, strutturali e geomorfologici sulla formazione di nicchie colonizzate da differenti comunità di (micro-)organismi quali cianobatteri, funghi microcoloniali e licheni; (b) la diversità lichenica su litotipi a differente chimismo (metabasiti vs. calcescisti); (c) la ricchezza delle comunità licheniche sulle serpentiniti, substrato notoriamente difficile per la colonizzazione da parte delle piante superiori; (d) le modalità di colonizzazione e deterioramento lichenico a spese dei litotipi ofiolitici; (e) l'analisi critica dell'utilizzo dei licheni come strumento per la datazione relativa dell'età minima di esposizione delle superfici rocciose. Sono inoltre previsti lo sviluppo di rappresentazioni virtuali dei geositi, anche relative alle comunità litobiontiche, e la predisposizione di strumenti didattici innovativi come ulteriori forme di divulgazione verso il pubblico non specialistico.

DIVERSITY OF LICHENICOLOUS AND ENDOLICHENIC FUNGI FROM ALPINE LICHEN COMMUNITIES

Antonia FLEISCHACKER¹, Theodora KOPUN¹, Martin GRUBE¹, Lucia MUGGIA^{1,2}
¹Institute of Plant Sciences, University of Graz, Austria; ²Department of Life Science, University of Trieste

Lichen symbioses are shaped and colonized by biologically and phylogenetically diverse fungi. Lichenicolous fungal species are recognized by diagnostic structures and symptoms on the host lichen, whereas endolichenic fungi occur cryptically in the lichen thalli. We hypothesize that patterns of host specificity are insufficiently known because lichenicolous fungi could also occur cryptically in other lichen thalli than their known hosts. We aim to test this hypothesis with a community-based approach using sequencing of the fungal ITS, fingerprint methods (SSCP) and phylogenetic analyses of fungal isolates. We selected lichen communities from an alpine range in southern Austria, a particularly lichen-rich area which remained free of ice during the last glaciation. We comprehensively sampled Alpine lichen communities in ten plots including uninfected thalli and those visibly infected by lichenicolous fungi. We present results demonstrating that lichenicolous and endolichenic fungi occurring in alpine lichens show a pattern of distribution correlated to the host species. We also provide phylogenetic analyses of culture isolates of lichen-inhabiting fungal strains showing their relatedness with fungal families belonging to Dothideomycetes and Chetothyriomycetes. New fungal lineages and the close relationships with fungi from other poikilohydric habits indicate that lichens represent reservoirs of fungal diversity and evolutionary hot-bed of polyextremotolerant fungi.

**PROPOSTA METODOLOGICA PER UNA INDAGINE SPEDITIVA A SUPPORTO
DI PIANI DI BIOMONITORAGGIO MEDIANTE LICHENI QUALI
BIOACCUMULATORI DI METALLI**

Lorenzo FORTUNA, Fabio CANDOTTO CARNIEL, Fiore CAPOZZI,
Francesco PANEPINTO, Mauro TRETIACH
Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

Viene presentata una proposta metodologica per effettuare indagini speditive a supporto di piani di biomonitoraggio ambientale. L'idea è nata nel corso di un confronto con un committente privato interessato a verificare un presunto caso di inquinamento da metalli derivante dall'attività di una centrale termoelettrica. Si è proposto perciò di confrontare i valori di contaminazione rilevati in due gruppi accoppiati di 5 Unità di Campionamento (UC) situate rispettivamente in aree ipoteticamente interessate da ricaduta di particolato, e in aree non interessate da tale fenomeno.

La localizzazione delle UC del primo gruppo è stata determinata in base ai modelli diffusionali che sono stati allegati ai procedimenti autorizzativi concessi dalle autorità locali e/o governative. Queste UC sono state quindi classificate in funzione dell'uso del suolo, come desunto da carte tematiche Corine Land Cover 2006, ortofoto e immagini satellitari. Tale classificazione è il fattore condizionante per la scelta delle rispettive UC di confronto, che devono presentare identiche condizioni ambientali (per la porzione di territorio coperta da vegetazione prossimo-naturale o a uso agricolo) e/o urbanistiche (per quella urbanizzata).

In ciascuna UC sono stati raccolti tre campioni di 250 mg ciascuno di *Xanthoria parietina* (L.) Th.Fr. e *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale, i cui talli dovevano essere presenti contemporaneamente sugli stessi alberi alle medesime esposizioni. I valori medi di bioaccumulo delle 5 coppie di UC sono stati confrontati statisticamente mediante test non parametrico di Mann-Whitney. L'obiettivo è di verificare se esista uno scostamento statisticamente significativo dai valori previsti dalla scala di naturalità/alterazione di ciascuna specie, e verificare se i due licheni differiscono nella capacità di bioaccumulo. In base a questi risultati, il committente sarà messo nelle condizioni migliori per decidere se proseguire o meno nell'indagine.

BIOACCUMULO DI DIOSSINE, IPA, PCBs E METALLI NELL'AREA DEL TERMOVALORIZZATORE DI SAN VITTORE DEL LAZIO

Maurizio GUIDOTTI, Malgorzata OWCZAREK

ARPALAZIO, Sezione di Rieti

Lo scopo dell'indagine è stato quello di valutare la qualità dell'aria nella zona del termovalorizzatore di San Vittore del Lazio utilizzando i licheni come bioaccumulatori. Lo studio ha avuto inizio nell'agosto del 2011 ed è consistito nella determinazione del contenuto in arsenico, cadmio, nichel, piombo, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), policlorobifenili (PCBs), diossine e furani nei talli del lichene epifita *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf, esposti in "lichen bags" per tre e sei mesi nell'area di studio. I talli di *P. furfuracea* provengono da un'area remota sul Monte Terminillo (1670 m s.l.m.), in provincia di Rieti, utilizzata come stazione di controllo. La selezione delle stazioni da monitorare è stata effettuata in base al modello di diffusione dei microinquinanti elaborato dalla Direzione Tecnica dell'ARPA Lazio. Da tale modello emerge che l'area di studio può essere suddivisa in tre zone, una maggiormente interessata dalla presenza del termovalorizzatore, la seconda parzialmente interessata dalla presenza dello stesso, la terza non soggetta a ricadute secondo il modello teorico. Per ciascuna di queste tre zone sono state individuate due stazioni in cui posizionare il materiale lichenico.

I risultati ottenuti mostrano come nelle stazioni teoricamente interessate dalle deposizioni di inquinanti non si osservi una concentrazione degli stessi superiore rispetto agli altri siti. In generale, i valori misurati nei trapianti risultano significativamente superiori rispetto alla stazione di controllo, ciò porta a pensare che l'incremento delle concentrazioni sia dovuto principalmente al traffico veicolare.

I LICHENI DI GIACINTO MORIS CONSERVATI PRESSO L'ERBARIO DELL'UNIVERSITÀ DI TORINO

Deborah ISOCRONO¹, Guglielmo PANDOLFO², Laura GUGLIELMONE²

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino; ² Erbario,
Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino

Nell'Erbario dell'Università di Torino (TO) sono conservate, oltre a diverse collezioni licheniche riunite in *corpus* unico nel 1933, anche alcune raccolte di cui è stata mantenuta l'originaria integrità. Tra questi ultimi è stato recentemente informatizzato e analizzato l'erbario di Giuseppe Giacinto Moris (1796–1869), contenente esemplari raccolti prevalentemente in Sardegna. Moris, laureatosi in Medicina a Torino nel 1815, dal 1822 ricoprì la cattedra di Clinica Medica a Cagliari. Fu incaricato da Casa Savoia di esplorare la Sardegna ove rimase fino al 1829. Negli anni successivi pubblicò una parte dei risultati delle sue ricerche in *Flora Sardoia*, limitatandoli purtroppo alle sole Dicolitiledoni e in tre appendici una delle quali contiene anche dati lichenologici.

L'erbario Moris in TO conta circa 8400 esemplari; il materiale lichenico rappresenta la parte preponderante delle crittogame (460 licheni, 87 alghe, 72 briofite e 87 felci). Poco è noto delle collezioni licheniche di questo studioso, tranne la localizzazione di circa un centinaio di *exsiccata* presso l'erbario di Modena (Tretiach e Dallai, 1995 Not.Soc.Lich.Ital.).

Gli *exsiccata* lichenici sono riuniti in 6 pacchi, 80 camicie con etichetta a stampa ordinate secondo la numerazione proposta da Barbey, e 270 fogli.

Il confronto tra questi *exsiccata* e le entità censite in *Stirpium sardoarum elenchus* (III fascic., 1829) ha evidenziato una corrispondenza superiore al 90%, sia come *taxon* sia come località di raccolta: su 87 *taxa* citati nell'opera 61 sono presenti nella collezione chiusa. Altri 21 sono stati rinvenuti nella collezione accorpata. Questi ultimi, corredati di etichette autografe di Moris, recano anche annotazioni di G.B. Balbis e L. Colla. Nell'erbario di Moris sono compresi 318 esemplari (69,2%) riguardanti raccolte sue e dei suoi collaboratori (es. Lisa, Bertero) - incluso il *typus* di *Lethariella intricata* - e altri campioni non riferibili al territorio sardo che, sulla base delle grafie riscontrate, sono attribuibili, tra gli altri, a Piottaz (17), De Notaris (48) e Balbis (10).

LA COLLEZIONE DI LICHENI "G. GRESINO" AL MUSEO SALESIANO DON BOSCO DI LOMBRIASCO (TO)

Deborah ISOCRONO¹, Annalaura PISTARINO², Chiara MATTALIA³, Enzo MOTTINELLI⁴,
Nevio TESSARIN⁴, Vittorio CATALANO⁴, Anna VIGNOLA⁵, Rosanna PIERVITTORI³

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino; ²Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino; ³Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; ⁴Scuola Agraria Salesiana, Lombriasco (TO), ⁵Arpa Piemonte

Tra le raccolte naturalistiche ed etnografiche del Museo Salesiano Don Bosco di Lombriasco è conservata una collezione d'erbario di elevato valore, allestita fra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento dal Salesiano Don Giacomo Gresino (1859-1946).

L'erbario è costituito da alcune migliaia di esemplari, afferenti a tutti i gruppi di vegetali, tra cui 13.670 campioni di crittogame. Vi sono compresi essiccata di provenienza italiana, europea ed extraeuropea, riuniti nell'erbario grazie agli scambi di materiale condotti da Gresino con specialisti e istituzioni di tutto il mondo.

Nel 2013 la Scuola Agraria Salesiana ha potuto ultimare il restauro della sala dell'erbario e riallestire interamente la collezione per consentirne la consultazione.

Con la collaborazione dell'Ente di Gestione delle Aree Protette del Po e della Collina Torinese, del Museo Regionale di Scienze Naturali, di ARPA Piemonte e dell'Università degli Studi di Torino, è stato avviato un progetto che prevede la catalogazione informatizzata dei dati presenti sulle singole etichette, la realizzazione di fotografie digitali, la georeferenziazione di ogni singolo campione e la consultazione on-line al fine di rendere fruibile il patrimonio delle collezioni.

In particolare i licheni constano di oltre 9.000 essiccata (7.054 esemplari e 2.333 duplicati), con date di raccolta comprese tra il 1780 e il 1946 e per la maggior parte (6.741 es.) frutto delle indagini dello stesso Gresino. Tra i materiali italiani (6.241 es.) preponderante è la provenienza ligure (3.711 es.) e piemontese (917 es.), da correlare ai luoghi di attività di Gresino.

Egli intrattenne rapporti con diversi lichenologi tra cui M. Anzi, C. Sbarbaro, P. Hepp, A.H. Magnusson, E. Hampe, M. Bouly de Lesdain, testimoniati da oltre 260 campioni da lui raccolti e loro inviati, ad ulteriore attestazione del pregevole valore storico e scientifico della collezione.

**LICHENI E PATINE BIOLOGICHE SUI LAPIDEI DELLA CITTÀ DI TORINO:
IL CASO DELLO STATUARIO SEICENTESCO DEI GIARDINI REALI**

Claudia MARCHIARO, Edoardo ACCATTINO, Rosanna PIERVITTORI, Anna FUSCONI
Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino

Monumenti e manufatti presenti in parchi e giardini storici in aree urbanizzate sono spesso interessati da varie forme di biodeterioramento. In questi spazi, dove la vegetazione è abbondante, gli organismi biodeteriogeni trovano condizioni microclimatiche favorevoli al loro sviluppo rispetto alle zone urbane limitrofe. I Giardini del Palazzo Reale di Torino vantano un ampio e vario complesso statuario, testimonianza della magnificenza della corte sabauda. Il presente studio ha permesso di descrivere la copertura biologica delle 13 statue seicentesche presenti nell'esda, che circondano la fontana dei Tritoni. Dall'analisi d'immagine si è potuto osservare che la maggior parte delle statue è interessata per circa il 60% della propria superficie da colonizzazione biologica, con massimi intorno al 95%.

In seguito, individuando una statua modello caratterizzata da una copertura e colonizzazione rappresentativa dell'intero gruppo, si è proceduto alla descrizione della comunità biologica, campionando in modo casuale le patine presenti su di essa.

Sull'opera si sviluppano muschi, licheni, patine verdi e nere. La colonizzazione lichenica è limitata a *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg, presente lungo le vie di percolazione dell'acqua, e a sporadici talli di *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr. e *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach. Le patine sono costituite da cianobatteri coccoidi e filamentosi, alghe, funghi filamentosi e meristemati.

**ORGANISMI PIONIERI IN AMBIENTI D'ALTA QUOTA:
I LICHENI DEL GIARDINO BOTANICO ALPINO SAUSSUREA
(MONTE BIANCO, VALLE D'AOSTA)**

Enrica MATTEUCCI^{1,2}, Daniel BLISA¹, Isabella VANACORE FALCO²,
Rosanna PIERVITTORI^{1,2}

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; ²Museo Regionale di Scienze Naturali – Musée Régional de Sciences Naturelles, Aosta

Il Giardino botanico alpino Saussurea, nato nel 1984 ed inaugurato ufficialmente nel 1987, è situato su un promontorio glaciale chiamato Mont Fréty, sulle pendici sud del massiccio del Monte Bianco. Si tratta del giardino botanico più alto d'Europa (2173 metri s.l.m.) e prende nome dal fiore *Saussurea alpina*. L'ambiente è quello tipico d'alta quota in cui il bosco si dirada, scompare e lascia il posto al pascolo alpino intervallato da grossi blocchi di granito. Nel giardino sono presenti rocchiere in cui la flora è divisa in base alla provenienza geografica e ai diversi ambienti caratteristici dell'alta montagna. Per la riapertura della stagione 2013, sono stati aggiunti al materiale scientifico-divulgativo già presente nel Giardino, riguardante la Flora e la Fauna della Valle d'Aosta e del Monte Bianco, due pannelli esplicativi intitolati "I licheni organismi pionieri" e "Comunità licheniche dei graniti del Monte Bianco". Tali pannelli sono stati ideati a seguito degli studi condotti nell'estate 2012 sulla flora lichenica dei graniti presenti nel Giardino e nella zona adiacente nell'ambito di un più ampio progetto sul possibile utilizzo delle comunità licheniche rupicole come bioindicatori dei livelli di radiazione UV, nato dalla collaborazione fra Università di Torino e Museo Regionale di Scienze Naturali della Valle d'Aosta. I pannelli presentano al pubblico, attraverso fotografie e disegni, diverse peculiarità della simbiosi lichenica, come le principali modalità riproduttive, gli adattamenti che li rendono capaci di colonizzare ambienti estremamente selettivi come quelli di alta quota e la capacità di penetrare nelle rocce favorendo la formazione del suolo e il successivo insediarsi di altri organismi vegetali. Sono inoltre indicate le specie più diffuse sulle rocce del Pavillon del Mont Fréty: *Aspicilia cinerea* (L.) Körb., *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll.Arg., *Lecanora polytropha* (Hoffm.) Rabenh. v. *polytropha*, *Lecidea atrobrunnea* (Lam. & DC.) Schaer., *Lecidella carpathica* Körb., *Rhizocarpon badioatrum* (Spreng.) Th.Fr., *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. gr., *Umbilicaria cylindrica* (L.) Duby v. *cylindrica*.

Lavoro eseguito con il contributo dell'Unione Europea, della Regione Autonoma Valle d'Aosta e del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali.

**LICHEN FUNCTIONAL GROUPS AS INDICATORS OF MICROCLIMATE CHANGES
ASSOCIATED TO URBANIZATION**

Silvana MUNZI¹, Otilia CORREIA¹, Patricia SILVA², Nuno LOPES², Catarina FREITAS²,
Cristina BRANQUINHO¹, Pedro PINHO^{1,3}

¹*Centro de Biologia Ambiental, Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal;* ²*Câmara Municipal de Almada, Almada, Portugal;* ³*Centre for Natural Resources and the Environment, Universidade Técnica de Lisboa, Lisbon, Portugal*

Environmental changes caused by urbanization and human daily activities are among the major threats to natural environment and biodiversity in urban and peri-urban areas. Due to the complexity of urban ecosystems, reliable ecological indicators are required to evaluate the consequences of urbanization on the environment. In this work, we tested lichen functional groups as potential biological indicators of the effects of urbanization in a case study carried out in forest remnants in a Mediterranean urban area (Almada, Portugal). A GIS was used to design a stratified random sampling taking into account location and size of the forest fragments. A total of 48 patches were selected. At each sampling site, lichens were sampled on *Pinus pinaster* and *P. pinea*, the most common tree species in the area, and lichen functional diversity was assessed. Lichen diversity resulted mostly correlated with microclimatic conditions, confirming its suitability as indicator of microclimatic changes induced by urbanization (Urban Heat Island).

Lichens not only provided an integrated response to microclimatic modifications occurring in urban environments, but also allowed the identification of critical areas and forest fragments with high potentiality for conservation. This can help effectively decision-makers to develop strategies for a sustainable urbanization.

BIOACCUMULO DI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI IN TALLI LICHENICI DELLE DOLOMITI

Juri NASCIMBENE^{1,3}, Mauro TRETACH¹, Federica CORANA², Fiorella LO SCHIAVO³,
Danijela KODNIK¹, Matteo DAINESE⁴, Barbara MANNUCCI²

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste; ²Centro Grandi Strumenti, Università di Pavia; ³Dipartimento di Biologia, Università di Padova; ⁴Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali, Università di Padova

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono tra gli inquinanti maggiormente legati al traffico automobilistico e sono notoriamente dannosi per le componenti biologiche degli ecosistemi. Nel 2009 le Dolomiti sono state dichiarate patrimonio dell'UNESCO e da allora si è aperta una discussione sull'opportunità di contenere il traffico automobilistico lungo le strade dei principali passi che permettono di raggiungere località turistiche e impianti sciistici. Questo lavoro ha lo scopo di valutare l'impatto del traffico veicolare nelle zone adiacenti alle strade dolomitiche, utilizzando il lichene *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf come bioaccumulatore di IPA. Sono stati selezionati 7 siti, includendo sia le località in cui si concentrano i maggiori flussi turistici (es. Passo Sella), sia località periferiche (es. Passo Staulanza). In ciascun sito, i campioni sono stati prelevati a distanze crescenti dall'asse stradale (0, 120 e 300 m). In ogni punto sono stati prelevati 3 campioni per assicurare una adeguata replicazione. Infine, 3 campioni sono stati prelevati in 3 località di controllo. I campioni sono stati essiccati, polverizzati e sottoposti a un processo di estrazione con solventi e purificazione per poi essere analizzati con spettrometria di massa. Sono stati identificati 14 IPA, di cui 9 sono presenti in oltre l'80% dei campioni. I più abbondanti sono benzo(g,h,i)perilene, fluorantene, fenantrene, e pirene, per lo più derivanti da processi di combustione incomplete e indicativi di inquinamento da traffico veicolare. In tutti i passi, le concentrazioni totali di IPA sono più elevate rispetto ai siti di controllo, ma vi è un ampio gradiente che ha come estremo superiore il passo Sella e estremo inferiore il Passo Staulanza. Tuttavia, in tutti i passi, la concentrazione totale di IPA diminuisce significativamente tra i punti a brodo strada e quelli a 300 m dove anche le differenze tra i passi si attenuano.

**LICHENI E DISCARICHE:
MONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO TRAMITE PARAMETRI
ECOFISIOLOGICI IN *FLAVOPARMELIA CAPERATA***

Luca PAOLI¹, Alice GRASSI¹, Ivana MASLAŇÁKOVÁ², Martin BAČKOR², Adelmo
CORSINI³, Stefano LOPPI¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; ²Department of Botany, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Slovacchia; ³Biologo, Pistoia

L'attuale modalità di gestione del ciclo dei rifiuti genera un inevitabile impatto sull'ambiente e sulla salute dei cittadini. Nonostante la recente legislazione europea preveda regole molto rigide per lo smaltimento dei rifiuti, le discariche rappresentano ancora oggi la principale opzione.

In un monitoraggio a lungo termine condotto presso una discarica in Toscana, la biodiversità dei licheni epifiti e l'analisi delle deposizioni degli elementi in talli autoctoni di *Flavoparmelia caperata* sono stati utilizzati come indicatori biologici di qualità ambientale. I licheni hanno rilevato un aumento delle deposizioni di metalli pesanti e una diminuzione della biodiversità in alcune stazioni affacciate sull'impianto. La biodiversità aumenta e il contenuto di elementi diminuisce con la distanza dalla fonte.

In corrispondenza degli stessi siti sono stati prelevati campioni di *Flavoparmelia caperata* per effettuare una serie di test ecofisiologici e osservazioni morfologiche: analisi dell'emissione di fluorescenza clorofilliana dei talli (F_v/F_m , PI_{ABS}) e degradazione della clorofilla a feofitina (rapporto OD) come indicatori dello stato del partner algale e test di vitalità (attività dell'enzima deidrogenasi), integrità delle membrane cellulari (TBARs, ergosterolo) come indicatori complessivi dello stato dei campioni. I risultati confermano che i campioni che presentano sintomi di stress fisiologico e morfologico sono quelli localizzati nei siti antistanti l'impianto, mentre la situazione migliora rapidamente con la distanza dalla fonte.

EFFETTI DEGLI FTALATI SUI LICHENI

Luca PAOLI¹, Cristiana GUERRANTI^{2,3}, Stefano LOPPI¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; ²Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena; ³Istituto di Fisiologia Clinica, Centro Nazionale delle Ricerche (IFC-CNR), Pisa

Gli ftalati sono una famiglia di composti chimici usati nell'industria delle materie plastiche come agenti plastificanti, ovvero come sostanze aggiunte al polimero per migliorarne la flessibilità e la modellabilità. Il PVC è la principale materia plastica in cui vengono impiegati: addizionato ad esso, lo ftalato consente alle molecole del polimero di scorrere le une sulle altre rendendo il materiale morbido e modellabile anche a basse temperature. Dal punto di vista tossicologico, gli ftalati rientrano tra gli interferenti (o distruttori) endocrini, una vasta categoria di sostanze in grado di legarsi, come agonisti o antagonisti, ai recettori di vari ormoni, interferendo con la sintesi, la secrezione, il trasporto, l'associazione, l'azione e l'eliminazione degli ormoni responsabili dello sviluppo, del comportamento, della fertilità, e del mantenimento dell'omeostasi cellulare. Questi composti possono provocare gravi danni agli organismi esposti, spesso non immediatamente percepibili in quanto a dosi minime non esprimono effetti di tossicità acuta, e possono, nel caso di vaste esposizioni ambientali, produrre effetti a livello di popolazione con ripercussioni a livello ecologico. Alcuni studi hanno mostrato che gli ftalati hanno effetti negativi anche su organismi privi di sistema endocrino quali alghe e cianobatteri. Nel presente studio il lichene *Evernia prunastri* è stato trattato con di-2-etilesilftalato (DEHP) a concentrazioni di 0,6 e 30 mg. Il DEHP, assieme al suo metabolita, il mono-2-etilesilftalato (MEHP), è risultato presente nei talli trattati con concentrazioni proporzionali ai valori del trattamento, mentre nei campioni di controllo sia DEHP che MEHP erano assenti. I risultati dell'analisi delle performance fotosintetiche dei talli trattati (F_v/F_m , PI_{ABS}) sono sovrapponibili a questi dati.

EFFETTI DELL'AMMONIACA GASSOSA SUI LICHENI

Luca PAOLI¹, Ivana MASLAŇÁKOVÁ², Alice GRASSI¹, Martin BAČKOR², Stefano LOPPI¹
¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; ²Department of Botany, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Slovakia

Nell'ambito di un più vasto studio sugli effetti biologici connessi all'inquinamento atmosferico legato al ciclo dei rifiuti, indagini di campo nei pressi di un impianto industriale di compostaggio della frazione organica dei rifiuti solidi urbani hanno mostrato effetti definiti sui licheni causati dalle emissioni di sostanze azotate. Per verificare se tali effetti possano essere interamente imputati all'emissione di ammoniaca, è stato impostato uno studio di laboratorio dove campioni di *Xanthoria parietina* e *Flavoparmelia caperata* sono stati esposti, sia in condizione standard, che di elevata umidità atmosferica, a concentrazioni di 0, 10 e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di ammoniaca gassosa. Sui talli sono state misurate le concentrazioni di azoto e alcuni parametri ecofisiologici, quali: efficienza fotosintetica (F_v/F_m , PI_{ABS}), contenuto di pigmenti fotosintetici (Chl-a, Chl-b), feofitinizzazione ($OD_{435/415}$ ratio), vitalità (deidrogenasi), integrità delle membrane cellulari (TBARs, ergosterolo), produzione di H_2O_2 , contenuto di proteine solubili. I risultati sono estremamente promettenti per un proficuo uso dei licheni nel monitoraggio delle emissioni gassose di ammoniaca.

**MONITORAGGIO DI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA):
CAMPIONATORI PASSIVI (PUF DISK) E LICHENI (*EVERNIA PRUNASTRI*) A
CONFRONTO**

Luca PAOLI¹, Karla POZO^{2,3}, Victor H. ESTELLANO³, Simonetta CORSOLINI³,
Giovanni SARDELLA⁴, Stefano LOPPI¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; ²XRECETOX, Masaryk
University, Brno, Repubblica Ceca; ³Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e
dell'Ambiente, Università di Siena; ⁴Direzione Generale, ARPA-Molise

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono tra i contaminanti più pericolosi per l'ambiente e per l'uomo. La loro origine antropica è legata a combustioni incomplete di combustibili fossili, legname, grassi, tabacco, incenso e prodotti organici in generale, inclusa la frazione organica dei rifiuti solidi urbani. In questo studio sono stati confrontati i livelli di IPA misurati in campionatori passivi (filtri di poliuretano, PUF disk) e trapianti del lichene *Evernia prunastri* esposti per 3 mesi nei pressi di un inceneritore. Sono stati ricercati per via gascromatografica-spettrometria di massa i seguenti 16 IPA, previsti dall'US-EPA: naftalene, acenaftilene, acenaftene, fluorene, fenantrene, antracene, fluorantene, pirene, benzo(a)antracene, crisene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(a)pirene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(g,h,i)perilene ed indeno(1,2,3-cd)pirene. Le analisi dei PUF disk hanno permesso di quantificare 4 IPA, con concentrazioni totali nel range 3,9-6,9 ng/m³. Le analisi di *E. prunastri* hanno consentito di quantificare 6 IPA, con concentrazioni totali estremamente variabili, con oscillazioni comprese nel range 17-717 ng/g. I risultati suggeriscono che i due sistemi di monitoraggio, intercettano frazioni atmosferiche differenti, quella gassosa i PUF disk e sia la gassosa che quella legata al particolato i licheni.

**LA COLLEZIONE "G. ROTTI" DI LICHENI DELLA VALSESIA (VC)
AL MUSEO REGIONALE DI SCIENZE NATURALI DI TORINO**

Annalaura PISTARINO¹, Sara Alessandra GIOACHIN², Rosanna PIERVITTORI²
¹Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino; ²Dipartimento di Scienze della Vita e
Biologia dei Sistemi, Università di Torino

Nel Marzo 2012 il botanico valsesiano Gianfranco Rotti ha donato al Museo di Torino la sua collezione di licheni rupicoli, anche se privi di identificazione, in modo che questa fosse adeguatamente conservata e resa disponibile a pubblico e specialisti.

Gli interventi realizzati hanno previsto il riallestimento in buste di cellophan trasparente o in scatole di cartone, per i materiali di dimensioni maggiori e con valenza espositiva, la catalogazione informatizzata con il programma MSAccess e la cartellinatura di tutti i campioni. Inoltre è stata realizzata una serie di scatti fotografici d'insieme e di dettaglio microscopico degli esemplari ritenuti più rappresentativi ed esteticamente più interessanti per future esposizioni relative alla flora lichenica dell'area.

La collezione lichenologica è risultata nel complesso costituita da 3.600 reperti, raccolti in Valsesia fra il 1980 e il 2009. Le aree maggiormente esplorate (Valle Mastallone, Valle Sermenza e Bassa Val Grande) costituiscono un ulteriore complemento e un aggiornamento delle capillari ricerche compiute in Valsesia nel XIX secolo dall'Abate A. Carestia.

Le attività di sistemazione della raccolta "G. Rotti" hanno costituito il livello di base per il futuro studio dei licheni e la loro identificazione sarà l'operazione fondamentale per la piena valorizzazione e fruizione della collezione stessa.

Grazie a questa acquisizione il Museo di Torino si è arricchito di una importante raccolta documentativa sulla diversità lichenica piemontese e in particolare di un territorio, quello valsesiano, che ad oggi risulta tra i settori meglio conosciuti a livello piemontese e italiano.

**NUOVE ED INTERESSANTI STAZIONI DI
LETHARIELLA INTRICATA (MORIS) KROG IN ITALIA MERIDIONALE**

Giovanna POTENZA¹, Simonetta FASCETTI¹, Domenico PUNTILLO²,
Michele PUNTILLO²

¹ Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali, Università della Basilicata; ² Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico, Università della Calabria

Questo lichene fruticoso è stato descritto da Moris come *Stereocaulon intricatum* e successivamente segregato da Theodor Magnus Fries nel genere *Usnea* e infine assegnato da Krog al genere *Lethariella*. La sua distribuzione va dalle Canarie alla Crimea, compreso il bacino mediterraneo. In Italia è estremamente raro ma è ritenuto comune in Sardegna. Dalle ultime ricerche condotte sull'Appennino Calabro-Lucano è emerso che è abbastanza frequente anche in Basilicata e Calabria. In queste due regioni sono stati rinvenuti esemplari con talli che raggiungono dimensioni ragguardevoli (fino a 30 cm di lunghezza) e, talora, provvisti di numerosi apoteci. Sui monti del Pollino colonizza il legno di pini loricati (*Pinus leucodermis*) formando consorzi monospecifici. La specie, ritenuta dapprima epilittica, è frequentissima anche su scorza di vetusti esemplari di vari forofiti (*Abies*, *Fagus*, *Pinus*, *Quercus*). Vengono presentati la distribuzione della specie in Appennino meridionale e i risultati delle osservazioni microscopiche degli apoteci.

I LICHENI DELLA DOLINA POZZATINA (PUGLIA)

Domenico PUNTILLO, Michele PUNTILLO

Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico, Università della Calabria

La Dolina Pozzatina (loc. Pulo delle Querce), una delle più grandi d'Europa, è localizzata in Puglia nel comune di San Nicandro Garganico nel territorio del Parco Nazionale del Gargano. Di forma semicircolare, è lunga oltre 650 metri, larga 400 e profonda circa 130 metri, con un perimetro di 1.850 metri. L'intera dolina è ricoperta da una lussureggiante vegetazione che sul versante meridionale è costituita da specie più termofile per lo più sclerofille fra cui leccio (*Quercus ilex* L.), terebinto (*Pistacia terebinthus* L.), lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), alaterno (*Rhamnus alaternus* L.), mentre sul versante settentrionale, sono più frequenti latifoglie decidue come acero (*Acer campestre* L.), orniello (*Fraxinus ornus* L.), roverella (*Quercus pubescens* Willd.), carpino bianco (*Carpinus betulus* L.), farnetto (*Quercus frainetto* Ten.), cerro (*Quercus cerris* L.), nocciolo (*Corylus avellana* L.). Nel fondovalle sono presenti vetusti esemplari di noce (*Juglans regia* L.). Per effetto dell'inversione termica il microclima nel fondovalle risulta più umido e fresco con condizioni ecologiche che permettono la crescita di una discreta varietà di licheni fruticosi e foliosi. Viene presentata la lista dei licheni sinora raccolti nel sito che comprende anche un manipolo di specie nuove per la regione Puglia.

**LICHENS AND TREES AS INDICATORS OF AIR POLLUTION:
A CASE STUDY FROM CENTRAL ITALY**

Sonia RAVERA, Claudia COCOZZA, Fabio LOMBARDI, Marco MARCHETTI,
Roberto TOGNETTI
Di.B.T., Università del Molise

During the last decades, heavy metal contamination of biotic components of the environment has attracted the attention of many investigators. The environmental and human health effects of heavy metals depend on the mobility of each metal through environmental compartments and the pathways by which metals reach humans and the environment. Environmental biomonitoring to assess the impact of a waste co-incinerator was conducted through lichens and dendrochemistry. The study area includes the northeastern territory of Pozzilli (Molise, Central Italy). The pollution source was investigated considering the trace elements in lichens *Xanthoria parietina* (L.) Th.Fr. and in leaves and wood of *Quercus pubescens* Willd., and stable isotope ratios in tree rings. Three sampling plots, 25 m² each, were located at 400 m distance from each other along a transect of decreasing fallout. In each plot, a mixed sample of lichen thalli was collected by a minimum of three trees, once per year, in the last four years (2010-2013), and two increment cores at breast height (1.3 m) from three trees were collected. The impact of the co-incinerator on levels of As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn and Zn was evaluated by means of *X. parietina*. Trace elements were characterized also in tree rings. The fingerprint of anthropogenic disturbance in tree rings was detected by $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{15}\text{N}$. Stable isotope ratios of carbon and oxygen might provide information on biological processes altered by plant growth constraints, whereas, nitrogen stable isotope ratio might identify atmospheric pollutants. Here we discuss the responses of trees and lichens to environmental pollution through a retrospective analysis on stable isotope ratios and trace elements in tree rings and lichen thalli, in relation to co-generation activity's periods.

STATO DI CONSERVAZIONE DI *CLADINA* IN ITALIA

Sonia RAVERA¹, Stefania ERCOLE², Valeria GIACANELLI², Renato BENESPERI³,
Paolo GIORDANI⁴, Deborah ISOCRONO⁵, Juri NASCIMBENE⁶, Mauro TRETACH⁶
¹Di.B.T, Università del Molise; ²Dipartimento Difesa della Natura, ISPRA; ³Dipartimento
di Biologia, Università di Firenze; ⁴Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e
della Vita, Università di Genova; ⁵Dipartimento di Scienze Agrarie Forestali e
Alimentari, Università di Torino; ⁶Dipartimento di Scienze della Vita, Università di
Trieste

La direttiva Habitat (art. 17) prevede l'obbligo di monitoraggio dello stato di conservazione di habitat e specie d'importanza comunitaria richiedendo un controllo ogni sei anni. L'obiettivo generale da conseguire per tutte le specie di interesse comunitario è lo "Stato di Conservazione Favorevole", inteso come la situazione in cui una specie può vivere in modo ottimale, sia in termini qualitativi che di estensione/popolazione, con buone prospettive anche per il futuro.

Rispondendo alla richiesta di verifica periodica, il presente lavoro ha definito, a livello delle tre regioni biogeografiche terrestri, alpina, continentale e mediterranea, l'attuale stato di conservazione di *Cladonia* subgen. *Cladina*, elencato in allegato V. A tal fine sono stati utilizzati dati bibliografici e di erbario (FI, GE, RO, TO, TSB) per un totale complessivo di 478 segnalazioni su un periodo di 180 anni (1833-2013).

Per ciascuna regione biogeografica, seguendo le Linee-Guida predisposte dalla Commissione Europea per il periodo 2007-2012, sono stati stimati consistenza della popolazione, distribuzione attuale, range, qualità dell'habitat, pressioni e minacce.

La distribuzione è stata elaborata utilizzando una griglia standard di riferimento pan-europeo con celle 10x10 km. Sulla base della distribuzione è stato inoltre elaborato il range utilizzando lo strumento ("Range tool") appositamente messo a punto dalla Commissione Europea, che permette di creare la mappa e di calcolare le aree della stessa che ricadono nelle singole regioni biogeografiche. Nel tool è possibile impostare un gap, cioè una distanza minima per la creazione di aree disgiunte. Nel caso di *Cladonia* è stato utilizzato un gap di 40 km (4 celle), corrispondente a quello raccomandato dalla CE per le specie vegetali.

Sulla base di una matrice di valutazione che incrocia i giudizi (favorevole, inadeguato, cattivo, sconosciuto) per ciascuno dei parametri considerati (range, popolazione, habitat), lo stato di conservazione di *Cladina* è risultato inadeguato per tutte e tre le regioni biogeografiche, nonostante il livello di conoscenze risulti migliorato rispetto al precedente report del 2006.

SPECIES-SPECIFIC VARIATIONS OF GLUTATHIONE AND MALONDIALDEHYDE BIOMARKERS MEASURED BY HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY-FLUORESCENCE

Sonia RAVERA¹, Juan Carlos SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ²

¹*Di.B.T, Università del Molise;* ²*Universidad de Castilla-La Mancha, Campus de Toledo*

Glutathione and malondialdehyde are common molecular biomarkers of oxidative stress in many animal and plant species. The variation between the reduced (GSH) and oxidized (GSSG) forms of glutathione or the total glutathione level is used as an index of exposure to environmental contaminants, whereas the increase of malondialdehyde (MDA) concentrations is a product of lipid peroxidation (cell membrane damage).

The aims of this study were (i) to compare the normal levels of GSH, GSSG and MDA in seven lichen species (*Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*, *Xanthoria parietina*, *Ramalina farinacea*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Cladonia fimbriata*, *Physcia biziana* v. *biziana*) collected in an unpolluted area of Toledo (Spain) in April 2013 with the aim of (i) using them for further environmental monitoring of contamination, and (ii) to implement an extraction/analytical procedure that involves a minimum amount of lichen thallus (<30 mg wet weight) without loss of sensitivity and specificity.

Concentrations of total glutathione varied from 242 nmol/g wet weight (wet wt) for *X. parietina* to 1208 nmol/g wet wt for *P. biziana*. In general, GSH concentrations were higher for all lichen species than the oxidized form. Malondialdehyde was detected as the thiobarbituric acid - malondialdehyde adduct by HPLC-fluorescence (Ex=515 nm, EM=553 nm) in all lichen species at concentrations that ranged between 16.3 nmol/g wet wt for *Ramalina farinacea* to 53.1 nmol/g wet wt for *P. biziana*. These preliminary data represent baseline levels of two common molecular markers of oxidative stress (glutathione and malondialdehyde) that may be included in the environmental monitoring for assessing physiological stress of lichens when used as bioindicators of air pollution. Furthermore, a simple, rapid and highly sensitive chromatographic technique was used, which involved a single homogenization procedure saving sample amount and time.

PATTERN DI COLONIZZAZIONE LICHENICA SULLE MURA DEL CASTELLO DI GRAINES (VALLE D'AOSTA)

Silvia SANDRONE¹, Daniel BLISA¹, Sergio E. FAVERO-LONGO¹, Enrica MATTEUCCI¹,
Simonetta MIGLIORINI², Lorenzo APPOLONIA², Rosanna PIERVITTORI¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino;

²Laboratorio analisi scientifiche, Direzione ricerca e progetti cofinanziati,
Soprintendenza per i beni e le attività culturali, Valle d'Aosta

I siti archeologici e monumentali in pietra sono spesso soggetti a colonizzazione lichenica, le cui dinamiche dipendono da bioricettività del substrato, condizioni climatiche e ambientali e meccanismi di riproduzione/propagazione delle diverse specie.

Nell'ambito del progetto IIIA Alcotra "AVER-Anciens Vestiges en Ruines", indagini lichenologiche sono state avviate presso il Castello di Graines (Brusson, Val d'Ayas) allo scopo di approfondire le conoscenze sui pattern di colonizzazione lichenica. In particolare lo studio si è focalizzato sulla distribuzione dei licheni *Rhizocarpon geographicum* gr. e *Caloplaca* sp. pl. su una porzione interna della cinta muraria meridionale. L'analisi della distribuzione e la quantificazione della colonizzazione sono state effettuate pietra per pietra su quattro transetti verticali del muro, adottando una scala di abbondanza semi-quantitativa.

I risultati vengono esaminati alla luce delle conoscenze preventivamente acquisite sulla colonizzazione lichenica degli affioramenti naturali presenti in prossimità del sito e sulle dinamiche di dispersione delle spore di *R. geographicum* e *Caloplaca*, rilevate in campo e in laboratorio mediante un approccio aerobiologico.

Rhizocarpon geographicum, caratterizzato da spore di grandi dimensioni (22-40 x 10-19 µm), presenta una distribuzione a "macchia di leopardo" a indicare l'espansione di micro-comunità nell'intorno di organismi fondatori. *Caloplaca crenulatella*, con spore di minori dimensioni e frequentemente rilevate nel mezzo aereo, presenta coperture inferiori, ma distribuite omogeneamente su tutta la superficie rilevata.

In conclusione, pattern di colonizzazione differenti risultano caratterizzare specie con tratti riproduttivi diversi, come la dimensione delle spore. Tale informazione risulta di interesse nel valutare l'opportunità di intervento su comunità licheniche prossime a manufatti di valore storico-artistico ed evitare possibili processi di (ri-)colonizzazione.

BIOMONITORAGGIO TRAMITE LICHENI COME BIOINDICATORI NELLA REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA, ITALIA

Nicola SKERT, Roberto GRAHONJA
ARPA FVG, Palmanova (UD)

L'area di studio è interamente compresa nei limiti amministrativi della regione Friuli Venezia Giulia e pari a una superficie di 7845 km², con una popolazione residente di 1.236.103 abitanti, equivalente a una densità abitativa di 157,57/km². Regione orograficamente complessa, secondo il profilo morfologico è distinguibile in 5 aree distinte che riflettono un diverso grado di antropizzazione e di industrializzazione: area montana, collinare, pianura, carso, costa. La strategia di campionamento, di tipo sistematico, segue le linee guida ISPRA ex-APAT ed è costituita da una sottorete afferente a quella nazionale con passo di maglia variabile da 3 a 9 km, a seconda del grado di antropizzazione del territorio. In totale sono state monitorate 72 UCP (Unità di Campionamento Principale).

La comunità dominante nell'area di studio è indubbiamente lo *Xanthorion*, mentre elementi della comunità del *Graphidion* sono presenti nelle stazioni localizzate nella porzione nord-occidentale della regione (Alpi Carniche e Dolomiti Friulane).

I valori di BL suggeriscono situazioni da buona a elevata naturalità nella zona montana, collinare, carsica e presso la bassa pianura friulana. Un'estesa fascia di naturalità media si estende lungo la direttrice sudovest-nordest. Le aree di maggiore alterazione riscontrate in Regione, tra bassa e media, riguardano la bassa pordenonese e alcuni spot presso alcune attività produttive che rappresentano fonti di gas fitotossici, quali cementifici e impianti siderurgici.

I minori valori di BL di tutta la regione si concentrano in prossimità della centrale termoelettrica di Monfalcone, presso la Ferriera di Trieste e Muggia. È da sottolineare che gli alti valori di BL riscontrati nella bassa pianura friulana in provincia di Udine sono associabili a processi spinti di eutrofizzazione da agricoltura intensiva, piuttosto che ad alti valori di naturalità ambientale.

**MESSA A PUNTO DI UN METODO CROMATOGRAFICO PER LA
DETERMINAZIONE DELL'ERGOSTEROLO IN *EVERNIA PRUNASTRI* (L.) ACH.**

Andrea VANNINI¹, Massimo GUARNIERI², Guido PERRA¹, Stefano LOPPI²
¹Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena;
²Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena

L'ergosterolo è lo sterolo dominante nei funghi lichenizzati e il principale sterolo lipidico costituente la membrana plasmatica dei funghi. La sua concentrazione, come sostenuto in letteratura, è un indicatore della biomassa fungina metabolicamente attiva. Nella determinazione delle proprietà fisiologiche di talli lichenici esposti a differenti condizioni ambientali l'ergosterolo rappresenta un parametro correlato con l'integrità della membrana della propria componente fungina. Numerosi articoli mostrano come i protocolli di determinazione analitica di questo composto mediante High Performance Liquid Chromatography siano applicabili a molte specie licheniche. L'ergosterolo è presente in due forme: come ergosterolo libero e come ergosterolo esterificato. Molti studi si concentrano sulla determinazione della forma libera di questo composto in quanto il protocollo di estrazione non presenta uno step aggiuntivo di saponificazione. La saponificazione, che implica il trattamento con NaOH, determina la trasformazione dell'ergosterolo esterificato a ergosterolo libero consentendone una valutazione totale. Una volta saponificato l'ergosterolo totale viene recuperato mediante estrazione con n-esano. Il processo di saponificazione permette inoltre l'eliminazione o la riduzione del carico lipidico e dei pigmenti fotosintetici presenti nel campione, correggendo evidenti interferenze cromatografiche. In questo lavoro viene proposto un protocollo di estrazione, saponificazione e purificazione dell'ergosterolo per la specie *E. prunastri* valutandone il recupero tramite il metodo dell'aggiunta di standard su matrice. Questo metodo prevede l'aggiunta, a un quantitativo noto nel campione, di note quantità di standard nell'ordine di 1, 5, 10 e 20 µg/mL, applicandovi successivamente il protocollo di saponificazione. I risultati mostrano come il recupero della metodologia vari in un range di valori 80-123%. Per ogni campione analizzato il recupero può essere valutato attraverso l'utilizzo dell'equazione della curva derivata dall'interpolazione del valore dei recuperi con le concentrazioni rilevate dopo l'aggiunta dello standard su matrice, avente equazione $y = 73,346e^{0,0339x}$, dove x rappresenta la concentrazione dell'ergosterolo del campione saponificato e y il recupero. I valori di concentrazione dell'ergosterolo misurati in campioni di *E. prunastri* prelevati da aree remote sono risultati compresi nel range 0,3-0,5 µg/mg.

“

Questa è l'essenza della scienza:

fate una domanda impertinente e preparatevi

”

a ricevere una risposta pertinente.

Jacob Bronowski

I LICHENI TERRICOLI DEGLI AMBIENTI SEMIARIDI COSTIERI DI VENDICARI, AREA PROTETTA DELLA SICILIA SUD-ORIENTALE

Daniela CATALDO, Pietro MINISSALE

*Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Catania, Via
A. Longo 19, I-95125 Catania*

ABSTRACT

Lichens are common components of microbiotic soil crusts. In this paper are listed 14 species belonging to 10 genera. The survey was conducted within the protected area "Oasi Faunistica di Vendicari" optimal habitat for the development and protection of these terricolous communities. Also it has been highlighted the role of biological crusts, the importance of their keeping and possible disturbances.

KEY WORDS

Terricolous lichens, semi arid coast, protected area.

RIASSUNTO

I licheni terricoli sono un'importante componente microbiotica delle croste biologiche del suolo. In questo scritto sono riportate 14 specie appartenenti a 10 generi. L'indagine è stata condotta all'interno dell'area protetta "Oasi faunistica di Vendicari" habitat ottimale per lo sviluppo e la tutela di queste comunità terricole. È stato inoltre evidenziato il ruolo delle croste biologiche, l'importanza del loro mantenimento e i possibili fattori di disturbo.

PAROLE CHIAVE

Licheni terricoli, coste semi aride, area protetta.

INTRODUZIONE

I licheni terricoli sono i licheni dei suoli minerali, dei suoli organici umidi e quelli che vivono sulle briofite a loro volta "terricole" (Nimis & Martellos, 2002). Nel complesso i licheni terricoli e le comunità che formano sono probabilmente l'aspetto meno noto della biodiversità lichenica. Nell'area mediterranea studi specifici sono stati eseguiti da Alonso & Egea (1994, 1995) per il Marocco e Portogallo; da Klement (1965a, 1965b, 1969) per le isole Canarie, parte delle Baleari e isole Eolie; da Loppi *et al.* (2004) per le argille toscane, da Cogoni *et al.* (2011) per la Sardegna. Per la Sicilia sud

orientale esiste soltanto un contributo preliminare (Grillo & Caniglia, 2004), ma privo di elenco floristico.

Scopo di questo contributo è lo studio floristico dei licheni terricoli presenti nella Riserva naturale orientata "Oasi Faunistica di Vendicari". La scelta di quest'area è stata determinata dal ridotto disturbo antropico rispetto ad aree analoghe non soggette a protezione; in particolare sono molto contenute o assenti attività come incendio, pascolo e calpestio diffuso e questo ha permesso lo sviluppo di croste biologiche estese e ben strutturate.

AREA DI STUDIO

L'Oasi Faunistica di Vendicari è fra le aree protette della Sicilia una delle più interessanti in quanto rappresentativa di una varietà di ambienti in gran parte scomparsi o molto degradati nel resto dell'isola. Essa inoltre è una delle aree protette in cui l'azione di tutela e salvaguardia, quasi trentennale, è stata efficace e senza interruzioni nel tempo. La riserva è stata istituita con il Decreto Regionale 14/3/1984, e contestualmente data in gestione all'Azienda Foreste Demaniali della Regione Siciliana. La finalità istituzionale della Riserva è di consentire la sosta e la nidificazione dell'avifauna e il recupero della vegetazione psammofila e mediterranea.

La riserva tutela la fascia costiera che va da Eoro fin quasi a Marzamemi, in territorio di Noto, nell'estremo lembo sud orientale della Sicilia. L'area protetta è estesa 1512 ettari: 575 di zona A di massima tutela e 937 ettari di zona B o prereserva destinata all'agricoltura e alle attività turistico-ricettive. La riserva rientra inoltre nell'elenco dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC) della rete Natura 2000 con la denominazione "ITA090002 Vendicari" e così anche i fondali antistanti, denominati "ITA090027 Fondali di Vendicari". Inoltre essa è parte della Zona di Protezione Speciale (ZPS) "ITA090029 Pantani della Sicilia Sudorientale, Morghella di Marzamemi, di Punta Pilieri e Vendicari".

CLIMA

Nell'area di Vendicari il clima è di tipo mediterraneo, con inverni miti poco piovosi ed estati calde e aride. La stazione termopluviometrica di riferimento è Cozzo Spadaro presso Portopalo di Capo Passero (Fig.1).

A Cozzo Spadaro le precipitazioni medie annue non raggiungono i 400 mm, con massimi di poco superiori ai 60 mm nei mesi di ottobre, dicembre e gennaio e valori pressoché nulli nei mesi estivi (giugno-agosto). La temperatura media annua è 18,2 °C. I mesi più freddi sono gennaio e febbraio con medie mensili di 11,9 °C. Temperature abbastanza elevate si raggiungono nel mese di luglio e agosto con medie mensili rispettivamente di 25,3 °C e 26,2 °C. Per tali caratteristiche il clima dell'estrema punta meridionale della Sicilia è fra i più caldi e aridi di tutta la regione.

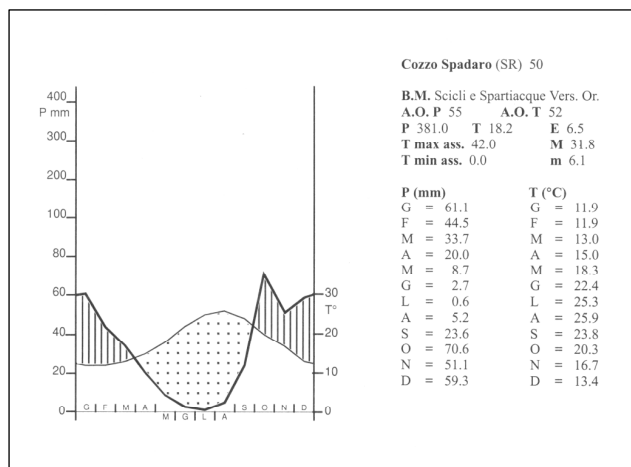


Fig. 1. Climogramma di Cozzo Spadaro (da Zampino et al., 1997)

Vendicari, situata qualche chilometro più a nord, non dovrebbe discostarsi molto da questi valori. Pertanto, come già evidenziato da Scelsi & Spampinato (1996), in accordo con Rivas-Martinez (1993), il bioclimate dell'area in esame rientra nella fascia termomediterranea inferiore semiarida. Essa interessa una stretta fascia costiera per poi sfumare verso l'entroterra nel tipo termomediterraneo inferiore secco.

GEOLOGIA

La Riserva Naturale di Vendicari si trova nel settore costiero orientale del plateau ibleo, che è la parte emersa di un segmento debolmente deformato del margine continentale africano (Dewey *et al.*, 1989). L'area è caratterizzata da una costa rocciosa bassa e con pendenze ridotte che di tanto in tanto si eleva in modo da formare basse falesie. Nella parte a nord, la costa rocciosa isola dal mare un sistema lagunare (Pantano Piccolo e Pantano Grande), mentre a sud di Torre Vendicari una barra di sabbia si estende per circa 3 km delimitando il Pantano Roveto. La sequenza sedimentaria è composta da terreni pliocenici di età quaternaria. Il livello inferiore consiste nella formazione Trubi, composta di marne bianche di età Pliocene (Lentini *et al.*, 1996). Sopra le marne bianche, affiorano gialle arenarie massicce, di età pliocenica, mostrandoci la caratteristica tipica del deposito spiaggia cementata in un ambiente litorale. Nella parte superiore della sequenza giace un deposito calciruditico e calcarenitico organico di colore da bianco a giallastro. Tutta l'area è interessata da un processo di intenso carsismo che accelera l'erosione di tutta la costa rocciosa (Pirrotta & Barbano, 2011). L'origine del sistema dei pantani e delle dune di Vendicari è recente, inizia infatti nel tardo pleistocene da un paleogolfo con una dinamica

costiera legata sia agli apporti solidi del Torrente Scirbia che a quelli sabbiosi di apporto marino eolico (Amore *et al.*, 1994).

LA FLORA E LA VEGETAZIONE

La flora vascolare recentemente censita (Minissale & Sciandrello, 2010; Galesi & Lorenz, 2011) consta di poco meno di 500 entità per lo più ad areale mediterraneo con presenza di endemismi come *Limonium syracusanum* Brullo, *Desmazeria pignattii* Brullo & Pavone, *Allium lehmannii* Lojac., *Ophrys calliantha* Bartolo & Pulvirenti, *Torilis nemoralis* (Brullo) Brullo & Giusso, *Ophrys oxyrrhynchos* Todaro recentemente segnalata (Cataldo *et al.*, 2012).

La vegetazione naturale si presenta molto diversificata in relazione ai principali ambienti: substrati calcarenitici con suoli di diverso spessore, coste rocciose, ambienti dunali e pantani salmastri (Brullo *et al.*, 1980, Minissale & Sciandrello, 2010).

Sui suoli derivati da calcareniti le condizioni bioclimatiche non consentono lo sviluppo di veri e propri aspetti boschivi, pertanto la vegetazione forestale è rappresentata, nei pochi lembi presenti, dalla macchia sempreverde a dominanza di *Pistacia lentiscus* L. Al lentisco si associano, con minore abbondanza altre specie arbustive come *Myrtus communis* L., *Rhamnus alaternus* L., *Calicotome infesta* (C. Presl) Guss., *Olea europaea* L. ssp. *oleaster* (Hoffm. et Link) Negodi. Questa vegetazione è ben conservata sui costoni rocciosi o in aree vicino al mare che non sono mai state interessate dall'agricoltura. Nelle aree coltivate o di recente abbandono essa si localizza in prossimità dei muretti a secco, in quanto le attività antropiche come agricoltura, incendio e pascolo, ne hanno determinato la scomparsa o la sua degradazione verso altri aspetti di vegetazione.

Sul cordone dunale che separa le depressioni palustri dal mare si osserva la macchia psammofila a dominanza di *Juniperus macrocarpa* (S. et S.) Ball. ed *Ephedra fragilis* Desf.

Nelle stazioni rocciose costiere è frequente una phrygana caratterizzata da *Coridothymus capitatus* L. e *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach., bassi arbusti che assumono una caratteristica forma emisferica. Essa rappresenta normalmente un aspetto di degradazione della macchia a mirto e lentisco, ma nei tratti rocciosi costieri forma una fascia di vegetazione interposta tra la macchia e la vegetazione alofila a *Limonium syracusanum* Brullo, infatti fattori come la maggiore ventosità e il suolo ridotto, tendono a stabilizzarla a scapito della macchia.

Le scogliere di Vendicari sono interessate dai tipici aspetti casmo-alofili che formano una fascia di vegetazione ampia fino a una ventina di metri. Il suolo roccioso e la salsedine consentono lo sviluppo di una rada vegetazione formata da poche specie adattate a queste severe condizioni come *Limonium syracusanum*, endemico della costa iblea ionica, ed altre camefite come

Limonium virgatum (Willd.) Fourr., *Crithmum maritimum* L., *Plantago macrorrhiza* Poiret.

Le grandi depressioni palustri di Vendicari (da nord a sud: Pantano Piccolo, Pantano Grande, Pantano Roveto, Pantano Sichilli e Pantano Scirbia) sono uno degli elementi che più caratterizzano il paesaggio della riserva. Le condizioni ecologiche di questi ambienti (umidità e salinità molto variabili) sono particolarmente severe per la vegetazione fanerogamica costituita da poche specie alofile e inadatte all'insediamento dei licheni.

Nella riserva sono inoltre presenti aspetti di vegetazione erbacea aventi la fisionomia della prateria steppica mediterranea che interessano soprattutto le aree in abbandono colturale.

La vegetazione naturale di Vendicari, soprattutto la macchia a lentisco e la phrygana, si caratterizzano per la presenza di schiarite funzionali alla presenza di microfite annuali e piccole bulbose, ed è proprio in questi microhabitat che trovano posto anche le croste biologiche formate dai licheni terricoli, che in alcuni casi diventano dei tappeti continui come nel caso di *Cladonia convoluta* e *C. rangiformis*, oppure si distribuiscono a chiazze sui suoli a tessitura sabbiosa come è il caso di *Psora decipiens*.

MATERIALI E METODI

Durante i numerosi sopralluoghi effettuati nella primavera 2012 sono stati prelevati campioni di suolo colonizzati da flora lichenica. I licheni raccolti sono stati esaminati ed identificati presso il laboratorio del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali (Università degli Studi di Catania) usando uno stereomicroscopio e un microscopio ottico (5x, 10x, 40x, 100x), gli spot test e le chiavi analitiche (Clauzade & Roux, 1985; Nimis, 1987; Nimis & Martellos, 2002).

Per la nomenclatura si è fatto riferimento a Nimis & Martellos (2008). La sequenza delle famiglie segue (Rambold, 1996-2000).

Per ogni specie viene indicata la famiglia di appartenenza, data una breve descrizione sulle caratteristiche morfologiche, e vengono riportate le seguenti informazioni ricavate da ITALIC (Nimis & Martellos, 2008):

- Forma di crescita: cr= crostoso; cr.pl.= crostoso placodiomorfo; dm.= tallo dimorfico; fo.= foglioso; sq.= squamuloso.
- Indicatori ecologici: H= irradiazione solare; L= aridità; Eu= eutrofizzazione.
- Distribuzione fitoclimatica: eu.med.= eumediterraneo; eu. med-orob.= da eumediterraneo a oro boreale; eu. med-med.mon.= da eumediterraneo a mediterraneo montano; eu.med- above treel = da eumediterraneo alla linea degli alberi; eu.med-niv. = da eumediterraneo al piano nivale.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono state censite 14 specie riunite in 10 generi e 8 famiglie. Quella delle Verrucariaceae è la famiglia dominante (4 specie), seguita da Cladoniaceae e Graphidaceae (2 specie ognuna), Heppiaceae, Teloschistaceae, Stereocaulaceae, Collemataceae e Psoraceae con una sola specie rappresentante. La forma di crescita più comune è quella squamulosa.

Per le specie di seguito riportate sono indicate descrizione tassonomica, habitat e distribuzione.

ELENCO FLORISTICO

***Cladonia convoluta* (Lam.) Anders**

Fam. Cladoniaceae, fc: dm, H: 3-4, L: 4-5, Eu: 1-2, fitocl.: eu.med-orob.

Lichene dimorfico lassamente aderente al substrato, con squamule piuttosto grandi (larghe fino anche 1 cm), di colore verdastro superiormente e biancastro inferiormente. I podezi sono molto piccoli e spesso assenti. Si ritrova su suoli calcarei poco profondi asciutti.

Specie molto comune in tutta Italia, nella Riserva forma dei tappeti continui nelle schiarite della macchia e della gariga a *Coridothymus capitatus* (L.).

***Cladonia rangiformis* Hoffm.**

Fam. Cladoniaceae, fc: dm, H: 3, L: 4-5, Eu: 1-3, fitocl.: eu.med-med.mon.

Lichene dimorfico con tallo primario costituito da squamule piccole e divergenti, tallo secondario fruticoso di colore bianco, grigio verdeggiante, densamente biforcuto e con apici aguzzi, alto fino anche 6 cm. È un lichene di siti caldi e soleggiati, come prati semiaridi e schiarite di bosco, su suoli ricchi in basi, anche carbonatici.

Specie molto comune in tutta Italia, insieme a *C. convoluta* costituisce dei tappeti continui nelle schiarite della macchia e della gariga.

***Collema tenax* (Sw.) Ach.**

Fam. Collemataceae, fc: fo, H: 3-5, L: 3-5, Eu: 1-3, fitocl.: eu.med-niv.

Cianolichene a tallo foglioso, di dimensioni variabili (da 3 a 10 cm). Presenta lobi un po' ascendenti contigui o embricati; la cortex superiore appare leggermente rugosa e può portare da nessuno a numerosi apoteci. In generale è di colore verde oliva scuro oppure bruno nero, da bagnato appare molto rigonfio. Spore da fusiformi a ellissoidali submuriformi. Di solito rinvenibile in ambienti umidi, ma facilmente reperibile anche in habitat secchi.

Specie molto comune in tutta Italia, nella riserva è stata riscontrata in diversi siti.

***Diploschistes gypsaceus* (Ach.) Zahlbr.**

Fam. *Graphidaceae*, fc: cr, H: 2-3, L: 2-3, Eu: 1, fitocl.: eu.med-orob.

Lichene crostoso con tallo verrucoso areolato di colore grigio cenere; presenta apoteci molto pruinosi. Le spore sono murali.

Si tratta di una specie piuttosto rara, assente in alcune regioni; nella riserva osservata nei pressi delle località La Banca e Torre Vendicari.

***Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman**

Fam. *Graphidaceae*, fc: cr, H: 4-5, L: 4-5, Eu: 1-3, fitocl.: eu.med-above treel.

Lichene crostoso dal tallo verrucoso granuloso, con apoteci piccoli ed infossati nel tallo di colore nero grigiastro. Cresce su suoli carbonatici o nelle crepe della roccia calcarea in aree assolate. Presenta spore murali di colore bruno.

Si tratta di una specie piuttosto comune in Italia; osservata frequentemente nella riserva.

***Endocarpon pusillum* Hedw.**

Fam. *Verrucariaceae*, fc: sq, H: 3, L: 3-4, Eu: 1-2, fitocl.: eu.med-above treel.

Lichene con tallo formato da piccole squamule aderenti al substrato con grosse rizine. La faccia superiore è di colore bruno scuro o bruno rossastro. Presenta minuscoli periteci globosi. Le spore sono muriformi da ialine a bruno scure.

Si tratta di una specie piuttosto rara, assente in alcune regioni; nella riserva osservata frequentemente.

Fulgensia fulgens* (Sw.) Elenkin f. *fulgens

Fam. *Teloschistaceae*, fc: cr.pl., H: 4, L: 4-5, Eu: 2-3, fitocl.: eu.med-orob.

Lichene crostoso con tallo distintamente lobato alla periferia, di colore giallo arancio ricoperto di pruina. Gli apoteci sono sessili, arancio scuro. Le spore sono ialine semplici, ellissoidali.

Si tratta di una specie comune ben rappresentata in tutt'Italia, assente solo in due regioni; nella riserva osservata in diversi siti.

***Fulgensia fulgens* (Sw.) Elenkin f. *subbracteata* (Nyl.) Nimis**

Fam. *Teloschistaceae*, fc: cr.pl., H: 3-4, L: 4-5, Eu: 2-3, fitocl.: eu.med-med.mon.

Lichene a tallo crostoso placode di colore giallo pallido ricoperto di pruina. Gli apoteci sono veramente rari, le spore ialine ellissoidali.

Si tratta di una specie abbastanza comune in Italia; nella riserva osservata in due occasioni in località Marianelli e La Banca.

***Heppia solorinoides* (Nyl.) Nyl.**

Fam. *Heppiaceae*, fc: sq., H: 4-5, L: 4-5, Eu: 1-2, fitocl.: eu.med.

Lichene squamuloso di colore rossastro o brunoastro, con squamule rotondeggianti dai contorni sinuosi, di aspetto cretaceo. Presenta apoteci urceolati bruno aranciato. Le spore sono semplici ialine.

Specie rarissima, presente solo in Puglia, Calabria e Sicilia; nella riserva osservata solo in località Poggio dell'Arena.

***Placidium rufescens* (Ach.) A. Massal.**

Fam. *Verrucariaceae*, fc: sq., H: 4-5, L: 4-5, Eu: 1-3, fitocl.: eu.med-med.mon.

Lichene a tallo squamuloso piuttosto grande, le cui squamule, di colore marrone scuro, possono arrivare fino ai 10 mm. I margini sono lobati e sollevati dal substrato. I periteci sono piriformi immersi nel tallo. Le spore sono semplici ellissoidali.

Specie molto rara, nella riserva osservata una sola volta.

***Placidium squamulosum* (Ach.) Breuss**

Fam. *Verrucariaceae*, fc: sq., H: 3-5, L: 4-5, Eu: 1-3, fitocl.: eu.med-orob.

Lichene a squamule piccole, sottili, di colore bruno pallido. I margini sono arrotondati e leggermente rialzati rispetto al substrato. Presenta periteci che rigonfiano inferiormente le squamule. Le spore sono semplici ed ellissoidali.

Si tratta di una specie abbastanza comune in Italia; nella riserva osservata in diverse occasioni.

***Placidopsis cinerascens* (Nyl.) Breuss**

Fam. *Verrucariaceae*, fc: cr., H: 4-5, L: 4-5, Eu: 1-2, fitocl.: eu.med-above treel.

Tallo lichenico costituito da piccole e sottili squamule, con margini leggermente sovrapposti, ben aderenti al substrato. Di colore grigiastro a volte ricoperto da pruina. Presenta periteci più o meno globosi. Le spore sono più o meno ellissoidali bicellulari.

Specie rarissima, presente in poche regioni; nella riserva osservata diverse volte.

***Psora decipiens* (Hedw.) Hoffm.**

Fam. *Psoraceae*, fc: sq., H: 4-5, L: 4-5, Eu: 1-3, fitocl.: eu.med-above treel.

Tallo a squamule grandi fino 6 mm di larghezza, arrotondate, adnate da disperse a embricate; di colore da arancione a rosso o rosa, opaco o lucido, a

volte pruinose. Gli apoteci sono molto piccoli e senza margine anche quando giovani, di colore nero a volte pruinosi. Le spore sono ellissoidali. Si tratta di una specie molto comune in Italia; nella riserva osservata in diversi siti.

***Squamarina cartilaginea* (With.) P.James**

Fam. Stereocaulaceae, fc: sq., H: 3-4, L: 3-5, Eu: 1-3, fitocl.: eu.med-orob.

Tallo squamuloso giallo o verde pallido, composto da squamule che si sovrappongono più o meno intimamente formando delle croste. Presenta apoteci di colore bruno arancio piatti con margine più o meno irregolare.

Specie comunissima in tutt'Italia e nella riserva.

CARATTERISTICHE ECOLOGICHE DELLE COMUNITÀ LICHENICHE

Da un'analisi delle esigenze ecologiche delle singole specie espresse attraverso gli indici di ITALIC (Nimis & Martellos, 2008) relativi a irradiazione solare, aridità ed eutrofizzazione, sintetizzate nell'ecogramma (Fig. 2), emerge che le entità censite a Venticari sono specie in massima parte xerofile che prediligono siti soleggiate e debolmente eutrofici: ciò è in accordo sia con le condizioni bioclimatiche di Venticari sia con il microclima degli habitat in cui le specie si rinvergono, caratterizzati da forte insolazione e rapido inaridimento della superficie del suolo alla fine del periodo piovoso, che si verifica alla fine della primavera. Se si tiene conto dei piani fitoclimatici indicati da ITALIC le specie censite appartengono per lo più ai piani più freddi o comunque aventi un amplissimo intervallo altitudinale (Fig. 3). Ciò desta una certa sorpresa tenuto conto del bioclima dell'area in esame. Sembra pertanto che questi licheni siano selezionati soprattutto dalle condizioni di forte aridità e insolazione piuttosto che dalle temperature medie annue che, in altri ambiti dell'areale di distribuzione, possono essere anche piuttosto basse.

Questa considerazione è avvalorata anche dai dati fitosociologici riportati in letteratura. Infatti quasi tutte le specie censite sono indicate come caratteristiche di comunità costituenti croste biologiche dove il suolo è piuttosto arido e ben illuminato. Le stesse sono riunite nell'alleanza *Toninion sedifoliae* Hadač 1948, syntaxon che dalle steppe dell'Asia si spinge sino alle zone più xeroterme dell'Europa centro settentrionale. In particolare le due specie di *Cladonia* rinvenute a Venticari sono le specie dominanti del *Cladonietum convolutae* Kaiser 1926, associazione di licheni terricoli tipica delle parti più calde ed aride dell'Europa; *Fulgensia fulgens* f. *subbracteata*, *Psora decipiens* e *Squamarina cartilaginea* sono specie che caratterizzano il *Fulgensietum fulgentis* Gams 1938. In ambito mediterraneo *Cladonia rangiformis* è la specie dominante del *Cladonietum mediterraneum* Des. Abb. 1947; l'associazione è stata segnalata per le isole Canarie (Klement, 1965),

isole Baleari (Klement, 1965b), isole Eolie (Klement, 1969) e recentemente per la Sardegna (Cogoni *et al.*, 2011). Essa si insedia in aree poco disturbate dall'uomo e in habitat soleggiati.

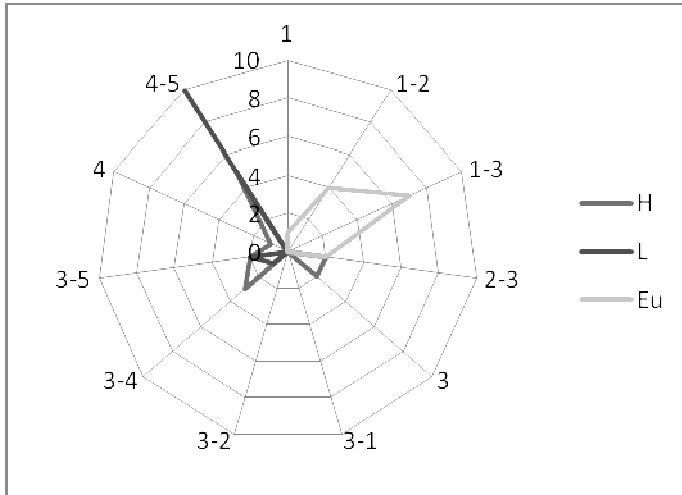


Fig. 2. Ecogramma relativo a H: irradiazione solare, L: aridità, Eu: eutrofizzazione

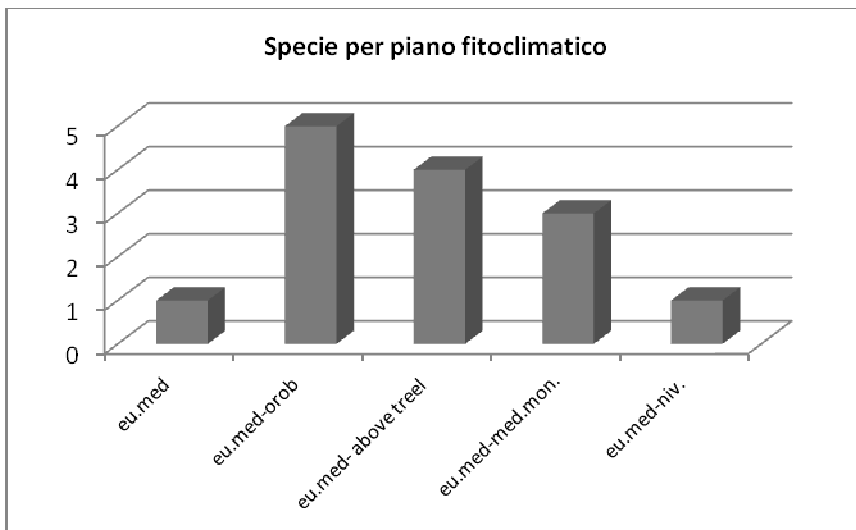


Fig. 3. Distribuzione delle specie per piano fitoclimatico

GESTIONE DEL SUOLO E CROSTE BIOLOGICHE

La persistenza dei micrositi a licheni terricoli richiede il contenimento di eventi quali incendi, pascolo e calpestio che portano al diradamento e alla scomparsa delle croste licheniche (Gallego Fernández & Díaz Barradas, 1997; Cogoni *et al.*, 2011). La riserva garantisce realmente la conservazione del territorio sotto questo punto di vista, infatti nella zona A da anni non si verificano incendi e il pascolo è vietato; inoltre la fruizione turistica, svolgendosi lungo sentieri prestabiliti, non danneggia i tappeti lichenici. Un'altra minaccia per la flora lichenica terricola è rappresentata dai cambiamenti di uso del suolo come la messa a coltura dei terreni o i rimboschimenti che altererebbero il substrato di crescita, ma nella zona A della riserva ciò non avviene. Al contrario vi sono aree in abbandono colturale definitivo dove è in forte ripresa la vegetazione arbustiva, mentre la flora lichenica terricola è soltanto agli stadi iniziali.

Il mantenimento delle croste licheniche ha effetti positivi su tutto l'ecosistema; esse infatti svolgono un ruolo importante soprattutto nelle zone semiaride, come è quella di Vendicari, nel favorire la stabilità dei suoli, ma anche nel trattenere acqua piovana e nutrienti favorendo così la germinazione dei semi delle piante superiori (Harper & St. Clair, 1985).

CONCLUSIONI

Lo studio effettuato ha fornito un quadro della diversità dei licheni terricoli in un territorio poco indagato sotto questo aspetto. In assenza di dati di letteratura puntuali non si sono potuti fare confronti con ambienti analoghi della Sicilia; sarebbe pertanto auspicabile effettuare altre indagini di questo tipo sia per ampliare le conoscenze, ma anche allo scopo di mettere in evidenza l'importanza dei licheni terricoli come indicatori di qualità del suolo, soprattutto in aree costiere, dove la copertura discontinua o l'assenza della vegetazione arbustiva ne favoriscono l'erosione.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali Ufficio provinciale di Siracusa, ente gestore della Riserva di Vendicari, per il supporto logistico fornito.

BIBLIOGRAFIA

ALONSO F.L., EGEA J.M., 1994. Líquenes calcícolas y terrícolas de algunas localidades costeras de Marruecos. *Acta Botanica Malacitana* 19: 51-61.

ALONSO F.L., EGEA J.M., 1995. Líquenes calcícolas y terrícolas de algunas localidades costeras de Portugal. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 5: 39-48.

AMORE C., COSTA B., DI GERONIMO I., GIUFFRIDA E., RANDAZZO G., ZANINI A., 1994. Temporal evolution, sediments and fauna of the Vendicari Lagoons (Siracusa). Studies on Ecology and Paleoecology of Benthic Communities. Bollettino Società Geologica Italiana 2(Spec.): 1-15.

BRODO I.M., SHARNOFF S.D., SHARNOFF S., 2001. Lichens of North America. Yale University Press, London, 828 pp.

BRULLO S., FAGOTTO F., MARCENÒ C., 1980. Carta della vegetazione di Vendicari - Sicilia. C.N.R. AQ/1/38: 25-41.

CATALDO D., GALESI R., MINISSALE P., 2012. In situ and ex situ conservation of Orchidaceae of the natural oriented reserve "Oasi Faunistica di Vendicari" (south-east Sicily). Riassunti del 107° Congresso della Società Botanica Italiana: 116.

CLAUZADE G. & ROUX C., 1985. Likenoj de Okcidenta Europo. Ilustrita Determinlibro. Bulletin de la Société botanique Centre-Ouest. n.s. 7: 1-893.

COGONI A., BRUNDU G., ZEDDA L., 2011. Diversity and ecology of terricolous bryophyte and lichen communities in coastal areas of Sardinia (Italy). Nova Hedwigia 92: 159-175.

DEWEY J.F., HELMAN M.L., TURCO E., HUTTON D.H.W., KNOTT S.D., 1989. Kinematics of the Western Mediterranean. In: Coward, M.P. *et al.* (Ed.), Alpine tectonics. Geological Society London Special Publications 45: 265-283.

ELDRIGE D.J., TOZER M.E., 1996. Distribution and Floristics of Bryophytes in Soil Crusts in Semi-arid and Arid Eastern Australia. Australian Journal of Botany 44: 223-247.

GALASI R., LORENZ R., 2010. Le Orchidaceae della Riserva Naturale orientata Oasi Faunistica di Vendicari (Sicilia Sud-orientale). Journal of European Orchids 42: 149-166.

GALLEGO FERNANDEZ J.B., DIAZ BARRADAS M.C., 1997. Lichens as indicators of a perturbation/stability gradient in the Asperillo dunes, SW Spain. Journal of Coastal Conservation 3: 113-118.

GAMS H., 1938. Über einige Flechtenreiche Trockenrasen mitteledeutschlands. Herciania 1: 277-284.

GRILLO M., CANIGLIA G., 2004. Licheni terricoli di aree costiere della Sicilia Sud Orientale: primo contributo. Notiziario della Società Lichenologica Italiana 17: 64-65.

HARPER K.T., ST. CLAIR L.L., 1985. Cryptogamic soil crusts on arid and semiarid rangelands in Utah: Effects on seedling establishment and soil stability. Final report on BLM contract No. BLM AA 851-CTI-48, Bureau of Land

Management, Utah State Office, Salt Lake City.

JOHANSEN J.R., ST. CLAIR L.L., 1986. Cryptogamic soil crusts: recovery from grazing near Camp Floyd State Park, Utah USA. *Great Basin Naturalist* 46: 632-640.

JOHANSEN J.R., ST. CLAIR L.L., WEBB B.L., NEBEKER G.T., 1984. Recovery patterns of cryptogamic soil crusts in desert rangelands following fire disturbance. *Bryologist* 87: 238-243.

KLEMENT O., 1965a. Zur Flechtenflora der Kanarischen Inseln. *Nova Hedwigia* 9: 503-582.

KLEMENT O., 1965b. Flechtenflora und Flechterevegetation der Pityusen. *Nova Hedwigia* 9: 435-501.

KLEMENT O., 1969. Zur Flechtenvegetation der Äolischen Inseln. *Herzogia* 1: 131-143.

LALLEY J.L., VILES H.A., 2005. Terricolous lichens in the northern Namib Desert of Namibia: distribution and community composition. *Lichenologist* 37: 77-91.

LENTINI F., CATALANO S., CARBONE S., 1996. The external thrust system in Southern Italy: a target for petroleum exploration. *Petroleum Geoscience* 2: 333-342.

LOPPI S., BOSCAGLI A., DE DOMINICIS V., 2004. Ecology of soil lichens from Pliocene clay badlands of central Italy in relation to geomorphology and vascular vegetation. *Catena* 55: 1-15.

MINISSALE P., SCIANDRELLO S., 2010. Flora e vegetazione terrestre della Riserva Naturale di Vendicari (Sicilia sud-orientale). *Atti del convegno "L'area protetta di Vendicari"*: 31-194.

NIMIS P.L., 1987. I macrolicheni d'Italia. Chiavi analitiche per la determinazione. *Gortania* 8: 101-220.

NIMIS. P.L., 1992. Chiavi analitiche del genere *Caloplaca* in Italia. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 5: 9-28.

NIMIS P.L., 1993. *The Lichens of Italy (an annotated catalogue)*. Museo Regionale di Scienze Naturali, Monografia XII, Torino, 897 pp.

NIMIS P.L., BOLOGNINI G., 1993. Chiavi analitiche del genere *Lecanora* Ach. in Italia. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 6: 29-46.

NIMIS P.L., MARTELOS S., 2002. Key for the identification of terricolous lichens occurring in Italy above the submediterranean belt on acid to subneutral substrata. <http://dbiodbs.univ.trieste.it/terr3.pdf>

NIMIS P.L., MARTELOS S., 2008. ITALIC The Information System on Italian Lichens, version 4.0 University of Trieste Dept. of Biology IN4.0 <http://dbiodbs.univ.trieste.it>

PIRROTTA C., BARBANO M.B., 2011. Analysis of deformation structures in Pliocene and Quaternary deposits of the Hyblean Plateaux (South-Eastern Sicily). *Tectonophysics* 499: 41-53.

PRASSE R., BORNKAMM R., 2000. Effect of microbiotic soil surface crusts on emergence of vascular plants. *Plant Ecology* 150: 65-75.

RAI H., KHARE R., GUPTA R.K., UPRETI D.K., 2011. Terricolous lichens as indicator of anthropogenic disturbances in a high altitude grassland in Garhwal (Western Himalaya), India. *Botanica Orientalis Journal of Plant Science* 8: 16-23.

RAI H., KHARE R., GUPTA R.K., UPRETI D.K., 2012. Diversity and distribution of terricolous lichens as indicator of habitat heterogeneity and grazing induced trampling in a temperate-alpine shrub and meadow. *Biodiversity and Conservation* 21: 97-113.

RAMBOLD G. (Ed.), 1996-2000. LIAS: Global Information System for Lichenized and Non-lichenized Ascomycetes. Botanische Staatssammlung München, Department of Mycology. <http://dbsys.botanik.biologie.uni-muenchen.de/botsamml/lias/index.cfm>.

RIVAS-MARTINEZ S., 1981. Les étages bioclimatiques de la végétation de la péninsule ibérique. *Anales del Jardín Botánico Madrid* 37: 251-268.

RIVAS-MARTINEZ S., 1993. Bases para una nueva clasificación bioclimática de la tierra. *Folia Botanica Matritensis* 10: 1-23.

ROGERS R.W., LANGE R.T., 1971. Lichen populations on arid soil crusts around sheep watering places in South Australia. *Oikos* 22: 93-100.

ROGERS R.W., 1977. Lichens in hot arid and semi-arid lands. In: Stewart M.R.D. (Ed.), *Lichen Ecology*. Academy Press, London, pp. 211-252.

ROGERS R.W., UNGE R.T., 1972. Soil surface lichens in arid and subarid south-eastern Australia I. Introduction and floristics. *Australian Journal of Botany* 20: 197-213.

RUGGIERI G., 1959. Geologia della zona costiera di Torre Vendicari (Sicilia sud-orientale). *Rivista Mineraria Siciliana*, 55: 12-14.

SCELSI F., SPAMPINATO G., 1998. Caratteristiche bioclimatiche dei Monti Iblei. *Bollettino Accademia Gioenia di Scienze Naturali* 29: 27-43.

ST. CLAIR L.L., WEBB B.L., JOHANSEN J.R., NEBEKER G. T., 1984. Cryptogamic soil crusts: enhancement of seedling establishment in disturbed and undisturbed

areas. Reclamation and Revegetation Research 3: 129-136.

WHITE F.J., JAMES P.W., 1985. A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substances. Bulletin of the British Lichen Society 57: 1-41.

WIRTH V., 1995. The Lichens: Baden-Württemberg. Stuttgart, Ulmer, 992 pp.

ZAMPINO S., DURO A., PICCIONE V., SCALIA C., 1997. Fitoclima della Sicilia. Termoudogrammi secondo Walter & Lieth. Atti 5° Workshop Progetto Strategico C.N.R., Clima, Ambiente e Territorio nel Mezzogiorno: 7-54.

LA NORMA EUROPEA CEN/TC 264/WG 31 "AIR QUALITY — BIOMONITORING WITH LICHENS — ASSESSING EPIPHYTIC LICHEN DIVERSITY": UNA VISIONE D'INSIEME

Giorgio BRUNIALTI¹, Paolo GIORDANI²

¹TerraData environmetrics, Spin Off dell'Università di Siena; ²DISTAV, Polo Botanico Hanbury, Università di Genova - rappresentante S.L.I. in UNI-EN

ABSTRACT

This paper reviews the key stages of the drafting of the upcoming CEN standard "Air quality - Biomonitoring with lichens - Assessing epiphytic lichen diversity". The main differences with the previous Italian manual and information on upcoming developments in the standardization process are reported.

KEYWORDS

Standard CEN, air quality, bioindication, lichen diversity.

RIASSUNTO

Questo articolo riassume le tappe salienti del processo di stesura della norma CEN di prossima uscita "Air quality — Biomonitoring with lichens — Assessing epiphytic lichen diversity". In particolare, viene fatto riferimento alle principali differenze rispetto al precedente manuale italiano e sono fornite informazioni sui prossimi sviluppi del processo normativo.

PAROLE CHIAVE

Norma CEN, qualità dell'aria, bioindicazione, diversità lichenica.

INTRODUZIONE

La pubblicazione della nuova norma CEN (ente di normazione europeo) sul biomonitoraggio dell'aria mediante licheni epifiti è prevista per il secondo semestre del 2013, dopo l'ultima revisione da parte degli stati membri della UE. Non si poteva trovare un'occasione migliore, visto che la Commissione Europea, che sta adottando nuove strategie e nuove proposte per migliorare la qualità dell'aria su tutto il territorio dell'Unione, ha dichiarato il 2013 anno dell'aria. Si tratta sicuramente di un caso fortuito dal momento che il processo di stesura della norma europea ha richiesto diversi anni di collaborazione tra esperti del settore.

Questo breve articolo intende riassumere le tappe salienti del processo di stesura della norma, evidenziare le differenze rispetto al manuale ANPA (2001) e fornire informazioni sui prossimi sviluppi del processo normativo.

IL PROCESSO DI STANDARDIZZAZIONE DEL METODO

La diversità lichenica è ampiamente utilizzata come indicatore biologico nel monitoraggio ambientale. Le tecniche di bioindicazione mediante licheni epifiti hanno subito un lungo processo di standardizzazione, allo scopo di ridurre sempre più il contributo della soggettività alla variabilità dei dati. Nei primi anni di applicazione del metodo, in diversi paesi europei si era arrivati all'elaborazione di norme o linee guida nazionali elaborate sulla base delle esperienze locali.

Tuttavia, a partire dal 2000, in occasione di un incontro scientifico a Pembroke (Galles), si è sentita l'esigenza di un protocollo uniformato condiviso a livello europeo, che ha portato alla stesura delle linee guida di Asta *et al.* (2002).

L'occasione per ottenere una norma a livello europeo si è offerta nel 2007 quando è stato istituito il Working Group 31 (WG31) all'interno del CEN Technical Committee 264 "Biomonitoring methods with mosses and lichens".

Al tavolo dei lavori di questo WG31 partecipano una ventina di esperti appartenenti ad una decina di stati membri, in rappresentanza dei rispettivi enti di normazione. L'ente italiano UNI è stato rappresentato da esperti affiliati rispettivamente a SLI (Paolo Giordani), TerraData srl (Giorgio Brunialti), Università di Trieste (Guido Incerti) e ISPRA (Valerio Silli e Francesca Fornasier).

LE TAPPE DELLA NORMAZIONE

Dal 2007, anno di inizio dei lavori, sono stati organizzati otto incontri del WG31 che hanno previsto il confronto e la discussione continua tra esperti europei del settore (Tabella 1). Per supportare il lavoro del WG31, il GdL di biomonitoraggio della SLI ha espresso uno sforzo ulteriore, organizzando ben 6 incontri nell'ambito dei quali si sono formati tavoli di discussione su aspetti specifici della norma e si è giunti alla stesura dell'impostazione del documento e alle successive modifiche in corso d'opera (Giordani *et al.*, 2008). In parallelo al processo di normazione, sono stati inoltre organizzati due test con lo scopo di valutare i limiti operativi dei principi metodologici inseriti nella bozza di norma; valutare l'effettiva riproducibilità dei dati in condizioni "reali" di rilevamento per definire limiti di qualità appropriati e realistici.

Tabella 1. Le tappe principali del processo di normazione.

Evento	Luogo e data
SLI, TerraData, ISPRA e Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste si iscrivono all'UNI (Ente di Normazione Italiano) per accedere alle riunioni tecniche del Working Group 31 CEN (CEN/TC 264) per la stesura di una norma europea sul biomonitoraggio mediante licheni epifiti.	Settembre 2007
Incontro del GdL Biomonitoraggio SLI	Foiano della Chiana (Arezzo), 29-30 novembre 2007
Primo incontro del CEN/ TC 264/WG 31	Parigi, 17-18 gennaio 2008
Incontro del GdL Biomonitoraggio SLI	Roma, 2 aprile 2008
Secondo incontro del CEN/ TC 264/WG 31	Bad Durkheim (D), 19-20 giugno 2008
Incontro del GdL Biomonitoraggio SLI	Genova, 6-7 novembre 2008
Terzo incontro del CEN/ TC 264/WG 31	Trieste, 22-23 gennaio 2009
Incontro del GdL Biomonitoraggio SLI	Torino, 11-12 marzo 2009
Verso la nuova Norma europea sul rilevamento della diversità lichenica - Primo test comparativo nazionale	Monterotondo Marittimo (Grosseto), 22-26 giugno 2009
Incontro del GdL Biomonitoraggio SLI	Pistoia, 29-30 ottobre 2009
Quarto incontro del CEN/ TC 264/WG 31	Lille (F), 3-5 giugno 2009
Quinto incontro del CEN/ TC 264/WG 31	Bad Dürkheim (Germania), 21-22 gennaio 2010
Towards an international standard for lichen monitoring – theory and practice. An harmonization field course	S. Michele all'Adige (Trento), 7-11 giugno 2010
Sesto incontro del CEN/ TC 264/WG 31	S. Michele all'Adige (Trento), 14-15 giugno 2010
Incontro del GdL Biomonitoraggio SLI	Genova, 9 -10 novembre 2010
Settimo incontro del CEN/ TC 264/WG 31	Parigi, 12-13 maggio 2011
Ottavo incontro del CEN/ TC 264/WG 31	Parigi, 21-22 novembre 2012

Il primo test comparativo, a carattere nazionale, si è svolto a Monterotondo Marittimo (GR) nel giugno 2009 e ha visto la partecipazione di 15 esperti

(Brunialti *et al.*, 2012). Il secondo test, organizzato in Trentino nel giugno 2010, ha avuto invece un carattere internazionale. Ad esso hanno partecipato 16 esperti appartenenti a sei paesi europei (Slovenia, Estonia, Portogallo, Spagna, Regno Unito, Italia) (Cristofolini *et al.*, 2010).

I risultati dei test hanno permesso di identificare le principali fonti di incoerenza e le fasi del metodo che necessitavano di miglioramenti. Hanno fornito inoltre informazioni aggiuntive per la definizione dei Requisiti di Qualità dei Dati (DQRs) molto utili per apportare modifiche in itinere al protocollo della norma (Cristofolini *et al.*, 2010; Brunialti *et al.*, 2012).

CARATTERISTICHE SALIENTI DELLA NORMA CEN

La nuova linea guida CEN si propone di fornire un metodo affidabile, ripetibile e obiettivo per valutare la diversità dei licheni epifiti. In base alla letteratura internazionale sul tema (si veda ad esempio Nimis *et al.*, 2002 per un quadro generale), la diversità lichenica fornisce un riferimento per valutare l'impatto degli interventi di origine antropica, in particolare per la valutazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico. I principi del nuovo protocollo standardizzato sono in gran parte basati su quelli riportati nelle precedenti linee guida o norme europee (VDI-Richtlinie, 1995, 2005; AFNOR, 2008; Nimis, 1999; ANPA, 2001; Asta *et al.*, 2002).

La norma CEN riguarda principalmente gli aspetti legati al campionamento della diversità dei licheni epifiti dal disegno di campionamento (schemi e densità di campionamento ecc.), alla selezione delle specie arboree, alla definizione dei parametri standard degli alberi substrato, fino al rilievo dei licheni sul tronco e al calcolo delle frequenze licheniche. Il documento contiene anche un paragrafo dedicato alle procedure di assicurazione di qualità da adottare per garantire completezza e riproducibilità delle indagini (cfr. McCune *et al.*, 1997; Brunialti *et al.*, 2002; 2004; Giordani *et al.*, 2009). In Tabella 2 sono riportate le principali differenze rispetto al manuale ANPA (2001).

COME PROSEGUIRE

Come riportato sopra, la norma riguarda essenzialmente la fase del campionamento e del rilevamento della diversità lichenica. Il documento non entra nel merito dei passaggi successivi di elaborazione e interpretazione dei dati, oppure degli aspetti legati a monitoraggi nel lungo periodo. Inoltre, esso affronta solo marginalmente la questione delle procedure di assicurazione di qualità. Per questo motivo nell'ambito dell'ultima riunione del WG31 è stato deciso di proseguire i lavori dedicandoci alla stesura di un documento informativo su questi aspetti. Questa tipologia di documento non rappresenta una norma, ma un documento aggiuntivo a completamento della stessa. Questo lascia perciò spazio per affrontare nel dettaglio argomenti

difficilmente standardizzabili e allo stesso tempo aggiunge un riferimento formale utilizzabile nei lavori di biomonitoraggio che verranno svolti sulla base della presente norma. In sostanza, il documento informativo sarà costituito da una sorta di review ragionata e organizzata, nella quale saranno proposti i principali approcci analitici e interpretativi sui dati di diversità lichenica. Sarà possibile prevedere una serie di esempi pratici in grado di fornire un quadro esaustivo dei contesti in cui potrebbe essere utilizzato il metodo.

Tabella 2. Principali differenze tra la nuova norma CEN (prEN 16413 "Air quality - Biomonitoring with lichens - Assessing epiphytic lichen diversity") e il manuale ANPA (2001).

Disegno di campionamento

Selezione dei plot e degli alberi

Metodo ANPA 2001	Campionamento sistematico
Norma CEN	Campionamento probabilistico: random semplice e stratificato, sistematico, tree-based cluster sampling, tree-based stratified random sampling
Vantaggi	Più adattabile alle esigenze specifiche Migliore rappresentatività
Difficoltà	Richiede nozioni di campionamento e analisi statistica per le fasi successive di elaborazione dati

Selezione degli alberi

Metodo ANPA 2001	Da 3 a 12 alberi per UCP all'interno di UCS
Norma CEN	Dal tree based sampling al plot sampling, con rilevamento di tutti gli alberi all'interno del plot
Vantaggi	Più adattabile alle esigenze specifiche Migliore rappresentatività
Difficoltà	Maggior sforzo campionario nel caso di applicazione in aree boschive (maggior numero di alberi da rilevare)

Specie arboree standard

Metodo ANPA 2001	Due gruppi di specie (scorza subneutra e scorza acida)
Norma CEN	Cinque gruppi di specie distinti sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche della scorza, più una lista di specie da testare
Vantaggi	Possibilità di inclusione di un ampio spettro di specie arboree

Caratteristiche standard degli alberi

Metodo ANPA 2001	Circ. del tronco > 60 cm; incl. del tronco <10°; parti danneggiate: evitare parti del tronco danneggiate o decorticate, con presenza di nodi o di fasce di scoli con periodico scorrimento di acqua piovana, parti con copertura di briofite superiore al 25%.
Norma CEN	Circ. compresa tra 50 e 250 cm; inclinazione di ciascuna esposizione (N, E, S, W) < 20° al centro del reticolo; l'area del tronco non adatta al rilevamento (danni, decorticazione, ramificazioni, nodi, altre epifite o piante rampicanti) deve essere <20% quando sommata all'interno di ciascuna delle 4 griglie.
Vantaggi	Parametri standard più ampi che permettono la selezione di un maggior numero di alberi

Rilevamento della diversità lichenica

Posizionamento del reticolo di campionamento

Metodo ANPA 2001	1 m dal suolo lato monte
Norma CEN	1 m dal suolo per ogni esposizione (N, E, S, W)
Vantaggi	Misura più affidabile Agevola il rilevamento

Traslazione del reticolo

Metodo ANPA 2001	Una rotazione di 20° in senso orario è ammessa per evitare parti di tronco non idonee ad essere campionate
Norma CEN	Una rotazione di 20° prima in senso orario e poi in senso antiorario è ammessa per evitare parti di tronco non idonee ad essere campionate
Vantaggi	Parametri standard più ampi che permettono la selezione di un maggior numero di alberi

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i seguenti enti per il supporto e/o la sponsorizzazione di eventi legati al processo di normazione: AFNOR, CEN, UNI, ISPRA, Comune di Foiano della Chiana, Comune di Monterotondo Marittimo, Comunità Montana delle Colline Metallifere, CITT Monterotondo M.mo, Provincia Autonoma di Trento, Parco di Paneveggio e Pale di San Martino.

Ringraziamo per la preziosa collaborazione i membri del GdL di Biomonitoraggio della SLI, gli esperti del WG31 CEN e tutti i partecipanti e gli organizzatori dei test.

BIBLIOGRAFIA

AFNOR, 2008. Biosurveillance de l'environnement - Détermination d'un indice biologique de lichens épiphytes (IBLE). NF X43-903.

ANPA, 2001. I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica. ANPA, Serie Manuali e Linee Guida 2/2001, Roma, 85 pp.

ASTA J., ERHARDT W., FERRETTI M., FORNASIER F., KIRSCHBAUM U., NIMIS P.L., PURVIS O.W., PIRINTSOS S., SCHEIDEGGER C., VAN HALUWYN C., WIRTH V., 2002. Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In: NIMIS P.L., SCHEIDEGGER C., WOLSELEY P. (Eds.). *Monitoring with lichens - Monitoring lichens*. NATO Science Series, IV, vol. 7. Kluwer, Dordrecht, pp. 273 -279.

BRUNIALTI G., FRATI L., CRISTOFOLINI F., CHIARUCCI A., GIORDANI P., LOPPI S., BENESPERI R., CRISTOFORI A., CRITELLI P., DI CAPUA E., GENOVESI V., GOTTARDINI E., INNOCENTI G., MUNZI S., PAOLI L., PISANI T., RAVERA S., FERRETTI M., 2012. Can we compare lichen diversity data? A test with skilled teams. *Ecological Indicators* 23: 509-516.

BRUNIALTI G., GIORDANI P., FERRETTI, M. (2004). Discriminating between the good and the bad: quality assurance is central in biomonitoring studies. In: WIERSMA B. (Ed.). *Environmental Monitoring*. CRC Press LLC, pp. 443-464.

BRUNIALTI G., GIORDANI P., ISOCRONO D., LOPPI S., 2002. Evaluation of data quality in lichen biomonitoring studies: the Italian experience. *Environmental Monitoring and Assessment* 75: 271-280.

CRISTOFOLINI F., BRUNIALTI G., GIORDANI P., FERRETTI M. (Eds.), 2010. Towards an international standard for lichen monitoring - theory and practice. Presentations given at the harmonization field course. Trentino, Northern Italy, 7-11 june 2010. FEM-IASMA, San Michele all'Adige, p. 96.

GIORDANI P., BRUNIALTI G., INCERTI G., 2008. Il contributo italiano alla bozza di norma europea CEN Biomonitoring of air - Determination of Biological Index of epiphytic lichens. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 21: 77-79.

GIORDANI P., BRUNIALTI G., BENESPERI R., RIZZI G., FRATI L., MODENESI P., 2009. Rapid Biodiversity Assessment in lichen biomonitoring surveys: implications for Quality Assurance. *Journal of Environmental Monitoring* 11: 730-735.

MCCUNE B., DEY J.P., PECK J.E., CASSEL D., HEIMAN K., WILL-WOLF S., NEITLICH N., 1997. Repeatability of community data: species richness versus gradient scores in large-scale lichen studies. *Bryologist* 100: 40-46.

NIMIS P.L., 1999. Linee guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. In: Piccini C., Salvati S. (Eds.). Atti Workshop Biomonitoraggio Qualità dell'aria sul territorio Nazionale. ANPA, Ser. Atti, 2: 267-277.

NIMIS P.L., SCHEIDEGGER C., WOLSELEY P.A., 2002. Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens. NATO Science Series, IV, vol. 7. Kluwer, Dordrecht, 408 pp.

VDI-RICHTLINIE 3799, Blatt 1, 1995. Ermittlung und Beurteilung phytotoxischer Wirkungen von Immissionen mit Flechten: Flechtenkartierung. VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Bd. 1, Beuth-Verlag, Berlin.

VDI-RICHTLINIE 3957, Blatt 13, 2005. Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen mit Flechten (Bioindikation) Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für Luftgüte. VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a, VDI-Handbuch Biotechnologie, Band 2, Beuth-Verlag, Berlin.

**GdL PER LA BIOLOGIA DEI LICHENI E ...
LA CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI**

Sergio E. FAVERO-LONGO

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino

Degli anni della scuola elementare, ricordo ancora con un certo disagio il momento del tema libero: la pagina bianca su cui si poteva scrivere di tutto, ma con il dubbio che idee e fantasie del momento risultassero banali ed insignificanti. Accanto agli altri Gruppi di Lavoro della Società Lichenologica Italiana, il GdL per la Biologia sembra offrire analoga carta bianca: si tratta di lavorare su "come vivono" i licheni, liberi dai vincoli applicativi del Biomonitoraggio, dalle implicazioni socio-relazionali della Didattica e dalla territorialità della Floristica/Vegetazione. Eppure, ancora una volta, il potersi occupare di tutto espone al rischio di trovarsi nel niente ...

A sfogliare "il Nash" - "The Biology of Lichens" (2008) - le idee per il GdL certamente non mancano: l'organizzazione dei talli, le strategie riproduttive, i metaboliti secondari, le esigenze nutrizionali, ... ma proprio l'imbarazzo della scelta pare suggerire come piuttosto che un singolo argomento, sia la correlazione/associazione di molteplici aspetti a potere scoprire nuovi scorci sulla vita dei licheni.

Un approccio trasgressivo in un mondo sempre più orientato alla specializzazione della ricerca e delle competenze? Magari sì, ma anche una direzione che proprio nell'essenza collaborativa di un gruppo di lavoro può trovare orientamento concreto e finalizzato, coniugando competenze teoriche e tecniche, ampliando i casi di studio ed alimentando lo scambio di idee.

Un approccio complesso? Certamente! Specchio di quel complesso micro-ecosistema che ha in micobionte e fotobionte solo i principali attori di un più articolato microcosmo che si interfaccia, interagisce, risponde all'intorno ambientale di aria (con o senza inquinanti), acqua (libera o meno), substrati, viventi (forofiti) e non (rocce, suolo), ed organismi competitori. Approfondire ed associare le conoscenze su dinamiche riproduttive e di crescita/colonizzazione, metabolismo primario e secondario altro non è che la via sperimentale per caratterizzare le suddette relazioni fra licheni e diverse sfere ambientali e comprenderne le potenziali ricadute applicative.

In tale quadro, i partecipanti al GdL per la Biologia hanno individuato come tema di comune interesse le interazioni fra licheni e substrati lapidei, frequentemente associate a processi di deterioramento e, per questo, di estrema rilevanza per la conservazione dei beni culturali in pietra.

L'argomento è coltivato dalla Società Lichenologica fin dalle sue origini: già nel 1988 era stato organizzato a Roma un primo simposio "Licheni e Monumenti" e sessioni sul tema hanno sovente caratterizzato gli annuali congressi SLI (XIV, Roma 2001; XIX, Trento 2006; XXV, Roma 2012). Va tuttavia sottolineato come a livello nazionale, così come in ambito internazionale, le ricerche sulle interazioni licheni-lapidei siano state realizzate seguendo approcci sperimentali fortemente eterogenei, così raccogliendo dati poco o per nulla confrontabili (cfr. Gazzano *et al.*, 2009). Sovente, inoltre, le indagini sono state limitate al solo inquadramento floristico-vegetazionale delle comunità presenti sui monumenti, senza approfondire quegli aspetti della biologia dei licheni che più risultano correlati al biodeterioramento. È il caso delle modalità di penetrazione ifale all'interno del substrato lapideo, influenzate dalle caratteristiche minero-strutturali dei diversi litotipi e determinanti per i processi di disaggregazione; è il caso della produzione di metaboliti primari e secondari ad azione chelante ed acidificante, coinvolti nell'alterazione dei minerali originari costituenti i lapidei, e nello sviluppo di processi di biomineralizzazione, ad esempio di ossalati o di ossi-idrossidi di ferro; è il caso delle dinamiche di riproduzione che sottendono la colonizzazione lichenica delle superfici lapidee e la sovente osservata ricolonizzazione di monumenti da breve tempo oggetto di restauro. Finalità principale del nuovo progetto del GdL per la Biologia "Licheni e Beni Culturali in pietra" è quella di stabilire una rete nazionale di valutazione del deterioramento lichenico a spese di litotipi di interesse per i beni artistici e culturali che si fondi sullo studio dei processi di interazione correlati alla biologia dei licheni.

Primo obiettivo è quello di definire e calibrare tecniche di indagine comuni, volte ad una raccolta sul territorio nazionale di dati confrontabili, focalizzati su quelle specie che nelle diverse condizioni ambientali (e.g. area mediterranea vs. area alpina; litotipi carbonatici vs. silicatici) più caratterizzano le comunità licheniche sui monumenti.

Per questo, nel mese di marzo e maggio 2013, il GdL per la Biologia ha organizzato due incontri formativi e di intercalibrazione dedicati alle tecniche per lo studio dell'interazione fra licheni e lapidei in campo (Lunigiana, 11-13/3/2013) ed in laboratorio (Torino, 8-9/5/2013). In tali occasioni, lo sviluppo di un lavoro sperimentale comune su campioni di marmo di Carrara colonizzati da licheni, prelevati in siti naturali e di cava (Accattino & Catalano, 2013), ha consentito di delineare un protocollo comune sulla falsariga delle procedure di indagine per lo studio delle interazioni licheni-lapidei in uso presso il Laboratorio di Lichenologia dell'Università di Torino (ISO 9001:2008). Tale protocollo sarà esteso nei prossimi mesi ad altri casi di studio pertinenti le diverse aree di attività di ricerca dei partecipanti al GdL.

Secondo obiettivo del progetto sarà quello di utilizzare la banca dati raccolta per la validazione statistica di strumenti operativi volti a quantificare il rischio

di deterioramento di beni culturali in pietra esposti alla colonizzazione lichenica nelle diverse condizioni ambientali del territorio nazionale (e.g. un indice; cfr. Gazzano *et al.*, 2009).

Il progetto verrebbe così a contare sull'articolazione di casi di studio trattati collegialmente dai partecipanti al progetto (ad es. il caso del marmo di Carrara: Favero-Longo *et al.*, 2013), di casi di studio autonomamente gestiti ed esaminati dai diversi partecipanti e di una elaborazione comune dei dati relativi ai diversi casi di studio orientata alla formulazione di uno strumento di valutazione/quantificazione del deterioramento lichenico.

La pagina del nuovo progetto del GdL non è forse più tutta bianca, ma per ora solo poche linee sono state tracciate ed importante sarà anche l'attrazione di risorse che possano sostenere le attività di ricerca, sia per l'acquisizione dei dati a livello locale sia per le attività collegiali. Il programma di ricerca è assolutamente aperto a quanti vogliono (in-)formarsi sulle procedure di indagine finora concordate negli incontri del GdL ed estenderle ad altri casi di studio. Ogni analisi su una certa specie su un certo litotipo sarà una nuova parola. Ora è il momento di scrivere insieme.

RINGRAZIAMENTI

L'autore ringrazia quanti finora hanno aderito alle attività del GdL confermando nei fatti l'interesse e la disponibilità dichiarati nel corso della riunione del GdL per la Biologia tenutasi a Roma nell'ottobre 2012. Ringrazia inoltre la prof.ssa Rosanna Piervittori (UniTO) per avere accolto nel Laboratorio di Lichenologia di UniTO le "Giornate di formazione e intercalibrazione su interazioni fisico-chimiche fra licheni e lapidei: metodologie di laboratorio" e la dott.ssa Enrica Matteucci ed il dott. Edoardo Accattino per il sostegno organizzativo.

BIBLIOGRAFIA

ACCATTINO E., CATALANO I., 2013. GdL di Biologia: escursione in Lunigiana. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 26: 90-92.

FAVERO-LONGO S.E., ACCATTINO E., BENESPERI R., BERTUZZI S., BOCCA E., CATALANO I., GAZZANO C., LOPPI S., MATTEUCCI E., PAOLI L., RAVERA S., ROCCARDI A., ZEMO G., 2013. Progetto "licheni e beni culturali lapidei" del GdL per la biologia: licheni e marmo di Carrara. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 26: 36.

GAZZANO C., FAVERO-LONGO S.E., MATTEUCCI E., ROCCARDI A., PIERVITTORI R., 2009. Index of Lichen Potential Deterioration Activity (LPBA): A tentative tool to evaluate the lichen impact on stonework. *International Biodeterioration & Biodegradation* 63: 836-43.

NASH III T.H., 2008. Lichen Biology. Cambridge University Press, Cambridge, 496 pp.

GdL DI BIOLOGIA: ESCURSIONE IN LUNIGIANA

Edoardo ACCATTINO¹, Immacolata CATALANO²

¹*Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,*

²*Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II*

Dopo alcuni anni di "silenzio operativo", il GdL per la Biologia, sulla scia di quanto discusso nella riunione tenutasi a Roma durante il XXV Convegno della SLI, ha dato inizio a una nuova attività rivolta allo studio e alla caratterizzazione delle comunità licheniche che colonizzano un litotipo ampiamente impiegato nel corso dei secoli: il marmo di Carrara (Favero-Longo, 2013).

A tal fine, nel marzo di quest'anno, i membri del gruppo si sono dati appuntamento a Carrara, muniti di voglia di confrontarsi, di collaborare, ma soprattutto armati di... martello e scalpello! È stato così intrapreso un campionamento rappresentativo delle specie presenti sui marmi, sia in cava sia in opera (Favero-Longo *et al.*, 2013).

La cronaca: nel pomeriggio del primo giorno ci ritroviamo nel parco archeologico di Luni, antica città romana, che ancora conserva, quasi intatto, l'anfiteatro e l'antico foro. Dopo un'attenta riflessione su come poter effettuare un campionamento conservativo, è iniziata la raccolta sui resti del parco. Con i potenti mezzi della Società Lichenologica, la Sovrintendenza per i Beni Archeologici della Liguria ci ha gentilmente concesso di accedere liberamente all'area archeologica – usualmente ad accesso vietato o limitato - permettendoci così di soffermarci sulle diverse comunità presenti sul selciato e sui resti marmorei.

Nel tardo pomeriggio ci trasferiamo in un albergo assolutamente suggestivo, nelle vicinanze di Carrara, lungo la strada che collega la città alle cave: nonostante non fossimo così lontani dalla città, l'albergo sembrava quasi un rifugio di montagna, incastonato tra boschi, cave e opere intagliate, non in legno, ma ovviamente in marmo!

Rincuorati da una doccia calda, quasi come in una gita scolastica, saliamo tutti sul pulmino dell'orto botanico di Firenze, alla volta di Carrara per la cena. Dopo un lungo vagare tra le vie della città, ormai certi di non trovare più un solo ristorante aperto, entriamo in una piccola osteria. La gioia è ancor più grande quando veniamo subito accolti dall'ospitalità del proprietario e dalle specialità locali come gli spaghetti coi muscoli o i tordelli al ragù.

Il giorno dopo ci svegliamo in un luogo circondato da un'atmosfera quasi surreale, la nebbia fitta impedisce di vedere qualsiasi cosa nell'arco di pochi metri, l'umidità, il freddo patito nella notte e la pioggia costante non aiutano di certo a lasciare il letto. Ma le cave ci aspettano! Dopo aver evitato i camion

che corrono a tutta velocità sulle strette stradine che collegano le cave alle vie principali, ritorniamo nel centro di Carrara. Qui, abbiamo infatti appuntamento con l'ingegnere Pandolfi, capo di uno tra i più importanti studi tecnici delle cave di Carrara. Nel suo studio ci viene illustrata la morfologia e la genesi delle Alpi Apuane e la lunga storia di estrazione di questo materiale, coltivato già dagli antichi romani. Generalmente si considera il marmo bianco di Carrara come l'unica tipologia di marmo, in realtà ne esistono ben 9 varietà commerciali. La quantità estratta ogni anno è impressionante: secondo una stima, negli ultimi quindici anni sono state cavate più di 70 milioni di tonnellate. E il dato ancor più incredibile è la quantità di materiale ancora da estrarre (Crisuolo *et al.*, 2011). Tanto è che, se non vi fosse una concorrenza spietata della Cina - che potrebbe provocare una diminuzione delle vendite nei prossimi anni - le cave di Carrara potrebbero essere attive ancora per i prossimi 2000 anni.

Lasciato l'ingegnere Pandolfi ci dirigiamo alla volta delle cave per poter osservare la colonizzazione lichenica e in particolare quali specie sono presenti e in quanto tempo i licheni riescono a ricolonizzare un ambiente naturale. Lo studio della colonizzazione lichenica in ambienti di cava è infatti particolarmente utile per interpretare i processi di biodeterioramento di monumenti storici (Camara *et al.*, 2010).

La vista delle cave è da capogiro: ovunque si ammirano gli enormi tagli candidi che spiccano nella roccia. Cosa ancora più incredibile è il trovarsi all'interno di uno di questi o passeggiare su un vero e proprio pavimento formato da blocchi di marmo bianco. Il dottor Bernacca, proprietario della cava Artana, ci racconta che ormai il marmo di Carrara è esportato in tutto il globo e che orna molti dei palazzi più prestigiosi al mondo. Orgoglioso, continua mostrandoci l'immenso spazio attorno, afferma di vivere in un palazzo con pavimenti e pareti di marmo bianco e, addirittura, di avere una "piscina" scavata nel marmo, indicando una grande vasca per la raccolta e il recupero dell'acqua necessaria per il raffreddamento delle lame utilizzate per il taglio. L'effetto sbalorditivo non può che aumentare se si pensa che proprio da quei luoghi arrivano i blocchi da cui sono nati capolavori come il David di Michelangelo o l'Amore e Psiche di Canova. Al termine del campionamento (più una "caduta gravi"!) assistiamo, tutti a bocca aperta, all'estrazione e movimentazione di un enorme blocco di pietra lungo i fronti della cava.

A pranzo ci ritroviamo a Colonnata, celebre per le cave ma soprattutto per il lardo. Ovviamente non ci facciamo scappare l'occasione, per la gioia dei vegetariani nel gruppo. Rifocillati, ci spostiamo in un'altra cava poco lontano che, secondo gli archeologici, era già in uso in epoca romana. Finalmente smette di piovere e un timido, ma caldo, sole migliora decisamente la nostra raccolta. Probabilmente ritemprati dalle nuove condizioni meteorologiche, alcuni di noi provano a sfidare le leggi della gravità, andando a campionare una porzione di parete con pochissimi appigli; i floristi impazziscono e

cominciano a scalpellare a destra e a manca... in ogni caso il senso di prudenza di altri riesce a far rinsavire i lichenologi più indisciplinati!

Ormai stanchi ma ricchi di campioni ci dirigiamo verso l'albergo. La sera, decidiamo di provare a cercare un ristorante sul lungomare, con la speranza di rimanere piacevolmente stupiti come la sera precedente; il risultato è deludente e neppure l'assaggio del liquore a base di *Cetraria islandica* (offerto gentilmente da Luca Paoli) migliora la situazione!

Il mattino dopo, lasciamo l'albergo di buon'ora per andare a raccogliere qualche campione sui monumenti di Carrara. Iniziamo così le nostre osservazioni vicino al duomo della città, tra gli sguardi stupiti di molti carraresi. Nonostante la pioggia, che aveva ripreso già dal mattino e che è rimasta una costante per tutte e tre le giornate, ci spostiamo al santuario della Madonna del Mileto, e al cimitero di Ortonovo, caratterizzato da diverse pietre tombali realizzate in marmo bianco, spesso completamente colonizzate da licheni.

Siamo ormai arrivati alla fine della nostra escursione. Nel salutarci e darci l'arrivederci a Torino per l'attività di laboratorio, ognuno di noi "adotta" una delle tante rocce raccolte nei giorni precedenti, in modo che il lavoro del GdL possa proseguire anche nelle settimane successive, permettendo all'escursione di dare i primi buoni frutti.

Bibliografia

CAMARA B., DE LOS RIOS A., URIZAL M., DE BUERGO M. A., VARAS M. J., FORT R., ASCASO C., 2011. Characterizing the microbial colonization of a dolostone quarry: implications for stone biodeterioration and response to biocide treatments. *Microbial Ecology* 62: 299-313.

CRISCUOLO A., GULLI D., PANDOLFI O., VALENTINO D., 2011. Carrara Marble Quarries: Golfo dei Poeti and Cinque Terre. The Second World Landscape Forum (Roma, 2-9 Ottobre 2011). <http://www.wlf2.org/home/field-trips/Field%20Trip%20CARRARA.pdf>

FAVERO-LONGO S.E., 2013. GdL per la Biologia dei licheni e... la conservazione dei Beni Culturali. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 26: 86-89.

FAVERO-LONGO S.E., ACCATTINO E., BENESPERI R., BERTUZZI S., BOCCA E., CATALANO I., GAZZANO C., LOPPI S., MATTEUCCI E., PAOLI L., RAVERA S., ROCCARDI A., ZEMO G., 2013. Progetto "licheni e beni culturali lapidei" del GdL per la biologia: licheni e marmo di Carrara. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 26: 36.

IRAN, MONUMENTI E LICHENI

Sergio E. FAVERO-LONGO¹, Pier Luigi NIMIS²

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino;

²Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

Conservation of Cultural Heritage. The Pride of the Future: sono le parole programmatiche che campeggiavano sul manifesto della *First International Conference on Biodeterioration of Historical and Cultural Heritage – Teheran 20-21 May 2013* (www.biodet.ir). Rilette ora, sulla via del ritorno, riassumono bene l'atmosfera e le esperienze vissute in un Iran che, nel guardare avanti, sa di avere nella sua tradizione plurimillenaria la prima risorsa da conservare e valorizzare. Una settimana dedicata alle problematiche di biodeterioramento, con un occhio di riguardo per i licheni, vissuta tra giornate congressuali e un intenso peregrinare fra alcuni dei meravigliosi siti di interesse storico-artistico dell'Iran, guidati dall'entusiastica e determinata organizzazione di Parisa Mohammadi e Mohammad Sohrabi.

Parisa Mohammadi, presidente del congresso e dottore di ricerca in Biotecnologie Ambientali (2007, Università Carl Von Ossietzky di Oldenburg, *supervisor* prof. Krumbein) è responsabile del *Research Center for the Iranian Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization* della Repubblica Islamica dell'Iran. Mohammad Sohrabi, segretario del congresso e dottore di ricerca in Scienze Biologiche e Ambientali (2012, Università di Helsinki, *supervisor* Prof. Hyvönen e Prof. Stenroos) è responsabile della sezione "Research Center for Conservation and Restoration". Alcuni ricorderanno la sua prima volta all'estero nel 2003, per una full-immersion nella Lichenologia - sua passione - presso l'Università di Trieste, quando partecipò al congresso SLI di Firenze. Alimentata dalle competenze di questi due scienziati e dalle loro responsabilità per il Patrimonio Culturale dell'Iran, tutta la settimana si è articolata in nome di una sensibilizzazione a tutto campo verso le problematiche del biodeterioramento, rivolta ad autorità, scienziati e studenti partecipanti al Congresso, a molteplici figure incontrate nei diversi siti e impegnate a vario titolo nella conservazione e, addirittura, al più ampio pubblico della televisione nazionale.

19 maggio 2013 - Teheran

Dopo due mesi all'inseguimento del visto d'ingresso e oltre venti ore di viaggio via Roma-Costantinopoli, Teheran ci accoglie alle due del mattino con una rosa e con il caloroso invito a non lasciare l'albergo prima dell'arrivo del nostro interprete. Incontriamo Shervin Moazami Goudarzi il mattino

successivo: un rapido saluto agli organizzatori del congresso nell'elegante quartiere alberato (*Platanus orientalis*) degli uffici ministeriali, un salto per cambiare un po' di valuta e tornare a ragionare a decine di migliaia (1€ = 43000 Rial al nostro arrivo; 1€ = 46000 Rial alla partenza) e via su un taxi diretto ai palazzi del "vecchio regime", svicolando nel traffico impazzito di una città da sedici milioni di abitanti. Risaliamo per una decina di chilometri il bacino alluvionale su cui si adagia la città, dai 1100-1200 m del centro e del bazaar ai 1500-1600 m dei quartieri più eleganti. Ormai a ridosso dei monti Elburz, raggiungiamo il parco di Saadabad, dove gli Shah delle dinastie Qajar (1794-1925) e Pahlavi (1925-1979) avevano eretto i loro palazzi. Con un certo stupore, veniamo subito introdotti alla visita di un padiglione dedicato alla memoria dell'ultima famiglia reale, guidati con una malcelata nostalgia fra documenti e cimeli di un passato ancora recente. Muovendoci fra i celebri Palazzo Bianco e Palazzo Verde, in un connubio tra sfarzo persiano e gusto alto-borghese di matrice occidentale, ci colpisce soprattutto l'estrema affinità della vegetazione con quella delle nostre regioni: Nimis era tutto contento perché almeno l'80% delle piante legnose presenti nel parco le aveva già inserite nel suo database, e cominciava già a pianificare la prossima guida interattiva in lingua Farsi. Detto e fatto: in un attimo il nostro Shervin, non solo interprete, ma ricercatore del Research Center for Linguistics, Old and Classical Incriptions, riceve una prima dimostrazione di come guide/chiavi di Dryades potranno aprire una finestra sulla diversità vegetale al vasto pubblico che frequenta il parco.

Rientrati in albergo, c'è ancora il tempo per una rapida fuga fai-da-te fra piazza Imam Khomeini e l'area del Bazaar e per comprare qualche *Prunus persica*. Viabilità a parte, ritmi e atmosfera richiamano più sensazioni mediterranee che latitudini esotiche. È immediato interrogarsi dubbiosi sui tanti moniti che hanno accompagnato i giorni precedenti la partenza.

20-21 maggio 2013 – Teheran: Congresso

Un momento di preghiera e l'inno nazionale introducono i lavori della *First International Conference on Biodeterioration of Historical and Cultural Heritage*. Il Capo dell'Iranian Cultural Heritage Handicrafts and Tourism Organization fa subito intendere con il suo argomentato ringraziamento agli organizzatori che il primo obiettivo, quello di accendere l'interesse delle Istituzioni locali sulle problematiche del biodeterioramento, è stato raggiunto. Quasi duecento partecipanti seguono l'intervento di apertura di Nimis, non solo una *lectio magistralis* su "Licheni e Monumenti", ma una finestra sulle affinità fra Italia ed Iran, paesi che hanno nel loro immenso patrimonio culturale una risorsa da proteggere e valorizzare. Molteplici interventi su attacchi biodeteriogeni animali (e.g. termiti) e fungini (e.g. carie bianche) ci fanno viaggiare fra gli innumerevoli siti di interesse culturale dell'Iran, in uno svariato oscillare di *slides* e oratoria fra farsi e inglese. Colpisce, in

particolare, l'attenzione di diversi contributi al valore ambientale che la presenza biologica può aggiungere al pregio culturale di alcuni siti, come nel caso di alberi "monumentali" in località di interesse artistico, storico e religioso.

Mohammad Sohrabi inquadra lo stato della ricerca sul biodeterioramento in Iran nel panorama internazionale e illustra il progetto di un database on-line che raccolga le conoscenze su micro- e macro organismi presenti sui Beni Culturali a livello nazionale (BIODET). Alcuni suoi collaboratori mostrano i primi sviluppi di diverse ricerche avviate sulla colonizzazione lichenica sui monumenti iraniani di interesse mondiale, patrimonio dell'UNESCO, che nei giorni successivi avremo l'opportunità di visitare. Risultati preliminari, in genere focalizzati più sulla diagnostica dei gruppi/delle specie presenti che sui processi di biodeterioramento loro associati, fanno riassaporare a Nimis il fermento respirato verso la fine degli anni '80 in Italia, ai tempi del primo corso di lichenologia applicata ai beni culturali a Villa Adriana.

Viene poi il momento degli attacchi fungini a libri e stoffe, e dell'uso di biocidi e consolidanti ... c'è addirittura spazio per gli atti vandalici!

Nella sessione poster, molti contributi da parte di autori europei sono stati stampati *in loco* e non sono "accompagnati". Incontriamo però Arsen Gasparyan, un giovane armeno impegnato per un PhD a Berlino, che ha raggiunto il congresso da Yerevan dopo 25 ore di autobus. Arsen si è anche iscritto al Workshop "Biodeterioration of Stone Surfaces", previsto due giorni dopo a Pasargadae, l'antica capitale di Ciro il Grande. Problemi con il visto e con i biglietti aerei sembrano però impedirgli di viaggiare con noi e costringerlo ad altre 25 ore di autobus verso il sud dell'Iran. Nell'incertezza generale, viene comunque con noi all'aeroporto, che raggiungiamo con solo un quarto d'ora d'anticipo sull'orario previsto per il decollo verso Isfahan, antica capitale al centro del Paese. Nessuno (salvo noi) sembra preoccuparsi dei tempi per l'imbarco e neanche del fatto che i nostri biglietti siano ancora imbrigliati nel traffico di Teheran insieme ad alcuni dei nostri accompagnatori. Decolleremo fra fulmini e saette con oltre un'ora e mezza di ritardo, insieme ai due organizzatori, alla loro dottoranda Manhaz Gholipour-Sharaki e per fortuna anche all'esausto Arsen. Il tutto è dovuto al nostro deus-ex-machina, l'efficientissimo Mehdi Hemmatlour, l'uomo dei biglietti, incaricato di occuparsi degli aspetti organizzativi e di noi personalmente.

Arriviamo in albergo a un'ora indicibile, ma c'è ancora in programma una visita notturna alla vicina piazza Imam Khomeini (già piazza Naqsh-e jahàn, cioè "Immagine del mondo"), capolavoro dell'architettura mondiale. Nel buio della notte vediamo brillare le seicentesche cupole delle moschee, colorate di lapislazzuli, turchesi, oro e argento. Dicono che Isfahan sia la metà del mondo e forse hanno ragione.

22 maggio 2013 - Isfahan

Già di buon'ora siamo nuovamente nella Piazza, ma la celebre Moschea dell'Imam (già "dello Scià") è chiusa proprio a tutti: stanno pregando in vista delle elezioni presidenziali di venerdì 14 giugno. Veniamo allora portati al Palazzo Ali Qapu: incredibili i decori lignei della stanza della musica e l'alternarsi di affreschi a soggetto persiano con altri di gusto cinese ed europeo, eco di un'apertura globale vecchia di secoli. Sull'esterno del palazzo, le colonne lignee della balconata affacciata sulla Piazza hanno subito un vistoso attacco da parte di carie del legno. Ci mostrano l'intervento conservativo in corso, esteso anche ai soffitti intarsiati e dipinti.

Dopo avere visitato la Moschea dello Sceicco Loft Allah, dalle mirabolanti decorazioni interne ed esterne in piastrelle blu-azzurre, ritroviamo gli stessi attacchi fungini al Palazzo Chehel Sotun, immerso in un giardino persiano, dove incontriamo per la prima volta turisti italiani. I nostri accompagnatori iraniani si interessano e si compiacciono dell'entusiasmo del gruppetto di lombardi per il loro Paese: insieme alla conservazione, l'apertura a una maggiore affluenza turistica è obiettivo primario del loro ufficio.

Il funzionario locale che ci ha guidato nelle visite ci accoglie per un'oretta nel suo studio, nel cortile del Museo dell'Arte. La sensazione di dovere vedere metà del mondo in metà giornata ed essere fermi a bere il thè conversando in farsi è pressante, ma anche l'esperienza dei "Salam aleikum" è assolutamente tipica.

C'è ancora il tempo per una scappata ai maestosi ponti seicenteschi sul fiume Zayandeh, punto di fresco ritrovo dei giovani di Isfahan e di anziani che si esibiscono nel canto sotto gli archi, per il complesso dei Minareti oscillanti e per la Cattedrale di Vank, cuore della Chiesa Apostolica Armena in Iran. Pure immersi nel verde o prossimi all'acqua, nessuno di questi siti mostra traccia di colonizzazione lichenica. È metà pomeriggio quando lasciamo la città in direzione sud, verso Persepoli e Pasagardae, le antiche capitali persiane dei sovrani Achemenidi. Oltre 400 Km di un'ottima autostrada ci conducono attraverso montagne aride, degradanti in una steppa che per la prima volta ci mostra una vegetazione a noi inusuale. Ci fermiamo a caccia di licheni erranti, argomento del PhD di Mohammad Sohrabi, ma non ne troviamo traccia: il posto, purtroppo, non è buono o forse siamo solo troppo vicini alla strada.

Una pausa serale per festeggiare il compleanno di Parisa Mohammadi con una torta al cioccolato, una sosta di preghiera alla moschea, una cena in cui oste e vivande compaiono e scompaiono assieme su uno strano montacarichi ... e sono di nuovo le due di notte quando arriviamo in uno strano complesso di casette di legno immerse nel verde di una pineta, anomalia di taglio scandinavo realizzata negli anni '70 dall'ultimo Scià per accogliere capi di stato e altre autorità in visita all'antica capitale di Persepoli, nel MMD anniversario dell'impero persiano.

23 maggio 2013 - Pasargadae

Dopo una nuova sveglia antelucana, muoviamo da Persepoli in direzione dell'altra antica capitale, Pasargadae. Alla luce del giorno, tutta la Storia diventa chiara: intorno a noi non città nel deserto, non una steppa arida, ma una valle fertile immersa fra due catene di montagne, con campi di grano e addirittura di riso. Di qui i sovrani dell'impero persiano controllavano duemilacinquecento anni fa tutte le terre dall'Ellesponto all'India e dall'Etiopia al Caucaso.

Raggiungiamo la sede del workshop "Biodeterioration of Stone Surfaces". I responsabili locali del sito ci illustrano storia arte e programmi di conservazione. Seguono un'introduzione generale al biodeterioramento, tenuta da Parisa Mohammadi, e una esaustiva lezione su "Licheni e beni culturali in pietra: metodi di indagine in campo e in laboratorio", tenuta da Sergio Favero e tradotta in farsi, con diverse integrazioni che non siamo ovviamente in grado di riferire, da Mohammad Sohrabi. I partecipanti sono una quarantina, alcuni arrivati da Teheran, tanti impegnati in attività di ricerca e conservazione in loco o nella vicina Persepoli. Mohammad Sohrabi chiude i lavori con una carrellata dei licheni presenti nel sito.

A metà pomeriggio raggiungiamo l'area archeologica. La maestosa Tomba di Ciro (530 a.C.) non mostra da lontano la vistosa colonizzazione lichenica osservata nella presentazione: è stata rimossa nel 2005, con soli metodi meccanici. Avvicinandosi di qualche metro, ci si accorge come l'intera superficie monumentale sia oggetto di un intenso processo di ricolonizzazione: talli di e.g. *Acarospora cervina*, *A. laqueata*, *A. stapfiana*, *Caloplaca biatorina*, *Lecanora crenulata*, *Rinodina immersa* e *Circinaria* sp.pl. colonizzano porzioni adiacenti a fessure e avvallamenti da cui i metodi meccanici non li hanno rimossi. Decisamente più cospicua risulta la colonizzazione sui resti del palazzo di Ciro, a poche centinaia di metri di distanza, e sulla vicina fortezza di Toll-e Takht, dove spicca la presenza dell'endolitica *Caloplaca erodens*, proprio la specie descritta pochi anni fa da Mauro Tretiach e Daniela Pinna dopo avventurose ricerche sugli Appennini! La presenza dei licheni non sembra comunque danneggiare la leggibilità delle opere, immerse nel circostante paesaggio agricolo, in cui la presenza di tante infestanti comuni nei nostri campi (ad es. *Lepidium draba*, *Medicago sativa*, *Fumaria officinalis*...) ci ricordano di continuo come la nostra tradizione contadina e le sue colture abbiano in questa terra millenaria le loro radici più remote.

24 maggio 2013 – Persepoli

Costruita da Dario I dal 520 a.C., Persepoli era la cittadella in cui i sovrani Achemenidi celebravano il nuovo anno (l'equinozio di primavera) e ricevevano l'omaggio dei ventitre popoli loro assoggettati. Bruciata da

Alessandro Magno nel 323 a.C., il seppellimento di molte delle strutture ne ha permesso una conservazione eccellente, in particolare per due cicli di altorilievi raffiguranti le processioni in occasione delle festività.

La nostra visita a Persepoli si è focalizzata sull'osservazione dell'intensa colonizzazione lichenica che interessa rilievi ed iscrizioni da più tempo esposte all'aria e non protette. A dire dei nostri accompagnatori, tale fenomeno risulta in forte aumento: prossime indagini valuteranno un'eventuale relazione con variazioni nelle pratiche agricole, ma anche con mutamenti nelle dinamiche di trasporto eolico del particolato atmosferico a seguito dei recenti sconvolgimenti nella gestione territoriale dei deserti del vicino Iraq. Quello che è certo è che, rispetto alla situazione della vicina Pasargadae, in questo caso la presenza lichenica condiziona una corretta lettura della raffinatezza della pietra decorata/iscritta. L'abbiamo anche esplicitato in un'intervista rilasciata davanti alle rovine ad una televisione nazionale, buffamente attirando l'imprevedibile attenzione di un'orda di turisti giapponesi. Poche battute spese ancora per sottolineare l'importanza di considerare le problematiche del biodeterioramento, ma anche come la colonizzazione lichenica sia un fenomeno naturale su ogni superficie, solo in alcuni casi da tenere sotto controllo.

Dopo un gelato al melone nella sala per i ricevimenti, lasciamo Persepoli per una breve tappa a Naqsh-e-Rostam, dove le tombe dei sovrani Achemenidi, incise in una falesia carbonatica a decine di metri d'altezza, dominano e custodiscono da millenni la fertile piana di Persepoli.



Le cantilenanti musiche locali accompagnano un'ultima corsa in auto verso Shiraz, dove, dopo una breve visita alla tomba del celebre poeta Hafiz, contemporaneo di Dante, raggiungiamo l'aeroporto per ritornare nella capitale. Il volo da Tehran è previsto per le 4.30 del mattino, ma l'attesa è resa piacevole da una cena offerta da Mohammad Sohrabi e sua moglie in un tipico ristorante di Tehran dove si mangia accucciati su tappeti persiani, e dove uno di noi (indovinate chi...) ha modo di studiare le differenze tra la sigaretta normale, la sigaretta elettronica e il narghilè.

Una settimana di esperienze insieme e tante idee per il futuro da concretizzare. Certamente il grato ricordo di un'incredibile immersione nella storia, nell'arte, nella natura di un Paese che da migliaia di anni coltiva il suo passato per guardare verso il futuro... ora con qualche occhio in più anche per biodeterioramento e licheni.

Khodahafez!

LICHENI: NUOVI ECOSISTEMI IN ESPLORAZIONE

Lucia MUGGIA

Institute of Plant Sciences, University of Graz, Austria; Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

La classica definizione di "lichene" che troviamo citata innumerevoli volte in libri di testo e riviste scientifiche si riferisce ad una associazione simbiotica (di tipo mutualistico) tra un partner fungino, il micobionte (ascomicete o basidiomicete), e un partner algale, il fotobionte (alga verde o cianobatterio). Il micobionte conferisce la struttura del tallo lichenico e riceve risorse nutritive (zuccheri) dal fotobionte, quest'ultimo viene incorporato nel micelio e rimane avvolto da una matrice di ife fungine. La simbiosi lichenica è una associazione estremamente complessa tra organismi diversi che ha origine circa 400 milioni di anni fa. La lichenizzazione si è evoluta indipendentemente e molteplici volte nel regno Funghi, culminando nella classe Lecanoromycetes con il maggior numero di specie.

Queste specializzate e complesse associazioni tra funghi e alghe hanno sviluppato sia un'immensa variabilità morfologica (le specie di licheni stimate sono circa 17.000) - in gran parte determinata dalla loro variabilità genetica - sia la capacità di colonizzare habitat con caratteristiche ambientali estreme, in cui altri organismi non riuscirebbero a sopravvivere. Il lichene, inoltre, in condizione ottimali, è in grado di vivere molto a lungo e di dar origine a talli di considerevoli dimensioni.

All'interno di questi complessi sistemi stabili e specializzati, altri organismi trovano nicchie ideali per sopravvivere e proliferare. Nel corso degli ultimi anni, infatti, numerosi gruppi di ricerca hanno dimostrato la presenza all'interno dei licheni di funghi lichenicoli (lichenicolous fungi), black fungi (funghi neri), batteri ed alghe. In molti casi funghi, batteri ed alghe sono più abbondanti nelle parti senescenti piuttosto che nelle parti giovani dei talli ed è possibile individuare un gradiente di diversità di specie correlato all'età del tallo. I funghi lichenicoli spesso parassitano i talli lichenici, in quanto sono patogeni o saprofiti; molte specie inoltre presentano un elevato grado di selettività verso il loro ospite (a livello di specie o gruppo di specie). Spesso è possibile constatare la presenza di un fungo lichenicolo sulla base dei danni che esso provoca al lichene, come per esempio scolorimento del tallo o deterioramento di alcune sue parti, oppure per la presenza di ife nere (melanizzate) sulla superficie dei talli. La determinazione dei funghi lichenicoli a livello di specie richiede analisi accurate dei caratteri morfo-anatomici microscopici, spesso limitati ai corpi fruttiferi (le parti riproduttive del fungo, quali apotecii, peritecii, picnidii) e alle spore. Rimane per molte specie ancora

controverso se i funghi lichenicoli sfruttino gli zuccheri prodotti dal fotobionte o se parassitino specificatamente il micobionte: esperimenti *in vitro* sono appena agli esordi poiché questi funghi sono difficilmente isolabili e coltivabili *in vitro*.

Al contrario dei funghi lichenicoli, i black fungi colonizzano i licheni in modo criptico, ovvero non producono alcun sintomo di infezione al tallo, all'interno del quale molto probabilmente risiedono allo stadio latente di spore. La scoperta della loro presenza è dovuta al fatto che essi crescono in coltura molto più velocemente dei micobionti lichenici - che i lichenologi cercano invece di isolare e coltivare in maniera axenica *in vitro*! - e pertanto sono stati considerati a lungo come noiose contaminazioni da eliminare. Approfondite ricerche hanno invece dimostrato che la loro presenza nei licheni non è casuale e che determinati gruppi di black fungi si sviluppano in presenza di caratteristiche condizioni climatiche ed ecologiche. Black fungi sono stati isolati sia da licheni raccolti in ambienti aridi e caldi sia da talli provenienti dall'Antartide. I black fungi derivano il loro nome dal pigmento nero che producono nelle ife, la melanina, che conferisce loro resistenza ad elevate temperature, radiazioni solari e disseccamento. Poiché questi funghi presentano una variabilità morfologica estremamente ridotta, e molto spesso sviluppano stadi anamorfi (assenza di corpi fruttiferi, spore o conidiospore), il locus genico ITS è stato analizzato per individuare le specie sulla base del concetto filogenetico. Le analisi molecolari hanno rivelato un'elevata variabilità genetica, dimostrando inoltre la parentela dei black fungi con specie fungine patogene di piante e animali, con funghi lichenizzati (micobionti) e con altri funghi melanizzati che colonizzano roccia nuda - i cosiddetti "rock inhabiting fungi" o RIF -. Black fungi e RIF a loro volta si possono consociare con alghe verdi o cianobatteri sia in natura (su campioni di roccia colonizzata da RIF e alghe) che in esperimenti *in vitro* in coltura, rispecchiando la somiglianza con i funghi lichenizzati. L'associazione di black fungi ed alghe tuttavia non porta allo sviluppo di un caratteristico tallo lichenizzato e non è stato ancora dimostrato alcun scambio di sostanze nutritive tra alga e fungo.

Un'inaspettata diversità di specie all'interno dei talli lichenici è stata individuata anche tra i fotobionti. La co-presenza di alghe e cianobatteri è ben nota nei licheni del gruppo Peltigerales, tuttavia specie diverse di alghe verdi appartenenti al genere *Trebouxia* (il genere più comune di fotobionte) sono state isolate da singoli talli, sia da licheni fruticosi che da licheni crostosi. Le diverse specie di *Trebouxia* si distribuiscono all'interno del tallo in quantità diverse ed è stato ipotizzato che esse giochino un ruolo determinante nello sviluppo del lichene. Questi fotobionti infatti presentano caratteristiche morfologiche e fisiologiche diverse che potrebbero essere sfruttate *ad hoc* dal micobionte in condizioni ambientali variabili. La presenza di molteplici fotobionti nei talli, e di conseguenza la ridotta specificità del micobionte verso il partner algale, potrebbe spiegare l'adattabilità a diversi

ambienti di quelle specie licheniche che presentano un'ampia distribuzione geografica. I talli lichenici inoltre possono ospitare alghe quali fotobionti di altri licheni, fornendo in tal modo i partner appropriati ai micobionti di una determinata comunità lichenica.

La presenza di batteri nei licheni è stata confermata da analisi di fingerprint molecolare e microscopia confocale. I batteri presenti nei talli lichenici appartengono principalmente al gruppo degli alfa-proteobatteri; tuttavia Acidobatteri ed Actinobacteria sono stati individuati in quantità ridotta in licheni terricoli su substrato siliceo. La maggior parte delle specie batteriche associate ai talli lichenici non è isolabile in coltura e solo un numero ridotto di ceppi è stato fino ad ora caratterizzato. Determinate specie batteriche potrebbero essere responsabili della produzione di sostanze secondarie note nei licheni o della fissazione di azoto, tuttavia non ci sono ancora dati a supporto di tali ipotesi.

La classica definizione di lichene da cui siamo partiti, probabilmente, in un futuro molto prossimo, scomparirà. Il lichene non viene più interpretato semplicemente una simbiosi tra due organismi; ogni specie di lichene rappresenta piuttosto un nuovo e complesso ecosistema in cui organismi di origine diversa interagiscono ed evolvono. L'insieme di queste interazioni rimane tuttora sconosciuto ma il suo studio approfondito potrà certamente aiutarci a comprendere meglio l'evoluzione della simbiosi tra funghi ed alghe.

BIODIVERSITÀ: PERCHÉ SONO IMPORTANTI I LICHENI?

Luciana ZEDDA
BIO-Diverse, Bonn

CHE COS'È LA BIODIVERSITÀ?

Secondo la definizione della CBD (Convention on Biological Diversity, 1992) per "diversità biologica" si intende la varietà tra organismi viventi colonizzanti i più svariati ecosistemi, sia terrestri che acquatici. Inoltre, non è solo importante la diversità delle specie in un dato ecosistema, ma anche la diversità intraspecifica, cioè quella presente tra gli individui di una specie, e quella ecosistemica, cioè relativa agli ambienti in cui vivono gli organismi e al modo in cui questi interagiscono fra di loro e con l'ambiente circostante. Si tratta di un concetto molto ampio e gerarchico di biodiversità in cui non si considera solamente il numero di specie presenti in un'area geografica delimitata, come molti pensano quando sentono parlare di biodiversità, ma anche la loro abbondanza relativa, la diversità genetica all'interno di una specie, che sta alla base dei processi di evoluzione, e l'insieme delle specie che costituiscono le comunità, legate a fattori biotici e abiotici tipici di un ambiente particolare. Conoscere questa differenziazione tra i tipi di diversità è essenziale ai fini della conservazione della biodiversità stessa. La medesima definizione è valida per i licheni. Lo studio della diversità biologica, inoltre, non si basa solo su ricerche tassonomiche, floristiche o ecologiche ma richiede anche studi interdisciplinari ed elaborazioni di diversi tipi di dati e informazioni (per esempio su clima, suolo, economia, sociologia) per capire meglio i cambiamenti e l'evolversi della biodiversità a tutti i livelli, sia nella dimensione spaziale sia in quella temporale, e per poter individuare i fattori che la influenzano maggiormente.

L'Italia è membro della CBD dal 1994 e ha assunto tutta una serie di impegni per conservare la diversità biologica, fra cui quello di pubblicare nel 2005 un rapporto sullo stato e sugli andamenti della biodiversità, e di elaborare una strategia nazionale per la Biodiversità, che è stata pubblicata nel 2010 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010). Fra gli obiettivi principali, oltre al proteggere la diversità a tutti i suoi livelli, ritroviamo anche l'uso sostenibile delle risorse e l'equa spartizione dei vantaggi derivanti dallo sfruttamento delle risorse genetiche. L'Italia è in Europa e nel bacino del Mediterraneo uno dei paesi più ricchi in specie e con un elevato numero di endemismi. Anche la diversità lichenica è fra le più alte

in Europa con 2345 specie che rappresentano approssimativamente il 14,4% della diversità lichenica mondiale (Convention on Biological Diversity, 2005; Nimis & Martellos, 2008).

Gli organismi viventi, oltre ad essere importanti per gli ecosistemi, forniscono numerosi benefici al genere umano, denominati servizi ecosistemici (SE). Il Millennium Ecosystem Assessment (2005) condotto nel periodo 2001-2005 ha avuto il compito di identificare e quantificare i cambiamenti degli ecosistemi dovuti al crescente benessere economico e di valutare le azioni da intraprendere per difendere i SE e per migliorare la conservazione e l'uso sostenibile degli ecosistemi, con una visione dei benefici per l'uomo non immediata ma proiettata nel lungo periodo. In questo lavoro i SE sono stati suddivisi in categorie e sono identificabili nei seguenti tipi: approvvigionamento o fornitura (produzione di cibo, acqua potabile, fibre, materiali genetici, legno o combustibile); regolazione (regolazione del clima, della qualità dell'aria e delle acque, protezione dall'erosione, formazione e rigenerazione del suolo, assimilazione dei rifiuti, impollinazione e controllo biologico delle infestazioni); supporto alla vita (habitats, conservazione della biodiversità genetica) e valore culturale (fra cui valore estetico, ricreativo, eredità culturale e identità, educazione e scienza) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Santolini, 2010).

Negli ultimi anni si sono anche moltiplicate le ricerche che cercano di quantificare il valore economico della biodiversità e dei servizi associati. Questi sono oggetto di studio dell'iniziativa TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) che ha appunto la funzione di valutare i benefici economici della biodiversità per ottimizzare la gestione delle risorse naturali e per tener conto di questi valori nelle pianificazioni territoriali e nelle decisioni economiche e politiche (TEEB, 2011).

Chi ha letto l'introduzione di Giorgio Celli al "Dialogo di un folletto e di uno gnomo" di Giacomo Leopardi (1992) ricorderà la difficoltà espressa dall'autore a far capire l'importanza delle zanzare ai comuni mortali. Nella breve opera del Leopardi, il Folletto e lo Gnomo discutono "sul perché" e "sul come" delle cose in un mondo in cui l'uomo è estinto. Perché esistono le zanzare e le pulci, qual è la loro funzione se non quella di dar fastidio all'uomo? Per sapere come va a finire, vi rimando alla lettura del testo che, nonostante sia stato scritto nel 1824, tratta argomenti di grande attualità. Tuttavia, vorrei evidenziare che gli stessi problemi si presentano spesso con i licheni. Sicuramente è capitato anche a molti lichenologi di dover rispondere alla domanda "perché sono importanti i licheni, perché dobbiamo proteggerli?" Oppure durante un progetto scolastico di sentirsi dire dagli alunni: "Che ci importa di studiare i licheni?". Sono problemi che riguardano in generale la percezione dell'importanza della biodiversità e le difficoltà dovute alla nostra visione antropocentrica del mondo. Ma, mentre per le piante e per gli animali i possibili benefici per l'uomo sono più facilmente

comprensibili per tutti, nel caso dei licheni rimane più difficile capire il significato della loro presenza e l'importanza della loro protezione nei nostri ambienti.

Per rispondere meglio a questi quesiti ho preparato una serie di risposte, credo convincenti, che forse possono essere d'aiuto per far capire il valore dei licheni negli ecosistemi e anche i benefici per l'uomo.

PERCHÉ SONO IMPORTANTI I LICHENI?

I licheni, come tutti gli altri organismi, svolgono funzioni ecologiche importantissime negli ecosistemi. Una riduzione della loro diversità determina una perdita di SE. Quali sono le funzioni più importanti dei licheni negli ecosistemi?

- i) I licheni terricoli, specialmente le specie che formano le cosiddette "croste biologiche", possono raggiungere coperture elevate in ambienti ostili alla crescita delle piante, come gli ambienti aridi e le zone polari e alpine, ma crescono anche nei nostri ambienti. Qui i licheni svolgono funzioni fondamentali. Una di queste è la modificazione della struttura della superficie del suolo, che è resa più rugosa e intrappola in questo modo più facilmente i semi trasportati dal vento e dall'acqua, la sostanza organica, le particelle fini del suolo e l'acqua piovana. Viene così facilitata la germinazione dei semi e la crescita delle specie vegetali. Da studi condotti in America settentrionale si è visto che le croste di licheni e muschi favoriscono la crescita di graminacee perenni e native (*Stipa* sp.) e inibiscono invece le specie esotiche annuali come *Bromus tectorum* (Belnap *et al.*, 2001). I licheni limitano inoltre, insieme ai muschi, la percolazione veloce dell'acqua piovana, in particolare in terreni sabbiosi. Si comportano, infatti, come spugne che assorbono l'acqua e la cedono lentamente al suolo, migliorandone la disponibilità negli strati più superficiali del terreno. Grazie all'azione legante delle rizine e alla formazione di croste compatte da parte dei licheni crostosi sulla superficie del suolo, questo beneficia di una maggiore protezione nei confronti dell'erosione dovuta al vento e all'acqua, e si riduce pertanto la formazione di croste inorganiche (Belnap *et al.*, 2001).
- ii) I licheni svolgono inoltre un ruolo importantissimo nei cicli del carbonio e dell'azoto tramite i processi della fotosintesi e azotofissazione (nel caso dei cianolicheni). È noto per esempio che, in zone aride, il 70% dell'azoto fissato da cianobatteri e cianolicheni viene rilasciato immediatamente nel suolo ed è così disponibile per altri organismi. Lo stato nutrizionale del suolo migliora in generale in presenza dei licheni, non solo grazie all'aumento di N e C totale, ma anche per una migliore disponibilità di elementi come Mg, K, P, Ca, Fe, che invece di andare

- persi in soluzione, vengono trattenuti negli strati superficiali del suolo per l'azione chelante delle sostanze licheniche. Le croste biologiche migliorano inoltre la struttura del suolo contribuendo alla formazione di sostanza organica e al conseguente arricchimento della composizione chimica (Belnap *et al.*, 2001; Evans & Lange, 2001; Büdel, 2013).
- iii) Per quanto riguarda i licheni epilittici, numerosi studi hanno riportato un ruolo importante dei talli nella disgregazione e decomposizione delle rocce e nella formazione del suolo (pedogenesi). I licheni contribuiscono alla degradazione delle rocce con sia azioni meccaniche sia chimiche. Quelle meccaniche sono dovute alla penetrazione delle rizine e all'espansione e contrazione dei talli. Le chimiche sono invece legate a composti chimici prodotti dai licheni, come l'acido ossalico, che hanno la capacità di sciogliere i minerali presenti nelle rocce e di chelare i cationi metallici (Chen *et al.*, 2000).
- iv) Diversi piccoli animali hanno sviluppato meccanismi per nascondersi tra i licheni o per mimetizzarsi in ambienti ricoperti da licheni, per esempio su alberi o rocce. Molti insetti assumono i colori e le sembianze delle comunità licheniche per confondere i predatori. Il caso più strepitoso è quello del lepidottero *Biston betularia* L. che ha adattato i suoi colori nel tempo in base alle modificazioni delle comunità licheniche epifite, influenzate a loro volta dall'inquinamento atmosferico (fenomeno del melanismo industriale) (Pesce, 1999). Si conoscono però anche casi di rane, cими, camaleonti, cavallette e lucertole. In Sudafrica ho osservato personalmente alcuni di questi animali perfettamente mimetizzati tra i licheni rocciosi (Zedda & Rambold, 2011). Alcuni insetti usano addirittura frammenti di licheni per ricoprire il proprio corpo ed evitare così l'attacco di possibili predatori (per esempio larve di neurotteri e di lepidotteri) e alcune mantidi tropicali consentono ai licheni follicoli di crescere sulle proprie ali. Spesso i licheni sono utilizzati per mimetizzare i nidi o i bacchi, al fine di proteggere le uova o la prole, come nel caso di molte farfalle, uccelli e persino di alcuni scoiattoli (Brodo *et al.*, 2001; Cannon, 2010).
- v) I licheni sono inoltre un'importante fonte alimentare per molti animali, tra cui acari, insetti (soprattutto larve di lepidotteri, collemboli, psocopteri, coleotteri), lumache, scoiattoli, renne, caribù, primati ecc. (Bokhorst *et al.*, 2007; Llano, 2012; Liu *et al.*, 2013). Anche l'uomo usa i licheni come cibo. Tra i tanti prodotti a base di licheni ricordiamo la birra di licheni, prodotta in Russia e in Siberia, il liquore di licheni (Svezia), dolci e cioccolatini ai licheni (Francia), licheni usati come elementi di alcune spezie ("Kabul Garam Masala", India) o per fare pane e zuppe (Giappone) (Sharnoff, 1998). I licheni sono stati mangiati un po' dovunque in tempi di guerra e di carestia. Il rapporto più recente riguarda l'importanza di funghi e licheni per la

- sopravvivenza delle popolazioni della Bosnia ed Erzegovina durante l'ultima guerra (Redzic *et al.*, 2010; Llano, 2012).
- vi) L'uomo trae benefici economici dai licheni soprattutto utilizzando i metaboliti secondari. Si conoscono più di 1000 composti del metabolismo secondario, la maggior parte dei quali prodotti esclusivamente dai licheni (Muggia *et al.*, 2009). Pensate per esempio all'uso fatto nel passato dei licheni per colorare la lana, il cotone e la seta. Le specie di *Roccella* sono state raccolte nel bacino del Mediterraneo già in tempi antichissimi e utilizzate persino in Gran Bretagna per colorare i tessuti tweed (Zedda, 1996). Proprio le sostanze licheniche sono oggetto di sempre più numerose ricerche che ne analizzano gli effetti antibiotici, antimicotici, antivirali, antitumorali ecc., poiché molte di esse sono state utilizzate in passato nella medicina popolare (Sharnoff, 1998; Rogers & Solomon, 2011). Le sostanze licheniche sono anche alla base degli usi dei licheni in profumeria ed erboristeria, nella produzione di dentifrici e cosmetici (creme e saponi con azione antibatterica). Tra i generi più usati in questo settore si ricordano *Ramalina*, *Evernia*, *Pseudevernia* e *Lobaria*. I licheni sono stati inoltre utilizzati al posto del tabacco e come allucinogeni, specialmente dalle popolazioni indigene del Nord America e come narcotici e conservanti, per esempio nelle mummie egiziane (Sharnoff, 1998).
- vii) I licheni hanno un valore estetico. Sono belli da vedere e con le loro forme e colori caratterizzano i paesaggi che ci circondano. Hanno ispirato in passato e continuano a ispirare diversi tipi di artisti, fra cui poeti (pensate a Camillo Sbarbaro), fotografi, pittori, scultori e designers. Provate a ricercare immagini in internet, per esempio, utilizzando i termini "lichens, art". Troverete numerosi e interessanti esempi di questo tipo. Sono inoltre usati per decorazioni floreali e nel modellismo. Si conoscono anche rituali in cui i licheni sono utilizzati dall'uomo per decorarsi o mascherarsi, come avviene in Papua Nuova Guinea e nel caso dei riti carnevaleschi gli uomini di Telfs (Austria) (GEO-Reisecommunity).
- viii) Un altro importante uso dei licheni da parte dell'uomo si ha nel campo del biomonitoraggio. I licheni sono utilizzati, infatti, come bioindicatori di diversi tipi di cambiamenti ambientali, dovuti alla frammentazione e alterazione degli ambienti a causa di attività agricole, forestali, industriali e dell'urbanizzazione. L'uso più conosciuto è senz'altro quello dei lichenici come bioindicatori dell'inquinamento atmosferico, ma nel corso degli ultimi anni è andato crescendo il loro utilizzo per l'identificazione di possibili cambiamenti climatici (Nimis *et al.*, 2002; Pirintos *et al.*, 2011).

COME SALVAGUARDARE LA DIVERSITÀ LICHENICA?

I licheni richiedono strategie di monitoraggio della biodiversità e di conservazione specifiche. La salvaguardia della diversità lichenica è fortemente legata alla protezione degli ambienti in cui le specie vivono. Quali pericoli globali minacciano attualmente la biodiversità? I fattori che più influenzano la diversità lichenica sono lo sfruttamento irrazionale e l'uso non sostenibile delle risorse naturali, la perdita degli habitat, l'inquinamento, i cambiamenti climatici e l'introduzione di specie aliene. Quali sono le possibili vie per proteggere i licheni e le misure da prendere per la loro conservazione? Ecco qui elencate le principali (Nimis *et al.*, 2002; Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010; Anton, 2013).

- ix) Favorire l'identificazione delle specie e le conoscenze sulla biodiversità delle aree non ancora esplorate.
- x) Supportare il lavoro di specialisti lichenologi, limitando l'estinzione di esperti in grado di studiare la biodiversità a tutti i livelli; favorire il training di nuove generazioni di lichenologi e di lichenologi amatoriali (*citizen scientists*).
- xi) Identificare e mappare le aree hot spot della diversità lichenica in Italia.
- xii) Redigere liste rosse sia delle specie licheniche che degli ambienti in cui queste vivono.
- xiii) Studiare la biodiversità a diverse scale, da quella genetica sino a quella ecosistemica.
- xiv) Monitorare nel tempo e nello spazio la biodiversità e correlare dati provenienti da altre discipline per analizzare meglio i fattori che affliggono la diversità lichenica; monitorare lo stato di specie rare.
- xv) Regolamentare la raccolta, specialmente per specie rare o in pericolo di estinzione.
- xvi) Gestire in maniera sostenibile gli ambienti agricoli e forestali tenendo conto della presenza di specie rare di licheni, non solo di piante e di animali, e preservando gli ambienti in cui le comunità licheniche sono più ricche in specie.
- xvii) Migliorare la disponibilità di dati e conoscenze prodotti da diverse discipline, soprattutto rendendoli open access.
- xviii) Favorire la conoscenza dei licheni e della diversità lichenica fra i "non-esperti" e sensibilizzare l'opinione pubblica con mirate azioni di comunicazione, rafforzando la comprensione dei benefici dei SE forniti dai licheni ed eventualmente stimare i costi dovuti alla loro perdita.
- xix) Includere i licheni tra gli indicatori di biodiversità (*biodiversity indicators*), cioè gruppi di indicatori selezionati per facilitare un rapido monitoraggio sullo stato e sui trends della biodiversità e dei servizi

ecosistemici di una determinata regione, al fine di migliorare la comunicazione con i politici e con altri gruppi di interesse su eventuali modificazioni della diversità degli habitat e delle loro specie. I biodiversity indicators includono gli aspetti economici, politici e sociali della biodiversità e permettono di valutare e comunicare in maniera obiettiva e semplificata gli effetti di determinate azioni di degradazione o di conservazione sugli ambienti, per esempio gli effetti delle azioni legate all'attuazione delle strategie nazionali sulla biodiversità oppure gli effetti di attività agricole o industriali su determinate aree (Biodiversity Indicators Partnership, 2010).

Proprio gli aspetti della comunicazione assumono importanza sempre maggiore. Nonostante le ore di biologia a scuola, la disponibilità in televisione di documentari sulla natura, di video sulla biodiversità in internet e la possibilità di leggere articoli su riviste naturalistiche, la conoscenza della biodiversità e la percezione della sua importanza sono tuttora purtroppo ancora molto limitate. Per proteggere le specie rare di licheni e gli ambienti in cui vivono, è essenziale diffondere le conoscenze su questi organismi e sulla loro importanza per gli ecosistemi.

Anche nella strategia Nazionale per la biodiversità (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010) si identifica la necessità di migliorare gli aspetti della comunicazione: "[...] Una strategia di comunicazione capillare che coinvolga pienamente tutti i settori, tutti i soggetti portatori di interesse, le comunità locali ed il settore privato, tale da enfatizzarne la partecipazione e circoscriverne le responsabilità, costituisce un fattore cruciale per l'effettiva attuazione del contesto post 2010 in materia di biodiversità".

Quali sono le forme migliori per la diffusione di tali informazioni? Un tempo gli unici strumenti disponibili per la comunicazione al di fuori degli ambienti scientifici, erano articoli su quotidiani e riviste, la radio e la televisione, oltre all'educazione ambientale, ad esempio presso le scuole. Al giorno d'oggi, con l'esplosione nell'uso dei social media, sono disponibili molti più strumenti, in gran parte anche direttamente utilizzabili dai ricercatori per far conoscere i risultati delle proprie ricerche e far amare i licheni al pubblico generalista.

CONCLUSIONI

Molti degli studi tassonomici, floristici, ecologici, di monitoraggio e conservazione illustrati in questo breve articolo, sono quotidianamente intrapresi dai lichenologi italiani, purtroppo con mezzi finanziari sempre più limitati. Si auspica per il futuro una maggiore sensibilità da parte dei politici e dell'economia per le problematiche legate alla conservazione della biodiversità e un maggior afflusso di finanziamenti sia dal settore pubblico sia

da quello privato per supportare la ricerca in tutti i campi della biodiversità. Migliorare la comunicazione e quantificare i benefici economici di questo gruppo di organismi potrebbe essere utile in futuro per far capire all'opinione pubblica e ai politici l'importanza dei licheni e i potenziali pericoli legati ad una perdita di biodiversità e di SE. Sarebbe anche utilissima un'attiva partecipazione dell'Italia all'IPBES (<http://www.ipbes.net/>), il consiglio intergovernativo per la biodiversità e i servizi degli ecosistemi, costituito recentemente con la funzione di rendere accessibili e comprensibili a tutti (politici e altri soggetti interessati) i risultati disponibili di ricerche scientifiche sulla diversità biologica, al fine di favorire i processi decisionali, soprattutto per i politici. Un'istituzione che assumerà in futuro un ruolo sempre più importante nell'intermediazione tra scienza e politica.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia Paul Whelan (Irlanda) per aver gentilmente inviato una copia dell'articolo di Cannon (2010) e i revisori per gli utili consigli.

BIBLIOGRAFIA

ANTON C., 2013. Citizien Science – ohne Liebhaber geht es nicht. In: Beck, E. (ed.), Die Vielfalt des Lebens. Wiley-VCH Verlag & Co., pp. 11-19.

BELNAP J., PRASSE R., HARPER K.T., 2001. Influence of biological soil crusts on soil environments and vascular plants. In: Belnap J., Lange O.L. (eds.), Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 281-300.

BIODIVERSITY INDICATORS PARTNERSHIP, 2010. Biodiversity indicators and the 2010 Target: Experiences and lessons learnt from the 2010 Biodiversity Indicators Partnership. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montréal, Canada. Technical Series No. 53, 196 pp.

BOKHORST S., RONFORT C., HUISKES A., CONVEY P., AERTS R., 2007. Food choice of Antarctic soil arthropods clarified by stable isotope signatures. Polar Biology 30: 983-990.

BRODO I., DURAN SHARNOFF S., SHARNOFF S., 2001. Lichens of North America. Yale University Press, New Haven & London. 795 pp.

BÜDEL B., 2013. Extreme terrestrische Habitate: Biologische Krusten als Pioniere. In: Beck E. (ed.), Die Vielfalt des Lebens. Wiley-VCH Verlag & Co., pp. 139-146.

CANNON P., 2010. Lichen camouflage and lichen mimicry. British Lichen Society Bulletin 106: 39-41.

CHEN J., BLUME H.P., BEYER L., 2000. Weathering of rocks induced by lichen

colonization — a review. *Catena* 39: 121–146.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (CBD), 1992.
<http://www.cbd.int/convention/text/>

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (CBD), 2005. Status and Trends of Biodiversity in Italy. <http://www.cbd.int/countries/?country=it>

EVANS R.D., LANGE O.L., 2001. Biological soil crusts and ecosystem nitrogen and carbon dynamics. In: Belnap, J., Lange, O.L. (eds.), *Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 263-279.

GEO-REISECOMMUNITY. Das Schleicherlaufen in Telfs.
<http://www.geo.de/reisen/community/reisebericht/364103/1/Das-Schleich%20erlaufen-in-Telfs>

LEOPARDI G., 1992. Dialogo di un folletto e di uno gnomo. A cura di Celli, G. I Leopardini. Franco Muzzio Editore, Roma, 64 pp.

LIU X., STANFORD C.B., YANG J., YAO H., LI Y., 2013. Foods Eaten by the Sichuan Snub-Nosed Monkey (*Rhinopithecus roxellana*) in Shennongjia National Nature Reserve, China, in Relation to Nutritional Chemistry. *American Journal of Primatology* 75: 860-871.

LLANO G., 2012. Utilization of lichens in the arctic and subarctic. *Economic Botany* 10: 367-392.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA), 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
<http://millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, 2010. La Strategia Nazionale per la Biodiversità. <http://www.cbd.int/doc/world/it/it-nbsap-01-it.pdf>

MUGGIA L., SCHMITT I., GRUBE M., 2009. Lichens as treasure chests of natural products. *SIM NEWS*: 85-97. <http://www.uni-graz.at/~grubem/treasure.pdf>

NIMIS P.L., MARTELLOS S., 2008. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4.0/1. <http://dbiodbs.univ.trieste.it/>

NIMIS P.L., SCHEIDEGGER C., WOLSELEY P.A., 2002. Monitoring with lichens – Monitoring lichens. Kluwer Academic Publishers, 408 pp.

PESCE L., 1999. Colore e mimetismo nel regno animale: Melanismo industriale. <http://www.luciopesce.net/zoologia/melanis.html>

PIRINTOS S.A., PAOLI L., LOPPI S., KOTZABASIS K., 2011. Photosynthetic

performance of lichen transplants as early indicator of climate stress along an altitudinal gradient in the arid Mediterranean area. *Climatic change* 107: 305-328.

REDZIC S., BARUDANOVIC S., PILIPOVIC S., 2010. Wild Mushrooms and Lichens used as Human Food for Survival in War Conditions; Podrinje - Zepa Region (Bosnia and Herzegovina, W. Balkan). *Research in Human Ecology* 17: 175-187.

ROGERS R., SOLOMON P.W. 2011. *The Fungal Pharmacy: The Complete Guide to Medicinal Mushrooms and Lichens of North America*. North Atlantic Books, Berkeley, California, 608 pp.

SANTOLINI R., 2010. Servizi ecosistemici e sostenibilità. *Ecoscienza* 3: 20-23.

SHARNOFF S.D., 1998. Bibliographic database of the human uses of lichens. <http://www.lichen.com/usetaxon.html>

TEEB, 2011. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making*. Patrick ten Brink, Earthscan, London and Washington, 41 pp.

ZEDDA L., 1996. Note etnobotaniche sui licheni della Sardegna. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 9: 35-37.

ZEDDA L., RAMBOLD G., 2011. Lichens and their importance for the monitoring of environmental changes in southern Africa. <http://publikationen.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/23334>

Premio Tesi in Lichenologia 2012

Il Premio Tesi 2012 è stato assegnato alla Dr.ssa Elisa Fiorini, dell'Università di Siena, per la dissertazione dal titolo: *"Effetti biologici di nuovi traccianti di inquinamento da traffico veicolare su organismi sensibili (licheni)"*.

I riassunti degli elaborati vengono pubblicati così come pervenuti alla Commissione.

Congratulazioni alla vincitrice!

EFFETTI BIOLOGICI DI NUOVI TRACCIANTI DI INQUINAMENTO DA TRAFFICO VEICOLARE SU ORGANISMI SENSIBILI (LICHENI)

Elisa FIORINI

Università di Siena, Laurea Specialistica in Tecnologie di Analisi degli Impatti Ecotossicologici

Il presente lavoro di tesi si inquadra in un progetto di ricerca sugli effetti di inquinanti legati al traffico veicolare, occupandosi specificatamente dell'antimonio (Sb) e del cerio (Ce). L'antimonio si origina dal consumo del ferodo dei freni e dall'abrasione dei pneumatici, mentre particelle microscopiche di ossido di Ce sono emesse in conseguenza del deterioramento delle marmitte catalitiche e dei filtri antiparticolato. Elevati livelli di Sb sono considerati potenzialmente tossici per la salute umana e per l'ambiente. Il cerio non ha un ruolo metabolico specifico e le interazioni con le matrici biologiche sono poco conosciute, tuttavia alcuni studi riferiscono che le particelle microscopiche che si formano in occasione della rigenerazione dei filtri antiparticolato nei veicoli diesel potrebbero avere effetti tossicologici. In questo lavoro si è voluto indagare la tossicità di questi elementi, identificati come nuovi traccianti da traffico veicolare. Sono stati realizzati alcuni esperimenti volti a stabilire l'esistenza di eventuali effetti fisiologici dovuti all'esposizione a cerio, somministrato in forma idrosolubile come cloruro ($\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) a concentrazioni crescenti (da 0,1 mM a 500 mM) e all'esposizione ad antimonio, somministrato in forma di tartrato di potassio ($\text{C}_8\text{H}_4\text{K}_2\text{O}_{12}\text{Sb}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) (da 0,1 mM a 100 mM), utilizzando come strumento di indagine il lichene *Xanthoria parietina*. I parametri fisiologici esaminati sono stati: emissione di fluorescenza clorofilliana per valutare l'efficienza del fotosistema II; livello di sostanze reattive all'acido tiobarbiturico (TBARS) come indicatore di danneggiamento (perossidazione) alle membrane cellulari; contenuto in proteine idrosolubili prodotte in seguito a stress di natura ossidativa o all'esposizione a elementi tossici; attività degli enzimi deidrogenasi come indicatore di vitalità dei talli. Dai test effettuati è emerso che, il trattamento con soluzioni crescenti di Sb ha causato danni alle membrane cellulari già alla concentrazione più bassa (0,1 mM), mentre una significativa riduzione della vitalità dei talli è stata rilevata a concentrazioni 10 mM e 100 mM. Anche il contenuto di proteine solubili ha subito un netto decremento, a partire dalla soluzione 10 mM mentre l'efficienza fotosintetica si è ridotta significativamente solo alla concentrazione più elevata (100 mM). I parametri fisiologici più sensibili ai trattamenti con il Ce sono stati l'efficienza fotosintetica, l'indice di performance e il test di vitalità, con riduzioni significative dei loro rispettivi valori a partire dalla concentrazione

10 mM. A differenza dell'Sb, il Ce non ha indotto un aumento significativo del contenuto di TBARS, eccetto che nei campioni trattati con la concentrazione più alta 500 mM, suggerendo una differente sensibilità del lichene agli effetti di Ce e Sb.

Un elevato traffico veicolare, oltre a generare emissioni in atmosfera, crea turbolenze che sollevano e depositano polveri sulle cortecce degli alberi a bordo strada, portando a una progressiva eutrofizzazione della scorza. Pochi studi si sono occupati, finora, di verificare se ci sia una distribuzione differenziale dei licheni epifiti nelle diverse porzioni del tronco rispetto alla strada fonte delle emissioni.

Per ampliare la conoscenza della relazione tra inquinamento derivante da traffico veicolare e colonizzazione lichenica, è stata monitorata la biodiversità lichenica epifita in due alberature stradali dell'area urbana di Siena, una situata lungo una strada intensamente trafficata e l'altra in un parco urbano limitrofo, sono state inoltre analizzate le concentrazioni di elementi in traccia nei talli di *Punctelia borrieri*.

La biodiversità lichenica è stata rilevata sul lato del tronco rivolto verso la strada e sul lato opposto mediante un reticolo di campionamento costituito da 10 maglie di 10×10 cm, posto sul tronco di almeno cinque tigli a 100 cm dal suolo. Inoltre, nelle stesse esposizioni, sono stati prelevati talli della specie foliosa *Punctelia borrieri* entro una fascia di tronco ampia 45° e compresa fra 100 e 200 cm dal suolo, per analizzare l'accumulo dei principali elementi di interesse tossicologico. Dai risultati è emerso che la biodiversità lichenica aumenta sia in termini di IDL che di ricchezza di specie con la distanza dal tratto stradale monitorato ad alta densità di traffico, accompagnata da un decremento delle specie nitrofile, che tendono a colonizzare preferenzialmente gli alberi più prossimi alle emissioni veicolari.

Nel complesso, IDL e ricchezza di specie si mantengono uniformi su entrambi i lati degli alberi. I principali traccianti del traffico Ba, Cr, Cu, Mn, Sb e Zn presentano concentrazioni più elevate nei talli di *Punctelia borrieri* asportati dai tigli lungo la strada indipendentemente dall'esposizione angolare al flusso veicolare.

EFFETTO DELL'ACIDO PROTOLICHESTERINICO IN CELLULE UMANE DI CANCRO ALLA PROSTATA

Elisa BASCETTA

Università di Catania, Laurea Specialistica in Farmacia

Il tumore prostatico è la terza causa di morte tra i tumori e raggiunge la massima incidenza oltre i 65 anni. I fattori di rischio sono: l'età; l'alimentazione; il rischio genetico; i fattori ambientali e le variazioni ormonali. Attualmente esistono quattro terapie: la chirurgia, la chemioterapia, la radioterapia e l'ormonoterapia. Ma nonostante tutte le neoplasie prostatiche rispondano inizialmente all'ormonoterapia, alcune di esse sviluppano, dopo anni di trattamento, una progressiva resistenza quindi bisognerebbe intervenire con la chemioterapia, ma non è selettiva e dà gravi effetti collaterali. Pertanto studi sperimentali hanno evidenziato che molte sostanze di origine vegetale possono aiutare a fronteggiare il cancro alla prostata. Tra queste particolare attenzione è stata data al lichene che è un'associazione simbiotica tra un'alga e un fungo e ha genere e nome specifico come se fosse un singolo organismo. Recenti studi svolti nel nostro laboratorio ipotizzano un effetto protettivo dei metaboliti lichenici, sfaeroforina, pannarina ed acido 1-epiforellico nei confronti del tumore alla prostata. Quindi alla luce di quanto esposto nel presente studio è sembrato interessante testare in cellule umane di prostata l'attività biologica di altri quattro composti isolati da specie licheniche raccolte in diverse località del Cile: atranorina, acido diffrattaico e divaricatico, e acido protolichesterinico.

Le cellule umane di tumore alla prostata LNCaP e DU-145 sono state trattate con i 4 composti lichenici alle concentrazioni di 6.25-50 μ M e diversi parametri biochimici sono stati analizzati dopo 72 h di trattamento.

La vitalità cellulare è stata analizzata con l'MTT test. I risultati ottenuti dimostrano che atranorina, acido diffrattaico e divaricatico inibiscono lo sviluppo delle cellule di cancro solo a concentrazioni elevate (25-50 μ M), mentre l'acido protolichesterinico mostra un effetto maggiore a conc. di 6.25-50 μ M.

Per confermare se l'inibizione della crescita cellulare indotta dall'acido protolichesterinico fosse associata con l'apoptosi è stata analizzata l'attività della caspasi-3. I risultati dimostrano che a basse concentrazioni l'acido protolichesterinico aumenta l'attività della proteina.

Nelle cellule tumorali è stata anche esaminata l'espressione di 6 proteine coinvolte nel processo apoptotico:

- **Bax/Bcl-2** (il trattamento delle cellule con l'acido protolichesterinico

ha indotto una riduzione della proteina anti apoptotica Bcl-2 e un aumento della proteina pro apoptotica Bax).

- **COX-2** (iperespressa nell'IPB ma non nelle linee cellulari LNCaP e DU-145, i nostri risultati infatti dimostrano che l'espressione della proteina è bassa in entrambe le linee cellulari).
- **NOS2** (dagli studi si è dedotto che l'acido protolicheterinico induce una "down-regulation" di NOS2).
- **Hsp70** (nelle cellule è elevata, i nostri dati confermano la relazione tra l'espressione di Hsp70 e la morte delle cellule neoplastiche).
- **TRAIL** (l'acido protolicheterinico induce l'espressione di questa proteina solo nelle cellule LNCaP).
- **ROS** (il trattamento ha indotto una variazione dello stato redox intracellulare dose dipendente).

Dal nostro lavoro quindi emerge che l'acido protolicheterinico è il composto più attivo. A basse concentrazioni sembra evocare nelle cellule LNCaP e DU-145 un processo di tipo apoptotico. Queste evidenze sperimentali suggeriscono che la struttura chimica dell'acido protolicheterinico possa fungere da modello per la sintesi di composti utili nella prevenzione e cura del carcinoma prostatico.

MODIFICAZIONI FISIOLOGICHE E PROTEICHE DI LICHENI ESPOSTI A DIFFERENTE INTENSITÀ DI TRAFFICO VEICOLARE

Serena FASANO

Università di Torino, Laurea Magistrale in Analisi e Gestione dell'Ambiente

Il presente lavoro si propone di individuare e sperimentare in laboratorio prima, e in campo poi, metaboliti secondari lichenici volti a controllare/contenere lo sviluppo di organismi agenti di biodeterioramento in aree monumentali di interesse paesaggistico-culturale. La loro azione è stata sperimentata nei confronti dei funghi microcoloniali (MCF) che insieme ai cianobatteri sono responsabili delle formazioni di "patine nere" e causa di processi biodeteriogeni a spese del substrato lapideo. Il lavoro si è articolato in tre fasi principali: i) definizione di tre metaboliti secondari (acido norstictico, parietina e acido usnico) da estrarre da talli lichenici (il primo metabolite è stato estratto da *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch; il secondo da *Xanthoria parietina* (L.) Th.Fr. mentre il terzo è l'unico disponibile commercialmente); ii) sperimentazione in laboratorio dell'azione delle sostanze selezionate su ceppi di MCF, alghe e cianobatteri ; iii) applicazione in campo sulle patine nere dei metaboliti risultati esercitare un effetto significativo (stimolante o inibitorio) nella sperimentazione in laboratorio. Tale fase è stata realizzata nell'area archeologica del Teatro Romano di Aosta.

I risultati ottenuti hanno permesso di evidenziare una notevole variabilità, sia intraspecifica che interspecifica, delle risposte ai diversi trattamenti da parte dei ceppi fungini esaminati. Per quanto riguarda le prove condotte sui cianobatteri ed alghe, i trattamenti sono risultati condizionare la crescita dei microrganismi, ma a differenza di quanto rilevato nel caso dei funghi microcoloniali, in pochi casi le differenze sono risultate statisticamente significative.

In campo, a differenza di quanto rilevato in laboratorio, sono risultati più evidenti gli effetti antimicrobici delle soluzioni risultate soddisfacenti nelle prove in laboratorio, rispetto alla componente cianobatteriale costituente le patine. Tuttavia, non è stato possibile, in relazione alla durata del progetto di tesi, valutare l'effetto sulla componente fungina per la quale sarà necessario effettuare un monitoraggio a lungo termine dell'eventuale sviluppo rispetto al controllo. La ricerca condotta ha permesso di evidenziare, per la prima volta la proprietà antimicrobica, di metaboliti lichenici verso organismi biodeteriogeni, quali funghi microcoloniali, cianobatteri e alghe verdi, presenti su materiali lapidei. Tale risultato, inoltre, presenta una rilevanza anche dal

punto di vista ecologico in quanto evidenzia la valenza allelopatica di tali sostanze per i licheni nel contrastare i loro più diretti competitori nella colonizzazione pioniera delle superfici litiche.

**BIOMONITORAGGIO DI UN SITO MINERARIO PORTOGHESE TRAMITE
RAMALINA FASTIGIATA E *RAMALINA CANARIENSIS***

Marco Lo CASCIO

*Università di Genova, Laurea Specialistica in Scienze e Tecnologie del Monitoraggio
Biologico*

Le emissioni di sostanze inquinanti nell'atmosfera sono in rapido aumento a causa della crescita della popolazione, dell'industrializzazione e l'espandersi delle moderne pratiche agricole, tale sviluppo si è tradotto in un significativo deterioramento della qualità dell'aria e più in generale dell'ambiente. Per misurare l'integrità degli ecosistemi sottoposti a stress ambientale è fondamentale una sorveglianza costante e puntuale ottenuta predisponendo attività di analisi e di valutazione, genericamente indicate come "monitoraggio ambientale".

Lo scopo di questa tesi è stato quello di biomonitorare l'inquinamento atmosferico, provocato dall'attività di una miniera per l'estrazione di rame e zinco, situata nel sud della penisola Iberica. L'ipotesi è che l'inquinamento sia limitato ad un'area circoscritta con una distribuzione omogenea verso tutte le direzioni. Per valutare l'impatto si sono effettuati campionamenti *in situ* di licheni e di suolo dai quali si è valutata la concentrazione di tre metalli Cu Fe Zn.

Il sito d'estrazione minerario si trova nella parte occidentale della Cintura a Pirite Iberica, che si estende attraverso Spagna meridionale e Portogallo, storicamente ha ospitato numerosi vulcani e giacimenti a solfuri massivi (pirite, blenda, calcopirite, galena e oro). Il minerale dopo essere estratto e lavorato, viene accumulato in siti di raccolta, quest'ultimi vengono influenzati da fattori climatici o meglio da lunghi periodi di tempo asciutto, ciò crea le condizioni potenziali per la dispersione della polvere sparsa ad opera del vento dal sito di operazione. La polvere si concentra principalmente come calcopirite, $CuFeS_2$, con concentrazione di Cu (24%), Fe (31%) e S (35%). Giacché la miniera è situata in una zona rurale lontano da qualsiasi altra industria o grande città, non ci sono altre fonti locali significative di inquinamento atmosferico.

Le specie utilizzate per lo svolgimento di questa tesi di ricerca sono due specie di licheni appartenenti al genere *Ramalina*, famiglia *Ramalinaceae*, ordine *Lecanorales*. La specie privilegiata è stata *Ramalina fastigiata* (Pers) la quale presenta tallo fruticoso, epifita. Si tratta di una specie morfologicamente polimorfica, con una strategia riproduttiva principalmente sessuale. Il fotobionte è rappresentato da alghe verdi del genere *Trebouxia*. I

talli assumono colorazioni che variano dal verde-grigio al grigio e le lacinie che lo compongono sono piatte e presentano molti fori e striature. *R. fastigiata* cresce su substrati acidi, come ad esempio la corteccia di *Quercus*, dalla quale, appunto, è stata campionata.

La seconda specie utilizzata è stata *Ramalina canariensis*. Anche questa specie presenta un tallo fruticoso, epifita. Il fotobionte è rappresentato, anche in questo caso, da alghe verdi del genere *Trebouxia*. Il tallo si presenta appiattito, di colore grigio-verde, leggermente rugoso e ramificato con lobi larghi non più di un centimetro. È una specie di tipo mediterraneo – atlantica. *R. canariensis*, può crescere su substrati con un range di pH variabile, da molto acido a sub-neutrale.

Il campionamento spaziale *in-situ* è avvenuto, nel mese di giugno 2010, con omogenee condizioni meteorologiche. Entro 7 km circa dal centro della miniera, nelle direzioni nord-sud ed est-ovest, sono state selezionate 50 stazioni di campionamento per la raccolta di licheni e suolo. Il tipo di campionamento adottato è stato quello stratificato, ma si è preferita una maggiore densità di campionamento nelle vicinanze della miniera e una densità più bassa allontanandosi nell'area limitrofa. Le stazioni a 12 km di distanza, sono state usate come controllo. Nelle immediate vicinanze della miniera (in un raggio di 500 metri circa) è stato riscontrato una assenza delle specie d'interesse. Si è ipotizzato che l'assenza dell'organismo sia stata causata dall'effetto tossico del rame. Per tale ragione, è stato possibile effettuare il campionamento dei licheni esclusivamente in 29 stazioni su 50. Inoltre, è stato campionato il suolo, con lo scopo di comparare i valori ottenuti da questi ultimi con i licheni, per determinare una visione più completa del sito. Per il suolo si è cercato di rendere il campionamento più omogeneo possibile selezionando, con casualità, 4 punti per ogni stazione dai quali sono stati prelevati i primi 10 cm di terreno. Onde evitare una sottostima delle concentrazioni dei metalli, si è campionato evitando l'effetto coprente della chioma degli alberi. Successivamente in laboratorio, per ogni campione raccolto è stata selezionata una certa quantità sufficiente per effettuare le analisi. Nei licheni *R. fastigiata* e *R. canariensis* sono state analizzate le concentrazioni dei metalli solubili e totali, mentre dal suolo si è estratta la frazione solubile e biodisponibile.

Frazione solubile (licheni): viene definita frazione solubile perché, sono estratti gli elementi che l'agente chelante (Na-EDTA) può spostare dai siti di scambio ionico nel lichene. In questo modo vengono estratti gli elementi che vengono complessati extra ed intracellularmente. Gli elementi intracellulari sono misurabili poiché, sottoponendo i licheni al processo di essiccazione, le membrane cellulari sono state rotte. In questa frazione sono anche misurate le polveri solubili depositate sul lichene perché non è stata applicata la procedura di lavaggio prima dell'estrazione.

Frazione totale (licheni): viene definita totale poiché viene estratta la

frazione solubile e in più il particolato insolubile nelle condizioni precedenti, frazione che l'agente chelante non riusciva a solubilizzare ed estrarre. La concentrazione totale dei metalli è stata determinata tramite digestione con acido nitrico.

Frazione solubile (suolo): l'estrazione è stata effettuata con acqua deionizzata per ottenere i metalli presenti nel suolo, che sono facilmente disponibili per le piante.

Frazione biodisponibile (suolo): stima dell'ammontare degli ioni disponibili nel suolo, Na-EDTA è stato spesso utilizzato per chelare concentrazioni di elementi in traccia presenti nel suolo.

Successivamente ogni campione è stato analizzato mediante la tecnica di spettrofotometria ad assorbimento atomico (Varian Techtron AA6, UK) con una fiamma ad aria / acetilene.

Una volta ottenute le concentrazioni, i dati ottenuti sono stati elaborati e rappresentati graficamente con il programma Statistica (© 2011 SAS Institute Inc). Le variazioni delle concentrazioni dei metalli con le distanze dalla fonte di emissione sono state rappresentate dalla funzione per i minimi quadrati con stiffness = 0.25. In termini generali il metodo dei minimi quadrati (in inglese OLS, Ordinary Least Squares) è una tecnica di ottimizzazione finalizzata a minimizzare la somma dei quadrati delle deviazioni dei valori osservati in base alla variabile dipendente, prevista dal modello. In tal modo si trova una funzione che si avvicini il più possibile ad un'interpolazione di un insieme di dati. Questo metodo va distinto da quelli per l'interpolazione dove si richiede che la funzione calcolata passi esattamente per i punti dati. I coefficienti di correlazione per ranghi, sono stati calcolati con r di Spearman ($p < 0,05$). Sono stati considerati dei collegamenti ogni volta che si sono trovati significativi coefficienti di correlazione per $P < 0,05$ tra i dati attesi per la rispettiva funzione e valori osservati.

Sulla base dei dati ottenuti e dalle osservazioni effettuate si può concludere:

- nella frazione totale dei licheni, le concentrazioni degli elementi bioaccumulati provenienti dall'attività antropica, non sono rilevabili separatamente da quelle degli elementi depositati in forma insolubile sul tallo e degli elementi costituiti del tallo lichenico. Per tale motivo si può concludere che tale tecnica di estrazione non fornisce informazioni chiare e dettagliate sulle condizioni del sito.
- Sulla base dei risultati ottenuti dall'analisi della frazione solubile, si può concludere che i licheni sono ottimi bioindicatori dell'inquinamento atmosferico, e hanno mostrato una grande capacità di accumulo, difatti riflettono i livelli di Cu Fe e Zn emessi dalla miniera e consentono un rilevamento di dati significativi anche a elevate distanze.
- L'assenza di *R. fastigiata* e *R. canariensis* nelle vicinanze della miniera sembra essere dovuta all'effetto tossico dei metalli. Tale ipotesi è in accordo

con i risultati ottenuti dallo studio effettuato da Branquinho (1999).

- Il modello di campionamento adottato, riflette come la distanza dalla miniera e la frequenza del vento giocano un ruolo fondamentale nella dispersione delle concentrazioni dei metalli ritrovati nei campioni ed evidenzia, che il punto di raccolta del materiale estratto è la fonte principale dell'inquinamento.
- Osservando i valori ottenuti dalle frazioni solubile e biodisponibile del suolo, si può concludere che i dati ottenuti sono significativi, ma solo per i primi 500 mt di distanza dal centro della miniera. Tali frazioni offrono importanti informazioni riguardo le concentrazioni dei metalli nella immediate vicinanze della fonte, dove non è stato possibile campionare i licheni. È molto importante evidenziare che tali dati non possono sostituire i dati mancanti causati dall'assenza degli organismi ma possono fornire un elemento analitico utile a una comparazione.
- Dalla comparazione dei dati ottenuti dalle analisi effettuate, si evince che le concentrazioni massime dei metalli nel suolo sono state ritrovate nella stessa area dove è stata riscontrata l'assenza dei licheni. Ciò conferma che l'impatto maggiore si ha nei primi 500 metri circa dall'impianto estrattivo.
- Comparando i valori di Cu e Zn per le frazioni biodisponibili e solubili del suolo con i limiti previsti dalla Direttiva 86/278/CEE, è emerso che nelle immediate vicinanze dalla fonte i valori sono fuori norma per il rame e rientrano nei limiti a distanza di 3 km circa dall'impianto d'estrazione.
- I dati suggeriscono che il biomonitoraggio può rivelarsi molto utile per individuare tendenze e correlazioni degli elementi associati all'aria. È importante mettere a fuoco la possibilità di monitorare una vasta area di studio completamente priva di una rete strumentale per la rilevazione di questo tipo d'impatto antropico. Ciò conferma che i licheni possono essere utili nella valutazione dei rischi per la salute umana e possono essere un potente strumento per gli amministratori coinvolti nella pianificazione ambientale. Infatti, attraverso questo approccio è possibile localizzare le zone ad alto rischio ed ottenere informazioni per l'ottimizzazione nel collocamento di strumenti.

MECCANISMI DI RISPOSTA DEL LICHENE *PARMOTREMA PERLATUM* ALLO STRESS OSSIDATIVO

Antonino SANZONE

Università di Pisa, Laurea Magistrale in Produzioni Agroalimentari e Gestione degli Agroecosistemi

I licheni sono associazioni simbiotiche tra funghi e uno o più *partner* fotosintetici, quali alghe o cianobatteri. Essi non dispongono né di organi attivi per l'assorbimento di acqua, né di strutture di scambio gassoso e tessuti protettivi, per cui l'intera superficie del tallo dipende direttamente dall'atmosfera in termini di apporto idrico e nutrizione minerale. Per questo motivo, essendo estremamente reattivi in presenza di sostanze in grado di alterare la normale composizione dell'aria, i licheni possono fornire preziose informazioni sullo stato dell'ambiente. Nei paesi industrializzati, negli ultimi decenni l'inquinamento da anidride solforosa (SO₂), che fino a ieri rappresentava la principale causa del declino delle comunità licheniche, è progressivamente diminuito grazie alla costante riduzione delle emissioni. Tuttavia, è aumentata la concentrazione di altri agenti nocivi, tra cui l'ozono (O₃), che, potendo persistere ad alte concentrazioni anche lontano dalle aree in cui si forma, è da considerarsi il contaminante potenzialmente più pericoloso a cui gli ecosistemi agro-naturali e urbani sono (e saranno) esposti, soprattutto nell'area Mediterranea.

Nel presente studio è stata valutata la risposta fisiologica e biochimica all'O₃ (250 ppb, 5h d-1, per 14 giorni consecutivi), di talli di *Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy (specie epifita moderatamente idrofita), idratati e non, mantenuti ad una umidità relativa dell'80% (*optimum* metabolico per la simbiosi in esame). L'indagine ha preso in considerazione (i) l'attività dei principali metaboliti ed enzimi coinvolti nel ciclo di Halliwell-Asada e (ii) alcuni parametri fisiologici (mediante misure *in vivo* della fluorescenza della clorofilla *a*) legati all'efficienza del trasporto elettronico. È emerso che la fumigazione non determinava cambiamenti significativi dell'efficienza del PSII, in termini di rapporto Fv/Fm, rispetto ai controlli in aria filtrata, indicando che la funzionalità del fotosistema e la sua capacità di ridurre l'accettore primario (QA) non sono disturbate dall'inquinante. Dall'analisi delle risposte biochimiche è stato osservato un significativo accumulo del contenuto in acqua ossigenata (H₂O₂) per entrambi i set di campioni (idratati e non), con un incremento pari a 39% e 31%. L'attività dell'ascorbato perossidasi è aumentata solo nei talli non idratati (+74% rispetto al controllo); in quelli idratati si è assistito ad un significativo aumento dell'attività della superossido dismutasi, della deidroascorbato reductasi e del

contenuto in glutatione nella sua forma ossidata, rispettivamente con un +21%, +60% e +14% rispetto al controllo.

La disidratazione influenza in maniera più marcata rispetto all'O₃ la vitalità di *P. perlatum*, inducendo la progressiva formazione di elevati livelli di ROS nel mico- e nel fotobionte. L'esposizione all'inquinante non aggrava significativamente la situazione sopracitata e gli stessi meccanismi biochimici e fisiologici, che permettono al lichene di fronteggiare gli scompensi idrici, vengono attivati come risposta allo *stress* ossidativo.

MODIFICAZIONI FISILOGICHE E PROTEICHE DI LICHENI ESPOSTI A DIFFERENTE INTENSITÀ DI TRAFFICO VEICOLARE

Michelangelo TOMASSINI

Università di Siena, Laurea Magistrale in Ecotossicologia e Sostenibilità Ambientale

Facendo riferimento a studi pregressi per quanto riguarda la definizione dell'area di studio e di prelievo del materiale vegetale per le analisi, sono stati raccolti talli del lichene fruticoso *Evernia prunastri* da una zona incontaminata della provincia di Siena, sulla Montagnola Senese. Alcuni licheni sono stati tenuti in una serra a parametri controllati per tutto il periodo di esposizione e utilizzati come controllo per gli altri campioni; altri licheni sono invece stati trapiantati in 7 stazioni: 6 fisse (ai rami di alberi presenti o su strutture appropriate) ed una mobile (nella parte frontale di un autobus). Le 7 stazioni di esposizione sono state individuate nell'area urbana e peri-urbana della città di Siena ed erano caratterizzate ciascuna da una diversa intensità di traffico veicolare. L'esigenza di avere un'integrazione spazio-temporale dei dati provenienti dalle suddette stazioni fisse durante tutto il periodo di esposizione, ha fatto ricadere la scelta della stazione mobile su un autobus che nel suo percorso copriva gran parte della superficie urbana e "toccava" la maggior parte delle zone dove erano ubicate le stazioni di monitoraggio.

Al termine del periodo di esposizione, durato una settimana nel mese di novembre 2011, i licheni sono stati recuperati e portati in laboratorio dove sono state condotte analisi sull'integrità delle membrane cellulari, analisi del contenuto dei pigmenti fotosintetici (clorofilla *a* e *b* e carotenoidi), analisi sull'accumulo di elementi in traccia all'interno dei tessuti degli organismi, e analisi dello schema proteico. Le analisi sull'integrità delle membrane cellulari sono state condotte immergendo i talli dei licheni esposti in acqua deionizzata e misurandone la variazione di elettroconducibilità relativa; il contenuto di pigmenti fotosintetici è stato misurato tramite spettrofotometro UV-visibile, seguendo il protocollo di Ronen e Galun (1984); l'accumulo di elementi in traccia è stato determinato attraverso mineralizzazione dei campioni e lettura con spettrometro ICP-MS; infine, l'assetto proteico dei licheni esposti è stato analizzato mediante la tecnica dell'immunoblotting.

Le evidenze sperimentali dello studio condotto hanno permesso di creare una scala approssimativa di danno crescente (Assenza di Danno, Danno Intermedio e Danno Intenso), secondo cui sono stati suddivisi i campioni provenienti dalle diverse stazioni di esposizione. Inoltre, è stata verificata la complessità di studi *in-field* di questo genere e la difficoltà di trovare un relazione univoca tra gli effetti misurati sui licheni trattati e l'azione diretta di

specifici contaminanti aerodispersi, in quanto gli organismi oggetto di studio sono esposti a miscele di inquinanti di non facile individuazione e sono anche soggetti alle variazioni di un ambiente *open-range*.

BIBLIOGRAFIA ITALIANA 2012-2013

Riportiamo l'elenco dei lavori pervenuti alla redazione relativi al periodo 2012/2013 ed eventuali contributi non inclusi nelle precedenti edizioni. Si ricorda ai Soci che la bibliografia completa (1500-2013) è consultabile sul sito web della SLI. Si rammenta inoltre l'importanza di comunicare tempestivamente i dati bibliografici nell'ottica di fornire un indice completo.

Bertuzzi S., Candotto Carniel F., Pipan G., Tretiach M., 2013 - Devitalization of poikilohydric lithobionts of open-air monuments by heat shock treatments: A new case study centred on bryophytes. *International Biodeterioration & Biodegradation* 84: 44-53.

Bertuzzi S., Davies L., Power S.A., Tretiach M., 2013 - Why lichens are bad biomonitors of ozone pollution? *Ecological Indicators* 34: 391-397.

Bertuzzi S., Tretiach M., 2013 - Hydrogen sulphide inhibits PSII of lichen photobionts. *Lichenologist* 45(1): 101-113.

Brisdelli F., Perilli M., Sellitri D., Piovano M., Garbarino J.A., Nicoletti M., Bozzi A., Amicosante G., Celenza G., 2013 - Cytotoxic activity and antioxidant capacity of purified lichen metabolites: An in vitro study. *Phytotherapy Research* 27(3): 431-437.

Brunialti G., Frati L., Loppi S., 2012 - Fragmentation of Mediterranean oak forests affects the diversity of epiphytic lichens. *Nova Hedwigia* 96(1-2): 265-278.

Brunialti G., Frati L., Geri F., Grassini G., 2012 - La biodiversità dei licheni epifiti nel monitoraggio di aree geotermiche. *Biologia Ambientale* 26(2): 104-111.

Brunialti G., Ravera S., Frati L., 2013 - Mediterranean old-growth forests: the role of forest type in the conservation of epiphytic lichens. *Nova Hedwigia* 96(3-4): 367-381.

Bruno M., Trucchi B., Burlando B., Ranzato E., Martinotti S., Akkol E.K., Süntar I., Keles H., Verotta L., 2013 - (+)-Usnic acid enamines with remarkable cicatrizing properties. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 21(7): 1834-1843.

Canullo R., Starlinger F., Giordani P., 2013 - Diversity and composition of plant and lichen species. *Developments in Environmental Science* 12: 234-250.

Giordani P., Brunialti G., Frati L., Incerti G., Ianesch L., Vallone E., Bacaro G., Maccherini S., 2013 - Spatial scales of variation in lichens: implications for sampling design in biomonitoring surveys. *Environmental Monitoring and Assessment* 185: 1567-1576.

Giordano S., Adamo P., Spagnuolo V., Tretiach M., Bargagli R., 2013 - Accumulation of airborne trace elements in mosses, lichens and synthetic materials exposed at urban monitoring stations: Towards a harmonisation of the moss-bag technique. *Chemosphere* 90(2): 292-299.

Gostincar C., Muggia L., Grube M., 2012 - Polyextremotolerant black fungi: oligotrophism, adaptive potential, and a link to lichen symbioses. *Frontiers in Microbiology* 3: 390.

Király I., Nascimbene J., Tinya F., Ódor P., 2013 - Factors influencing epiphytic bryophyte and lichen species richness at different spatial scales in managed temperate forests. *Biodiversity and Conservation* 22(1): 209-223.

Muggia L., Klug B., Berg G., Grube M., 2013 - Localization of bacteria in lichens from Alpine soil crusts by fluorescence in situ hybridization. *Applied Soil Ecology* 68: 20– 25.

Muggia L., Vancurova L., Skaloud P., Peksa O., Wedin M., Grube M., 2013 - The symbiotic playground of lichen thalli – a highly flexible photobiont association in rock-inhabiting lichens. *FEMS Microbiol Ecol.* 85(2):313-23.

Munzi S., Branquinho C., Cruz C., Loppi S., 2013 - Nitrogen tolerance in the lichen *Xanthoria parietina*: the sensitive side of a resistant species. *Functional Plant Biology* 40(3): 237-243.

Munzi S., Pisani T., Paoli L., Renzi M., Loppi S., 2013 - Effect of nitrogen supply on the CN balance in the lichen *Evernia prunastri* (L.) Ach. *Turkish Journal of Biology* 37(2): 165-170.

Nascimbene J., Benesperi R., Brunialti G., Catalano I., Vedove M.D., Grillo M., Isocrono D., Matteucci E., Potenza G., Puntillo D., Puntillo M., Ravera S., Rizzi G., Giordani P., 2013 - Patterns and drivers of β -diversity and similarity of *Lobaria pulmonaria* communities in Italian forests. *Journal of Ecology* 101(2): 493-505.

Nascimbene J., Dainese M., Sitzia T., 2013 - Contrasting responses of epiphytic and dead wood-dwelling lichen diversity to forest management abandonment in silver fir mature woodlands. *Forest Ecology and Management* 289: 325-332.

Nascimbene J., Thor G., Nimis P.L., 2013 - Effects of forest management on epiphytic lichens in temperate deciduous forests of Europe. *Forest Ecology and Management* 298: 27-38.

Paoli L., Munzi S., Fiorini E., Gaggi C., Loppi S., 2013 - Influence of angular exposure and proximity to vehicular traffic on the diversity of epiphytic lichens and the bioaccumulation of traffic-related elements. *Environmental Science and Pollution Research* 20(1): 250-259.

Paoli L., Munzi S., Pisani T., Guttová A., Loppi S., 2013 - Freezing of air-dried samples of the lichen *Evernia prunastri* (L.) Ach. ensures that thalli remain healthy for later physiological measurements. *Plant Biosystems* 147(1): 141-144.

Pompilio A., Pomponio S., Di Vincenzo V., Crocetta V., Nicoletti M., Piovano M., Garbarino J.A., Di Bonaventura G., 2013 - Antimicrobial and antibiofilm activity of secondary metabolites of lichens against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains from cystic fibrosis patients. *Future Microbiology* 8(2): 281-292.

Spribile T., Muggia L., 2013 - Expanded taxon sampling disentangles evolutionary relationships and reveals a new family in Peltigerales (Lecanoromycetidae, Ascomycota). *Fungal Diversity* 58: 171-184.

**ATTIVITÀ PROMOSSE E PATROCINATE DELLA SOCIETÀ LICHENOLOGICA
ITALIANA PREVISTE PER L'ANNO IN CORSO**

11-13 marzo, Carrara - Ortonovo

Escursione del Gruppo di Lavoro per la Biologia (a cura di S.E. Favero-Longo)

8-9 maggio, Torino

Giornate di Formazione ed Intercalibrazione su "Interazioni Fisico-Chimiche fra Licheni e Lapidei: metodologie di laboratorio (a cura di S.E. Favero-Longo)

10-13 giugno, Genova

Peltigera workshop (a cura di P. Giordani)

2-4 ottobre, Piacenza

XXVI Convegno della Società Lichenologica Italiana

Si ricorda che per gli aggiornamenti sulle iniziative organizzate e/o promosse dalla Società Lichenologica Italiana nel corso dell'anno è possibile consultare il sito web all'indirizzo **www.lichenologia.eu**.

*Finito di stampare il 30 settembre 2013
dal Centro Stampa della Regione Piemonte*

*Periodico annuale della SOCIETÀ LICHENOLOGICA ITALIANA (S.L.I.)
Autorizzazione del Tribunale di Torino n. 3949 del 14/6/1988
Direttore Responsabile: Dr.ssa Deborah Isocrono*