

# **Notiziario**

della

# **Società Lichenologica Italiana**

Vol. 32 - 2019

---



Amiche e amici lichenologi,

eccovi il 32° volume del Notiziario della Società Lichenologica, per me un numero un po' speciale in quanto il primo vissuto da Direttore Responsabile. Inizio quindi ringraziando Stefano Bertuzzi e i membri del comitato di Redazione per l'aiuto, i consigli, le riletture; Franco Andreone, responsabile delle Pubblicazioni del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino che ha seguito e coordinato la stampa presso il Centro Stampa della Regione Piemonte; gli autori che hanno proposto i loro contributi.

Sono sicura che voi soci troverete la lettura di questo volume piacevole, come è stata piacevole per la redazione seguirne la realizzazione.

Agli indispensabili atti del Convegno seguono in questo numero approfondimenti dedicati al tema del biomonitoraggio, alle segnalazioni lichenologiche delle escursioni degli ultimi due convegni (Torino e Pistoia), ma anche articoli su temi inconsueti come i "retroscena" del logo del Convegno di Bologna e misure quantitative effettuate non sui licheni ma sui lichenologi.

Buona lettura!

*Enrica Matteucci*





Con il patrocinio di:



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOLOGICHE,  
GEOLOGICHE E AMBIENTALI



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
SISTEMA MUNICIPALE DI AGENZIE



ORTO BOTANICO ED ERBARIO



---

## Mercoledì 18 settembre 2019

Orto Botanico ed Erbario. Via Irnerio 42, Bologna

- 09.30 Registrazione dei partecipanti al Convegno e affissione poster  
10.30 Saluti e apertura dei lavori

### Sessione 1: Ecologia e Biodiversità

(Coordinatore Gabriele Gheza, Università di Pavia)

- 11.00 **Influenza della gestione forestale su *Lobaria pulmonaria*.** Luca Paoli, Renato Benesperi, Elisabetta Bianchi, Beatrice Billi, Giorgio Brunialti, Luca Di Nuzzo, Zuzana Fačková, Luisa Frati, Paolo Giordani, Juri Nascimbene, Sonia Ravera, Chiara Vallese
- 11.15 **Co.L.D.: influenza della ceduzione sulle comunità licheniche epifite. Una prospettiva funzionale.** Renato Benesperi, Luca di Nuzzo, Elisabetta Bianchi, Beatrice Castellani, Sara Longinotti, Luca Paoli, Juri Nascimbene, Domenico Puntillo, Michele Puntillo, Sonia Ravera, Luciana Zedda, Paolo Giordani
- 11.30 **Licheni terricoli come vettori dei semi di piante vascolari nella *habitat restoration*.** Gabriele Gheza, Juri Nascimbene, Silvia Assini
- 11.45 **Sessione poster**  
(Coordinatore: Maria Beatrice Castellani, Università di Firenze)
- 12.45 Pausa pranzo
- 14.30 **Lichen thalli as a complex habitat for microbial communities**  
Lectio magistralis Martin Grube (Karl-Franzens-Universität Graz)
- 15.30 **Valorizzazione della banca dati briofite del Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige.** Daniel Spitale, Petra Mair, Marlene La Bella, Juri Nascimbene
- 15.45 **A pilot experiment for the restoration of lichen pine forests.** Wolfgang von Brackel
- 16.00 ***Muellerella*, a lichenicolous fungal genus recovered as polyphyletic within Chaethothyriomycetidae (Eurotiomycetes, Ascomycota).** Lucia Muggia, Sergio Perez-Ortega, Damien Ertz
- 16.15 **Pausa caffè**
- 16.45 **Taming the beast – ways to work with freshwater lichens now and tomorrow.** Holger Thüs, Juri Nascimbene
- 17.00 **Effect of Climate Change on range shift of *Peltigera* Willd. in the European Alps.** Chiara Vallese, Gabriele Casazza, Paolo Giordani, Renato Benesperi, Juri Nascimbene
- 17.15 **Unraveling evolutionary history and population structure of the Mediterranean lichen *Solenopsora candicans* (Leprocaulaceae).** Zuzana Fačková, Marek Slovák, Peter Vďačný, Andrea Melichárková, Judita Zozomová-Lihová, Alica Hindáková, Anna Guttová

17.30 **Sessione poster**  
(Coordinatore: Chiara Lelli, Università di Bologna)

---

## Giovedì 19 Settembre 2019

*Orto Botanico ed Erbario. Via Irnerio 42, Bologna*

### Sessione 2: Biomonitoraggio

(Coordinatore Elva Cecconi, Università di Trieste)

- 09.15 **Importanza dei valori di background nel determinare gli EU ratios: un approccio bayesiano alla valutazione dell'incertezza.** Stefano Loppi
- 09.35 **Feasibility study for the application of European guidelines for mapping lichen diversity as environmental indicator in Pretoria (Republic of South Africa).** Khumbudzo Walter Maphangwa, Giorgio Brunialti, Luisa Frati, Marco Calderisi, Francesca Giorgolo, Memory Tekere, Luciana Zedda
- 09.50 **Modeling lichen diversity in relation to environmental predictors. The case study of the city of Pretoria (South Africa).** Giorgio Brunialti, Khumbudzo Walter Maphangwa, Luisa Frati, Marco Calderisi, Francesca Giorgolo, Memory Tekere, Luciana Zedda
- 10.05 **Diversità lichenica e indicatori di Gestione Forestale Sostenibile: sviluppo di modelli predittivi.** Giorgio Brunialti, Luisa Frati, Marco Calderisi, Francesca Giorgolo, Simonetta Bagella, Giada Bertini, Roberto Fratini, Elena Gottardini, Andrea Cutini
- 10:20 Pausa caffè
- 10.50 **Retention of radiocaesium particle in parmelioid lichens.** Terumi Dohi, Kenso Fujiwara, Yoshihito Ohmura, Hisaya Tagomori, Kazuki Iijima, Akihiro Kitamura
- 11.05 **Biomonitoraggio lichenico a Milano - episodio 1: la realtà urbana vista con gli occhi dei trapianti.** Tania Contardo, Andrea Vannini, Kunal Sharma, Paolo Giordani, Stefano Loppi
- 11.20 **Campionatori passivi del mercurio gassoso e licheni: verso un approccio integrato per la valutazione del rischio ecologico e la gestione dei siti contaminati.** Fabrizio Monaci, Stefania Ancora, Giacomo Mariotti, Riccardo Dei, Luca Paoli, Andrea Vannini, Stefano Loppi
- 11.35 Premiazioni concorsi SLI
- 12.00 **Sessione Poster**  
(Coordinatore: Chiara Tonon, Università di Torino)
- 13.00 **Pausa pranzo**
- 15.00 Riunione GdL Didattica e Divulgazione Scientifica
- 15.30 Riunione GdL Biologia
- 16.00 Riunione GdL Floristica



- 16.30 Riunione GdL Ecologia
- 17.00 Riunione GdL Biomonitoraggio
- 14.30-17.00 Miniseminari lichenologici  
(Coordinatore: Juri Nascimbene, Università di Bologna)
- 17.30 **Assemblea ordinaria dei Soci**
- 20.30 **Cena sociale**

---

## Venerdì 20 Settembre 2019

*Orto Botanico ed Erbario. Via Irnerio 42, Bologna*

### Sessione 3: Biologia e Ecofisiologia

(Coordinatore Andrea Vannini, Università di Siena)

- 10.00 **Graphene related nanomaterials and their effects on the green microalga *Trebouxia gelatinosa*.** Fabio Candotto Carniel, Elisa Banchi, Alice Montagner, Matteo Crosera, Alberto Pallavicini, Ester Vázquez, Maurizio Prato, Mauro Tretiach
- 10.15 **Caratterizzazione di licheni e patine microbiologiche sulle rocce istoriate del Parco Nazionale delle Incisioni Rupestri di Naquane (Valle Camonica) e metodiche per il loro controllo.** Sergio E. Favero-Longo, Enrica Matteucci, Maria Giuseppina Ruggiero
- 10.30 **Absorption of Cu<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> in chitin, chitosan and *Evernia prunastri*.** Andrea Vannini, Daniel Dagodzo, Stefan Fränzle, Stefano Loppi
- 10.45 Pausa caffè
- 11.15 ***Cladonia portentosa*, more nitrogen-tolerant than expected.** Silvana Munzi, Cristina Cruz, Cristina Branquinho, Giampiero Cai, Claudia Faleri, Luigi Parrotta, Luca Bini, Assunta Gagliardi, Ian D. Leith, Lucy J. Sheppard
- 11.30 **Confronto tra la capacità di accumulo di elementi in talli vivi e devitalizzati di *Pseudevernia furfuracea*: when 'dead' is not so bad.** Elva Cecconi, Lorenzo Fortuna, Marco Peplis, Mauro Tretiach
- 11.45 **The end of a lichen relationship: can the mycobiont survive without the photobiont?** Maria Beatrice Castellani, Catarina Gouveia, Cristina Cruz, Anabela Silva, Silvana Munzi
- 12.00 **Conclusioni e chiusura del Convegno**
- 14.00 **Escursione presso il Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa**  
<http://www.parks.it/parco.gessi.bolognesi/>

---

## Miniseminari introduttivi alla Lichenologia

**Giovedì 19 settembre 2019**

*Aula B, Orto Botanico ed Erbario. Via Irnerio 42, Bologna*

*Coordinatore: Juri Nascimbene*

- 15.00 **Introduzione**  
Juri Nascimbene - Università di Bologna
- 15.10 **Strumenti interattivi per l'identificazione dei licheni italiani**  
Pier Luigi Nimis - Università di Trieste
- 16.00 **Licheni come strumento per il biomonitoraggio ambientale**  
Tania Contardo - Università di Siena
- 16.15 **Biodiversità e conservazione dei licheni negli ecosistemi forestali**  
Elisabetta Bianchi - Università di Firenze
- 16.30 **I licheni nella sfida del Climate Change**  
Chiara Vallese - Università di Bologna
- 16.45 **I licheni nella tutela del patrimonio monumentale**  
Chiara Tonon - Università di Torino
- 17.00 **Esplorare la biodiversità lichenica: un approccio biomolecolare**  
Lucia Muggia - Università di Trieste

---

### **Comitato scientifico / Scientific Committee :**

*Juri Nascimbene, Alessandro Chiarucci (Università di Bologna),*

*Consiglio Direttivo SLI (Sonia Ravera, Renato Benesperi, Sergio Favero Longo, Paolo Giordani, Lucia Muggia)*

### **Comitato organizzatore / Organizing Committee :**

*Chiara Vallese, Chiara Lelli, Piero Zannini, Fabrizio Buldrini, Giovanna Pezzi (Università di Bologna)*



## COMUNICAZIONI ORALI

*A cura di*

Juri Nascimbene, Chiara Vallese, Alessandro Chiarucci

*Revisione dei testi a cura di*

Elva Cecconi, Paolo Giordani, Andrea Vannini,  
Gabriele Gheza e Renato Benesperi



## Influenza della gestione forestale su *Lobaria pulmonaria*

Luca Paoli<sup>1</sup>, Renato Benesperi<sup>2</sup>, Elisabetta Bianchi<sup>2</sup>, Beatrice Billi<sup>2</sup>, Giorgio Brunialti<sup>3</sup>, Luca Di Nuzzo<sup>2</sup>, Zuzana Fačková<sup>4</sup>, Luisa Frati<sup>3</sup>, Paolo Giordani<sup>5</sup>, Juri Nascimbene<sup>6</sup>, Sonia Ravera<sup>7</sup>, Chiara Vallese<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Pisa; <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Firenze; <sup>3</sup>TerraData srl environmetrics, Spin-off of the University of Siena; <sup>4</sup>Plant Science and Biodiversity Centre, Slovak Academy of Sciences; <sup>5</sup> Dipartimento di Farmacia, Università di Genova; <sup>6</sup> Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna; <sup>7</sup> via del Labaro 54, Roma

Il Gruppo di Lavoro per l'Ecologia della Società Lichenologica Italiana è impegnato nel progetto "*Impact of forest management on threatened macrolichens*", con l'obiettivo di chiarire alcuni aspetti critici dell'interazione fra gestione forestale e licheni sensibili.

Nel corso del 2019, una serie di incontri operativi svolti presso le università di Pisa, Siena e Firenze ha consentito di attivare alcune attività sperimentali con l'intento di simulare le implicazioni di diverse modalità di gestione forestale mediante l'utilizzo di microtrapianti di *Lobaria pulmonaria*. In particolare, attraverso l'esposizione in campo di lobi meristemati e/o frammenti di tallo adulto in querceti selezionati, stiamo studiando i seguenti aspetti critici: 1) effetto dell'altezza dal suolo e dell'esposizione cardinale in alberi isolati in seguito al taglio del bosco; 2) effetto margine e dimensione ottimale degli aggregati forestali; 3) utilizzazione forestale e cambiamenti globali, con l'intento di valutare quanto i diversi tipi di ceduo (da matricinato semplice a invecchiato) influiscono sulle performance di *L. pulmonaria* e se i robinieti (in competizione con i querceti) possono rappresentare habitat potenzialmente idonei per i macrolicheni sensibili.

Le indagini sono condotte presso alcune aree forestate dell'Italia Centrale con cadenza regolare (da mensile a trimestrale) e prevedono l'utilizzo di tecniche di misura non distruttive (analisi dell'emissione di fluorescenza e del contenuto in clorofilla, misure di accrescimento dei talli). I primi risultati disponibili relativamente agli effetti dell'esposizione cardinale e dell'altezza dal suolo suggeriscono un effetto deleterio delle microcondizioni aride che si instaurano sugli alberi isolati dopo il taglio, in particolare per quei talli esposti a un maggiore irraggiamento solare, che presentano una rilevante alterazione delle performance fotosintetiche.

## Co.L.D.: influenza della ceduazione sulle comunità licheniche epifite. Una prospettiva funzionale

Renato Benesperi<sup>1</sup>, Luca di Nuzzo<sup>1</sup>, Elisabetta Bianchi<sup>1</sup>, Beatrice Castellani<sup>1</sup>, Sara Longinotti<sup>1</sup>, Luca Paoli<sup>2</sup>, Juri Nascimbene<sup>3</sup>, Domenico Puntillo<sup>4</sup>, Michele Puntillo<sup>4</sup>, Sonia Ravera<sup>5</sup>, Luciana Zedda<sup>6</sup>, Paolo Giordani<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Firenze, <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, <sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, <sup>4</sup>Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico, <sup>5</sup>Via del Labaro 54, 00188 Roma, <sup>6</sup>BIO-Diverse, Bonn, Germany, <sup>7</sup>Dipartimento di Farmacia, Università di Genova

L'utilizzo dei boschi per fini produttivi ha influenzato enormemente le comunità licheniche epifite, spesso riducendo la presenza di specie rare. In questa prospettiva, la conservazione a lungo termine della biodiversità lichenica forestale dipende molto dalla possibilità di individuare forme di gestione che permettano una riconciliazione tra esigenze produttive e conservazionistiche. Studi precedenti hanno analizzato come intensità diverse di utilizzo del bosco influenzino ricchezza specifica e abbondanza lichenica, mentre i pattern di diversità funzionale sono ancora poco noti. Inoltre, mentre molti studi sono stati sviluppati nei sistemi di gestione a fustaia, gli effetti di diversi tipi di ceduazione sono pressoché inesplorati. L'obiettivo di questo studio è stato pertanto quello di valutare se e come tipologie diverse di ceduazione del bosco condizionino la componente floristica e funzionale delle comunità epifite. Inoltre, le tipologie di ceduazione sono state messe a confronto con la gestione a fustaia.

Lo studio si basa su dati derivanti da 51 plot distribuiti lungo la penisola italiana secondo un gradiente bioclimatico e rappresentativi di quattro tipologie di utilizzo. In ogni plot, sono stati selezionati random 6 alberi sui quali è stata stimata la diversità lichenica seguendo il protocollo I.B.L. Dopo essere state identificate, le specie sono state caratterizzate in base ai loro tratti funzionali. Sono stati calcolati alcuni indici di diversità funzionale e i *Community Weighted Mean* (CWMs) per ogni tratto funzionale scelto. Infine è stato preso in considerazione anche lo stato di vulnerabilità e ridondanza (FV e FOR) di ciascun tratto nei vari tipi di utilizzo del bosco. L'applicazione di analisi di varianza abbinata a ordinamenti multivariati, evidenzia differenze rilevanti tra boschi cedui e fustaie. Tuttavia, le differenze tra i diversi tipi di cedui sembrano essere legate soprattutto ai fattori bioclimatici piuttosto che alla modalità di gestione.

## Licheni terricoli come vettori dei semi di piante vascolari nella *habitat restoration*

Gabriele Gheza<sup>1</sup>, Juri Nascimbene<sup>2</sup>, Silvia Assini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sezione di Ecologia del Territorio, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Pavia; <sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna

La capacità dei licheni di intrappolare semi delle piante vascolari è stata poco studiata e finora i talli lichenici sono stati raramente utilizzati nella *habitat restoration*. Con questo studio abbiamo indagato la capacità dei licheni fruticosi terricoli del genere *Cladonia* di intrappolare semi e valutato se tali semi siano in grado di germinare se riportati a contatto con il suolo.

Da 20 plot situati in 4 praterie aride acidofile nella Valle del Ticino (N Italia) sono stati prelevati altrettanti campioni di "crosta lichenica" (30x30 cm). In ogni plot è stato effettuato un rilievo della vegetazione prima del prelievo dei campioni (maggio 2017). Successivamente i campioni sono stati essiccati e frantumati sopra terriccio da giardinaggio in 20 vasconi (100x70x20 cm). Questi sono stati messi a dimora all'aperto presso l'Orto Botanico di Pavia (marzo 2018) e coperti con retino a maglia fine per evitare contaminazioni. Tutte le plantule germinate nei vasconi sono state contate, trapiantate e coltivate in vasetti separati finché non ne è stata possibile l'identificazione. La lista delle specie rilevate nei plot è stata confrontata con quella delle specie germinate nei vasconi considerando anche le proporzioni tra specie autoctone ed esotiche.

In totale sono germinate 2627 plantule appartenenti a 34 specie (1328 plantule di 24 autoctone e 1299 plantule di 10 esotiche). Nei plot la ricchezza specifica era maggiore rispetto ai vasconi, e nei vasconi sono germinate in alcuni casi specie non rilevate nei plot, ma comunque presenti nelle praterie da cui è stato prelevato il materiale. In media, il numero di autoctone germinate nei vasconi era maggiore rispetto alle esotiche, che però superavano le autoctone per numero di individui germinati per specie.

Questi risultati indicano che i talli lichenici sono utilizzabili per disperdere anche specie vascolari in ottica di *habitat restoration*. Tuttavia, le relazioni con le specie esotiche necessitano ulteriori approfondimenti.

## **Lichen thalli as a complex habitat for microbial communities**

Martin Grube

Institute of Biology, University of Graz, 8010 Graz, Austria

The self-sustaining relationships between algae and fungi that gave rise to a great diversity of thalli, which may be very persistent under their preferred natural conditions. Long-living lichen thalli create specific niches for adapted microbial communities, comprising primarily fungi and bacteria, among others. Analyses of the metagenome, -transcriptome and -proteome demonstrate a functional involvement of bacteria in the symbiotic networking of lichens, including also their differential responses to variations of hydration. Fractions of the lichen microbiome include strains that are closely related to those of importance in other ecological niches, ranging from rock-inhabiting fungi to pathogens. Lichens therefore represent a rich and diverse reservoir of microbes, which might indicate a possible role of microbial buffering in ecosystems, while certain lichen-associated bacteria can be exploited for their biotechnological potential. With an extended view of symbioses, there are still many open ecological questions about the species living in lichen thalli.



## Valorizzazione della banca dati briofite del Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige

Daniel Spitale<sup>1</sup>, Petra Mair<sup>1</sup>, Marlene La Bella<sup>2</sup>, Juri Nascimbene<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige, via dei Botta 1, Bolzano; <sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, via Irnerio 42, Bologna

Una delle sfide più difficili per i musei di scienze naturali è utilizzare e rendere disponibile l'enorme quantità di informazioni archiviate in collezioni scientifiche e banche dati. Alcune stime riportano che meno dell'1,4% delle informazioni catalogate negli erbari siano mai state utilizzate nell'ambito di studi ambientali o biogeografici. Tali informazioni sono quindi ancora largamente inesplorate.

Dei 68 erbari italiani riconosciuti a livello internazionale, solo nove possiedono dati relativi alle briofite, e il Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige è uno di questi, contando su una estesa banca dati composta da diverse collezioni, fonti bibliografiche riportanti la presenza di briofite, e da numerose segnalazioni con e senza campione d'erbario. La banca dati delle briofite attualmente consta di quasi 40 mila osservazioni per un totale di 964 specie nel solo territorio della Provincia di Bolzano. Più di 60, tra specialisti e appassionati, hanno contribuito ad accrescere le conoscenze sulla presenza delle briofite in Provincia. Il Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige, consapevole dell'importanza di rendere disponibile e utilizzabile questo patrimonio di informazioni, nel 2018 ha promosso un apposito progetto denominato BRIOCOLL.

Il progetto ha permesso di accrescere ulteriormente la banca dati sia mediante l'inserimento di dati esistenti che attraverso la raccolta di nuovi dati. In particolare, data la carenza di informazioni sulle specie a distribuzione alpina, sono stati eseguiti appositi rilievi lungo transetti altitudinali tra i 2000 e 3000 m. Il progetto ha inoltre promosso l'esecuzione di analisi di pH su cortecce di piante forestali al fine di comprendere meglio l'importanza di questa variabile per la distribuzione di briofite e licheni. Infine, l'analisi del database briofite ha consentito di studiare l'associazione tra morfologia delle colonie (life forms) e ambiente, sottolineando una capacità di bioindicativa tuttora poco esplorata e conosciuta.

## A pilot experiment for the restoration of lichen pine forests

Wolfgang von Brackel

Kirchenweg 2, D-91341 Röttenbach, Germany

Lichen pine forests covered large areas of the Nürnberger Reichswald in Bavaria, Southern Germany, up to the 1980s. Due to the cessation of litter raking and the input of atmospheric nitrogen compounds they disappeared except for small remnants. In 2012 a pilot experiment started to reconvert moss rich pine forests to lichen pine forests. For that purpose the topsoil was removed on four test areas (each 30 × 15 m) with different methods; two of the test areas were seeded with lichen fragments (*Cladonia* spp., *Cetraria islandica*), the two other were left unseeded. Two more test areas were left untouched as reference.

On each of the test areas five permanent plots (each 2 × 2 m) were installed for monitoring. Each autumn relevés were performed on the 30 permanent plots and evaluated after coverage and steadiness of the species and species groups (i.e. species of the lichen pine forest, degrading bryophytes, indifferent species, dwarf shrubs and grasses, young woody plants).

The results after six years of monitoring clearly show the success of the measurements, especially on the seeded test areas. On the latter a coverage of almost 80 % of lichens and bryophytes of the lichen pine forest were obtained whereas on the not seeded test areas less than 20 % were gained. The respective value on the reference areas is 10–50 %. Also the richness in species of the lichen pine forest reaches the highest values on the seeded test areas. The most successful species to establish are *Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula* and *Dicranum spurium*, but also *Cetraria islandica*, *Cladonia gracilis*, *C. portentosa*, *C. uncialis*, *C. stygia* and *Ptilidium ciliare* were effectively transferred.

***Muellerella*, a lichenicolous fungal genus recovered as polyphyletic within Chaetothyriomycetidae (Eurotiomycetes, Ascomycota)**Lucia Muggia<sup>1</sup>, Sergio Perez-Ortega<sup>2</sup>, Damien Ertz<sup>3</sup><sup>1</sup> Department of Life Sciences, University of Trieste, Via Giorgieri 10, 34127 Trieste, Italy; <sup>2</sup> Real Jardín Botánico, CSIC, Plaza de Murillo, 2, 28014 Madrid, Spain; <sup>3</sup> Meise Botanic Garden, Department Research, Nieuwelaan 38, B-1860 Meise, Belgium

Molecular data and culture dependent methods helped in the past few years to uncover the phylogenetic relationships of several lichenicolous fungi. These are a specialized group of taxa which inhabit lichens developing diverse degrees of specificity and parasitic behavior. The majority of lichenicolous fungal taxa are known either in their anamorphic or teleomorphic forms, although for very few their anamorph-teleomorph relationships have been resolved. The pycnidium-forming *Lichenodiplis lecanorae* and the perithecioid *Muellerella atricola* were recovered to be monophyletic in Chaetothyriales (Eurotiomycetes) in a recent phylogenetic study. Either genus is known to be lichenicolous on multiple lichen hosts on which it has developed a subtle morphological diversity that led to the description of 14 species in *Muellerella* (of which 12 are lichenicolous) and 12 in *Lichenodiplis*. Here, in particular, we focus on the teleomorphic genus *Muellerella* and aimed to prove its monophyly expanding taxon sampling to other species occurring on diverse lichen hosts. We generated molecular data for two nuclear and one mitochondrial loci (28S, 18S and 16S) from environmental samples. The present multilocus phylogeny confirms the monophyletic lineage of *Lichenodiplis lecanorae* and *Muellerella atricola* but places the rest of studied *Muellerella* species in two different lineages: one nested within some new lineages of black fungi isolated from lichen thalli, and the other nested within Verrucariales. On the basis of these results we reappraise the phylogenetic placement of *Muellerella* and suggest its polyphyly within Chaetothyriomycetidae.

## **Taming the beast – ways to work with freshwater lichens now and tomorrow**

Holger Thüs<sup>1</sup>, Juri Nascimbene<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Botany, State Museum of Natural History Stuttgart, Germany; <sup>2</sup> Department of Biological, Geological and Environmental Sciences (BiGeA), University of Bologna, Italy

Difficult to collect, even more difficult to identify and rarely seen (or recognized) in many parts of Europe anyhow. This picture becomes increasingly challenged by significant progress in taxonomic and ecological research on freshwater lichens in several European countries. During the last decade, a much better insight in character variation based on a robust molecular background for selected model taxa has been achieved. The knowledge about distribution patterns, constant and variable elements in the ecological performance of freshwater lichens has been widened and new data on the frequency of occurrence of these organisms in different landscapes across the European continent have been assembled. These results provide us today with an enriched data base for working with lichens for monitoring the condition of freshwater habitats. The new data are challenging older perceptions on threats and allow better ways for monitoring the condition of populations of freshwater lichens and priority setting for conservation purposes. Still gaps remain, particularly when it comes to knowledge about distribution patterns in the South of Europe. Possible steps to accelerate the closure of these gaps and strategies to proceed with working with freshwater lichens while the knowledge gaps are still there will be discussed in a European perspective.

## Effect of Climate Change on range shift of *Peltigera* Willd. in the European Alps

Chiara Vallese<sup>1</sup>, Gabriele Casazza<sup>2</sup>, Paolo Giordani<sup>3</sup>, Renato Benesperi<sup>4</sup>, Juri Nascimbene<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biological Geological and Environmental Sciences, University of Bologna; <sup>2</sup>Aix Marseille Université, Avignon Université, CNRS, IRD, IMBE; <sup>3</sup>Dipartimento di Farmacia (DIFAR), Università di Genova;

<sup>4</sup>Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze

Alpine ecosystems are an important reservoir of biodiversity at European and global scale but are among the most threatened by climate change. In the Alps, lichens largely contribute to biodiversity and ecosystem functioning and may also provide early warning signals for detecting the biotic effects of climate change due to their sensitiveness to temperature and precipitation. In this context, our work aims at estimating the effect of climate change on the terricolous species of the lichen genus *Peltigera* Willd. across European Alps. While restricting the study to a group of species that shared similar evolutionary history, thus avoiding comparisons among phylogenetically distant species, these lichens span contrasting environmental gradients and have a range of morpho-functional traits. On this basis, they are a promising study system for exploring the mechanisms that regulate species response to climate change. We used Species Distribution Models (SDM) to forecast the percentage of predicted range change and turnover across time-slices. Only three species, namely *Peltigera monticola* Vitik., *Peltigera membranacea* (Ach.) Nyl. and *Peltigera ponojensis* Gyeln., seem to conserve their current range until 2050, while most species show a low positive value of range change and a high value of range turnover. This indicates that in the next decades range gain will counteract range loss, if these species would be able to track new climatically suitable areas. In *Peltigera*, sexual dispersal by spores is more frequent than asexual dispersal by vegetative propagules and this could provide an adaptive advantage to these lichens both promoting new resistant phenotypes and allowing long-range dispersal that enhances the probability to reach suitable sites. However, sexual dispersal implies the re-establishment of the lichen symbiosis, thus exposing the species to the risk of a mismatch between the mycobiont and the photobiont triggered by climate change.

## Unraveling evolutionary history and population structure of the Mediterranean lichen *Solenopsora candicans* (Leprocaulaceae)

Zuzana Fačkovcová<sup>1</sup>, Marek Slovák<sup>1,2</sup>, Peter Vďačný<sup>3</sup>, Andrea Melichárková<sup>1</sup>, Judita Zozomová-Lihová<sup>1</sup>, Alica Hindáková<sup>1</sup>, Anna Guttová<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Plant Science and Biodiversity Centre, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia, <sup>2</sup>Department of Botany, Charles University, Prague, Czech Republic, <sup>3</sup>Department of Zoology, Comenius University in Bratislava, Slovakia

The lichen species traditionally considered as widespread with broad, intercontinental distributions may comprise several biogeographically and ecologically structured genetic lineages. The genetic diversity in these entities might have been formed by the interplay of climatic and geographic factors and ecotypic differentiation. The complex geological and paleoclimatic history of the Mediterranean Basin is supposed to lead to complex phylogeographic patterns reflected in the genetic structure of extant populations of Mediterranean biota. In the present study, we focus on the genetic structure and evolutionary history of the Mediterranean lichen *Solenopsora candicans* whose distribution also reaches Atlantic coast, Central Europe and Black Sea coast. The study is based on multiple nuclear DNA markers of lichen-forming fungus. The population genetic analyses revealed multiple diversity centres and refugia across the entire Mediterranean Basin. As a next step to obtain deeper insight into the potential diversification processes and ecological adaptations within the whole genus, we test the genetic structure of nine closely related representatives of the genus *Solenopsora* against the genetic structure of their algal symbionts as well as the type of reproduction, ecological variances, and the character of their distribution (strictly Mediterranean taxa, taxa with wider range across Europe reaching the continent, and edaphic vicariants).

The study is supported by the Slovak Research and Development Agency (APVV-15-0210) and the Scientific Grant Agency of the Slovak Republic (VEGA 2/0032/17).

## Importanza dei valori di *background* nel determinare gli *EU ratios*: un approccio bayesiano alla valutazione dell'incertezza

Stefano Loppi

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena

Nel monitoraggio ambientale, la valutazione dell'inquinamento da metalli pesanti nel suolo o nei sistemi idrici viene effettuata attraverso il calcolo di indici di contaminazione basati sul rapporto tra i valori misurati e concentrazioni soglia stabilite per legge. In mancanza di tali valori soglia, è prassi consolidata utilizzare valori di *background*. Per la tecnica dei trapianti lichenici non vi sono concentrazioni di riferimento, perciò si prevede di utilizzare il rapporto tra i valori misurati nei campioni prima (*unexposed* - *U*) e dopo l'esposizione (*exposed* - *E*), noto come *EU ratio*. Essendo adimensionale, tale rapporto consente di effettuare confronti sia spaziali che temporali non solo nella stessa area, ma anche tra aree e specie diverse.

Per avere dati affidabili è necessario campionare e analizzare un numero congruo di campioni, ma questo implica un aumento del carico analitico, che è solitamente il principale fattore limitante di ogni progetto di bioaccumulo a causa dei costi. Pertanto, questo tipo di indagini necessita di un punto di bilanciamento tra attendibilità scientifica e limitazioni economiche.

Nondimeno l'incertezza del dato ottenuto necessita di essere quantificata, in particolare nei casi di controversia ambientale, dove distinguere tra aree impattate e aree non o scarsamente impattate è di importanza fondamentale.

Nel caso degli *EU ratios* l'incertezza deriva sia dai campioni esposti che da quelli non esposti, ma se il "rumore di fondo" (*noise*) dei campioni non esposti è elevato, diventa difficile distinguere il "segnale" (*signal*) dei campioni esposti.

Tuttavia, non avendo certezze sui dati dei campioni pre-esposizione a causa del fatto che non sono veri controlli e non è possibile un vero confronto appaiato, è necessario incorporare tutta la loro variabilità nel computo dell'incertezza.

Viene presentata una disamina su come individuare i valori di *background* e su come un approccio statistico bayesiano possa risultare molto proficuo nella stima dell'incertezza.

## Feasibility study for the application of European guidelines for mapping lichen diversity as environmental indicator in Pretoria (Republic of South Africa)

Khumbudzo Walter Maphangwa<sup>1</sup>, Giorgio Brunialti<sup>2</sup>, Luisa Frati<sup>2</sup>, Marco Calderisi<sup>2</sup>,  
Francesca Giorgolo<sup>2</sup>, Memory Tekere<sup>1</sup>, Luciana Zedda<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental Sciences, University of South Africa; <sup>2</sup>TerraData srl environmetrics, Spin-off of the University of Siena; <sup>3</sup>BIO-Diverse, Bonn

The applicability of the European guidelines for monitoring lichen diversity as indicator of environmental stress were tested in the City of Tshwane (Pretoria) in South Africa. Three different tree species (native *Acacia karoo* and *A. caffra*, and exotic *Jacaranda mimosifolia*) were investigated under two main land use types (“Industrial areas and busy roads” and “Parks and nature reserves”). The variability of Lichen Diversity Values (LDVs) and that of the frequency of lichen species was studied by means of descriptive statistics, univariate analysis and Principal Component Analysis (PCA). A naturality/alteration interpretative scale based on the percentile deviation from natural conditions was developed and an interpolated LDV map of the study area was elaborated.

LDVs and lichen species frequencies on the selected trees are significantly different. LDVs of alien *Jacaranda* are lower than that of native *Acacia*. Also, trees in “Parks and nature reserves” have significantly higher LDVs than those of “Industrial areas and busy roads”.

The PCA shows an increasing gradient of lichen diversity for positive values of Axis 1 in relation to the trees sampled in “Parks and natural reserves”, with the highest distance from emission sources, where native *Acacia* trees are mainly distributed. On the contrary, most of the trees sampled in “industrial areas and busy roads” and on alien *Jacaranda* trees are characterized by negative values of Axis 1.

Although it is difficult to find suitable trees and plots by following the sampling procedures included in the European guidelines, this study shows that lichen diversity responds well to environmental disturbance, especially due to air pollution, also in Pretoria. Therefore, the European standardized monitoring method can be applied in South Africa, by adopting a stratified random sampling and a more flexible strategy for tree selection.



## Modeling lichen diversity in relation to environmental predictors. The case study of the city of Pretoria (South Africa)

Giorgio Brunialti<sup>1</sup>, Khumbudzo Walter Maphangwa<sup>2</sup>, Luisa Frati<sup>1</sup>, Marco Calderisi<sup>1</sup>, Francesca Giorgolo<sup>1</sup>, Memory Tekere<sup>2</sup>, Luciana Zedda<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>TerraData srl environmetrics, Spin-off of the University of Siena; <sup>2</sup>Department of Environmental Sciences, University of South Africa; <sup>3</sup>BIO-Diverse, Bonn

The results of a biomonitoring study carried out in the City of Tshwane Metropolitan Municipality (Pretoria) in South Africa (29 sites, 164 trees; tree species surveyed: *Acacia caffra*, *A. karoo*, *Jacaranda mimosifolia*) was used to model the relationship among epiphytic lichen diversity (LDV and lichen species) and the following environmental predictors: site and tree level variables (altitude, land use, distance from emission sources, tree circumference, tree species); climatic variables (air temperature, pressure and humidity, wind speed and direction) and pollutants (CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM10, O<sub>3</sub>).

The dataset of air pollutants and climate variables of 5 air quality monitoring stations was obtained after a screening for data completeness and an imputation of missing data. This dataset was interpolated (Inverse Distance Weighting) to assign values to each of the 29 lichen monitoring stations.

PCA was used as explorative multivariate analysis to study the relationships among lichen diversity and the predictors. Well-developed lichen communities show an opposite trend with respect to the main atmospheric pollutants.

Generalized Linear Models were applied to fit the relationship between a set of environmental predictors and the response variables LDV and lichen species. The models were significant for LDV and for 10 lichen species. Industrial areas and the proximity of busy roads negatively affect LDV ( $p < 0.001$ ) and the frequency of many lichen species. *A. karoo* trees are positively related to lichen diversity ( $p < 0.001$ ) and the abundance of some species: *Culbersonia nubila*, *Pyxine cocoes* ( $p < 0.05$ ), *Flavoparmelia flaventior*, *F. soredica*, *Lepraria* spp., *Parmotrema austrosinense* ( $p < 0.01$ ). Atmospheric concentrations of NO<sub>x</sub> negatively affect LDV ( $p < 0.05$ ) and the frequency of *Candelaria concolor* ( $p < 0.01$ ), *Lepraria* spp. ( $p < 0.001$ ) and *Pyxine cocoes* ( $p < 0.05$ ). *Culbersonia nubila* and *Lepraria* spp. are positively and negatively correlated with atmospheric SO<sub>2</sub> ( $p < 0.01$ ) respectively.

## **Diversità lichenica e indicatori di Gestione Forestale Sostenibile: sviluppo di modelli predittivi**

Giorgio Brunialti <sup>1</sup>, Luisa Frati <sup>1</sup>, Marco Calderisi <sup>1</sup>, Francesca Giorgolo <sup>1</sup>, Simonetta Bagella <sup>2</sup>, Giada Bertini <sup>3</sup>, Roberto Fratini <sup>4</sup>, Elena Gottardini <sup>5</sup>, Andrea Cutini <sup>3</sup>

<sup>1</sup>TerraData srl environmetrics, Spin-off dell'Università di Siena; <sup>2</sup>Università degli Studi di Sassari; <sup>3</sup>CREA Centro di ricerca Foreste e Legno; <sup>4</sup>Università degli Studi di Firenze; <sup>5</sup>Centro Ricerca ed Innovazione, Fondazione Edmund Mach (FEM)

I licheni, pur essendo indicatori degli effetti della gestione forestale, non sono ancora inseriti tra gli indicatori di Gestione Forestale Sostenibile (GFS) di Forest Europe. Nell'ambito del progetto LIFE FutureForCoppiceS (LIFE14 ENV/IT/000514), che si prefiggeva di migliorare le conoscenze e promuovere la gestione forestale sostenibile dei boschi cedui, la diversità dei licheni epifiti è stata testata tra i nuovi indicatori di GFS, da affiancare alla lista di indicatori consolidati. Le indagini sono state condotte in tre siti del progetto selezionati per testare nuovi indicatori GFS, per un totale di 18 aree permanenti. I siti coprono tre tipi forestali: faggete montane, foreste decidue termofile e foreste di latifoglie sempreverdi. La diversità lichenica è stata rilevata su 72 alberi utilizzando il metodo dell'Indice di Biodiversità Lichenica.

Lo scopo di questo lavoro è quello di studiare la relazione tra la diversità lichenica e alcuni degli indicatori GFS e sviluppare modelli predittivi che ne rappresentino l'andamento nei boschi cedui. Gli indicatori di GFS e le relative variabili considerate nei modelli riguardano i seguenti aspetti: contributo al ciclo del carbonio (Criterio 1: biomassa epigea totale, stock di carbonio), salute e vitalità degli ecosistemi forestali (Criterio 2: defogliazione e danni forestali), funzioni produttive dei boschi (Criterio 3: legna da ardere), diversità biologica delle foreste (Criterio 4: ricchezza di piante erbacee, di funghi lignicoli e commestibili, volume di legno morto), funzioni protettive dei boschi (Criterio 5: copertura del soprassuolo e del sottobosco), funzioni socio-economiche (Criterio 6: ricavi netti, valore ricreativo). L'analisi statistica dei dati, condotta con metodi esplorativi (PCA) e di regressione (GLM) ha evidenziato una distribuzione della diversità lichenica correlata principalmente con le variabili relative al Criterio 1 e al Criterio 4 di GFS.

Lavoro finanziato dal LIFE Programme of the European Commission: Grant Agreement LIFE14 ENV/IT/000514 (LIFE FutureForCoppiceS, "Shaping future forestry for sustainable coppices in Southern Europe: the legacy of past management trials").

## Retention of radiocaesium particle in Parmelioid lichens

Terumi Dohi<sup>1</sup>, Kenso Fujiwara<sup>1</sup>, Yoshihito Ohmura<sup>2</sup>, Hisaya Tagomori<sup>3</sup>, Kazuki Iijima<sup>1</sup>, Akihiro Kitamura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sector of Fukushima Research and Development, Japan Atomic Energy Agency (JAEA), Japan; <sup>2</sup> Department of Botany, National Museum of Nature and Science, Japan; <sup>3</sup> Kyusyu Environmental Evaluation Association, Japan

In order to understand and estimate the behavior of radiocaesium discharged by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station (FDNPS) accident in the environment, it is essential to clarify the chemical characteristics of initially deposited radiocaesium. Since lichens are known to uptake and retain radionuclides in thalli for long periods, they are expected to be successfully used as bioindicators for the characterization of fallout radiocaesium. It is expected that lichens can uptake radiocaesium by both ion exchange and particulate entrapment. However, little is known about such mechanisms.

In this study, we focused on parmelioid lichens, which are commonly distributed throughout the Fukushima prefecture in Japan. In particular, we investigated the characteristics of particulate matter containing radiocaesium (caesium particles) accumulated by lichens using electron microscopy. Lichen samples were collected around the FDNPS and exposed to the imaging plate to take autoradiograph images. Caesium particles were detected by electron microscopy and separated from the thalli by a micromanipulator. The radiocaesium activity of particles was determined by gamma spectroscopy. In addition, surface structures and cross-sections of thalli were observed by electron microscope. Inhomogeneous distributions of radiocaesium were observed in lichens on autoradiograph images. Several micron-sized caesium particles were detected in black dot-like spots on/in the surface of thalli. The ratio of <sup>134</sup>Cs and <sup>137</sup>Cs of the particles indicated that it was originated from the FDNPS accident. Soil mineral particles were also found in the neighborhood of the caesium particles on the thalli. Both kind of micron-sized particles were observed on and inside the thalli, showing that radiocaesium particles may be captured and retained, inside the thallus, on the surface, and within the *cortex*.

## **Biomonitoraggio lichenico a Milano - episodio 1: la realtà urbana vista con gli occhi dei trapianti**

Tania Contardo<sup>1</sup>, Andrea Vannini<sup>1</sup>, Kunal Sharma<sup>1</sup>, Paolo Giordani<sup>2</sup>, Stefano Loppi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; <sup>2</sup>Dipartimento di Farmacia, Università di Genova

Vengono presentati i risultati di uno studio di biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite trapianti di *Evernia prunastri* esposti per tre mesi nell'area del comune di Milano. Il piano di campionamento ha rappresentato individualmente ognuna delle 9 Zone di Decentramento che costituiscono l'area comunale e 3 zone trasversali concentriche rappresentanti il centro, la semi-periferia e la periferia milanese. I parametri indagati sono stati il bioaccumulo di elementi in traccia (Al, As, Fe, Cd, Cr, Cu, Pb, Pt, Sb, Zn), l'efficienza fotosintetica ( $F_v/F_m$ , PI), il contenuto di clorofilla e l'integrità delle membrane cellulari. Utilizzando strumenti di informazione territoriale (QGIS) e software di interpolazione specifici è stato possibile creare mappe di deposizione dei contaminanti. Tramite analisi di *source apportionment* sono state individuate le fonti di contaminazione più probabili. I risultati faranno da sfondo a una successiva analisi di confronto con dati di deprivazione socio-economica ("Environmental Justice" - episodio 2) e ad un'ulteriore integrazione con la percezione del rischio ambientale esaminata tramite questionario alla popolazione ("Perception Analysis" - episodio 3).

## **Campionatori passivi del mercurio gassoso e licheni: verso un approccio integrato per la valutazione del rischio ecologico e la gestione dei siti contaminati**

Fabrizio Monaci<sup>1</sup>, Stefania Ancora<sup>2</sup>, Giacomo Mariotti<sup>2</sup>, Riccardo Dei<sup>2</sup>, Luca Paoli<sup>3</sup>, Andrea Vannini<sup>1</sup>, Stefano Loppi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; <sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Fisiche della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena; <sup>3</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Pisa

Il mercurio (Hg) è un metallo tossico, soggetto a bioaccumulo e biomagnificazione, pericoloso per la salute umana e gli animali. Il Hg è anche considerato un contaminante globale, poiché ubiquitario in atmosfera e in grado di permanere in fase di vapore per periodi molto lunghi e di essere trasportato su lunghe distanze. I processi di deposizione umida e secca costituiscono le vie critiche che trasferiscono questo contaminante agli ecosistemi terrestri e acquatici, anche i più remoti. La possibilità di monitorare efficacemente il Hg in aria è quindi essenziale per la protezione ambientale e sanitaria, tant'è che il monitoraggio atmosferico di questo contaminante costituisce uno specifico requisito della Convenzione di Minamata. Per decenni, l'uso dei licheni epifiti ha svolto un ruolo chiave nella valutazione della contaminazione da Hg negli ambienti terrestri. Recentemente, il gruppo di ricerca del Prof. Wania (Università di Toronto), ha sviluppato e reso disponibile un nuovo sistema di monitoraggio con campionatori d'aria a diffusione passiva, con possibilità senza precedenti per l'identificazione e la quantificazione delle sorgenti di Hg, oltre che per il monitoraggio in ambienti remoti e su scala globale. Qui si riportano i risultati delle recenti ricerche (2015-2016) e di quelle attualmente in corso che vedono l'uso del monitoraggio passivo e del monitoraggio lichenico presso l'area della miniera di Abbadia San Salvatore (Monte Amiata, Siena), una delle principali sorgenti di Hg atmosferico sia a scala locale che globale. I due approcci, quello biologico e quello basato su campionatori d'aria, si integrano facilmente nella ricerca ecotossicologica, offrendo nuove prospettive, utili a migliorare le attuali conoscenze dei processi di assorbimento e accumulo del Hg nei licheni esposti, oltre ad essere di supporto nella gestione delle aree contaminate.

## Graphene related nanomaterials and their effects on the green microalga *Trebouxia gelatinosa*

Fabio Candotto Carniel<sup>1</sup>, Elisa Banchi<sup>1,2</sup>, Alice Montagner<sup>1</sup>, Matteo Crosera<sup>3</sup>, Alberto Pallavicini<sup>1</sup>, Ester Vázquez<sup>4</sup>, Maurizio Prato<sup>3</sup>, Mauro Tretiach<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste; <sup>2</sup>Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, OGS Trieste; <sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Università di Trieste; <sup>4</sup>Instituto Regional de Investigación Científica Aplicada (IRICA), Universidad de Castilla-La Mancha

Graphene is a 2D-carbon nanomaterial of extraordinary chemical-physical properties. Defined as the game-changing material of the future, it is used always more often in everyday-life objects. This might lead to a release of graphene-related nanomaterials (GRMs) into the environment by wearing off and incorrect disposal of GRMs-containing objects with unpredictable effects on photoautotrophic organisms. Here we studied the potential effect of GRMs on the lichen photobiont *Trebouxia gelatinosa*, as a representative of lichenizing aero-terrestrial green microalgae. Algae were subjected to short- and long-term exposures to few-layers graphene (FLG) and graphene oxide (GO) at 0.01, 1 and 50  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . GRMs internalization was investigated after short-term exposures with confocal microscopy, Raman spectroscopy and TEM. Effects of GRMs were compared to the stress induced by  $\text{H}_2\text{O}_2$  by analysing chlorophyll a fluorescence ( $\text{Chl}_a\text{F}$ ), expression of stress-related genes and membrane integrity. Effects of up to 4-week-long exposures were assessed analysing growth dynamics,  $\text{Chl}_a\text{F}$  and photosynthetic pigments. FLG was detected at the interface between cell wall and plasma membrane, whereas GO was observed adherent to the external wall surface. FLG caused the down-regulation of HSP70-1 gene, with the protein level remaining stable, whereas GO was ineffective. In comparison,  $\text{H}_2\text{O}_2$  produced dose- and time-dependent effects on  $\text{Chl}_a\text{F}$ , gene expression and HSP70 protein level. Long-term exposures to GRMs did not affect growth dynamics,  $\text{Chl}_a\text{F}$  and photosynthetic pigment contents indicating that the few short-term effects were not dangerous on the long-term. The results suggest that harmless interactions occurred between FLG and plasma membrane, activating a down-regulation of the HSP70-1 gene similar to that induced by  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Our work shows that studying GRMs effects on non-model organisms is important since the results could significantly differ from those obtained on model green microalgae.

## **Caratterizzazione di licheni e patine microbiologiche sulle rocce istoriate del Parco Nazionale delle Incisioni Rupestri di Naquane (Valle Camonica) e metodiche per il loro controllo**

Sergio E. Favero-Longo<sup>1</sup>, Enrica Matteucci<sup>1</sup>, Maria Giuseppina Ruggiero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; <sup>2</sup>Polo Museale della Lombardia

Nell'ambito del progetto *Monitoraggio e buone pratiche di tutela del patrimonio del sito UNESCO n. 94 "Arte rupestre della Valle Camonica: nuove aree, monoliti dell'età del Rame e pitture (legge 77/06 EF 2015)"*, sono state effettuate ricerche nel Parco Nazionale delle Incisioni Rupestri di Naquane (Capo di Ponte, BS) allo scopo di caratterizzare i fattori (micro-)ambientali responsabili delle dinamiche di colonizzazione lichenica sulle rocce incise e individuarne le potenziali strategie di controllo. Indagini sulla diversità lichenica, realizzate in 54 parcelle (50×50 cm) distribuite su 23 rocce istoriate, hanno evidenziato la presenza di due principali comunità, differenziate per il livello di xerofilia e costituite da un totale di 37 taxa. Analisi statistiche hanno mostrato come (i) prossimità della copertura arborea e (ii) terreno e vegetazione erbacea al di sopra della parcella siano fattori dominanti nel favorire una rapida ricolonizzazione in seguito agli interventi di restauro. Dalla primavera 2018 è inoltre in corso il monitoraggio ad intervalli stagionali di 27 tasselli di prova (a) oggetto o meno di trattamento con biocidi prima della pulitura meccanica, (b) trattati con prodotti impermeabilizzanti e/o consolidanti, e (c) trattati con sostanze inibitrici della crescita di microrganismi, quali benzalconio cloruro, oli essenziali di Lamiaceae, acido usnico e nanoparticelle di TiO<sub>2</sub>. Analisi fluorimetriche realizzate ricampionando ad ogni intervallo i medesimi 30 punti di ciascun tassello hanno evidenziato come la mancata applicazione del pre-trattamento biocida e l'applicazione di idrorepellenti a base di organosilossani siano elemento favorente la ricolonizzazione. Oli essenziali e, subordinatamente, acido usnico riducono invece significativamente la rapida ricomparsa dei microrganismi fotoautotrofi. Ulteriori andamenti, nonché la sequenza di ricolonizzazione delle diverse specie licheniche, potranno essere verificati con il proseguimento del monitoraggio.

## Absorption of $\text{Cu}^{2+}$ and $\text{Zn}^{2+}$ in chitin, chitosan and *Evernia prunastri*

Andrea Vannini<sup>1</sup>, Daniel Dagodzo<sup>1</sup>, Stefan Fränze<sup>2</sup>, Stefano Loppi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Life Sciences, University of Siena, Italy; <sup>2</sup>Department of Biology and Environmental Sciences, Technical University of Dresden, Germany

Lichens are known to absorb elements in ionic form through non-cuticular surfaces by ion-exchange mechanisms plus some poorly-defined kinetics of intracellular uptake. Ion-exchange has the great advantage of providing a clue on bioavailability rather than on absolute concentrations, i.e. avoiding considering the accumulation of elements in particulate form. In addition, metabolism does imply some fractionation of elements anyhow, so in environmental biomonitoring it may be convenient to avoid metabolic processes before the elements turn up into biomass.

Since the cell wall of lichens, the main site of interaction for ion-exchange with the surrounding environment, is formed by chitin, we have compared the absorption properties of chitin, chitosan (a more hydrosoluble derivative of chitin) and *Evernia prunastri* in the accumulation of  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$ .

To this purpose, we have incubated for 1 h samples of ca. 250 mg each of chitin and chitosan (in flakes), as well as of *Evernia* (in lobes) in solutions containing individual concentrations of 0 (control), 10, 25, 50, 75 e 100  $\mu\text{M}$  of  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  (4:1 weight:vol).

This study will shed light on the possibility of using chitin and chitosan in place of lichens in environmental biomonitoring of bioavailable elements. This issue is especially relevant in consideration of the huge consumption of (slow-growing) lichen biomass that would be necessary for regular and widespread lichen biomonitoring surveys.



## ***Cladonia portentosa*, more nitrogen-tolerant than expected**

Silvana Munzi<sup>1</sup>, Cristina Cruz<sup>1</sup>, Cristina Branquinho<sup>1</sup>, Giampiero Cai<sup>2</sup>, Claudia Faleri<sup>2</sup>, Luigi Parrotta<sup>3</sup>, Luca Bini<sup>4</sup>, Assunta Gagliardi<sup>4</sup>, Ian D. Leith<sup>5</sup>, Lucy J. Sheppard<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal; <sup>2</sup>University of Siena, via Mattioli 4, Siena, Italy; <sup>3</sup>Department of Biological, Geological and Environmental Sciences, University of Bologna, Italy; <sup>4</sup>Department of Life Sciences, University of Siena, Siena, Italy; <sup>5</sup>Centre for Ecology & Hydrology (CEH) Edinburgh, Bush Estate, Penicuik, UK

The effects of nitrogen (N) excess are widely studied, being N currently considered a major threat to the environment. Parameters like dose, chemical form and time of exposure are crucial in determining type and extent of biological effects of N on lichens.

Since N sources are mainly livestock, agricultural practices like the use of fertilizers, and fossil fuel combustion, episodes of chronic N stress are more common than acute stress ones and lichens can be exposed to atmospheric N for years. The response of some lichen species to prolonged exposure is well known, however, for some others, we refer to the average characteristics of the genus, in absence of specific knowledge.

*Cladonia portentosa* is generally considered a N-sensitive species, however, its continuous presence in a N manipulative site for many years indicates its ability to cope with N deposition exceeding the natural background. We investigated the changes occurred to the lichen *C. portentosa* after a long-term (11 years) exposure to various forms and doses of N. Parameters regarding both the symbionts (photosynthetic parameters, algal ultrastructure, surface pH, total N and carbon content, N and C isotopes and extracellular enzymatic activity) analyzed in control samples and samples exposed to N for 11 years showed that *C. portentosa* was able to maintain its physiological parameters unaltered, ensuring its functionality. Proteomic analyses of thalli exposed both for 6 months and 11 years showed very few differences between short-term and long-term exposure only in the expression of subunits of ATP synthetase and protease.

**Acknowledgements:** to the European Union Seventh Framework Programme ([FP7/2007-2013] [FP7/2007-2011]) under grant agreement n° [301785] and Transnational Access to Research Infrastructures activity in the 7th Framework Programme of the EC under the ExpeER project; Fundação para Ciência e Tecnologia Investigador contract and projects IF/00964/2013 and UID/BIA/00329/2013 (2015–2018).

## Confronto tra la capacità di accumulo di elementi in talli vivi e devitalizzati di *Pseudevernia furfuracea*: when 'dead' is not so bad

Elva Cecconi, Lorenzo Fortuna, Marco Peplis, Mauro Tretiach  
Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli Studi di Trieste

La capacità di accumulo di *Pseudevernia furfuracea* in relazione alla sua attività fisiologica è stata investigata utilizzando matrici vive e devitalizzate nell'ambito di un biomonitoraggio ambientale con trapianti in un'area della pedemontana pordenonese già oggetto di precedenti indagini.

Il materiale lichenico è stato raccolto nel dicembre 2016 in un'area di background delle Alpi Carniche. Dopo la pulizia, una parte del materiale è stata lasciata al buio in una cella refrigerata a 10°C per 18 mesi, trattamento sufficiente a garantirne la completa devitalizzazione; il restante materiale è stato invece disidratato, posto sottovuoto e mantenuto a -20°C per preservarne la vitalità. A seguire, lo "stato di salute" dei talli è stato verificato mediante misure di fluorescenza clorofilliana (efficienza fotosintetica,  $F_v/F_m$ ). Coppie di campioni - vivi/devitalizzati - sono state quindi esposte per 8 settimane in 39 siti, garantendo modalità di esposizione uniformi.

Le concentrazioni di 24 elementi, espresse in termini di *EU ratio* (rapporto tra valori di concentrazione in campioni esposti e non), hanno mostrato differenze statisticamente significative nel 75% dei casi (test di Wilcoxon). Gli elementi legati allo stato fisiologico dei talli (K, Na, S, P), generalmente caratterizzati da assenza di bioaccumulo o bioaccumulo basso, hanno mostrato valori inferiori nei talli devitalizzati in più dell'80% dei siti. Un pattern opposto è emerso per gli elementi terrigeni Al, Ca, Fe e Ti. Gli elementi di interesse ambientale (As, Cd, Co, Hg, Pb), caratterizzati al più da bioaccumulo moderato con massimi non outlier inferiori a 2.3, hanno mostrato *EU ratio* significativamente più elevati nei talli morti, suggerendo una maggior efficienza d'accumulo da parte della matrice devitalizzata in caso di deposizioni ambientali contenute.

## The end of a lichen relationship: can the mycobiont survive without the photobiont?

Maria Beatrice Castellani<sup>1</sup>, C Gouveia<sup>2</sup>, C Cruz<sup>1</sup>, A Silva<sup>2</sup>, Silvana Munzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>cE3c - Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes, FCUL Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal; <sup>2</sup>BioISI – Biosystems and Integrative Sciences Institute, FCUL Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal

Lichens are a stable symbiotic association between a mycobiont and one or more autotrophic photobionts, where the mycobiont offers a suitable habitat for the growth and the physiological activities of the photobionts and the photobiont provides fixed carbon from photosynthesis. Although the establishment of the lichen symbiosis is widely studied, its breakdown is scarcely known. What if the photobiont dies? We hypothesized that, deprived of its carbon source, the mycobiont can switch from a symbiotic to a saprotrophic lifestyle, degrading and feeding on the algal cells. To check this hypothesis, samples of *Xanthoria parietina* and *Parmotrema hypoleucinum*, two lichen species with same photobiont and well known ecology and physiology, were subjected, along 30 days, to an herbicide solution or incubation in the dark to kill/inhibit the photobiont. Algae viability, fungi viability and extracellular enzyme activity were periodically monitored. We expected a gap period between the death of the two partners with the mycobiont staying viable for longer time than the photobiont and an increase in the production of degradation enzymes in the mycobiont to digest the algal cells. The photobiont of both lichens showed a reduced viability when treatments were applied. However, the forecasted increase in extracellular enzyme production did not occur and the fungal dehydrogenase activity was quite stable in the samples with the mycobiont showing an initial signal of stress only after 20 days in the dark in *X. parietina*. Therefore, to ensure induction of starvation in the mycobiont, a longer experiment was performed with lichen samples incubated in the dark for two months, and a greater number of parameters (fluorescence parameters, concentration of chlorophyll *a*, *b* and carotenoids, dehydrogenase activity, malondialdehyde, enzymatic activity and quantification of sugars) was measured. Results are presented and discussed.





## POSTER

*A cura di*

Juri Nascimbene, Chiara Vallese, Alessandro Chiarucci

*Revisione dei testi a cura di*

Elva Cecconi, Paolo Giordani, Andrea Vannini,  
Gabriele Gheza e Renato Benesperi



## Biomonitoring of atmospheric heavy metals in contaminated sites under phytoremediation

Roberta Ascolese<sup>1</sup>, Anna Di Palma<sup>1,2</sup>, Carmen Zannella<sup>1</sup>, Luigi Duri<sup>1</sup>, Paola Adamo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II; <sup>2</sup> Japan Atomic Energy Agency (JAEA), Fukushima Environmental Safety Center

To evaluate the air quality of two contaminated areas under phytoremediation, samples of two moss species were transplanted in nylon bags, and their ability to intercept atmospheric pollutants was compared. The two sites examined in this study are part of EU-LIFE ECOREMED project which provided for the planting of poplar trees to reduce the bioavailability of heavy metals in soil. Biomonitoring by moss-bags was employed to assess the effectiveness of phytoremediation in stabilizing the soil surface and in minimizing the atmospheric dispersion of heavy metal-enriched soil particles. *Hypnum cupressiforme* moss species, collected from low-contaminated areas, were oven dried and pre-treated with EDTA solutions. Moss shoots were included inside nylon bags and exposed at the transplant sites for six weeks, in two different seasons. Before and after the exposure, element concentrations in moss samples were determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) and results were statistically processed according to the enrichment function proposed by Couto *et al.* (2004). Besides, indoor/outdoor analysis were carried out in order to evaluate dust dispersion levels in some workplaces. For this purpose, bioreactor-grown *Sphagnum palustre* was also employed due to its extremely low baseline elemental content. Finally, some moss samples were analyzed by scanning electron microscope equipped with an X-ray microprobe (SEM-EDX) to investigate the morphology and chemical composition of particulate matter and to get information about its possible source of origin. The results confirmed the effectiveness of phytoremediation in reducing the load of airborne dust and in stabilizing soil surface, avoiding the spread of heavy metals in the atmosphere. *S. palustre* species showed a greater sensitivity in terms of metal uptake, compared to the native *H. cupressiforme*, endorsing the advantage of using this *in vitro* cultivated material.

## Influenza delle formiche sulla diversità funzionale e floristica dei licheni epifiti nelle foreste montane di *Abies alba*

Renato Benesperi, Paride Balzani, Elisabetta Bianchi, Maria Beatrice Castellani, Luca Di Nuzzo, Filippo Frizzi, Alberto Masoni, Federica Morandi, Ylenia Sozzi, Giacomo Santini  
Dipartimento di Biologia, Università di Firenze

Il gruppo *Formica rufa* comprende diverse specie che sono comunemente indicate come “formiche rosse del bosco” - RWA. Generalmente queste formiche sono numericamente ed ecologicamente dominanti e possono influenzare la struttura e le dinamiche degli habitat colonizzati. Per questo, diverse specie di RWA sono state utilizzate come agenti di controllo biologico e nell’ultimo decennio alcuni nidi provenienti dalle Alpi sono stati trapiantati lungo la penisola. Tuttavia, le stesse caratteristiche che hanno reso queste specie interessanti come agenti di controllo le hanno anche rese potenzialmente pericolose per altri organismi. Una recente indagine sulla specie *Formica paralugubris* ha dimostrato un effetto dannoso sulla fauna locale degli invertebrati. Nonostante ciò, ancora non esistono informazioni circa i possibili effetti sulle comunità licheniche epifite.

Per colmare tale lacuna tre nidi di *F. paralugubris* sono stati selezionati dalle popolazioni introdotte nella Riserva Naturale di Campigna (Foreste Casentinesi) e utilizzati come centro di un plot di 20 m di raggio. Per campionare le comunità licheniche sono stati selezionati 6 alberi per plot. Altri tre plot sono stati individuati come controllo in zone limitrofe in cui i nidi sono assenti. La diversità lichenica è stata campionata secondo il metodo LDV applicando le griglie a tre differenti altezze dal suolo (0, 50 e 100 cm) a diverse esposizioni. Dall’analisi dei dati non è emerso nessun impatto sulla ricchezza di specie, mentre è stata rilevata una differenza significativa tra i siti di controllo e quelli con le formiche per la componente floristica. Le analisi sulla diversità funzionale hanno evidenziato differenze significative tra i siti di controllo e quelli occupati dalle RWA. Questo studio, sebbene preliminare, ha rivelato un effetto significativo riguardo alla presenza delle RWA nelle comunità licheniche e ha esteso la nostra conoscenza dell’impatto di tali specie importate nelle comunità autoctone.



## Using *Evernia prunastri* as an alternative biosorbent for the treatment of wastewater

Elisabetta Bianchi<sup>1</sup>, Renato Benesperi<sup>1</sup>, Ilaria Colzi<sup>1</sup>, Andrea Coppi<sup>1</sup>, Chiara Berardi<sup>2</sup>, Alexandra Antal<sup>2</sup>, Donatella Fibbi<sup>2</sup>, Cristina Gonnelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, University of Florence; <sup>2</sup> Gestione Impianti Depurazione Acque SpA, Prato

The presence of heavy metal contamination in watercourses is one of the most important environmental concerns. There are many studies on the use of economical and effective methods for the development of new removal technologies of those pollutants. They are based on biosorption, an emerging and attractive technology based on the sorption of dissolved substances by a biomaterial. The main advantages of this technique are the reusability of biomaterial, low operating costs, improved selectivity for specific metals of interest, short operation time, and no production of secondary compounds, which might be toxic. Further, a vast array of biological materials such as bacteria, cyanobacteria, algae, yeasts, fungi and lichens, have drawn much attention for the removal and recovery of heavy metal ions due to their good performance and availability. Amongst the mentioned biomaterials, lichens are characterized by a high sorption capacity, and special attention must be given to their application as alternative biosorbents for wastewater treatment. In this study, the adsorption properties of *Evernia prunastri* for Cu, Fe and Zn were investigated to improve the removal potential of a biosorbent derived from *Phragmites australis*, growing in a constructed wetland (CW) in Prato (Italy). We operated according to a circular economy policy: after the annual reed mowing, the biomass was dried and blended to derive a sustainable and eco-friendly biosorbent, then we evaluated the effect of adding *E. prunastri*. We operated in the most commonly batch reactors and also in fixed-bed reactors. The column system offers optimum conditions to enhance biosorption efficiency and mass transfer performance. The possibility of regeneration and biosorbent reuse was also evaluated. This is the first report of a study on the biosorption ability of *P. australis* dried biomass from its CW in combination with *E. prunastri* and on the generation of a hybrid column to optimize its use.

## La collezione lichenologica di Antonio Bertoloni conservata presso l'Erbario dell'Università di Bologna

Claudia Ceschin<sup>1</sup>, Alessandro Chiarucci<sup>1</sup>, Giuseppe Farina<sup>1</sup>, Annalisa Managlia<sup>2</sup>, Umberto Mossetti<sup>2</sup>, Juri Nascimbene<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna; <sup>2</sup>SMA Sistema Museale di Ateneo, Università di Bologna

Nell'ambito di un più ampio lavoro di studio e informatizzazione dell'*Hortus Siccus Florae Italicae* di Antonio Bertoloni conservato presso l'Erbario dell'Università di Bologna, ci siamo concentrati sulla collezione lichenologica, comprendente 839 campioni suddivisi in 5 faldoni: abbiamo valutato lo stato di conservazione dei campioni, svolto un lavoro di analisi e digitalizzazione dei metadati riportati nei cartellini e digitalizzato alcuni campioni.

Per la valutazione dello stato dei campioni è stato usato un metodo empirico tramite confronto con campioni freschi e/o immagini presenti nel database di ITALIC 5.0. Per quanto riguarda i metadati abbiamo individuato, ove possibile, nome scientifico, patronimico, località e substrato di raccolta, raccoglitore e anno di raccolta. Abbiamo poi svolto l'aggiornamento nomenclaturale, utilizzando come riferimento ITALIC 5.0, e toponomastico (con geolocalizzazione) usando Google Earth. Infine abbiamo riportato i metadati su fogli Excel, uno per ogni faldone (45Fbis, 45G, 45H, 46A, 46B). Avvalendoci di HerbScan, abbiamo scannerizzato alcuni campioni, ciascuno corredato da un barcode alfanumerico.

La quasi totalità dei campioni proviene dalle regioni del nord e del centro Italia, soprattutto Liguria, Toscana, Emilia Romagna, Marche e Abruzzo, ma molti provengono anche da Piemonte, Trentino-Alto Adige, Sardegna e Corsica. Per molti reperti non è stato possibile risalire alla località di raccolta in quanto indicati come provenienti da altri erbari senza ulteriori informazioni. Sono presenti molti campioni di specie appartenenti ai generi *Cladonia*, *Ramalina*, *Usnea*, *Lobaria* e *Cetraria*. Questo lavoro, ora alle prime fasi di sviluppo, può costituire la base per ulteriori studi di impronta ecologica e fitogeografica, attraverso la verifica della presenza delle specie nelle località indicate nell'erbario e il loro ricampionamento, al fine di valutarne eventuali modifiche di distribuzione, anche in un'ottica di Global Change.

## Biomonitoraggio lichenico a Terni nel triennio 2015-2018

Romina Ciotti<sup>1</sup>, Sonia Ravera<sup>2</sup>

<sup>1</sup> via Termine 1, Stroncone (Terni); <sup>2</sup> via del Labaro 54, Roma

Le zone urbane e periurbane di Terni sono state oggetto di un monitoraggio ambientale finalizzato alla valutazione delle variazioni dell'IBL nel triennio 2015-2018. Il disegno di campionamento è stato basato su una griglia 7x7 con passo di 1 km. Sono state selezionate 21 UCP, 9 adiacenti e centrate sulle acciaierie, 12 più esterne, distanti 1 km da quelle centrali e l'una dall'altra (tranne quella di controllo, posizionata a ridosso di una centralina ARPA). La diversità lichenica è stata rilevata complessivamente su 111 querce.

Durante il triennio la flora lichenica si è arricchita, anche se in modo diverso a seconda dell'UCP. Si è rilevato un incremento di specie pioniere (*Athallia cerinelloides*, *Lecania cyrtella*), di specie indicatrici di comunità più mature (*Punctelia jeckeri*) e, nel settore sud-orientale dell'area di studio, di specie d'interesse tipiche di ambienti naturali e seminaturali (*Bacidia arceutina*, *Fuscopannaria mediterranea* e *Porina aenea*). Nel 2015 si è registrato per l'IBL un valore minimo di 11 e un massimo di 95, nonché un trend crescente all'aumentare della distanza dalle acciaierie. Nel 2018 si è registrato un valore minimo di 10 e un valore massimo di 101, confermando il trend spaziale osservato nel 2015. Per quanto riguarda i dati nel loro complesso, i risultati evidenziano nel 2018 un IBL medio pari a  $67 \pm 23$ , con un coefficiente di variazione del 35%, manifestando una sostanziale disomogeneità che indica come le 21 UCP non siano tutte sottoposte a livelli simili di inquinamento atmosferico. Durante la campagna del 2015, la media risultava inferiore ( $63 \pm 22$ ), presentando il medesimo coefficiente di variazione.

La ripetizione del calcolo degli IBL nelle stazioni rilevate durante la campagna del 2015, ha permesso di individuare una generale tendenza al miglioramento della diversità lichenica, con variazioni percentuali che si attestano tra 0 e 43%, significative per un'unica UCP, ma considerabile di buon auspicio.

## Evernia la “suscellibile”: biomonitoraggio magnetico dell'inquinamento atmosferico a Milano

Tania Contardo<sup>1</sup>, Aldo Winkler<sup>2</sup>, Andrea Vannini<sup>1</sup>, Paolo Giordani<sup>3</sup>, Stefano Loppi<sup>1</sup>

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

<sup>3</sup>Dipartimento di Farmacia, Università di Genova

Il PM10 è la frazione delle polveri atmosferiche di diametro inferiore a 10 µm; se inalate, queste possono raggiungere le vie respiratorie più profonde e causare malattie. Le emissioni industriali e il traffico veicolare sono tra le maggiori fonti di PM10 di origine antropica, il più pericoloso per la salute, in quanto solitamente legato alla presenza di sostanze tossiche. La frazione magnetica del particolato sottile può derivare da processi di combustione, nel caso di emissioni industriali e veicolari, e da abrasioni, come per i freni veicolari e per le rotaie. Le particelle magnetiche da inquinamento sono principalmente sferule o granuli di dimensioni variabili, spesso submicrometriche, riconducibili principalmente a magnetite e solitamente associate a metalli pesanti.

Nell'ambito di uno studio di biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico tramite trapianti di *Evernia prunastri* esposti per tre mesi nel comune di Milano, oltre alle concentrazioni di elementi in traccia (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Pt, Sb, Zn), sono state indagate anche le proprietà magnetiche dei campioni lichenici, in prima istanza misurandone la suscettività magnetica, il più rapido indicatore della concentrazione di particolato magnetico. Inoltre, sono stati descritti i cicli d'isteresi dei campioni lichenici, per caratterizzarne mineralogia e granulometria magnetiche.

Quale ulteriore sviluppo metodologico, saranno verificate eventuali variazioni delle proprietà magnetiche a seconda dell'utilizzo di campioni interi, sminuzzati o polverizzati, anche in funzione delle correlazioni con le concentrazioni di metalli bioaccumulati.

## **Caratterizzazione ambientale, climatica, paesaggistica e floristica delle ecoregioni di ITALIC 5.0, il nuovo sistema informativo sui licheni d'Italia**

Marco d'Agostino<sup>1</sup>, Alessandro Chiarucci<sup>1</sup>, Juri Nascimbene<sup>1</sup>, Pier Luigi Nimis<sup>2</sup>, Stefano Martellos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze biologiche, geologiche e ambientali (BIGEA), Università di Bologna; <sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

ITALIC 5.0 permette di accedere alle informazioni ecologiche, tassonomiche e distribuzionali delle oltre 2700 specie licheniche sinora note in Italia. Il primo obiettivo di questo studio è stato l'implementazione del database online ITALIC 5.0 mediante digitalizzazione delle ecoregioni in cui il territorio è suddiviso. Su questa base, il secondo obiettivo è stato quello di caratterizzare tali ecoregioni da un punto di vista ambientale, climatico e paesaggistico. Infine, si è voluto caratterizzare la flora lichenica delle diverse eco regioni per evidenziarne qualitativamente i principali pattern di ricchezza specifica, esigenze ecologiche e tratti funzionali. La digitalizzazione delle ecoregioni è stata effettuata in ambiente GIS (QGIS, GRASS GIS, ArcMap) a partire dal DTM a risoluzione 20m d'Italia. L'estrazione dei dati ambientali è stata condotta sulla base di mappe di Uso del Suolo (Corine Land Cover), Carte Geologiche e database del clima (Worldclim e Chelsa Climate). I dati relativi alla flora lichenica sono stati estratti dal database di ITALIC 5.0.

Analizzando i pattern di ricchezza specifica emerge che, oltre alla superficie di ciascuna ecoregione, fattori di carattere ambientale, paesaggistico e climatico concorrono a determinare la distribuzione dei licheni. Ad esempio, clima caldo e arido, assieme a elevate deposizioni azotate, potrebbero essere alla base della scarsa ricchezza specifica nelle ecoregioni mediterranea secca e padana. Al contrario, l'elevata copertura di ambienti naturali, semi-naturali e boscati sembra spiegare la ricchezza di specie nelle ecoregioni montana e subalpina. Dopo una fase di test, tutto il materiale digitalizzato potrà essere incluso nella prossima versione di ITALIC.

## Distribution and population structure of the epiphytic lichen *Usnea longissima* Ach. in Val Visdende (Belluno)

Igor Da Rin Bettina<sup>1</sup>, Paolo Giordani<sup>2</sup>, Chiara Vallese<sup>1</sup>, Piero Zannini<sup>1</sup>, Juri Nascimbene<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali (BiGeA), Università di Bologna; <sup>2</sup>Dipartimento di Farmacia (DIFAR), Università di Genova

*Usnea longissima* Ach. is a dispersal limited epiphytic lichen sensitive to air pollution, forest management, and climate. In Italy, it is red-listed as critically endangered, occurring at only two localities in the eastern Alps. In particular, the larger population occurs in Val Visdende (Belluno), where the species can be found in both even-aged, single-layered, and uneven-aged, multi-layered stands reflecting the contrasting management regimes: shelterwood system and traditional selective cut, respectively. The aim of this study is to describe and compare the local distribution and population structure of *Usnea longissima* between these two types of stands. Starting from 9 locations where the species was previously found, we selected 30 random plots, 15 in the even aged and 15 in the uneven-aged stands. In each plot, all the trees were surveyed for the occurrence of the species, and several auto ecological parameters as maximum thallus length, height on the trees were estimated, as well as tree diameter and height. Overall, 822 trees were surveyed.

We found significant differences between the two types of forest stands in terms of *Usnea longissima* occurrence, vertical colonization range, and thallus length. The uneven-aged, multi-layered stands seems to provide more suitable ecological conditions for *Usnea longissima* with more colonized trees and a wider vertical colonization range on the trees. The even-aged stands, while harbouring longer thalli, miss young renewal trees, resulting in fewer colonized trees and a vertical colonization range limited to the high branches.

## Lichen monitoring on the GLORIA summits of the Majella National Park (Italy)

Valter Di Cecco<sup>1</sup>, Luciano Di Martino<sup>1</sup>, Angela Stanisc<sup>2</sup>, Juri Nascimbene<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Majella National Park, Botanical Office, Sulmona (L'Aquila); <sup>2</sup>Department of Biosciences and Territory, University of Molise; <sup>3</sup>Department of Biological, Geological and Environmental Sciences, University of Bologna

The network of Global Observation Research Initiative in Alpine environments (GLORIA) is among the main research network for monitoring and predicting plant responses to climate warming. Its strengths are the wide distribution of sites, encompassing the mountain systems of the world, and the strong standardization of the sampling protocol, that allows ecological comparisons across sites and across time-slices. This protocol was mainly conceived for vascular plants, in accordance with the main focus of the research project. However, the protocol also includes an optional section devoted to cryptogams, including bryophytes and lichens. This work aims at implementing the monitoring activity on the GLORIA summits included in the Majella National Park providing a baseline dataset on lichen communities. The three summits were surveyed in 2017 and 2018, according to the GLORIA protocol. In particular, 48 permanent plots (1m x 1m) were investigated, for each exposure on the summit of Femmina Morta (IT\_CAM\_FEM) at 2405 m a.s.l., on Mount Mammoccio (IT\_CAM\_MAM) at 2727 m, and on Mount Macellaro (IT\_CAM\_MAC) at 2646 m. One summit, IT\_CAM\_FEM, hosts terricolous lichen communities, while the others host only saxicolous lichen communities mainly composed of endolithic species. Overall, 37 species were found, including 14 terricolous and 23 saxicolous lichens. *Toninia subnitida*, a species related to more or less calcareous substrata in upland areas and already known from the Alps and the mountains of Basilicata and Sicily was here found for the first time in Abruzzo. This monitoring work provides additional information on the lichen composition and coverage at the GLORIA sites. The baseline dataset will be available for monitoring lichen temporal patterns and evaluating the effects of global warming on these organisms in summit areas.

## Lichens from Sicilian gypsum substrates

Luca Di Nuzzo<sup>1</sup>, Sergio Muriel<sup>2</sup>, Isabel Martínez<sup>2</sup>, Gregorio Aragón<sup>2</sup>, María Prieto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, University of Florence, Via La Pira 4, 50121 Firenze, Italy; <sup>2</sup>Área de Biodiversidad y Conservación, Universidad Rey Juan Carlos, c/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid, Spain.

Gypsum soils are extremely interesting habitats from an ecological point of view. Their physical and chemical characteristics, together with their occurrence in semi-arid areas, make the life in these environments challenging for different organisms. This has led to a high diversification and a high rate of endemism, especially among plants. Stress-tolerant organisms like lichens show a high diversity and biomass in these ecosystems.

In Italy, gypsum outcrops are present along the peninsula, being formed in different geological events. In Sicily, they have been deposited during the Messinian Salinity Crisis and are part of the Gessoso-Solfifera formation, with an extension of 1000 Km<sup>2</sup>.

The lichen gypsum biota is well known in some countries, where a relatively high number of studies have been carried out (e.g. Spain). In Italy, although some outcrops have already been surveyed (e.g. Park of Northern Apennines), the knowledge is still scarce. In fact, while northern gypsums are quite known, less attention has been given to the southern ones. Thus, in order to extend the knowledge of the lichen gypsum biota in Italy, we surveyed three different gypsum areas in Sicily: Grotta di Santa Ninfa (TR), Rocca d'Entella (PA) and Torre Salsa (AG). All three areas were characterized by extensive outcrops with crystal gypsum and gypsum soils. Here we present the catalogue of the lichen species living both on soil and directly on gypsum crystals. Interestingly, we found several new records for Sicily, like *Anthracocarpon virescens* (Zahlbr.) Breuss, previously reported from Calabria or *Clavascidium semaforonense* (Breuss) M. Prieto with very few records in Italy.



## **Biomonitoring of radioactive air dusts by using mosses and moss bags**

Anna Di Palma<sup>1</sup>, Terumi Dohi<sup>1</sup>, Paola Adamo<sup>2</sup>, Kenso Fujiwara<sup>1</sup>, Akihiro Kitamura<sup>1</sup>, Kazuki Iijima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fukushima Radiation Measurement Gr. Fukushima Environmental Safety Center, Japan Atomic Energy Agency (JAEA); <sup>2</sup> Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II

The presence of radioactive airborne dusts and the development of strategies for their detection still represent huge and pressing issues, especially after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (FDNPS) accident occurred on March 11, 2011. In the areas most affected by radioactive fallouts like the Fukushima evacuated zones or inside the FDNPP, where decommissioning activities are still ongoing, the installation of conventional dust monitoring samplers is not allowed due to technical constraints (e.g., absence of electric supply and time-limited data collection). In this context, biomonitoring of air quality based on the use of moss transplanted inside little nylon bags, the so called “moss bags”, can represent a low cost and easy-to-perform approach to monitor the presence of air pollutants in any type of site.

We present the application of the moss bag methodology to monitor <sup>137</sup>Cs-bearing airborne dusts. The moss bags will be exposed in the evacuated areas of Fukushima Prefecture to monitor dust resuspension during decommissioning activities. Uncontaminated sites of the Japan territory will be also monitored as background-control areas. In addition, the heavy metal content and the particulate matter entrapped by the moss biomonitor will be also analysed to investigate the nature of <sup>137</sup>Cs-bearing particles. Finally, the biomonitoring protocol for radioactive dusts and parameters (e.g., duration of exposure and selection of the most performant moss species) will be optimized, and data will be compared with those provided by conventional dust sampling methods.

## Water holding capacity, thallus anatomy and photosynthetic performance in *Lobaria pulmonaria* from retained-forest patches and isolated-trees

Zuzana Fačkovcová<sup>1</sup>, Anna Guttová<sup>1</sup>, Renato Benesperi<sup>2</sup>, Stefano Loppi<sup>3</sup>, Erika Bellini<sup>4</sup>, Luigi Sanità di Toppi<sup>4</sup>, Luca Paoli<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Plant Science and Biodiversity Centre, Slovak Academy of Sciences; <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Firenze; <sup>3</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; <sup>4</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Pisa

Oak-dominated forests are important habitats for *Lobaria pulmonaria* populations in the Mediterranean area, where this indicator species is threatened by intensive forest management, habitat fragmentation and climate change. Retention forestry represents a suitable option to conserve the structural, functional, and compositional diversity of forest ecosystems. To test this statement, photosynthetic performances, thallus anatomy and water holding capacity (WHC) in thalli of *L. pulmonaria* were investigated in a logged mixed oak forest (Tuscany, Italy), comparing individuals from retained-forest patches and retained-isolated trees, 18 months after logging.

Thalli on the trunks of retained-isolated trees were thinner and showed lower vitality (as indicated by the potential quantum yield of primary photochemistry –  $F_v/F_m$  and the index of overall photosynthetic performance –  $PI_{ABS}$ ), as well as lower water holding capacity. Thalli from forest patches showed performances comparable to those of healthy samples from unlogged forests. In the case of forest logging, retaining unlogged patches and buffer strips improve biodiversity conservation and enhance ecosystem functioning of managed forests.

## Influenza della preidratazione e del risciacquo dei talli sull'efficacia di diversi trattamenti biocidi contro i licheni sui Beni Culturali in pietra

Sergio E. Favero-Longo<sup>1</sup>, Renato Benesperi<sup>2</sup>, Elisabetta Bianchi<sup>2</sup>, Zuzana Fačková<sup>3</sup>, Paolo Giordani<sup>4</sup>, Stefano Loppi<sup>5</sup>, Paola Malaspina<sup>4</sup>, Luca Martire<sup>6</sup>, Enrica Matteucci<sup>1</sup>, Luca Paoli<sup>7</sup>, Sonia Ravera<sup>8</sup>, Ada Roccardi<sup>9</sup>, Chiara Tonon<sup>1</sup>, Andrea Vannini<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Firenze; <sup>3</sup>Plant Science and Biodiversity Centre, Slovak Academy of Sciences, Bratislava; <sup>4</sup>Dipartimento di Farmacia, Università di Genova; <sup>5</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; <sup>6</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino; <sup>7</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Pisa; <sup>8</sup>Via del Labaro 54, Roma; <sup>9</sup>Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, Roma

Nell'ambito del progetto "Adotta un Monumento", le indagini del GdL per la Biologia della SLI hanno evidenziato come molteplici fattori condizionino il successo di trattamenti biocidi in uso fra i restauratori. Per ciascun prodotto, la diversa sensibilità di ogni specie e l'incidenza delle caratteristiche fisico-chimiche del substrato lapideo possono implicare una significativa variabilità nella devitalizzazione dei talli, necessaria alla loro efficace rimozione. Anche per l'eterogeneità dei protocolli adottati nell'applicazione dei biocidi è ragionevole attendersi una rilevante incidenza sull'esito dei trattamenti. Le ricadute di approcci operativi distinti, tuttavia, sono state finora oggetto di scarso interesse da parte della ricerca.

In tale contesto, sono state effettuate indagini per valutare l'efficacia di trattamenti con Preventol RI80 (3% in acqua) e BiotinR (3% in white spirit), applicati a pennello e con impacco di polpa di cellulosa, su talli (a) oggetto o meno di idratazione cinque minuti prima del trattamento, (b) oggetto o meno di risciacquo quattro ore dopo l'applicazione. Lo studio è stato realizzato sulle arenarie dell'Anfiteatro della zona archeologica di Luni (La Spezia), utilizzando come target *Xanthoparmelia tinctoria*.

Analisi fluorimetriche della vitalità dei talli hanno evidenziato come l'incidenza delle operazioni di pre- e post-idratazione sia rilevante. In particolare, la preidratazione rende efficaci tutti i trattamenti con l'eccezione di quelli a pennello con Preventol. Senza la pre-idratazione, il BiotinR è efficace solo se i talli vengono risciacquati. L'esito delle prove è stato valutato alla luce della quantità di biocida assorbito dai talli preidratati e/o risciacquati, esaminata tramite HPLC, e del contenuto di clorofilla nei talli prima e dopo i trattamenti.

Si ringraziano la dott.ssa Mancusi e tutto il personale del Polo Museale della Liguria per la disponibilità ad accogliere le sperimentazioni presso l'Anfiteatro lunense, ed Eraldo Bocca e Cinzia Morachioli (Lievito Madre A.P.S.) per la cortese ospitalità e il supporto logistico.

## **Biomonitoraggio delle emissioni associate alla co-combustione di idrocarburi fossili e combustibile solido secondario (CSS) mediante trapianti lichenici: un caso di studio nell'alto Pordenonese**

Lorenzo Fortuna, Elva Cecconi, Marco Peplis, Mauro Tretiach  
Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

L'impiego di Combustibile Solido Secondario (CSS) derivato da rifiuti 'non pericolosi' e 'speciali non pericolosi' ad alto potere calorifico come co-combustibile negli impianti industriali permette il recupero energetico e l'utilizzo efficiente delle risorse. Tuttavia, la combustione industriale di CSS può determinare il rilascio in atmosfera di metalli pesanti e/o idrocarburi policiclici aromatici (IPA). In questo lavoro si confrontano i risultati di due studi svolti prima (2012) e dopo (2018) che il CSS venisse impiegato in co-combustione (7%) in un cementificio nell'alto Pordenonese (Fanna, NE Italia). In entrambi gli studi, lo stato delle emissioni di 16 IPA nei territori circostanti il cementificio è stato valutato sia d'estate che d'inverno utilizzando trapianti di *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf. Il materiale lichenico, prelevato in un'area di background delle Alpi Carniche, è stato esposto per 8 settimane in 40 siti circostanti il cementificio. Al termine del periodo di esposizione, il contenuto di IPA è stato misurato mediante gascromatografia accoppiata a spettrometria di massa (HRGC-MS/MS) in campioni esposti e non. I risultati espressi come rapporto tra i valori di concentrazione misurati nei due set di campioni (EU ratio) evidenziano un contenuto di IPA significativamente più elevato in quelli esposti d'inverno. L'analisi geostatistica dei risultati di entrambi gli studi non evidenzia un pattern di dispersione degli IPA associabile alle attività del cementificio, ma rivela un maggior accumulo nei campioni esposti in prossimità della più ampia zona industriale dell'area di studio e nei siti interessati da combustione di biomasse. Si conclude che l'uso di piccole frazioni di CSS nei processi di co-combustione relativi all'attività del cementificio non contribuisce in modo significativo ad incrementare le concentrazioni atmosferiche di IPA nel territorio d'indagine.

## Castagneti secolari tra abbandono e conservazione: quali conseguenze per la biodiversità?

Simone Gambini<sup>1</sup>, Juri Nascimbene<sup>1</sup>, Fabrizio Buldrini<sup>1</sup>, Fabrizio Ferretti<sup>2</sup>, Giorgio Maresi<sup>3</sup>, Giovanna Pezzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze biologiche, geologiche e ambientali (BIGEA), Università di Bologna, Italia; <sup>2</sup> CREA Centro di ricerca foreste e legno, Viale S. Margherita 80, 52100 Arezzo; <sup>3</sup> Centro Trasferimento Tecnologico Fondazione Edmund Mach, Via Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (TN), Italia.

I castagneti da frutto caratterizzati da alberi secolari sono un habitat seminaturale potenzialmente rilevante per la conservazione della biodiversità. Tuttavia, a causa di dinamiche sociali legate allo spopolamento delle aree montane, queste colture sono state spesso abbandonate, subendo anche danni legati sia alle malattie (mal dell'inchiostro e cancro) sia all'invecchiamento. Con questo studio si è voluto realizzare un primo censimento dei castagneti secolari nell'Appennino bolognese e modenese, per verificarne le condizioni e lo stato fitosanitario e valutare i fattori che ne influenzano la diversità vegetale e lichenica. Mediante interviste mirate a castanicoltori ed esperti locali (*snowball sampling*), sono stati identificati 20 castagneti secolari. In ogni sito, sono stati raccolti dati relativi alla gestione e alle condizioni dei castagni e sono state campionate le comunità vegetali e licheniche. In particolare, per quanto riguarda i licheni ci si è concentrati sulla stima dell'abbondanza di *Lobaria pulmonaria* e sulla presenza/assenza di specie appartenenti alle *Caliciales*. Questi dati sono stati analizzati mediante correlazioni e analisi multivariate. I risultati evidenziano che i castagneti ancora gestiti, in cui gli esemplari arborei hanno un discreto stato fitosanitario (con presenza stabile dell'ipovirulenza ed assenza di mortalità per mal dell'inchiostro), ospitano una più elevata biodiversità vegetale e sono caratterizzati da una più abbondante presenza di *L. pulmonaria* e un maggior numero di specie delle *Caliciales* rispetto ai siti in abbandono colturale. Inoltre, l'abbondanza di *L. pulmonaria* si è rivelata un buon predittore della ricchezza specifica di *Caliciales*. Nel complesso, questo studio conferma l'ipotesi che i castagneti secolari siano habitat di elevato interesse conservazionistico e che pertanto meritino specifiche azioni di salvaguardia, con attività gestionali tradizionali e non, volte a tutelare gli alberi monumentali.

## Dai boschi naturali ai boschi di impianto: confronti tra comunità licheniche ed ornitiche

Gabriele Gheza<sup>1</sup>, Gianpasquale Chiatante<sup>1</sup>, Paola Tassone<sup>1</sup>, Maurizio Odicino<sup>1</sup>, Maria Luna Tescari<sup>1</sup>, Juri Nascimbene<sup>2</sup>, Silvia Assini<sup>1</sup>, Giuseppe Bogliani<sup>1</sup>, Francesco Bracco<sup>1</sup>, Francesco Porro<sup>1</sup>, Zeno Porro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia; <sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna

Riduzione e frammentazione degli habitat sono tra le maggiori cause di perdita di biodiversità. Questi processi sono molto accentuati negli habitat forestali della Pianura Padana e determinano un crescente rischio per molte specie. Tuttavia, *taxa* differenti possono avere differenti risposte all'impatto di questi fenomeni. Con questo lavoro abbiamo messo a confronto la biodiversità lichenica ed ornitica tra (1) boschi integri, con buona continuità ecologica, situati nella bassa Valle del Ticino, (2) boschi frammentati, situati nel paesaggio agricolo della pianura pavese e milanese e (3) pioppeti d'impianto, considerati come un possibile habitat surrogato per specie forestali.

Le comunità licheniche ed ornitiche ospitate nelle tre tipologie forestali sono state caratterizzate e confrontate sulla base della loro composizione (con test NMDS, MANOVA, ISA) e ricchezza specifica (con test ANOVA). È stata confrontata anche la ricchezza specifica in licheni poleofobi e uccelli forestali, per verificare il possibile effetto dei pioppeti come habitat surrogato per tali specie.

Per entrambe le comunità il numero di specie è risultato più elevato nei boschi frammentati, che ospitano sia specie tipiche dei boschi, sia specie generaliste ed ecotonali. Le due comunità hanno invece dato risposte parzialmente diverse per quanto concerne le specie più tipicamente legate agli ambiti forestali. I boschi integri ospitano costantemente poche specie licheniche poleofobe e comunità più ricche per quanto riguarda l'avifauna forestale. I pioppeti non costituiscono un habitat surrogato rispetto ai boschi integri per i licheni, così come per gli uccelli forestali, fatta eccezione per un numero limitato di specie, tra le quali il picchio rosso minore (*Dryobates minor*).

La situazione riscontrata nei boschi frammentati è molto variabile ed andrebbe approfondita considerando la struttura dell'habitat e il paesaggio circostante, che verosimilmente potrebbero influenzare le comunità di entrambi i *taxa*.

## L'erbario lichenico di Ottorino Balzarini

Gabriele Gheza

Sezione di Ecologia del Territorio, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

Ottorino Balzarini era maestro elementare presso la frazione Canè di Vione, in Alta Val Camonica (Provincia di Brescia, Lombardia, N Italia), a cavallo tra l'Ottocento e il Novecento.

L'erbario di Balzarini, confluito nell'Erbario dell'Orto Botanico di Pavia (PAV) all'inizio degli anni Cinquanta, include, oltre a numerosi esemplari di piante vascolari e funghi, anche una piccola sezione dedicata ai licheni, costituita da 35 fogli di cartoncino di 46 x 32 cm. Gli *exsiccata* lichenici sono spillati direttamente su questi fogli oppure su cartoncini più piccoli che a loro volta sono incollati sui fogli d'erbario. I licheni dell'Erbario Balzarini sono stati raccolti in massima parte in Alta Val Camonica (17 *exsiccata* appartenenti a 10 *taxa*) e nell'area intorno a Bergamo (19 *exsiccata* appartenenti a 12 *taxa*) tra il 1889 e il 1897. I rimanenti 6 *exsiccata* provengono da Ospitaletto oppure non riportano l'indicazione della località di raccolta. In totale sono quindi presenti 42 *exsiccata*, dei quali tuttavia solamente 15 risultano identificati correttamente, mentre 10 non presentano alcuna attribuzione e ben 17 sono stati determinati erratamente. Durante la revisione del materiale, tutti gli *exsiccata* sono stati rideterminati per ottenere una lista floristica più realistica. In totale risultano di fatto presenti nell'Erbario Balzarini 23 *taxa*.

Gli esemplari raccolti nella bergamasca, nonostante appartengano tutti a specie relativamente comuni, risultano di particolare interesse, in quanto contribuiscono ad ampliare le conoscenze relativamente a un'area della Lombardia assai poco conosciuta dal punto di vista lichenologico.

## La diversità lichenica nella Valle del Ticino: conoscenze in continua evoluzione

Gabriele Gheza<sup>1</sup>, Silvia Nicola<sup>2</sup>, Valentina Parco<sup>2</sup>, Silvia Assini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sezione di Ecologia del Territorio, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia;

<sup>2</sup>Parco Lombardo della Valle del Ticino

La Valle del Ticino, che nel 2002 è stata dichiarata Riserva della Biosfera MAB UNESCO, è un'area di vitale importanza per la biodiversità nella Pianura Padana centro-occidentale – una delle aree geografiche più impattate dall'attività umana in Italia – ed è tutelata da due Parchi Naturali Regionali.

Le ricerche lichenologiche nella Valle del Ticino furono frammentarie tra l'Ottocento e la metà del Novecento, quando diversi botanici si interessarono solo saltuariamente di licheni nell'area. Negli anni Novanta del Novecento vennero effettuati due studi di biomonitoraggio tramite licheni epifiti (1994 e 1999) e successivamente tutte le conoscenze pregresse e nuovi dati appositamente raccolti in campo confluirono nell'Atlante della Biodiversità del Parco del Ticino edito nel 2002. Dopo di allora, la ricerca lichenologica si è focalizzata in particolare sulle comunità terricole degli ambienti aridi – praterie aride e brughiere a *Calluna* – e, recentemente, sulle comunità epifite dei boschi dominati da farnia. Queste nuove indagini hanno incrementato le conoscenze relative alla Valle del Ticino, aggiungendo nuove specie alla checklist, o ampliando la conoscenza sulla distribuzione di specie rare precedentemente segnalate solamente in pochi siti.

Viene quindi presentata una checklist aggiornata dei licheni della Valle del Ticino. Attualmente risulta confermata nell'area la presenza di 157 *taxa* lichenici, mentre altri 27 *taxa* riportati da fonti storiche non sono stati ritrovati in anni recenti, o addirittura la loro effettiva presenza nel Parco è da ritenersi dubbia anche in epoca storica. *Lepraria finkii* viene qui riportata per la prima volta nella Valle del Ticino e la distribuzione di *Coenogonium pineti* e *Opegrapha vermicellifera* viene molto estesa grazie a recenti ritrovamenti.



## Provincia di Bergamo: la Cenerentola lichenologica della Lombardia

Gabriele Gheza

Sezione di Ecologia del Territorio, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

La Lombardia, con 1309 *taxa* infragenerici attualmente noti, è una delle regioni lichenologicamente meglio conosciute d'Italia. Tuttavia, il territorio regionale non è stato indagato in modo uniforme e alcune zone risultano quasi completamente sconosciute. La provincia meno conosciuta in rapporto all'estensione e alla diversità ambientale che ospita è quella di Bergamo, estesa per 2755 km<sup>2</sup> dalla Pianura Padana centrale fino alle vette cristalline silicee del versante meridionale delle Alpi Orobie, passando per i colli bergamaschi e i massicci calcarei e dolomitici delle Prealpi Orobie. Questo contributo intende fare il punto sulla situazione delle conoscenze lichenologiche della Provincia di Bergamo ed evidenziare le numerose lacune, per indirizzare eventuali futuri approfondimenti.

Ad oggi, per il territorio bergamasco sono noti solamente 71 *taxa* lichenici, riportati in 77 segnalazioni contenute in 10 pubblicazioni delle quali solamente due sono specificamente dedicate alla floristica dei licheni in provincia di Bergamo, mentre nelle altre 8 sono presenti solamente segnalazioni sporadiche in lavori lichenologici di più ampia portata o in studi botanici e fitosociologici. Il distretto dal quale provengono la maggior parte delle segnalazioni è la zona dell'hinterland di Bergamo e della pianura bergamasca, mentre solamente poche segnalazioni sono riferite alle principali valli – 10 per la Val di Scalve, 6 sia per la Val Seriana sia per la Val Cavallina, 2 per la Val Brembana – e la Valle Imagna risulta completamente sconosciuta.

Attualmente sono in corso ricerche in Val di Scalve e Valle Imagna e gli erbari lichenici di Ottorino Balzarini ed Emilio Rodegher sono in corso di revisione presso l'erbario dell'Università di Pavia. Sarebbe auspicabile condurre ricerche lichenologiche nella vasta area del Parco delle Orobie Bergamasche, area protetta che racchiude al suo interno la maggior varietà degli habitat di valore conservazionistico presenti sul territorio provinciale.

## Un erbario lichenico di don Giacomo Gresino rinvenuto nella casa vacanze dei Salesiani alla Presolana (BG)

Gabriele Gheza<sup>1</sup>, Enzo Bona<sup>2</sup>, Deborah Isocrono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sezione di Ecologia del Territorio, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia;

<sup>2</sup>Centro Studi Naturalistici Bresciani; <sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino

Alla fine degli anni Novanta del 1900, nel corso di lavori di ristrutturazione della casa vacanze dei Salesiani al Passo della Presolana (BG), è stato rinvenuto, e deprecabilmente gettato nella spazzatura, un erbario crittogamico allestito da don Giacomo Gresino (1859-1946), sacerdote salesiano e noto lichenologo. Il prezioso materiale è stato fortunatamente recuperato dal naturalista Manfredo Bendotti e consegnato ad Enzo Bona, che lo ha ripulito dai calcinacci, raccogliendolo in cartelle per un futuro regesto e studio.

L'erbario della Presolana è costituito da 183 fogli: 78 con licheni, 89 con muschi e 16 con alghe. Dalla numerazione progressiva apposta sui fogli si evince che mancano 2 fogli dalla serie dei licheni e 53 dalla serie dei muschi. Per quanto riguarda i licheni, sono presenti 170 *exsiccata* riferiti ad altrettanti *taxa*, tutti identificati e quasi tutti raccolti dallo stesso Gresino tra il 1910 e il 1920, prevalentemente in località liguri e piemontesi. La revisione dei campioni del genere *Cladonia* ha permesso di verificare che 21 *exsiccata* su 33 (64%) sono stati identificati correttamente. Il restante materiale è ancora in corso di studio e revisione.

L'organizzazione meticolosa del materiale, preparato attentamente e con indicazioni scritte in bella grafia, con gli *exsiccata* fissati direttamente sui fogli e non chiusi in buste, e la collocazione originaria dell'erbario in una casa vacanze salesiana lasciano supporre che si tratti di un erbario destinato anche a un utilizzo didattico. Tuttavia non ne è irrilevante il valore scientifico: un primo confronto con il materiale conservato negli altri erbari allestiti da Gresino attualmente noti (PAV, Lombriasco e Valsalice) ha rivelato che l'erbario in oggetto contiene per lo più *exsiccata* originali per specie o per località di raccolta e non meri duplicati delle altre collezioni.

## Compendio delle conoscenze lichenologiche in Sicilia: dati bibliografici

Giulia Impollonia<sup>1</sup>, Angelo Troia<sup>1</sup>, Deborah Isocrono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche (STEBICEF), Università di Palermo;

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino

La lichenologia in Sicilia, nel corso degli oltre duecento anni di storia, ha attraversato lunghi periodi di inattività alternati a intensi periodi di ricerca floristica e, in minor misura, applicativa.

In questo lavoro viene presentata una sintesi di dati bibliografici e alcune elaborazioni inerenti distribuzione temporale e geografica, tipologia, contributo alla lichenologia delle pubblicazioni.

Sono stati reperiti ed analizzati ad oggi 239 riferimenti bibliografici: la maggior parte è di tipo floristico-vegetazionale (105, con il maggior numero di citazioni) e di lichenologia applicata (56). Seguono revisioni tassonomiche (46), lavori di tipo fanerogamico o micologico (26) e pubblicazioni relative a erbari (6).

Il primo riferimento bibliografico, escludendo gli autori pre-linneani, risale al 1806: si tratta di un contributo floristico di Antonino Bivona Bernardi in cui si citano 6 specie raccolte nei dintorni di Palermo. Nel 1800 i maggiori contributi sono quelli di Tornabene e Lojacono; si deve poi aspettare l'inizio del 1900 per assistere ad una ripresa delle attività lichenologiche siciliane che terminano pressoché completamente nel 1920. Un forte aumento, seppur altalenante, è evidente invece durante la seconda metà del Novecento e gli anni 2000.

L'analisi di queste pubblicazioni ha consentito, ad oggi, di repertare ed analizzare 6472 segnalazioni floristiche riferite a 920 *taxa*.

Le informazioni sulla flora lichenica in Sicilia sono numerose ma distribuite sul territorio in maniera disomogenea: le aree più indagate sono alcune isole circumsiciliane come Marettimo, Pantelleria e Lampedusa, l'Etna, il territorio delle Madonie, il complesso dei Monti di Palermo e la zona iblea, mentre altre aree (ad esempio la zona costiera meridionale fra Marsala e Gela, e molte aree del centro Sicilia tra cui gran parte dei monti Sicani e la zona corrispondente all'altopiano gessoso-solfifero tra agrigentino e nisseno) risultano praticamente inesplorate.

## Freshwater lichens in limestone areas of SW-Germany

Johanna Klüßendorf, Holger Thüs

Department of Botany, State Museum of Natural History Stuttgart, Germany

Lichenologically Baden-Württemberg (SW-Germany) is one of the the best studied areas in Europe. Nevertheless, significant knowledge gaps remain for some ecological groups, *e.g.* freshwater lichens. First surveys in limestone areas suggest that the density of occurrences of freshwater lichens as well as their species numbers in this habitat type are much higher than previously assumed for this region. It turned out that the scarcity of historical collections and inconsistent sampling methods, make time series analyses almost impossible. In order to establish a fresh baseline for future long-term monitoring, a half-randomized sampling method based on mini-transects was developed to quantify the density of populations of aquatic and semi-aquatic lichens and for an analysis of their habitat requirements. DNA barcoding of the rDNA ITS region confirmed the diagnosis of critical *taxa*, including a report of *Verrucaria humida* on limestone.

## Disaccumulo “forzato” di $\text{Cu}^{2+}$ in *Evernia prunastri*: una simulazione di duplice trapianto in condizioni controllate

Stefano Loppi<sup>1</sup>, Alessio Di Lucia<sup>1</sup>, Andrea Vannini<sup>1</sup>, Stefania Ancora<sup>2</sup>, Fabrizio Monaci<sup>1</sup>, Luca Paoli<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; <sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena; <sup>3</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Pisa

Nei licheni il bioaccumulo di elementi in forma ionica rappresenta una stima delle concentrazioni ambientali recenti biodisponibili e la sua valutazione risulta pertanto di estrema importanza. La misura delle concentrazioni di elementi accumulati in forma ionica dipende sostanzialmente dalla disponibilità ambientale, dalla capacità di scambio ionico e da meccanismi di accumulo/disaccumulo che tendono a raggiungere un equilibrio con l'ambiente circostante.

È noto che i fenomeni di bioaccumulo sono molto rapidi passando da situazioni a bassa esposizione a contesti contaminati, mentre ben poco si sa sulle dinamiche di disaccumulo e sui tempi di rilascio degli elementi accumulati passando da situazioni ad elevata esposizione a contesti non contaminati.

Lo scopo di questo studio è stato simulare un duplice esperimento di trapianto da area di background ad area inquinata e poi di nuovo ad area non inquinata, incubando talli di *Evernia prunastri* raccolti in un'area di background con elevate concentrazioni di  $\text{Cu}^{2+}$  (10 e 100  $\mu\text{M}$ ) e successivamente con acqua deionizzata. Per valutare il ruolo del metabolismo sono state misurate sia le concentrazioni totali che quelle intracellulari (ottenute tramite trattamento dei talli con EDTA 20 mM).

I risultati hanno mostrato che il disaccumulo forzato porta a una riduzione del 38% e del 90% delle concentrazioni totali e intracellulari rispettivamente, nel caso del trattamento 100  $\mu\text{M}$ , mentre non ha effetto sul trattamento 10  $\mu\text{M}$ . Le concentrazioni finali sono comunque sempre ben più elevate di quelle di background di partenza, con rapporti di circa 300 e 30 volte e 30 e 3 volte per le concentrazioni totali e intracellulari nel trattamento a 100 e 10  $\mu\text{M}$  rispettivamente.

## **Dinamiche dell'acqua nei cianolicheni: gli effetti del microclima visualizzati tramite imaging iperspettrale**

Paola Malaspina, Cristina Malegori, Eleonora Mustorgi, Paolo Giordani, Paolo Oliveri, Monica Casale

Dipartimento di Farmacia, Università di Genova, Viale Cembrano, 4 -14148, Genova, Italia

Lo studio delle immagini satellitari per la valutazione dei cambiamenti climatici non sempre rispecchia realmente le condizioni ambientali. I limiti di tali modelli predittivi possono essere imputabili al fatto che gli ecosistemi vengono studiati analizzando dati macroclimatici ottenuti da reti nazionali di stazioni meteorologiche. In questo modo, i dati raccolti sono poco rappresentativi del microclima che, al contrario, è la condizione direttamente sperimentata dalla maggior parte degli organismi in fasi critiche dei loro cicli vitali. Il microclima influenza la struttura, la composizione e il funzionamento degli ecosistemi. Paesaggi con microclimi altamente eterogenei possono avere il ruolo di micro-rifugi, in cui il rischio di estinzione si riduce considerevolmente e permettendo alle specie di persistere in una regione altrimenti inospitale. Un impedimento chiave nell'integrare le informazioni relative agli habitat locali in modelli di cambiamenti climatici è la limitata capacità di monitorare le condizioni ambientali con una risoluzione spaziale adeguata.

I licheni contribuiscono considerevolmente al ciclo dell'acqua a scala locale e, grazie alle loro caratteristiche di organismi peciloidrici, rappresentano ottimi modelli per indagare la rilevanza del microclima negli ecosistemi.

L'obiettivo del presente progetto è stato quello di monitorare 5 specie di cianolicheni (*Collema nigrescens*, *Lobarina scrobiculata*, *Peltigera collina*, *Pectenium plumbea* e *Leptogium saturninum*) sottoposti a condizioni di stress idrico per comprendere la risposta delle specie a cambiamenti microclimatici. Per raggiungere questo scopo, in questo lavoro abbiamo utilizzato l'imaging iperspettrale nel vicino infrarosso (HSI-NIR) accoppiata a tecniche di chimica analitica per mappare l'acqua all'interno dei talli lichenici in funzione delle caratteristiche strutturali dei talli.

***Trebouxia izcoana* sp. nov. a microalga illustrative of a new clade associated with sphaerothallioid *Circinaria***

Arantzazu Molins<sup>1</sup>, Patricia Moya<sup>1</sup>, Jose Reig-Armiñana<sup>1</sup>, Francisco García-Breijo<sup>2</sup>, Eva Barreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitat de València, Inst. "Cavanilles" de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Botánica, Fac. CC. Biológicas, Valencia, 46100 Burjassot, Spain; <sup>2</sup>Dpto. Ecosistemas Agroforestales, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n. 46022-Valencia, Spain

The genus *Circinaria* contains species with different life forms, some of them described as "sphaerothallioid". This term includes subfruticose and subfoliose vagrant or erratic species that are mostly characterized by a well-developed cortex, fairly massive medulla, specific distribution pattern of the algal cells and presence of pseudocyphellae. As well as by their ecological settings related to arid climatic conditions (cold or warm steppes).

Molecular studies in sphaerothallioid lichens are widely focused on mycobiont analyses, but phycobionts have been almost ignored and are poorly known. This investigation was based on previous results where different *Circinaria* spp. were explored. The adequate identification of the fungal partners was corroborated by the ITS rDNA barcode and phycobiont phylogenetic analyses were also made with the ITS rDNA using Sanger sequencing. Remarkably, a new *Trebouxia* clade strongly supported was obtained in *Circinaria gyrosa*, a vagrant lichen growing in very continental areas in the Iberian Peninsula. In the present study, we have increased the number of specimens examined which incorporate different locations of *Circinaria gyrosa* along the Iberian Peninsula. We provide a detailed ultrastructural characterization and phylogenetic analyses of this novel phycobiont species, here described as *Trebouxia izcoana* sp. nov. (CGL2016-79158-P) (PROMETEO/2017/039).

## Illumina assay reveals habitat as the main factor shaping microalgal diversity in *Ramalina farinacea*

Patricia Moya<sup>1</sup>, Arantxa Molins<sup>1</sup>, Lucia Muggia<sup>2</sup>, Eva Barreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitat de València, Inst. "Cavanilles" de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Botánica, Fac. CC. Biológicas, Valencia, 46100 Burjassot, Spain; <sup>2</sup> University of Trieste, Department of Life Sciences, via L. Giorgieri 10, 34127 Trieste, Italy

Lichens are microecosystems hosting many other organisms besides the two major lichen symbionts. As current literature states, many other fungi, bacteria and algae co-inhabit within the lichen thalli. The lichen *Ramalina farinacea* (L.) Ach. has proven to be a suitable model to study the multiplicity of microalgae thanks to the constant coexistence of at least two microalgae species, i.e. *Trebouxia* sp. TR9 and *T. jamesii*, also in far distributed populations. In 2017, we highlighted how the microalgal diversity is higher than expected by analysing its community structure in *R. farinacea* applying a 454 pyrosequencing approach. Along the thallus lacinias, a variation in phycobiont distribution was also detected and this was suggested to correlate with the apical growth and founder effects. The here presented Illumina paired-end assay was performed on a wider sampling size and demonstrate, however, that microalgal diversity does not vary along the lacinias but PcoA analyses support it is strongly correlated with the habitat in which the thalli originate and grow. Further, *R. farinacea* seems to modulate the composition of its main photobiont partners according to the climatic conditions of the habitat, being *Trebouxia* sp. TR9 majoritarian in insular Macaronesian climate and *T. jamesii* the major one in dryer Mediterranean habitat.



## Lichens and bees: a vestigial relationship?

Silvana Munzi, Cristina Máguas, Manuela Giovanetti

cE3c - Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes, FCUL Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016, Lisbon, Portugal

Honeybees are exceptional social animals that nowadays, as domesticated animals, survive almost entirely thanks to the patient care of beekeepers. The fact that honeybees were originally wild gets often neglected. Honeybees were once mainly nesting in tree cavities, and this type of location may have promoted behaviours no longer useful on manmade beehives. However, such behaviours may not have been completely discarded, resulting nowadays puzzling. As for the case of the so-called *washboarding*: bees stopping resource collection to concentrate on the front side of the hive while performing repetitive movements back and forth. Literature is very poor, with hypotheses that span from entrance cleaning and spotlighting nest entrance, to application of pheromones on the surface of entrance.

We investigate the possibility of washboarding being a vestigial behaviour, originated to clean up nest entrances from presence and eventual spread of cryptogams, including lichens.

To provide, for the first time, scientific evidence on washboarding frequency and its dependence upon mechanical (smoothness of surface) and possibly chemical (cryptogam's originated) cues, we realized, as initial steps of the project: 1) collection of data on frequency and distribution of the behaviour through data mining, internet search and a tailored-designed survey (questionnaire) circulated among researchers and beekeepers; 2) observation in the field of potential presence of lichens on hives; 3) transplant of bark strips covered with lichens on the hives to directly observe stimulation of washboarding behaviour and check for signs of cleaning activity.

Here we report the results of a preliminary analysis of accidental worldwide observations of washboarding by professional and amateur beekeepers and the first results of field observations.

## Does melanisation increase the thallus resistance to degradation processes in *Hypogymnia physodes*?

Silvia Ongaro<sup>1</sup>, Lorenzo Fortuna<sup>1</sup>, Alessandro Foscari<sup>2</sup>, Guido Incerti<sup>2</sup>, Stefano Martellos<sup>1</sup>, Mauro Tretiach<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Trieste, Department of Life Sciences, Via Licio Giorgieri, 10, Trieste; <sup>2</sup>University of Udine, Department of Agricultural and Environmental Sciences, Via delle Scienze, 206, Udine

Melanins, intended as dark pigments, include a variety of compounds, which play a role against stress tolerance in almost all organisms. The thallus of foliose and fruticose Parmelias have a common morpho-chemical trait: a dark-coloured lower cortex, due to heavy deposits of melanin-like pigments at cell wall level. The biological function of this melanisation has not yet been fully understood. In this study, we aimed to investigate the role of the melanised lower cortex in *Hypogymnia physodes* (Parmeliaceae) as a defence against degradation operated by the soil micro-flora. To test this hypothesis, five replicates (150 mg) of *H. physodes* samples with intact lower cortex (M+) or with the lower cortex mechanically removed (M-) were buried for 50, 100 and 150 days (T<sub>1-3</sub>) in two different forest soils (spruce and chestnut), in controlled conditions (RH ~ 100%, T~15 °C). In order to exclude the degradation activity of soil micro-fauna, each sample (n=60) was enveloped in a 2×2 cm nylon mesh of 40 µm. Soil dehydration and anaerobic shifts were avoided by maintaining water potential values between 0 and -1 MPa. At each time, loss in biomass expressed as relative difference with respect to initial weight was estimated by mean of gravimetric measurement (±0.5mg). Furthermore, three replicates were analysed with a CHN analyser (Elementar Vario Micro). A significant loss in biomass and a C/N decrease throughout the experiment were evidenced in all treatments. Despite the soil type, mass loss in M- samples was higher (+15%) compared to M+ ones. At each time, non-melanised thallus portions of both M- and M+ pools were more decomposed/deteriorated. These results clearly suggest that a melanised lower cortex is more resistant to microbial degradation, suggesting that melanisation of the structures in contact with the substratum is probably involved in preserving the integrity of the thallus.

## Reproductive plasticity and climatic drivers: the case of *Pterygiopsis affinis*

Silvia Ongaro, Stefano Martellos, Mauro Tretiach  
University of Trieste, Department of Life Sciences, Via Licio Giorgieri, 10, Trieste

In 1979 Poelt proposed the “species pairs hypothesis” to explain couplets of morphologically identical lichen species, one reproducing sexually, and the other reproducing mostly or exclusively asexually, by mean of vegetative propagules. However, it is known that lichens can adopt vegetative reproduction if driven by the limited availability of free-living photobionts. *Pterygiopsis affinis* is a rare, crustose cyanolichen with Mediterranean distribution, normally producing apothecia. Recently, sterile thalli producing soredia have been collected in several localities of Italy. In this study, we aimed to understand whether the typical *P. affinis* and its sorediate counterpart are “species pair” sensu Poelt. As expected, anatomical analyses showed no significant differences between the two morphotypes. Climatic niches of the two morphotypes were investigated by using an ensemble modelling approach. Three algorithms (GLM, RandomForest, MaxEnt), 19 bioclimatic variables (Chelsa) and altitude (WorldClim) were used for training models, which were averaged in a final ensemble, basing on the performance of individual ones, assessed by True Skill Statistic. Geology was imposed as a filter for a final refinement of models. The sorediate morphotype occurs in Mediterranean temperate-dry climate, typical of the hilly and plain zones of Southern Italy. Its distribution is mostly explained by predictors related to precipitations, evidencing a climatic niche negatively affected by high precipitations. The distribution of the fertile morphotype is mostly driven by temperature, and it is predicted to occur in sites with fresh-Mediterranean climate, with low seasonal thermal excursion and warm winters. This pattern could be explained by the influence of precipitation on availability of free-living algae. The sorediate morphotype occurs in very dry sites, in which the appropriate free-living photobiont is probably rare, hence ensuring the propagation of the whole symbiosis.

## Variazione dei tratti funzionali di *Lobaria pulmonaria* in relazione a gradienti climatici

Benedetta Porcu<sup>1</sup>, Elisabetta Bianchi<sup>2</sup>, Beatrice Billi<sup>2</sup>, Lorella dell'Olmo<sup>2</sup>, Luca Di Nuzzo<sup>2</sup>, Federico Durante<sup>3</sup>, Sonia Fadda<sup>4</sup>, Andrea Maxia<sup>4</sup>, Paola Malaspina<sup>1</sup>, Andrea Serra<sup>4</sup>, Chiara Vallese<sup>5</sup>, Emmanuele Farris<sup>4</sup>, Lorenzo Marini<sup>3</sup>, Renato Benesperi<sup>2</sup>, Juri Nascimbene<sup>5</sup>, Paolo Giordani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Farmacia, Università di Genova; <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Firenze; <sup>3</sup>TESAF Agripolis, Università di Padova; <sup>4</sup>Dipartimento di Chimica e Farmacia, Università di Sassari; <sup>5</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna

*Lobaria pulmonaria* è tra i licheni più minacciati in Europa. In Italia è ormai principalmente confinata in foreste umide con una elevata continuità ecologica, benché sussistano ancora potenziali contatti tra popolazioni appenniniche e alpine. Recenti modelli hanno stimato che nei prossimi decenni il cambiamento climatico avrà un impatto decisivo sul suo range di distribuzione in tutta Italia, determinando un elevato rischio di estinzione.

Tuttavia, questi modelli, basati su dati macroclimatici, sottostimano considerevolmente il contributo delle variazioni microclimatiche a scala locale.

In questo lavoro ipotizziamo che alcuni tratti morfologici-funzionali di *L. pulmonaria* siano legati alla disponibilità locale di acqua e di luce, piuttosto che alla variabilità di questi fattori su macroscale. Se questa ipotesi fosse confermata, le condizioni microclimatiche potrebbero contribuire a mitigare almeno in parte gli effetti dei cambiamenti climatici sulla distribuzione della specie.

Per verificare questa ipotesi, sono state campionate popolazioni di *L. pulmonaria* in Liguria, Toscana, Sardegna e Calabria. In ciascun sito sono stati raccolti dati sulla consistenza della popolazione, sulle caratteristiche morfologiche dei talli e sulla struttura del bosco. Alcuni tratti funzionali quantitativi, misurati su un campione di lobi, sono stati quindi messi in relazione con variabili micro-, meso- e macroclimatiche per determinare le relazioni intercorrenti tra i tratti considerati e i fattori ambientali.

## **Contributi inediti alla conoscenza della lichenologia piemontese: la tesi di Gilda Donna, naturalista del primo '900**

Sonia Ravera

Via del Labaro 54, 00188 Roma

Oreste Mattiolo (1856-1947) fu un botanico ricordato in particolar modo per la dedizione alla ricerca condotta con metodo scientifico. Iniziata la carriera a Bologna nel 1894, tornò nel 1900 a Torino, dove fu professore di Botanica e Direttore dell'Orto Botanico sino al 1932. In questi anni, tra i suoi molteplici interessi, contribuì alla conoscenza dei basidiolicheni.

Il ritrovamento di una tesi di laurea in Scienze Naturali risalente al 1910, di cui fu relatore, permette di aggiungere un tassello alle conoscenze lichenologiche piemontesi e di osservare la simbiosi lichenica con lo sguardo di una studentessa degli inizi del '900, Gilda Donna. Il dattiloscritto, in buono stato di conservazione, è presumibilmente un'ultima bozza con correzioni a mano di Mattiolo. Il documento ha una copertina in cartoncino con un frontespizio disegnato a mano in stile Art Déco. Il lavoro si articola in una prima parte dedicata alla simbiosi lichenica e alle conoscenze floristiche piemontesi, e in un elenco conclusivo di licheni da lei determinati, in parte già esistenti nell'Erbario di Torino (leg. Gola), raccolti lungo l'Appennino Settentrionale e lungo la Catena alpina fino alle Alpi Lepozie, e in parte (87 taxa) raccolti da lei stessa nelle vallate di Fenestrelle (TO). Le specie sono ordinate seguendo una prima divisione in Omeolicheni e Eterolicheni, a loro volta questi ultimi sono separati in Fruticolosi, Fogliosi e Crostosi, quindi in Famiglie, Tribù, Generi, Sottogeneri. Per ciascun taxon sono riportati basionimo, sinonimi, località di raccolta (spesso più d'una) e raccoglitore. La tesi include inoltre una sezione iconografica relativa alle spore licheniche, composta da 29 disegni su cartoncino, montati su due fogli separati. D'obbligo in futuro, al fine di riportare alla luce il lavoro di questa sconosciuta appassionata lichenologa piemontese, sarà quello di verificare l'esistenza dei campioni citati nell'Erbario di Torino e di verificare la loro corretta identificazione.

## Monitoraggio delle alterazioni ambientali nel Parco Regionale Valle del Treja (Regione Lazio)

Giorgia Stentella<sup>1</sup>, Sonia Ravera<sup>2</sup>

<sup>1</sup> via Montana 7/b, Calvi dell'Umbria; <sup>2</sup> via del Labaro 54, Roma

Il Parco Naturale Regionale Valle del Treja, seppur limitatamente esteso (658 ha), si colloca in un contesto ambientale molto disomogeneo dove, tra forra e rilievi, si compenetrano il corso del fiume, aree boscate d'interesse naturalistico, aree verdi attrezzate, oliveti, coltivi di varia estensione, un'importante area archeologica, borghi e nuclei abitati discontinui con diverso livello di antropizzazione. Al fine di valutare il grado di naturalità dell'area, l'utilizzo dell'approccio IBL è stato riconosciuto il più idoneo e sostenibile, soprattutto in considerazione della molteplicità di habitat e dei potenziali fattori di alterazione. L'intera area protetta è stata quindi inclusa in una serie di 10 UCP contigue. Durante l'estate 2018, sono stati effettuati rilievi su 30 querce. La componente lichenica appare prevalentemente rappresentata da una comunità matura, stabile e paucispecifica (44 specie), in cui dominano *Flavoparmelia caperata*, *Parmelia sulcata* e *Parmotrema perlatum* e si inseriscono poche specie nitrofile (e.g. *Candelariella reflexa*, *Phaeophyscia orbicularis*) solo in ambiti più antropizzati, mentre in ambiente di forra si rinvenivano specie d'interesse come *Opegrapha niveoatra*, *Porina aenea* e *Usnea esperentiana* (a rischio -VU- in Italia).

In linea generale, la campagna di biomonitoraggio evidenzia una situazione piuttosto eterogenea (IBL da 26 a 143) ma tendenzialmente alterata. Sebbene la ridotta presenza di specie nitrofile testimoni la scelta di un'agricoltura di tipo tradizionale con un limitato uso di composti che potrebbero modificare le comunità naturali, l'approccio IBL, mirato ad evidenziare impatti sull'area, mette in luce un'alterazione generalizzata, per lo più di livello medio, con punte elevate laddove la pressione turistica è maggiore (Parco Avventura "Treja Adventure"), a conferma di un ambito territoriale abitato ed utilizzato da millenni, in cui tuttavia l'habitat ripario è ancora ben conservato e protetto.

## How many European species of *Heterodermia* s.lat. are there – and which ones occur in Italy?

Holger Thüs

State Museum of Natural History Stuttgart, Department of Botany

The genus *Heterodermia* [s.lat.] is a species-rich group in warm areas of the world, but only a few are present in Europe. Two of them (*H. speciosa*, *H. obscurata*) are included in the Italian checklist; two others have recently been transferred to other genera (*Polyblastidium subneglecta*, *Leucodermia leucomelos*). *Heterodermia speciosa* is the genus type and a clarification of its identity is necessary as a robust basis for further refinements of the genus circumscription. In some European countries a loss of *Heterodermia* s.lat. populations has been documented but for very few European specimens sequences are available and the correct application of some names is questionable. Preliminary results are presented with the placement of sequences from two collections of *H. obscurata* from Italy in a European and global context. In Italy, the status of *H. speciosa* is “near threatened” and it appears widespread across the country. Recent results of molecular studies showed that *H. speciosa* does not exist in Britain, and that in Germany two look-alike taxa exist. These two are only distantly related but morphologically very similar lichens, which both fit the morphological and chemical characters of *H. speciosa*. One of them is apparently rather widespread across the Alps and in mountainous areas of other parts of the Northern Hemisphere (*H. speciosa* s.str.). The second taxon is an apparently undescribed species, only known from two locations in Germany and in Sweden. No Italian specimens of *H. speciosa* have been sequenced so far. With this contribution I would like to call for Italian colleagues to contribute fresh specimens of this taxon in order to establish which of the two distinct *Heterodermia* species currently lumped in *H. speciosa* occur in Italy.

## Plant and cryptogam communities along elevational gradients on the Majella massif (Italy)

Chiara Vallese<sup>1</sup>, Alessandro Chiarucci<sup>1</sup>, Valter Di Cecco<sup>2</sup>, Luciano Di Martino<sup>2</sup>, Paolo Giordani<sup>3</sup>, Chiara Lelli<sup>1</sup>, Juri Nascimbene<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biological Geological and Environmental Sciences, University of Bologna; <sup>2</sup> Majella National Park, Botanical Office; <sup>3</sup> DIFAR, University of Genoa

Among the drivers of Global Change, temperature warming is one of the most impacting on biodiversity. There is growing evidence that the rate of warming is amplified with elevation, thus implying that mountain regions of the world will experience dramatic effects in terms of species range shifts, loss, and community composition change (e.g. thermophilization). The upward shift of species could restrict the habitat for endemic species living in the high elevation environments. Majella massif, located in the central Apennine with a north-south orientation spanning about 20 Km in latitude, is characterized by a high climatic and orographic variation and hosts several endemic and arctic-alpine species. Those characteristics make it a perfect case study in order to evaluate the risks and the dynamics that are threatening plant and cryptogam biodiversity in high elevation environments of Italy. The aim of this study is to evaluate the variation of plant and cryptogam (bryophytes and lichens) communities along a latitudinal and an elevational gradient. We designed a transect across the summit of the massif with a north-south direction and we performed a random sampling of the communities along the elevational gradient. Our preliminary results suggest that there is an effect of the elevational as well as latitudinal gradient in determining community patterns. Moreover, some arctic-alpine species seem to be restricted to the highest part of the gradient, tracking the most cold microclimatic niches. This is for example the case of the arctic-alpine lichens *Allocetraria madreporiformis* and *Megaspora verrucosa*, the former being also at the southern border of its European distribution.



## Dinamiche di accumulo e cinetiche di disaccumulo del mercurio ionico ( $\text{Hg}^{2+}$ ) nel lichene *Evernia prunastri*

Andrea Vannini<sup>1</sup>, Margherita Gramigni<sup>1</sup>, Fabrizio Monaci<sup>1</sup>, Stefania Ancora<sup>2</sup>, Stefano Loppi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; <sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena

Il bioaccumulo di mercurio (Hg) nei licheni è ben documentato, in particolare per quanto riguarda la forma elementare gassosa ( $\text{Hg}^0$ ), mentre per la forma ionica ( $\text{Hg}^{2+}$ ) ci sono minori informazioni. Meno note sono le dinamiche di rilascio del Hg una volta accumulato, al cessare dell'esposizione (disaccumulo). Uno studio del nostro gruppo di ricerca ha mostrato come le concentrazioni di  $\text{Hg}^0$  rimangano costanti per tutto il periodo temporale del test di disaccumulo (12 gg), ma ad oggi non esistono studi riguardanti le cinetiche di disaccumulo di questo metallo accumulato in forma ionica. Scopo di questo lavoro è stato pertanto indagare, le dinamiche di accumulo di  $\text{Hg}^{2+}$  utilizzando concentrazioni 0 (controllo), 1, 10 e 100  $\mu\text{M}$ , e le cinetiche di disaccumulo nel tempo al cessare dell'esposizione (*clearance*), fino ad un tempo massimo di 48 mesi. Specificatamente, dopo l'esposizione di talli della specie lichenica *Evernia prunastri* si è proceduto allo studio delle cinetiche sia di accumulo sia di disaccumulo, quest'ultima condotta trapiantando i talli contaminati nell'Orto Botanico dell'Università di Siena. Nel presente lavoro vengono presentati i risultati relativi a 1, 2 e 3 mesi dal trapianto nell'area di *clearance*.

## Dinamiche di disaccumulo di Cu e Zn in talli di *Evernia prunastri*

Andrea Vannini<sup>1</sup>, Luca Paoli<sup>2</sup>, Sharon Kangogo<sup>1</sup>, Fabrizio Monaci<sup>1</sup>, Stefania Ancora<sup>3</sup>, Stefano Loppi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; <sup>2</sup> Dipartimento di Biologia, Università di Pisa;

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente

La modellizzazione dell'accumulo e del rilascio di elementi in traccia da parte dei licheni rappresenta uno dei punti di maggiore interesse per la ricerca nel campo del biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico. Mentre è noto che i tempi di bioaccumulo in presenza di elevate concentrazioni ambientali sono molto rapidi, ben poco si sa circa le dinamiche di disaccumulo al cessare dell'esposizione. Questo aspetto è tuttavia fondamentale per la comprensione delle tempistiche necessarie per raggiungere l'equilibrio chimico con l'ambiente circostante al diminuire delle concentrazioni ambientali.

In questo studio vengono presentati i risultati di un'indagine sulle dinamiche di disaccumulo di  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$  in talli di *Evernia prunastri* a distanza di 1, 2, 3, 6 e 12 mesi dall'esposizione in condizioni controllate a concentrazioni di 10 e 100  $\mu\text{M}$ . Risulta di rilievo il fatto che i risultati mostrano un chiaro trend di disaccumulo solo quando le concentrazioni vengono normalizzate rispetto ai valori di controllo (trattamento con acqua deionizzata) per ciascuna durata temporale.

## **Effetti ecofisiologici di elevate concentrazioni di ozono in *Evernia prunastri* e *Brachitecium rutabulum***

Andrea Vannini, Giulia Canali, Stefano Loppi  
Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena

Nonostante i licheni siano notoriamente sensibili ai contaminanti atmosferici gassosi, gli effetti dell'ozono ( $O_3$ ) su questi organismi sono piuttosto controversi. È stato ipotizzato che la loro resistenza possa essere determinata dal ridotto metabolismo durante la stagione secca nella quale sono presenti i picchi di  $O_3$ , dall'alternanza di cicli di idratazione e disidratazione e dall'alto contenuto di antiossidanti. La letteratura riguardante gli effetti dell'ozono sui muschi è decisamente scarsa.

Scopo di questo lavoro è stato indagare l'effetto di elevate concentrazioni di ozono nel lichene *Evernia prunastri* e nel muschio *Brachytecium rutabulum*. A tal uopo, campioni di *Evernia* e di *Brachytecium* sono stati fumigati per 1 h con 3 ppm di  $O_3$ , sia allo stato idratato che allo stato disidratato ( $H_2O < 10\%$ ). La valutazione degli effetti ecofisiologici è stata effettuata tramite l'analisi del contenuto di pigmenti fotosintetici, dell'efficienza fotosintetica e del potere antiossidante (test DPPH). Gli effetti ecofisiologici sono stati misurati sia immediatamente dopo l'esposizione che dopo una settimana in condizioni standard per verificare l'eventuale recupero dei campioni.

## **Variazioni altitudinali di parametri fisiologici e concentrazione di elementi chimici in *Cetraria islandica* nel Parco Nazionale della Majella (Abruzzo)**

Andrea Vannini<sup>1</sup>, Carlo Barbante<sup>2,3</sup>, Valter Di Cecco<sup>4</sup>, Luciano Di Martino<sup>4</sup>, Angela Mandarà<sup>5</sup>, Juri Nascimbene<sup>5</sup>, Luisa Poto<sup>3</sup>, Chiara Vallese<sup>5</sup>, Stefano Loppi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; <sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali Informatica e Statistica, Università Ca'Foscari Venezia; <sup>3</sup>Istituto di Scienze Polari del CNR; <sup>4</sup>Parco Nazionale della Majella;

<sup>5</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna

La Majella è il massiccio alpino più meridionale d'Europa. Grazie alla sua orografia, che sfiora i 2800 m di quota, esso rappresenta uno dei più importanti siti di studio per la conservazione della biodiversità, sia a livello nazionale che comunitario. Lo studio di pattern di contaminazione in aree remote, come quello della Majella, può rappresentare un utile strumento atto a definire le interazioni che questo può avere sui delicati ecosistemi di alta quota, i quali sono costantemente minacciati dai cambiamenti globali.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di indagare il pattern di accumulo di un ampio pool di elementi chimici (Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, Sb, Sr, U, V e Zn) e l'espressione delle proprietà ecofisiologiche (efficienza fotosintetica, contenuto di clorofille, potere antiossidante, contenuto di polifenoli e integrità delle membrane cellulari) in talli di *Cetraria islandica* prelevati lungo 8 transetti altitudinali individuati lungo le pendici del massiccio della Majella, da 1623 a 2765 m s.l.m.

I risultati del contenuto elementare evidenziano accumuli di Ca, Cd, Hg e Pb mentre l'espressione dei parametri fisiologici ha messo in evidenza una forte variabilità fra le varie altimetrie, soprattutto per quanto riguarda il sistema fotosintetico.

## Digitization of the *Lichenotheca Veneta*

Maria Zardini<sup>1</sup>, Raffaella Trabucco<sup>2</sup>, Juri Nascimbene<sup>3</sup>, Stefano Martellos<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, University of Padova; <sup>2</sup> Natural History Museum of Venice; <sup>3</sup> Department of Biological, Geological and Environmental Sciences, University of Bologna; <sup>4</sup> Department of Life Sciences, University of Trieste.

The *Lichenotheca Veneta* is among the most important collections of *exsiccata* of the nineteenth century. It was published in a limited number of copies by Vittore Trevisan (1818-1897). To our knowledge, only two complete copies do exist, one preserved at the Natural History Museum of Venice, and the other at the Herbarium of the University of Modena. Since it has a relevant scientific and historic value, its digitization is a necessary step towards preservation, and for achieving increased visibility and accessibility. The *Lichenotheca Veneta* is made of eight issues, grouped in 4 volumes. Almost all specimens are glued to herbarium sheets. The collection includes 268 specimens, all - but five - collected in NE Italy, belonging to 74 genera and 197 species. The digitization process was carried out by following a parallel pipelines scheme, which foresees on one side the digital imaging of all specimens, and on the other the digitization of the labels, captured from Lazzarin (1994). The digital imaging process was carried on using a Canon digital camera with a 23 mm, and 105 mm macro lenses. For each specimen, an image of the full sheet, with the label, and the specimen, plus several images detailing the specimen alone, were produced. The digital capture of the text was carried on using the Tesseract Open Source OCR engine. The text was reviewed for errors and divided into several blocks of information: identification number, taxon name, correct name, some blocks for images numbers, and then literature references, notes to the name, synonyms, locality and observations. A further information is the assessment of the conservation status of the specimens, according to the scale by McGinley (1993). The final result is a database, in which the data are coupled with image metadata. A searchable online database will be soon available.



***“La gente di solito usa le statistiche  
come un ubriaco usa i lampioni:  
più per sostegno che per  
illuminazione.”***

**Mark Twain**





## **Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico mediante licheni - Tavola rotonda (Pistoia, 28 settembre 2018)**

Paolo Giordani<sup>1</sup>, Francesca Fornasier<sup>2</sup>, Deborah Valbonetti<sup>3</sup>, Maurizio Perotti<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Farmacia, Università di Genova; <sup>2</sup>ISPRA, Roma; <sup>3</sup>Arpae Emilia-Romagna, Ravenna; <sup>4</sup>CESI, Piacenza

Nel corso del 31° Convegno della Società Lichenologica Italiana, svoltosi nella città di Pistoia, si è tenuta una tavola rotonda moderata da Paolo Giordani in qualità di coordinatore del Gruppo di Lavoro per il biomonitoraggio della SLI.

All'incontro sono stati invitati a parlare: (i) Francesca Fornasier che si occupa di normazione dal 2001 con un ruolo volto al coordinamento delle esigenze politiche e tecniche e ha seguito i lavori del working group CEN per la stesura della norma sulla bioindicazione; (ii) Deborah Valbonetti che si occupa della rete di monitoraggio della qualità dell'aria e di monitoraggi biologici tramite pollini e licheni; (iii) Maurizio Perotti il cui ambito è quello del monitoraggio di ambienti terrestri, in particolare del contenzioso ambientale.

### *1. Quali sono, secondo voi i punti di forza e i punti deboli dei metodi di biomonitoraggio mediante licheni?*

FF: Uno dei punti di forza è "l'idea di rete" introdotta con le linee guida del 2001; questo modo di operare consente lo studio di ampie fasce di territorio (e controlli ripetuti nel tempo) e, inoltre, mette in chiaro quanto sia importante avere dei dati che consentano di operare dei confronti. Altro punto di forza è l'accento sulla standardizzazione del metodo; un punto critico è, invece, quello dell'interpretazione dei dati.

DV: Concordo sui punti di forza e segnalo come punto debole il fatto che tale monitoraggio non sia istituzionalizzato all'interno delle agenzie e, quindi, richiesto da una normativa cogente, come invece accade per il monitoraggio dei parametri chimici della qualità dell'aria, pertanto le ARPA investono maggiormente su quest'ultimo perdendo così altre informazioni che il biomonitoraggio lichenico è in grado di fornire, come ad esempio la stima dell'eutrofizzazione.

MP: Altri punti di forza sono rappresentati dal fatto che, con costi contenuti, la metodologia consente una maggiore densità campionaria. Fra i punti deboli rientra l'uso che si fa dei dati, anche se negli ultimi anni i lichenologi hanno sentito l'esigenza di aumentare la conoscenza dei meccanismi chimici e fisici che determinano le risposte osservate nei licheni.

### *2. Quale tipo di supporto vi aspettate dalla SLI per promuovere l'applicazione dei metodi di biomonitoraggio ?*

FF: Facendo riferimento a quanto avvenuto con l'IBE (Indice Biotico Esteso), la SLI potrebbe contribuire alla diffusione di queste metodiche in collaborazione con le agenzie sul territorio. Inoltre la SLI potrebbe avere un ruolo nel fornire supporto ai diversi gruppi che lavorano in Italia in modo da favorire un'uniformità dei risultati.

DV: Sarebbe importante che la SLI fornisse supporto nella formazione e nell'aggiornamento del personale delle agenzie, prevedendo anche corsi specialistici (oltre ai classici di introduzione alla lichenologia), e anche un supporto nell'interpretazione dei dati raccolti dalle agenzie e nella loro valorizzazione.

MP: la pubblicazione di un protocollo di applicazione dovrebbe essere l'occasione di un coinvolgimento maggiore sia dei "controllori" sia dei "controllati".

### *3. Quale può essere, realisticamente, il contributo delle vostre istituzioni?*

FF: Se si arrivasse alla redazione di un documento nazionale (con obiettivi, ruoli e costi) ISPRA potrebbe stimolare le agenzie a lavorare ad un progetto che abbia come fine quello della normazione, nonché creare un contesto per far confluire i dati di tutto il territorio, soluzione che potrebbe consentire anche la confluenza dei dati raccolti dai privati. Un ulteriore contributo potrebbe essere quello della parte di elaborazione dati e per i supporti cartografici.

DV: Il sistema delle ARPA può contribuire mediante la conoscenza accurata delle sorgenti impattanti presenti sul territorio e può anche mettere a disposizione una modellistica diffusionale di dettaglio. Inoltre, i dati rilevati dalle agenzie

sono pubblici e a disposizione dei cittadini, che sovente manifestano interesse per queste tipologie di studi.

MP: Le aziende che svolgono attività di monitoraggio possono contribuire per gli aspetti tecnici applicativi, ma, per quanto riguarda i dati prodotti, si deve fare riferimento ai controllori, che hanno il compito istituzionale di renderli disponibili per gli studi.

FF: Il *database* esiste, ma i privati al momento non possono essere costretti a fornire i dati in loro possesso, non essendoci un ordine di legge. È anche importante che si valorizzi il pregresso per far capire i vantaggi. Inoltre il biomonitoraggio con i licheni dovrebbe rientrare anche nell'ambito dei Livelli Essenziali delle Prestazioni Tecniche Ambientali (LEPTA).

*4. Pensate che sia possibile un ruolo per i dati di biomonitoraggio nel contenzioso ambientale? Se sì, a quali condizioni?*

FF: Sì, può averlo, ma il dato deve essere "forte"; deve essere misurabile.

DV: Sì, può averlo. Il ruolo delle agenzie è anche quello di contestualizzarlo e validarlo.

FF: Sì, perché, oltre alla numerosità campionaria, un punto di forza è dato dal fatto che gli studi sui licheni stimano ciò che succede in un arco di tempo, e al contrario del dato chimico, misurano non la concentrazione, ma gli effetti della concentrazione. Le misure chimiche e fisiche hanno però ancora maggior peso in ragione di uno storico dei pregressi.

MP: il contesto del contenzioso è più mirato, l'incertezza della misura ne limita l'appetibilità normativa. Bisogna insistere sulla revisione critica: quando ci saranno limiti di applicabilità e incertezza della misura chiari, la metodologia diverrà un riferimento per la stesura di una norma di legge. Per raggiungere questo obiettivo, occorre un confronto costruttivo con le discipline dei monitoraggi "tradizionali", anche se fino ad ora gli esperti di queste discipline hanno manifestato una notevole diffidenza verso la bioindicazione e il bioaccumulo con i licheni.



## **Sviluppo di tecniche di biomonitoraggio atmosferico mediante licheni epifiti autoctoni: stato dell'arte, innovazione e biologia dell'accumulo**

Lorenzo Fortuna

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste, Via Licio Giorgieri, 10, Trieste.

Negli ultimi quarant'anni le tecniche di biomonitoraggio mediante l'uso di crittogame (principalmente muschi e licheni) sono state più volte adottate come parte integrante dei programmi di monitoraggio e controllo dell'inquinamento atmosferico in molti Paesi. La frequente applicazione è dovuta sia alla loro facilità di utilizzo sia alla robustezza dei protocolli impiegati, i quali, sulla base di un elevato numero di siti di campionamento, consentono di stimare la distribuzione delle sostanze aerodisperse in un certo dominio spazio-temporale.

A seconda della tecnica e dell'organismo utilizzato, tali stime possono essere calcolate sulla base delle variazioni della composizione delle biocenosi epifite (tecniche di bioindicazione; vedi Frati & Brunialti, 2006; Giordani & Brunialti, 2015) oppure delle concentrazioni di inquinanti misurate in campioni di organismi *biomonitor* (tecniche di bioaccumulo; vedi Tretiach *et al.*, 2011; Fortuna *et al.*, 2019a). Ad oggi, i metodi alla base delle tecniche di biomonitoraggio sono ampiamente riconosciuti e accettati sia dalla comunità scientifica internazionale (vedi Bargagli & Nimis, 2002), sia dagli organi di protezione ambientale nazionali (p. es. ANPA, 2001) ed Europei (EEA; vedi la direttiva europea EC/50/2008). Inoltre, nel caso delle tecniche di bioindicazione e di quelle di bioaccumulo con muschi pleurocarpi, gli stessi metodi sono così consolidati da soddisfare persino i più rigidi criteri dei processi di normazione tecnica europea (vedi le norme europee UNI EN 16414:2014 e UNI EN 16413:2014).

Tuttavia, seppur scientificamente riconosciute, le tecniche di bioaccumulo basate sull'uso di licheni epifiti non sono state ancora normate poiché, ad oggi, la loro applicazione risulta ancora carente in alcuni requisiti relativi all'incertezza del risultato (ARPAT, 2018). Secondo la letteratura di riferimento, tale incertezza è da ricondurre alla variabilità del contenuto di inquinanti osservabile in campioni provenienti da uno stesso sito. Negli ultimi anni, per ovviare a questo problema, la soluzione più frequentemente adottata è stata quella di utilizzare la tecnica dei trapianti (vedi Tretiach *et al.*, 2007; Adamo *et al.*, 2007). Se, da un lato, tale tecnica consente di esporre un numero sufficiente di campioni tale da stimare la variabilità intra-sito aumentando così la robustezza dei risultati, dall'altro lato essa può essere impiegata per stimare la dispersione degli

inquinanti atmosferici per periodi di tempo piuttosto brevi, solitamente da uno e tre mesi. Ciò è dovuto al fatto che, per periodi di esposizione più lunghi, non è noto se e quanto l'effetto del trapianto influisca sulla vitalità del lichene e sui meccanismi di accumulo durante l'esposizione. Inoltre, resta da indagare se tale effetto si manifesti in modo omogeneo oppure in modo differenziale da sito a sito (Peplis *et al. in prep.*).

Ne deriva che, ad oggi, per stimare la dispersione di inquinanti aerodispersi su lungo periodo, le tecniche di bioaccumulo basate sull'uso di licheni autoctoni rimangono le più idonee (tra quelle a disposizione). Bisogna però considerare che, impiegando tale tecnica, l'incertezza dei valori di concentrazione di inquinanti misurati in campioni autoctoni potrebbe risentire di una variabilità temporale di esposizione. Infatti, se con la tecnica dei trapianti il periodo di esposizione può essere scelto a priori, nel caso delle tecniche basate su licheni autoctoni il periodo di esposizione corrisponderà all'età del materiale lichenico campionato. Perciò, al fine di limitare l'effetto della variabilità del tempo di esposizione sul risultato finale dello studio, è necessario che il materiale campionato in siti diversi sia coetaneo.

A tale scopo, Nimis & Bargagli (1998) suggeriscono di utilizzare specie epifite fogliose, il cui tallo si sviluppa radialmente estendendo le porzioni talline più esterne (lobi) pochi millimetri all'anno. Per 17 mesi, Fortuna & Tretiach (2018) hanno monitorato il tasso di crescita del lichene epifita foglioso *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. in sette popolazioni distribuite lungo un gradiente termo-igrometrico localizzato tra i 20 e i 500 m s.l.m. dell'anticlinale del Carso Classico (Trieste, NE Italia). I risultati di tale studio, oltre a fornire una stima attendibile per il tasso di crescita annuale di *X. parietina* ( $2,5 \pm 0,5$  mm anno<sup>-1</sup>) mettono in evidenza come la diversa disponibilità idrica dei siti di campionamento possa influenzare indirettamente i risultati di uno studio di biomonitoraggio. Infatti, è stato osservato che talli di ambienti relativamente xerici avevano un tasso di crescita annuale significativamente più basso ( $1,5 \pm 0,5$  mm anno<sup>-1</sup>) rispetto al valore medio osservato nell'intera area di studio. Ciononostante, escludendo siti caratterizzati da situazioni micro-climatiche particolari, la variabilità del tasso di crescita annuale di *X. parietina* osservata nei siti rimanenti era piuttosto contenuta. Da ciò deriva che selezionando gli ultimi 2,5 mm del margine tallino di *X. parietina* verrebbe campionato materiale lichenico con un'età compresa tra i 10 e 14 mesi.

Oltre a fornire una stima dell'età del materiale campionato, lo studio dei tassi di crescita dei *biomonitor* lichenici consentirebbe di implementare l'applicazione delle tecniche di biomonitoraggio anche in altri contesti, ad esempio quelli dedicati alla validazione dei modelli di dispersione degli inquinanti. Generalmente tali modelli simulano le dinamiche di emissione, di trasporto

atmosferico e di accumulo degli inquinanti al suolo per un certo periodo di tempo, solitamente un anno. Seppure gli algoritmi e i software utilizzati in tali simulazioni siano così affidabili da essere impiegati dalla maggior parte degli organi di protezione e controllo ambientale, l'accuratezza dei loro risultati deve comunque essere testata attraverso procedure di validazione. A questo scopo, i valori simulati dal modello vengono confrontati con misure puntuali della ricaduta al suolo degli inquinanti effettuate presso specifici "punti recettori", rappresentati dalle centraline (fisse o mobili) delle reti di monitoraggio ambientale (ISPRA). Tuttavia, poiché la densità spaziale delle centraline è generalmente bassa e il loro apparato strumentale necessita di una continua manutenzione e sostituzione del materiale consumabile associato, le misure strumentali di ricaduta degli inquinanti al suolo non sempre vengono acquisite con una buona copertura spaziale e/o temporale. Ciò limita la numerosità dei punti di misura disponibili utili alla validazione delle simulazioni modellistiche, soprattutto di quelle realizzate con risoluzione spaziale elevata. Quindi è lecito chiedersi se le stazioni di uno studio di biomonitoraggio possano rappresentare una valida alternativa nei processi di validazione dei modelli di dispersione.

Tale ipotesi è sostenuta in Fortuna *et al.* (*in prep.*) sulla base di uno studio in cui i valori del contenuto elementare misurati in campioni di due licheni epifiti [*Flavoparmelia caperata* (L.) Hale e *X. parietina*] sono stati confrontati con due simulazioni della dispersione delle emissioni di una centrale termoelettrica a carbone (Monfalcone, NE Italia). In particolare, il primo dei due modelli simulava la dispersione del Particolato Totale Sospeso (PTS) emesso dalla centrale durante l'intero 2005, anno meteorologico scelto dalle autorità di controllo e protezione ambientale locali come periodo di riferimento per le simulazioni modellistiche. Nel secondo caso, invece, la simulazione della dispersione del PTS è stata elaborata sulla base del periodo di esposizione stimato per il materiale lichenico campionato dai talli di *F. caperata* (6 mesi). Dopo aver espresso i risultati dello studio di monitoraggio come valori di concentrazione normalizzati per il contenuto elementare del suolo (*enrichment factor*; EF), i valori di EF calcolati per il contenuto di Cr, Pb e V osservati in *F. caperata* erano fortemente correlati soltanto con i risultati del secondo modello. Questi risultati hanno trovato ulteriore conferma in un campionamento del PM<sub>10</sub> condotto indipendentemente da ARPA FVG mediante centraline mobili, che ha misurato concentrazioni atmosferiche di Cr significativamente più elevate durante i periodi di attività della centrale rispetto ai periodi di arresto. Ciò corrobora l'ipotesi dell'uso dei dati di bioaccumulo per la validazione dei modelli di dispersione di inquinanti atmosferici.

Un ultimo aspetto che più volte è stato considerato negli studi di bioaccumulo con i licheni epifiti riguarda il contributo di alcuni metaboliti secondari nella complessazione e successiva compartimentalizzazione intratallina degli

inquinanti. Nella letteratura di riferimento è possibile trovare diverse evidenze sulla complessazione del ferro ad opera di alcuni metaboliti come la parietina in *X. parietina* (Engstrom *et al.*, 1980) o l'acido fumarprotocetrarico in *Hypogymnia physodes* L. (Hauck & Huneck, 1997). Altri metaboliti secondari, come l'acido ossalico e l'acido usnico, sono noti per la capacità di accumulare il calcio e, probabilmente, altri cationi bivalenti del cadmio, rame e piombo (Purvis *et al.*, 2008; Nimis *et al.*, 2001). Tuttavia, molte delle specie comunemente impiegate appartengono a una delle famiglie più evolute e diversificate di ascomiceti lichenizzati, le Parmeliaceae. In questo gruppo la maggior parte delle specie condividono un carattere morfo-chimico molto conservato: un *cortex* inferiore fortemente melanizzato. In Fortuna *et al.* (2017) si ipotizza che questi pigmenti melaninici possano contribuire all'accumulo di alcuni micronutrienti, quali Fe, Mn e Zn. Mediante tecniche analitiche semiquantitative e quantitative, il contenuto relativo di questi elementi è stato misurato negli strati corticali esterni (*cortex* superiore e inferiore) e in quello aerenchimatico interno (*medulla*) di nove specie fogliose. Inoltre, due delle nove specie selezionate, simili per chimica di parete ma differenti per grado di melanizzazione, sono state trattate secondo i protocolli delle tecniche di eluizione sequenziale al fine di definire la distribuzione intratallina degli elementi selezionati. Complessivamente questo studio ha dimostrato che negli strati melanizzati dei licheni epifiti parmelioidi è riscontrabile un più alto contenuto di Fe e Zn, rispettivamente nella frazione residuale e in quella intracellulare.

Concludendo, seppur le tecniche di biomonitoraggio con i licheni epifiti non siano ancora normate, la ricerca dedicata a questo campo continua a produrre risultati destinati a migliorare i protocolli utilizzati o a proporre di nuovi per estendere il panorama applicativo delle stesse tecniche. Ne sono un esempio alcuni dei lavori più recenti, in particolare quelli dedicati allo studio dell'effetto di alcune delle componenti ambientali sulla variabilità della composizione elementare nelle popolazioni native delle aree remote (Incerti *et al.*, 2017; Cecconi *et al.*, 2018) oppure i nuovi strumenti statistici utili all'interpretazione dei risultati degli studi di biomonitoraggio (Fortuna *et al.*, 2019b). È evidente quindi che l'insieme delle conoscenze in questo campo sono oramai più che sufficienti e robuste per procedere alla normazione del metodo.

## Ringraziamenti

Parte dei contenuti di questo contributo è stata estratta dalla tesi "*Development of biomonitoring techniques of airborne persistent pollutants using native lichens*", svolta nell'ambito del XXX ciclo di dottorato in Ambiente e Vita dell'Università di Trieste. L'autore vuole ringraziare il Prof. Mauro Tretiach (Università di Trieste) per essere stato coinvolto in numerosi progetti scientifici, i colleghi, nonché amici, di "Geobotanica" (Dr. Guido Incerti, Dr. Pittao Elena, Dr.



Fabio Candotto Carniel, Dr. Alice Montagner, Dr. Danijela Kodnik, Dr. Fiore Capozzi, Dr. Claudio Ametrano, Dr. Silvia Ongaro, Dr. Elva Cecconi) per i loro preziosi consigli pratici e teorici.

### **Bibliografia**

- ANPA, 2001. I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica: Manuale. ANPA, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Roma, 85 pp.
- Adamo P., Crisafulli P., Giordano S., Minganti V., Modenesi P., Monaci F., Pittao E., Tretiach M., Bargagli R., 2007. Lichen and moss bags as monitoring devices in urban areas. Part II: Trace element content in living and dead biomonitors and comparison with synthetic materials. *Environmental Pollution* 146: 392-399.
- Bargagli R., Nimis P.L., 2002. Guidelines for the use of epiphytic lichens as biomonitors of atmospheric deposition of trace elements. In: Nimis, P. L., Scheidegger, C., Wolseley P. A. (eds.), *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. NATO Science Series, IV. Earth and Environmental Sciences, Vol. 7. Kluwer, Dordrecht, pp. 295-299.
- Cecconi E., Incerti G., Capozzi F., Adamo P., Bargagli R., Benesperi R., Candotto Carniel F., Favero-Longo S.E., Giordano S., Puntillo D., Ravera S., Spagnuolo V., Tretiach M., 2018. Background element content of the lichen *Pseudevernia furfuracea*: A supra-national state of art implemented by novel field data from Italy. *Science of the Total Environment* 622: 282-292.
- Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe.
- Engstrom G.W., McDorman D.J., Maroney M.J., 1980. Iron chelating capability of physcion, a yellow pigment from *Aspergillus ruber*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 28: 1139-1141.
- Fortuna L., Baracchini E., Adami G., Tretiach M., 2017. Melanization affects the content of selected elements in Parmelioid lichens. *Journal of chemical ecology* 43: 1086-1096.
- Fortuna L., Tretiach M., 2018. Effects of site-specific climatic conditions on the radial growth of the lichen biomonitor *Xanthoria parietina*. *Environmental Science and Pollution Research* 25: 34017-34026.
- Fortuna L., Candotto Carniel F., Capozzi F., Tretiach M., 2019a. Congruence Evaluation of Mercury Pollution Patterns Around a Waste Incinerator over a 16-Year-Long Period Using Different Biomonitors. *Atmosphere* 10: 183.
- Fortuna L., Cecconi E., Benesperi R., Bianchi E., Brunialti G., Contardo T., Di Nuzzo L., Frati L., Monaci F., Munzi S., Nascimbene J., Paoli L., Ravera S., Vannini A., Giordani P., Loppi S., Tretiach M., 2019b. New interpretative scales for lichen bioaccumulation data: the Italian proposal. *Atmosphere*: 10: 136.
- Frati L., Brunialti G., 2006. Long-term biomonitoring with lichens: comparing data from different sampling procedures. *Environmental monitoring and assessment* 119: 391-404.
- Giordani P., Brunialti G., 2015. Sampling and interpreting lichen diversity data for biomonitoring purposes. In: *Recent Advances in Lichenology*. Springer, New Delhi, pp. 19-46.
- Hauck M., Huneck S., 2007. Lichen substances affect metal adsorption in *Hypogymnia physodes*. *Journal of chemical ecology* 33: 219–223.

- Incerti G., Cecconi E., Capozzi F., Adamo P., Bargagli R., Benesperi R., Candotto Carniel F., Cristofolini F., Giordano S., Puntillo D., Spagnuolo V., Tretiach M., 2017. Intraspecific variability in baseline element composition of the epiphytic lichen *Pseudevernia furfuracea* in remote areas: implications for biomonitoring of air pollution. *Environmental Science and Pollution Research* 24: 8004-8016.
- Nimis P.L., Bargagli R., 1998. Linee-guida per l'utilizzo di licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. Atti del workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, pp. 26-27.
- Nimis P.L., Andreussi S., Pittao E., 2001. The performance of two lichen species as bioaccumulators of trace metals. *Science of the total environment* 275: 43-51.
- Purvis O.W., Pawlik-Skowrońska B., 2008. Lichens and metals. *British Mycological Society Symposia Series*, Academic Press, Cambridge, pp. 175-200.
- Tretiach M., Adamo P., Bargagli R., Baruffo L., Carletti L., Crisafulli P., Giordano S., Modenesi P., Orlando S., Pittao E., 2007. Lichen and moss bags as monitoring devices in urban areas. Part I: Influence of exposure on sample vitality. *Environmental pollution* 146: 380-391.
- Tretiach M., Carniel Candotto F., Loppi S., Carniel A., Bortolussi A., Mazzilis D., Del Bianco C., 2011. Lichen transplants as a suitable tool to identify mercury pollution from waste incinerators: a case study from NE Italy. *Environmental monitoring and assessment* 175: 589-600.

### **Sitografia**

ARPAT 2018

<http://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2018/139-18/il-biomonitoraggio-con-i-licheni>

ISPRA

<http://www.isprambiente.gov.it/files/snpa/consiglio-federale/Delibera90cfPropostaLLG Gredazionepianidiqualitidellariaconallegati.pdf>

## **Contributo alle conoscenze lichenologiche del Sentiero dei Ginepri (Riserva naturale speciale dell'Orrido di Foresto e Stazione di *Juniperus oxycedrus* di Crotte - S.Giuliano)**

Enrica Matteucci<sup>1</sup>, Sergio E. Favero-Longo<sup>1</sup>, Luca Giunti<sup>2</sup>, Deborah Isocrono<sup>3</sup>, Gabriele Gheza<sup>4</sup>, Flavio Magnetti<sup>1</sup>, Pier Luigi Nimis<sup>5</sup>, Wolfgang von Brackel<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; <sup>2</sup>Ente di gestione delle aree protette delle Alpi Cozie, <sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino,

<sup>4</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, <sup>6</sup>Kirchenweg 2, D-91341 Röttenbach,

<sup>5</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste

Nell'ambito del XXX convegno della Società Lichenologica Italiana nel pomeriggio del 15 settembre 2017 è stata effettuata un'escursione lungo il primo tratto del "Sentiero dei Ginepri", all'interno della "Riserva naturale speciale dell'Orrido di Foresto e Stazione di *Juniperus oxycedrus* di Crotte - S.Giuliano", istituita nel 1998 dalla Regione Piemonte ed affidata oggi all'Ente di gestione delle Aree Protette delle Alpi Cozie. Il principale motivo di tutela nasce dalla presenza del *Juniperus oxycedrus* L., una pianta tipicamente mediterranea che ha trovato condizioni climatiche ideali sulle calde bancate calcaree, soleggiate tutto l'anno, del versante sinistro della media Val Susa, in provincia di Torino. Nella zona di S. Giuliano se ne contano diverse decine di esemplari, alcuni alti anche 4 o 5 metri, con la tipica forma a cono regolare.



La pianta porta dei galbuli color rosso bruno, ed ha uno sviluppo maggiore del più diffuso *Juniperus communis* L. Altre specie tipiche di clima mediterraneo presenti nell'area sono *Diplachne serotina* (L. Link), *Fumana ericoides* (Cav.) Gandog., *Stipa pennata* L. e innumerevoli orchidee selvatiche [tra cui *Ophrys fuciflora* (F.W. Schmidt) Moench, *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Limodorum abortivum* (L.) Sw., *Platanthera longifolia* (L.) Fritsch].

L'abbandono delle colture tradizionali ha favorito arbusti pionieri quali roverella (*Quercus pubescens* Willd.) e pero corvino (*Amelanchier ovalis* Medic.), la cui espansione minaccia gli habitat favorevoli alle specie più caratteristiche. Per questa ragione l'Unione Europea ha finanziato il progetto Life Xero-grazing, che ha lo scopo di ridurre la copertura delle praterie mediante azioni quali il pascolamento guidato e il taglio controllato, con la collaborazione dei due Comuni interessati (Bussoleno e Mompantero) e di due dipartimenti dell'Università di Torino (DISAFA e DBIOS).

Il substrato prevalente nelle zone attraversate dall'escursione è calcareo (marmi, calcescisti e litotipi affini), mentre alle quote superiori si trovano serpentiniti. La millenaria azione meteorica e fluviale ha scavato profonde incisioni nelle terrazze calcaree, creando alcuni "Orridi" particolarmente suggestivi. Questi ultimi, oggi sono meta turistica e palestre per l'arrampicata, mentre in passato rappresentavano luoghi misteriosi e vi si isolavano i malati di lebbra e altre malattie vistose (il Lazzaretto visitato dai partecipanti).

La Riserva è ricompresa all'interno del SIC IT1110030 Oasi Xerothermiche della Val Susa, insieme alla vicina e analoga Riserva di Chianocco, dedicata alla tutela di un'altra pianta mediterranea, il leccio (*Quercus ilex* L.), e al relativo Orrido.

L'area della Riserva dell'Orrido di Foresto risulta priva di informazioni sulla flora lichenologica. Le segnalazioni prossime (38 *record* per la borgata di San Giuliano – "Val di Susa, San Giuliano tra Susa e Bosselino-Ambruna") si trovano in un contributo di Clerc e collaboratori (Clerc *et al.*, 1999).

La Valle di Susa, area valliva di pertinenza, è stata indagata per lo più in indagini relative alla fitosociologia di comunità fanerogamiche (Montacchini, 1964; Montacchini & Piervittori, 1978-79; Montacchini *et al.*, 1982) e al monitoraggio ambientale (Piervittori & Montacchini, 1980; Piervittori, 1988; Piervittori *et al.*, 1995; 1996; 1997). La maggior parte di queste segnalazioni, tuttavia, non sono definibili precisamente da un punto di vista geografico e possono riferirsi all'intera valle di Susa. I primi dati lichenologici valsusini risalgono tuttavia alla fine del 1700: si tratta di poche specie raccolte "ad basi rupis S. Michaelis in Valle Segusiana" e sul Moncenisio (Bellardi, 1792).

Sono poi da ricordare due ulteriori lavori di Bartolomeo Caccia (1740) e di Gian Francesco Re (1805) in cui sono rispettivamente citate due specie di licheni (tuttavia non identificabili per la vaghezza delle descrizioni polinomie) nel primo e 66 specie nel secondo. Sempre in un manoscritto, ma di inizio 1900 (Burlandi, 1919), sono poi segnalate un'ulteriore trentina di specie per la zona di Salbertand.

Nel 2017, le raccolte sono state effettuate all'inizio del sentiero (un gruppo di lichenologi tende a muoversi molto lentamente) sugli affioramenti di marmo bianco, su alcuni massi erratici di pietre verdi e al suolo. I campioni raccolti sono stati successivamente determinati nei laboratori dei singoli partecipanti, la nomenclatura segue Nimis (2016). Sono stati inseriti anche campioni raccolti nella frazione Nicoletto (comune di Monpantero).

#### **Elenco floristico relativo ai licheni:**

*Caloplaca inconnexa* (Nyl.) Zahlbr.  
Su affioramento di marmo (HBTO 3845)

*Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr.  
su calcescisti affioranti (HBTO 3839)

*Candelariella medians* (Nyl.) A.L. Sm.  
su affioramento di calcescisti (hb Brackel 8123)

*Circinaria contorta* (Hoffm.) A. Nordin, Savić & Tibell  
su affioramento di calcescisti (HBTO 3831)

*Cladonia foliacea* (Huds.) Willd.  
su suolo (HBTO 3834; 3850; hb Gheza)

*Cladonia furcata* (Huds.) Schrad.  
su suolo (HBTO 3848)

*Cladonia symphycarpa* (Flörke) Fr.  
su suolo (hb Gheza)

*Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman  
su affioramento di calcescisti (HBTO 3827)

*Diplotomma chlorophaeum* (Leight.) Kr.P. Singh & S.R. Singh  
su calcescisti affioranti (HBTO 3838)

*Gyalolechia fulgens* (Sw.) Söchting, Frödén & Arup  
su suolo fra i calcescisti (HBTO 3836; hb Gheza)

*Lathagrium cristatum* (L.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin  
su suolo (HBTO 3833)

*Lecania turicensis* (Hepp) Müll. Arg.  
su affioramento di calcescisti (hb Brackel 8073 sub *Muellerella erratica*)

*Lecanora campestris* (Schaer.) Hue  
su frammento di scisto a minerali (HBTO 3824)

*Lobothallia radiosa* (Hoffm.) Hafellner  
su affioramento di calcescisti (hb Brackel 8072 sub *Lichenostigma elongatum*)

*Myriolecis* cfr. *semipallida* (H. Magn.) Sliwa, Zhao Xin & Lumbsch  
su affioramento di calcescisti (HBTO 3830)

*Peltula* cfr. *patellata* (Bagl.) Swinscow & Krog  
su affioramento di marmo (HBTO 3852)

*Placidium squamulosum* (Ach.) Breuss  
su suolo fra calcescisti affioranti (hb Brackel 8122a; hb Gheza)

*Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy s.lat.  
su affioramento di calcescisti (hb Brackel 8069 sub *Stigidium squamariae*)

*Psora decipiens* (Hedw.) Hoffm.  
su suolo fra i calcescisti (HBTO 3847, hb Brackel 8122b; hb Gheza)

*Psora globifera* (Ach.) A. Massal.  
su suolo fra i calcescisti (HBTO 3837)

*Rinodina bischoffii* (Hepp) A. Massal.  
su affioramento di marmo (HBTO 3844)

*Romjularia lurida* (Ach.) Timdal  
su affioramento di calcescisti (hb Brackel 8121)

*Sarcogyne regularis* Körb.  
su affioramento di marmo (HBTO 3826)

*Scytinium pulvinatum* (Hoffm.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin  
su frammento di scisto a minerali (HBTO 3825)

*Squamarina cartilaginea* (Wirth) P.James  
su suolo fra calcescisti affioranti (HBTO 3832, hb Brackel 8071 sub *Clypeococcum psoromatis*)

*Squamarina lentigera* (Weber) Poelt  
su suolo (HBTO 3840)

*Squamarina stella-petraea* Poelt  
su calcescisto con muschio (HBTO 3846)

*Toninia sedifolia* (Scop.) Timdal  
su suolo fra calcescisti affioranti (hb Brackel 8070 sub *Stigmidium tabacinae*)

*Variospora flavescens* (Huds.) Arup, Frödén & Söchting  
su affioramenti di calcescisti (HBTO 3828) e di marmo (HBTO 3843)

*Verrucaria hochstetteri* Fr.  
su affioramento di marmo (HBTO 3841; 3842)

*Verrucaria macrostoma* DC. f. *furfuracea* B. de Lesd.  
su affioramento di calcescisti (HBTO 3829)

*Xalocoa ocellata* (Fr.) Kraichak, Lücking & Lumbsch  
su affioramento di calcescisti (HBTO 3851)

*Xanthoparmelia stenophylla* (Ach.) Ahti & D. Hawksw.  
in piccole tasche di suolo sugli affioramenti rocciosi (HBTO 3835; 3849; hb Gheza)

#### **Elenco floristico relativo ai funghi lichenicoli:**

*Clypeococcum psoromatis* (A. Massal.) Etayo  
su *Squamarina cartilaginea* (hb Brackel 8071).  
Specie nuova per la flora del Piemonte.



*Lichenostigma elongatum* Nav.-Ros. & Hafellner  
su *Lobothallia radiosia* (hb Brackel 8072)  
Specie nuova per la flora del Piemonte.

*Muellerella erratica* (A. Massal.) Hafellner & V. John  
su *Lobothallia radiosia* (hb Brackel 8073)

*Stigmidium squamariae* (B. de Lesd.) Cl. Roux & Triebel  
su *Protoparmeliopsis muralis* s.lat. (hb Brackel 8069)  
Specie nuova per la flora del Piemonte.

*Stigmidium tabacinae* (Arnold) Triebel  
su *Toninia sedifolia* (hb Brackel 8070)  
Specie nuova per la flora del Piemonte.

Una nota sull'itinerario: al momento del sopralluogo preliminare, effettuato nell'aprile 2017 da EM, SEFL e LG, l'itinerario era stato pianificato così: partendo con l'affacciarsi sull'Orrido di Foresto, tornando poi verso il paese per poi intraprendere una salita tranquilla imboccando il Sentiero dei Ginepri, ma al momento dell'escursione vera a propria il grosso gruppo dei lichenologi si è mosso, esattamente come era stato per i primi tre, prendendo una scorciatoia fra l'orrido e il sentiero che passa, letteralmente, all'interno dei ruderi del vecchio lazzeretto, in uso fino al Settecento.





## Bibliografia

- Bellardi L., 1792. Appendix ad Floram Pedemontanam. S.n., Torino, pp. 80.
- Burlandi, 1919. I Licheni di Levone. Manoscritto.
- Caccia G.B., 1740. Catalogus plantarum in Valle Ulciensi nascentium. Manoscritto.
- Clerc P., Jeanmonod D., Theurillat J.P., Vust M., 1999. Excursion de la Société botanique de Genève au Val de Suse, Italie. Saussurea 30: 52-61.
- Montacchini F., 1964. Flora e vegetazione del Monte Jafferau (Alpi Cozie). I contributo. La flora cacuminale. Giornale Botanico Italiano 71:695-698.
- Montacchini F., Caramiello-Lomagno R., Forneris G., Piervittori R., 1982. Carta della vegetazione della valle di Susa ed evidenziazione dell'influsso antropico. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Torino 114 pp.
- Montacchini F., Piervittori R., 1978-79. Studi sulla vegetazione del Parco Nazionale del Gran Paradiso. I. Prime osservazioni sulla flora e vegetazione lichenica nell'orizzonte alpino e subalpino del versante piemontese del P.N.G.P. Allionia 23:161-184.
- Nimis P.L., 2016. The Lichens of Italy. A Second Annotated Catalogue. EUT, Trieste, 739 pp.
- Piervittori R., 1998. Biomonitoring with lichens in the lower Susa Valley, Piedmont (N Italy). Acta Horticulturae 457: 319-327.
- Piervittori R., Montacchini F., 1980. Regressione della presenza lichenica in zone montane per effetto della progressiva urbanizzazione: Bardonecchia. Allionia 24:139-141.
- Piervittori R., Alessio F., Usai L., Maffei M., 1995. Seasonal variations in lipids of *Xanthoria parietina* growing at high elevations. Phytochemistry 40: 717-723.
- Piervittori R., Usai L., Alessio F., Maffei M., 1996. Surface n-alkane variability in *Xanthoria parietina*. Lichenologist 28: 79-87.
- Piervittori R., Usai L., Alessio F., Maffei M., 1997. The effect of simulated acid rain on surface morphology and n-alkane composition of *Pseudevernia furfuracea*. Lichenologist 29: 191-198.
- Re G.F., 1805. Flora Segusiensis sive stirpium in circuito Segusiensi nec non in Montecenisio, aliisque circumeuntibus Montibus sponte nascentium enumeratio secundum Linneanum systema. Taurini Ex typographia Bernardini Barberis. In Typographorum vico n. 272.

## Sitografia

Life Xero-grazing (<http://www.lifexerograzing.eu>)



## Sulle orme dei Sambo.

### Escursione del XXXI congresso della Società Lichenologica Italiana al Monteferrato.

Munzi S.<sup>1</sup>, Benesperi R.<sup>2</sup>, Bianchi E.<sup>2</sup>, Brackel W. v.<sup>3</sup>, Di Nuzzo L.<sup>2</sup>, Favero-Longo S.E.<sup>4</sup>, Gheza G.<sup>5</sup>, Giordani P.<sup>6</sup>, Matteucci E.<sup>4</sup>, Paoli L.<sup>7</sup>, Tonon C.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Firenze, <sup>3</sup>Kirchenweg 2, D-91341 Röttenbach, <sup>4</sup>Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino, <sup>5</sup>Sezione di Ecologia del Territorio, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, <sup>6</sup>DIFAR, Università di Genova, <sup>7</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Pisa

“Cominciamo con una pausa” è la proposta che trova subito d'accordo tutti i partecipanti all'escursione al Monteferrato (Prato) organizzata in occasione del XXXI congresso della Società Lichenologica Italiana.

In realtà, quella che sembra una mera concessione al piacere, fa parte della meticolosa preparazione dell'uscita di campo poiché la fermata al chiosco per consumare gelati e bibite ci permette di affrontare indenni il caldo della giornata e il (breve) cammino in (leggera) salita per arrivare ad una zona di affioramenti rocciosi riccamente colonizzati da licheni.

Il gruppo del Monteferrato (Prato, Toscana) è posto a Nord dell'abitato di Bagnolo a pochi chilometri dalla zona industriale di Prato ed è composto da tre cime: Poggio Ferrato 422 m, Monte Mezzano 398 m e Monte Piccioli 362 m. Il substrato prevalente è costituito da serpentiniti, divise in direzione NW-SE da una fascia di gabbro a grana grossa a plagioclasti e pirosseni.

La vegetazione è piuttosto degradata e consta di un soprassuolo di pino marittimo di modesta copertura appartenente a rimboschimenti ottocenteschi (Baroncelli, 2002). Le precipitazioni ammontano a 942 mm annui (stazione di Gamberame, PO, 2000-2018; Sistema Idrologico Regionale) e la temperatura media annua è di 15°C (stazione di Galceti, PO, 1999-2017; Sistema Idrologico Regionale).

Giunti sul punto di interesse, ci sparpagliamo armati di lenti, martelli e scalpelli, carta e penna e i nomi delle varie specie non tardano a risuonare nell'aria.



Appare subito chiaro che il genere *Xanthoparmelia* ci darà del filo da torcere, almeno fino a quando i campioni raccolti non saranno sottoposti ad analisi cromatografica. Non ci scoraggiamo e, con lichenologico entusiasmo, per le ore successive avanziamo identificazioni, raccogliamo e imbustiamo.

Ad un tratto, ci sovviene che abbiamo la chiave di determinazione delle specie italiane del genere *Cladonia* appena pubblicata sul Notiziario da testare (Gheza, 2018). Dopotutto, che lo abbiamo portato a fare l'esperto in *Cladonia*, se non lo usiamo? Gabriele viene quindi messo a declamare la chiave, ma ad una prima osservazione il numero di *Cladonie* appare ben più misero di quello aspettato facendo riferimento ai ritrovamenti della prima metà del secolo scorso.

Dall'analisi *a posteriori* del genere *Cladonia* nell'area di studio, dopo avere accorpato le numerose sinonimie, si evince che Sambo (1927) e Cengia-Sambo (1937) hanno riportato nel complesso 21 *taxa* appartenenti a questo genere (cfr. Appendice) per l'area M. Ferrato-M. Chiesino-M. Mezzano, mentre da noi, sul solo M. Ferrato, ne sono stati rinvenuti solamente cinque: *C. coniocraea*, *C. foliacea*, *C. pyxidata*, *C. rangiformis* e *C. symphycarpa*. L'area coperta dalla nostra escursione non è stata ampia come quella indagata complessivamente dai Sambo, pertanto non è da escludere che alcune specie ci siano sfuggite. Dopo un'attenta riflessione abbiamo potuto esprimere alcune considerazioni.

Innanzitutto, apparivano particolarmente dubbie le segnalazioni dei Sambo di alcune specie a distribuzione strettamente alpina in Italia (i.e. *C. amaurocraea*, *C. stellaris*), che già Nimis (1993) considerava dubbie e necessarie di conferma e Cengia-Sambo (1937) descriveva con queste parole: "non è raro, anche per i licheni, il fenomeno di specie alpine discese a latitudine o a quota minore e presenti al M. Ferrato [...] *C. rangiferina* e *C. alpestris* [= *C. stellaris*] sul versante W, abbondante e prevalente nel Cladonieto assai vasto che cresce sul terriccio in disfacimento della ftanite". Anche per altre specie (i.e. *C. gracilis*, *C. phyllophora*, *C. rangiferina*, *C. uncialis*) sembrava necessaria una conferma. La presenza di *C. pycnoclada* invece non risulta attualmente accettata per l'Italia (cfr. Nimis, 2016). Infine, non escludevamo che le segnalazioni di "licheni delle renne" fatte dai Sambo (*C. pycnoclada*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*) potessero riferirsi invece a

specie simili la cui corologia è più coerente con la collocazione fitogeografica dell'area di studio, e.g. *C. ciliata*, *C. portentosa*. Per chiarire i nostri dubbi ci siamo recati presso l'Erbario Centrale Italiano (E.C.I.), dove sono conservati molti dei campioni raccolti dai Sambo sul Monte Ferrato. L'emozione di poter maneggiare i campioni originali è stata grande. Fin da subito, però, ci è sembrato chiaro che i sospetti sollevati in precedenza erano fondati: molte Cladonie (e non solo) erano state identificate erroneamente. Dopo una revisione generale di tutti i campioni (un centinaio) ci siamo concentrati sul genere *Cladonia*. Molte delle specie citate, come ad esempio *C. amaurocrea*, *C. degenerans* [= *C. phyllophora*] e *C. uncialis*, sono state da noi determinate come la ben più comune *C. rangiformis*, specie che, anche durante l'escursione, abbiamo rinvenuto frequentemente. Caso curioso, l'unico campione identificato come *C. rangiformis* presente all'interno della collezione pare essere invece *C. portentosa*. Ciò sembra anche confermare la nostra ipotesi che le segnalazioni di *C. rangiferina* e *C. stellaris* siano molto probabilmente da riferirsi a *C. portentosa*. Infine, anche campioni determinati come specie la cui ecologia è coerente con la collocazione fitogeografica del Monte Ferrato, a noi risultano non essere stati identificati correttamente: *C. squamosa* e *C. endiviaefolia* [= *Cladonia foliacea* f. *convoluta*] sembrano essere rispettivamente *C. cervicornis* e *C. furcata*. Per contro, i Sambo non avevano invece riportato *C. symphycarpa*, che potrebbero però avere rinvenuto ma identificato in modo errato (forse come una forma "con stenofillia acuta" di *C. foliacea*). Si tratta di una specie di fatto abbastanza diffusa su substrati basici, ma che passa spesso inosservata, o può facilmente essere confusa con altre specie, dal momento che è quasi sempre presente con il solo tallo primario. I Sambo non avevano rinvenuto neanche *C. coniocraea*, altra specie molto comune (cfr. Nimis, 2016).

Per quanto riguarda il genere *Xanthoparmelia*, i talli delle specie che contengono acido usnico nel *cortex* sono dominanti nell'area e su questi si sono concentrate le nostre raccolte. Le successive analisi condotte sui campioni prelevati hanno previsto: (i) l'osservazione dei caratteri morfologici con valore diagnostico (grado di adnazione del tallo, morfologia dei lobi, presenza e morfologia di isidi, colore della superficie del *cortex* inferiore e (ii) l'analisi dei metaboliti secondari con la TLC (Orange *et al.*, , 2001; Elix, 2014). Tali indagini hanno evidenziato una situazione di variabilità meno complessa che altrove (Rizzi & Giordani, 2013; Matteucci *et al.*, 2017). Sono infatti presenti tre sole specie di "Xanthoparmelie-giallo-verdi": *Xanthoparmelia stenophylla*, non isidiata, con la presenza di acido salazinicico e consalazinicico e tracce di acido norstictico e protocetrarico, e le due specie isidiate *Xanthoparmelia tinctoria*, con isidi globosi o cilindrici e presenza di acidi salazinicico, consalazinicico e norstictico, e *Xanthoparmelia conspersa*, con isidi subglobosi, cilindrici fino a coralloidi e la presenza dominante di acido stictico e menegazziaico con tracce degli acidi

norstictico, connorstictico e constictico. La chemosindrome riscontrata negli esemplari di *X. conspersa* analizzati non è quella più comune, dal momento che l'acido norstictico è di norma presente in quantità maggiori, ma si sa come la concentrazione dei metaboliti possa essere molto variabile. Anche nelle specie di "Xanthoparmelie-brune", il campione analizzato di *X. delisei* ha una chimica medullare particolare, caratterizzata da acido glomellico e glomelliferico come composti principali, tracce di acidi giroforico e perlatolico. Si tratta di una casistica prevista, ma non così comune, come evidenziato da Culberson *et al.*, (1977).

#### **Lista delle specie licheniche rinvenute:**

*Acarospora* sp.

Su roccia ofiolitica.

*Blastenia crenularia* (With.) Arup, Søchting & Frödén

Su serpentiniti (HBTO 3809).

*Buellia spuria* (Schaer.) Anzi

Su serpentiniti (HBTO 3809).

*Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg.

Su serpentiniti (HBTO 3811).

*Circinaria hoffmanniana* (S. Ekman & Fröberg ex R. Sant.) A. Nordin

Su serpentiniti (HBTO 3813).

*Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng.

Su ceppaia, vicino al cancello d'ingresso.

*Cladonia foliacea* (Huds.) Willd.

Sul terreno.

*Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm.

Sul terreno, su terriccio in fessure di roccia ofiolitica.

*Cladonia rangiformis* Hoffm.

Sul terreno, su terriccio in fessure di roccia ofiolitica.

*Cladonia symphycarpa* (Flörke) Fr.  
Su terreno, su terriccio in fessure di roccia ofiolitica.

*Diploschistes actinostoma* (Ach.) Zahlbr.  
Su roccia ofiolitica.

*Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman  
Su roccia ofiolitica.

*Flavoparmelia caperata* (L.) Hale  
Su scorza di alberi vicini al cancello d'ingresso.

*Leprocaulon quisquiliare* (Leers) M. Choisy  
Su roccia ofiolitica, su scorza degli alberi vicini al cancello d'ingresso.

*Lobothallia radiosa* (Hoffm.) Hafellner  
Su roccia ofiolitica.

*Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale  
Su scorza di alberi vicini al cancello d'ingresso.

*Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy  
Su scorza di alberi vicini al cancello d'ingresso.

*Peltula euploca* (Ach.) Poelt  
Su roccia ofiolitica.

*Physcia adscendens* H. Olivier  
Su scorza di alberi vicini al cancello d'ingresso.

*Physcia caesia* (Hoffm.) Fürnr.  
Su roccia ofiolitica.

*Physconia grisea* (Lam.) Poelt  
Su scorza di alberi vicini al cancello d'ingresso.

*Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy  
Su serpentiniti (HBTO 3807).

*Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. s.lat.  
Su serpentiniti (HBTO 3808).

*Rhizocarpon reductum* Th. Fr.  
Su serpentiniti (HBTO 3812).

*Romjularia lurida* (Ach.) Timdal  
Su roccia ofiolitica.

*Squamarina cartilaginea* (With.) P. James  
Su roccia ofiolitica.

*Xalocoa ocellata* (Fr.) Kraichak, Lücking & Lumbsch  
Su roccia ofiolitica.

*Xanthoparmelia conspersa* (Ach.) Hale  
Su serpentiniti (HBTO 3821, 3822).

*Xanthoparmelia delisei* (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch  
Su serpentiniti (HBTO 3820).

*Xanthoparmelia stenophylla* (Ach.) Ahti & D. Hawksw.  
Su serpentiniti (HBTO 3820).

*Xanthoparmelia tinctina* (Maheu & A. Gillet) Hale  
Su serpentiniti (HBTO 3815, 3816, 3817, 3818, 3819).

*Xanthoria calcicola* Oxner  
Su serpentiniti (HBTO 3810).

*Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.  
Su scorza di alberi vicini al cancello d'ingresso.

#### **Lista dei funghi lichenicoli rinvenuti:**

*Lichenostigma cosmopolites* Hafellner & Calatayud  
su tallo di *Xanthoparmelia conspersa* (hb Brackel 8025).

*Lichenostigma elongatum* Nav.-Ros. & Hafellner  
su tallo di *Lobothallia radiosa* (hb Brackel 8024).

*Lichenothelia rugosa* (G. Thor) Ertz & Diederich  
su tallo e dischi degli apotecii di *Diploschistes scruposus* (hb Brackel 8022).



## Considerazioni conclusive

Il numero di *taxa* rinvenuti nella rapida escursione, intorno alla trentina, pare lontano dalla lista di ben 100 *taxa* riportata da Sambo (che peraltro già nel 1927 non ne trovava 23 su 35 di quelli citati per la località da Baglietto nel 1871). In linea con il caso dettagliato per il genere *Cladonia*, il confronto fra rilievo passato e presente sembra soprattutto l'occasione per ridiscutere un certo numero di entità descritte in un passato ormai remoto e mai più rinvenute. Si pensi ad esempio al *Phylliscidium monophyllum* (Krpsh.) Forss., descritto per il Brasile e poi ritrovato da Sambo proprio sul Monte Ferrato "una sola volta, due individui associati a *Ephebe pubescens*. Sterile." e su campioni provenienti dalla Somalia. È ancora più il caso delle forme descritte in riferimento a presunte serpentinomorfosi, come *Disploschistes ocellatus* DC. var. *serpentinicola*, caratterizzato da talli scarsamente sviluppati e da apoteci più piccoli e meno frequenti (Sambo, 1937), rinvenuti solo negli anni in cui si scoprivano le serpentinomorfosi delle piante superiori (Rune, 1953). A fronte di una necessaria rilettura più approfondita della complessiva diversità nel sito, di cui la breve escursione è stata certamente stimolo, è parsa comunque evidente una generale ricchezza nella colonizzazione, soprattutto in termini di copertura del substrato roccioso (in particolare grazie a *Xanthoparmelia*), che conferma la capacità dei licheni di tollerare (senza particolari affanni!) quei fattori di stress, quali gli alti contenuti in metalli pesanti (Ni, Cr, Co) e l'elevato rapporto Mg/Ca, che rendono le serpentinititi un substrato difficile per le fanerogame (Favero-Longo *et al.*, 2004; 2018).



## Appendice

Taxa appartenenti al genere *Cladonia* riportati da Sambo (1927) e Cengia-Sambo (1937): *Cladonia amaurocraea* (sub *Cladonia amaurocraea*, *Cladonia amaurocraea* var. *dicraea*; Sambo, 1927), *Cladonia cervicornis* (sub *Cladonia verticillata* var. *cervicornis*; Sambo, 1927), *Cladonia coccifera* (Sambo, 1927), *Cladonia fimbriata* (sub *Cladonia fimbriata* var. *digitata*; Cengia-Sambo, 1937), *Cladonia foliacea* f. *foliacea* (Sambo, 1927), *Cladonia foliacea* f. *convoluta* (sub *Cladonia alcicornis*, *Cladonia convoluta*, *Cladonia endiviaefolia*; Sambo, 1927; Cengia-Sambo 1937), *Cladonia furcata* ssp. *furcata* (sub *Cladonia furcata*, *Cladonia furcata* var. *racemosa*, *Cladonia furcata* var. *racemosa* f. *nana*; Sambo, 1927; Cengia-Sambo, 1937), *Cladonia furcata* ssp. *subrangiformis* (sub *Cladonia subrangiformis*; Cengia-Sambo, 1937), *Cladonia gracilis* (Sambo, 1927), *Cladonia macilenta* (Sambo, 1927), *Cladonia phyllophora* (sub *Cladonia degenerans*; Sambo, 1927), *Cladonia pocillum* (sub *Cladonia pyxidata* var. *pocillum*; Sambo, 1927), *Cladonia pycnoclada* (Sambo, 1927), *Cladonia pyxidata* (Sambo, 1927, Cengia-Sambo, 1937), *Cladonia rangiferina* (sub *Cladonia rangiferina* var. *prolifera*; Cengia-Sambo, 1937), *Cladonia rangiformis* (sub *Cladonia muricata*, *Cladonia pungens*, *Cladonia pungens* f. *nana*, *Cladonia rangiformis*; Sambo, 1927, Cengia-Sambo, 1937), *Cladonia stellaris* (sub *Cladonia alpestris*; Cengia-Sambo, 1937), *Cladonia subulata* (sub *Cladonia cornuto-radiata*; Cengia-Sambo, 1937), *Cladonia squamosa* (Sambo, 1927, Cengia-Sambo, 1937), *Cladonia uncialis* (Sambo, 1927), *Cladonia* sp. (Cengia-Sambo, 1937).

## Bibliografia

- Baglietto F., 1871. Prospetto lichenologico della Toscana. Nuovo Giornale Botanico Italiano 3: 211-298.
- Baroncelli C., 2002. Area Naturale Protetta di Interesse Locale del Monteferrato. pp. 403-409. In: Saccani A. (Ed.) Atti convegno nazionale "Le ofioliti e la flora dell'Emilia-Romagna. Le ofioliti: isole sulla terraferma. Per una rete di Aree Protette, Regione Emilia Romagna, Comune di Fornovo Taro, Comunità Montana Valli Taro e Ceno. 465 pp.
- Cengia-Sambo M., 1937. Osservazioni lichenologiche sul gruppo del M. Ferrato. Nuovo Giornale Botanico Italiano (nuova serie) 44: 295-311.
- Culberson C.F., Culberson W.L., Esslinger T.L., 1977. Chemosyndromic variation in the *Parmelia pulla* group. Bryologist 80: 125-135.
- Elix J.A., 2014. A catalogue of standardized chromatographic data and biosynthetic relationships for lichen substances. Canberra: The Author. 322 pp.
- Favero-Longo S.E., Isocrono D., Piervittori R., 2004. Lichens and ultramafic rocks: a

- review. *The Lichenologist* 36: 391-404.
- Favero-Longo S.E., Matteucci E., Giordani P., Paukov A.G., Rajakaruna N., 2018. Diversity and functional traits of lichens in ultramafic areas: a literature-based worldwide analysis integrated by field data at the regional scale. *Ecological research* 33: 593-608.
- Gheza G., 2018. Chiave alle specie italiane del genere *Cladonia*. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 31: 70-96.
- Matteucci E., Occhipinti A., Piervittori R., Maffei M.E., Favero-Longo S.E., 2017. Morphological, secondary metabolite and ITS (rDNA) variability within usnic acid-containing lichen thalli of *Xanthoparmelia* explored at the local scale of rock outcrop in W-Alps. *Chemistry & Biodiversity* 14: e1600483.
- Nimis P.L., 1993. The lichens of Italy: an annotated catalogue. *Monografie XII*. Torino, Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino. 897 pp.
- Nimis P.L., 2016. The Lichens of Italy – a second annotated catalogue. EUT, Trieste. 740 pp.
- Orange A., James P.W., White F.J., 2001. Microchemical methods for the identification of lichens. *British Lichen Society*, London. 101 pp.
- Rizzi G., Giordani P., 2013. The ecology of the lichen genus *Xanthoparmelia* in Italy: an investigation throughout spatial scales. *Plant Biosystems*, 147: 33-39.
- Rune O. 1953. Plant life on serpentines and related rocks in the north of Sweden. *Acta Phytogeographica Suecica* 31: 186-190.
- Sambo E., 1927. I licheni del M. Ferrato (Toscana). *Nuovo Giornale Botanico Italiano (nuova serie)* 34: 333-358.

## **Sitografia**

Settore Idrologico Regionale: <http://www.sir.toscana.it/index.php?IDS=2&IDSS=6>



## Contributo alla conoscenza della flora lichenica epifita su esemplari di *Quercus trojana* Webb. nel Parco Naturale Regionale Terra delle Gravine (Murge pugliesi)

Giorgio Brunialti<sup>1</sup>, Paolo Giordani<sup>2</sup>, Luisa Frati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TerraData srl environmetrics, Spin-off dell'Università di Siena; <sup>2</sup> Dipartimento di Farmacia (DIFAR), Università di Genova

Fra le regioni italiane, la Puglia rimane tutt'oggi una di quelle meno esplorate dal punto di vista lichenologico (Durini & Medagli, 2002, 2004; Nimis & Tretiach, 1999), basti pensare che, al 2016, annovera 630 *taxa* infragenerici contro, ad esempio, i 1174 *taxa* di una regione con un'estensione simile come il Veneto, o i 1091 *taxa* della Liguria che è tre volte meno estesa (Nimis, 2016). In questo contesto, i *canyon* calcarei delle gravine rientrano nella lista delle aree italiane meno investigate e degne di maggiore considerazione (Nimis, 2016).

Il Parco Naturale Regionale Terra delle Gravine, nelle Murge sud-orientali, è stato istituito il 20 dicembre 2005 con Legge Regionale n° 18 e successiva L.R. 6/2011. Il suo territorio si presenta come un ampio altopiano calcareo solcato da piccoli avvallamenti e dolci dossi, che ospitano boschi dominati dal fragno (*Q. trojana* Webb.), una quercia semi-sempreverde originaria della penisola Balcanica. Le formazioni boschive delle Murge pugliesi e materane rappresentano l'estremo lembo occidentale del suo areale e presentano la caratteristica di macchie e macchie-foreste mesofile, in cui il fragno è specie dominante e spesso in consociazione con la roverella (*Q. pubescens*). Si tratta di formazioni generalmente governate a ceduo e nelle quali sovente viene praticato il pascolo del bestiame, principalmente di bovini.

Questo studio riporta un primo contributo alla conoscenza della flora lichenica epifita presente su alcuni esemplari di questa specie arborea, a seguito di rilevamenti condotti dagli autori nell'ambito di attività non strettamente indirizzate all'esplorazione floristica del Parco delle Gravine pugliesi. Si tratta perciò di una prima 'occhiata' a questo interessante territorio, che, data l'estensione, la ricchezza di habitat e la peculiarità dei substrati arborei potrebbe risultare molto promettente per la flora lichenica – non solo epifita – e che meriterebbe sicuramente ulteriori approfondimenti.

### Area di studio

Il Parco Naturale Regionale Terra delle Gravine è, per estensione, la terza area protetta pugliese dopo il Parco Naturale del Gargano e quello dell'Alta Murgia. Il

Parco si estende alle province di Taranto (comuni di Ginosa, Laterza, Castellaneta, Mottola, Massafra, Palagiano, Palagianello, Statte, Crispiano, Martina Franca, Montemesola, Grottaglie e S. Marzano) e di Brindisi (comune di Villa Castelli), per un totale di circa 25.000 ettari. L'area rientra nel contesto territoriale delle Murge sud-orientali con altitudini non troppo elevate (350- 550 m s.l.m.) e si presenta come un ampio altopiano calcareo in cui i fenomeni carsici hanno dato origine a doline, depressioni o campi carreggiati, e, in alcuni casi, a bacini carsici allungati anche di un certo rilievo (Gravina di Laterza, Gravina di Castellaneta).

Dal punto di vista della vegetazione (Biondi & Guerra, 2008), la principale peculiarità del territorio del Parco è la presenza di discrete estensioni boschive dominate dal fragno (*Quercus trojana* Webb.), elemento mediterraneo orientale il cui areale italiano comprende solamente le Murge pugliesi e materane. Nelle stazioni più calde e secche, invece, si hanno formazioni dominate dal leccio (*Quercus ilex* L.) e marginalmente sono presenti querceti a roverella *sensu lato* (*Quercus pubescens* Willd., *Quercus virgiliana* (Ten.) Ten., *Quercus dalechampii* Ten., *Quercus amplifolia* Guss.) e pinete a pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.). Le aree pseudo-steppiche hanno una notevole estensione, anche se minore rispetto alla vicina Alta Murgia, e si rinvergono soprattutto nell'intervallo altitudinale compreso tra 300 e 400 m s.l.m.

Un aspetto particolarmente interessante, che determina la creazione di ambienti caratteristici, è rappresentato dalla presenza di uno spiccato gradiente termico all'interno delle gravine. Questo fa sì che, procedendo dal margine superiore verso il fondo, si susseguano comunità vegetali che necessitano di un maggiore grado di umidità, il che da luogo alla base alla formazione di una vegetazione tipicamente mesofila.

## **Metodi**

I rilievi floristici sono stati condotti nel mese di giugno del 2014, con una seconda esplorazione nel giugno 2016, che ha permesso di integrare la lista floristica. Negli otto siti indagati, sono state annotate le specie licheniche presenti sul tronco di 22 esemplari di fragno, con una circonferenza compresa tra 57 e 181 cm (media: 108 cm), mediante il reticolo di campionamento utilizzato per i rilievi di biomonitoraggio (ANPA, 2001). La maggior parte dei licheni è stata determinata in campo. Le specie licheniche la cui identificazione sul campo è risultata problematica o incerta sono state identificate in laboratorio. La nomenclatura segue Nimis (2016).

## **Descrizione dei siti di raccolta**

Le principali caratteristiche dei siti di raccolta sono descritte di seguito. Per ogni sito sono riportate le seguenti informazioni: codice del sito, località (Provincia),

UTM E, UTM N (sistema di riferimento WGS84, fuso 33), altitudine, data della raccolta. Legit: G. Brunialti, P. Giordani. Det.: G. Brunialti, L. Frati, P. Giordani.

**1** = SP67, Martina Franca (TA), E: 701312, N: 4500396, 387m, 07.06.14 e 10.06.16.

**2** = Strada Monticello, Martina Franca (TA), E: 702373, N: 4505382, 376m, 07.06.14 e 10.06.16.

**3** = Masseria Lama di Rose, Mottola (TA), E: 677744, N: 4507120, 418m, 06.06.14 e 08.06.16.

**4** = SP53, Massafra (TA), E: 683730, N: 4505870, 471m, 06.06.14 e 08.06.16.

**5** = Bosco delle Pianelle, Crispiano (TA), E: 685115, N: 4500600, 300m, 06.06.14 e 07.06.16

**6** = Strada Carrucola, Martina Franca (TA), E: 690150, N: 4505333, 511m, 06.06.14 e 07.06.16.

**7** = Contrada San Paolo, Martina Franca (TA), E: 696315, N: 4500609, 430m, 07.06.14 e 10.06.16.

**8** = Strada Tre Piantelle, Martina Franca (TA), E: 695515, N: 4504879, 427m, 07.06.14 e 10.06.16.

### Lista floristica

Di seguito viene riportata la lista floristica. Per ogni specie sono riportate le seguenti informazioni (Nimis, 2016; Nimis & Martellos, 2017): **FC**= forma di crescita; **Cr**= crostoso, **Fogl l**= foglioso a lobi larghi, **Fogl s**= foglioso a lobi stretti. **Rar**= rarità nella fascia submediterranea secca (Nimis, 2016); **EC**= estremamente comune, **MC**= molto comune, **PC**= piuttosto comune, **C**= comune, **R**= raro, **PR**= piuttosto raro, **MR**= molto raro, **ER**= estremamente raro. **Fot**= fotobionte; **verdi**= alghe verdi non *Trentepohlia*, **Trent**= alghe verdi appartenenti al genere *Trentepohlia*. **S**= codice del sito di raccolta. **P**= presenza negli alberi di raccolta. **F%**= frequenza percentuale negli alberi di raccolta.

<i>Alyxoria varia</i> (Pers.) Ertz & Tehler	FC: Cr; Rar: R; Fot: Trent; S: 3; P: 1; F%: 4,5
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	FC: Cr; Rar: PC; Fot: verdi; S: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8; P: 17; F%: 77
<i>Arthonia punctiformis</i> Ach.	FC: Cr; Rar: PC; Fot: Trent; S: 4; P: 1; F%: 4,5
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	FC: Cr; Rar: PC; Fot: Trent; S: 2, 8; P: 3; F%: 14
<i>Athallia cerinelloides</i> (Erichsen) Arup, Frödén & Sjøchting	FC: Cr; Rar: MR; Fot: verdi; S: 6, 7; P: 2; F%: 9,1

<i>Athallia pyracea</i> (Ach.) Arup, Frödén & Søcht	FC: Cr; Rar: MC; Fot: verdi; S: 1, 2; P: 4; F%: 18
<i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) A. Massal.	FC: Cr; Rar: MR; Fot: verdi; S: 1, 3, 6; P: 6; F%: 2
<i>Blastenia ferruginea</i> (Huds.) A. Massal.	FC: Cr; Rar: PC; Fot: verdi; S: 2, 4, 5, 6, 8; P: 14; F%: 64
<i>Caloplaca cerina</i> (Hedw.) Th. Fr. s.lat.	FC: Cr; Rar: PC; Fot: verdi; S: 6; P: 1; F%: 4,5
<i>Caloplaca obscurella</i> (J. Lahm) Th. Fr.	FC: Cr; Rar: R; Fot: verdi; S: 1; P: 1; F%: 4,5
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein	FC: Fogl s; Rar: MC; Fot: verdi; S: 2, 3, 5, 8; P: 6; F%: 27
<i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau	FC: Cr; Rar: MC; Fot: verdi; S: 2, 3, 8; P: 6; F%: 27
<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau	FC: Cr; Rar: MC; Fot: verdi; S: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; P: 18; F%: 82
<i>Dendrographa decolorans</i> (Sm.) Ertz & Tehler	FC: Cr; Rar: MR; Fot: Trent; S: 2, 3, 4, 5, 6, 8; P: 14; F%: 64
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) A. Massal.	FC:Cr; Rar: ER; Fot: verdi;S: 1,2, 3, 5, 6, 8; P: 19; F%: 86
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	FC: Fr; Rar: PR; Fot: verdi; S: 1,2; P: 2; F%: 9,1
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	FC: Fogl l; Rar: C; Fot: verdi; S: 1, 2, 3, 4, 8; P: 9; F%:41
<i>Flavoparmelia soledians</i> (Nyl.) Hale	FC: Fogl l; Rar: MR; Fot: verdi; S: 2, 3, 4, 6, 8; P: 12; F%: 55
<i>Flavoplaca citrina</i> (Hoffm.) Arup, Frödén & Søchting	FC: Cr; Rar: EC; Fot: verdi; S: 5; P: 1; F%: 4,5
<i>Gyalecta truncigena</i> (Ach.) Hepp	FC: Cr; Rar: ER; Fot: trent; S: 6; P: 1; F%: 4,5



<i>Gyalolechia flavorubescens</i> (Huds.) Søchting, Frödén & Arup var. <i>flavorubescens</i>	FC: Cr; Rar: PC; Fot: verdi; S: 1; P: 3; F%: 14
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flšrke) H. Mayrhofer & Poelt	FC: Fogl s; Rar: MC; Fot: verdi; S: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8; P: 17; F%: 77
<i>Lecanora albella</i> (Pers.) Ach.	FC: Cr; Rar: MR; Fot: verdi; S: 1, 4, 8; P: 4; F%: 18
<i>Lecanora allophana</i> (Ach.) Nyl. f. <i>allophana</i>	FC: Cr; Rar: R; Fot: verdi; S: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; P: 22; F%: 100
<i>Lecanora chlarotera</i> Nyl. subsp. <i>chlarotera</i>	FC: Cr; Rar: EC; Fot: verdi; S: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8; P: 16; F%: 73
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	FC: Cr; Rar: C; Fot: verdi; S: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8; P: 13; F%: 59
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy var. <i>elaeochroma</i> f. <i>elaeochroma</i>	FC: Cr; Rar: EC; Fot: verdi; S: 9; P: 3; F%: 14
<i>Lepra amara</i> (Ach.) Hafellner	FC: Cr; Rar: C; Fot: verdi; S: 1, 3, 4, 6; P: 7; F%: 32
<i>Melanelixia fuliginosa</i> (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	FC: Fogl s; Rar: MR; Fot: verdi; S: 2, 3, 4; P: 3; F%: 14
<i>Melanelixia glabra</i> (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	FC: Fogl l; Rar: MC; Fot: verdi; S: 2; P: 1; F%: 4,5
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	FC: Fogl l; Rar: MC; Fot: verdi; S: 1, 4; P: 3; F%: 14
<i>Myriolecis hagenii</i> (Ach.) Sliwa, Zhao Xin & Lumbsch	FC: Cr; Rar: EC; Fot: verdi; S: 1, 2, 4, 6, 8; P: 8; F%: 36
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	FC: Fogl l; Rar: MC; Fot: verdi; S: 1, 2, 4, 6, 8; P: 8; F%: 36

<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	FC: Fogl I; Rar: C; Fot: verdi; S: 2, 3, 4, 5, 6, 8; P: 11; F%: 50
<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy	FC: Fogl I; Rar: PR; Fot: verdi; S: 4, 8; P: 2; F%: 9,1
<i>Parmotrema reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy	FC: Fogl I; Rar: ER; Fot: verdi; S: 4; P: 2; F%: 9,1
<i>Pertusaria coccodes</i> (Ach.) Nyl.	FC: Cr; Rar: MR; Fot: verdi; S: 3, 5; P: 2; F%: 9,1
<i>Pertusaria hymenea</i> (Ach.) Schaer.	FC: Cr; Rar: MR; Fot: verdi; S: 4, 7; P: 2; F%: 9,1
<i>Pertusaria pertusa</i> (L.) Tuck. var. <i>pertusa</i>	FC: Cr; Rar: R; Fot: verdi; S: 4, 6; P: 2; F%: 9,1
<i>Pertusaria pustulata</i> (Ach.) Duby	FC: Cr; Rar: MR; Fot: verdi; S: 2, 5, 6; P: 6; F%: 27
<i>Phaeophyscia hirsuta</i> (Mereschk.) Essl.	FC: Fogl s; Rar: MR; Fot: verdi; S: 1, 2, 8; P: 6; F%: 27
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg	FC: Fogl s; Rar: PR; Fot: verdi; S: 3, 4; P: 4; F%: 18
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	FC: Fogl s; Rar: EC; Fot: verdi; S: 2, 3, 8; P: 5; F%: 23
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	FC: Cr; Rar: R; Fot: verdi; S: 1, 4, 6, 8; P: 5; F%: 23
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	FC: Cr; Rar: C; Fot: verdi; S: 2, 3, 4, 6, 7, 8; P: 12; F%: 55
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier	FC: Fogl s; Rar: EC; Fot: verdi; S: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8; P: 19; F%: 86
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	FC: Fogl s; Rar: C; Fot: verdi; S: 2, 3, 4, 5, 8; P: 12; F%: 55
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	FC: Fogl s; Rar: R; Fot: verdi; S: 1, 2, 4; P: 5; F%: 23

<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	FC: Fogl s; Rar: R; Fot: verdi; S: 2; P: 1; F%: 4,5
<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	FC: Fogl s; Rar: PR; Fot: verdi; S: 2, 3, 4, 8; P: 9; F%: 41
<i>Physconia distorta</i> (With.) J.R. Laundon	FC: Fogl s; Rar: C; Fot: verdi; S: 3, 4, 5, 6, 8; P: 9; F%: 41
<i>Physconia enteroxantha</i> (Nyl.) Poelt	FC: Fogl s; Rar: R; Fot: verdi; S: 4; P: 1; F%: 4,5
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt subsp. <i>grisea</i>	FC: Fogl s; Rar: MC; Fot: verdi; S: 2, 3, 5, 8; P: 7; F%: 32
<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg	FC: Fogl s; Rar: PR; Fot: verdi; S: 2, 3, 4; P: 5; F%: 23
<i>Physconia servitii</i> (Nádv.) Poelt	FC: Fogl s; Rar: ER; Fot: verdi; S: 4, 6; P: 4; F%: 18
<i>Punctelia subrudecta</i> (Nyl.) Krog	FC: Fogl l; Rar: MC; Fot: verdi; S: 2, 3, 8; P: 6; F%: 27
<i>Ramalina canariensis</i> J. Steiner	FC: Fr; Rar: ER; Fot: verdi; S: 6; P: 1; F%: 4,5
<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	FC: Fr; Rar: R; Fot: verdi; S: 4; P: 3; F%: 14
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	FC: Fr; Rar: PC; Fot: verdi; S: 2, 3, 4; P: 8; F%: 36
<i>Ramalina fraxinea</i> (L.) Ach.	FC: Fr; Rar: MR; Fot: verdi; S: 2, 3, 4, 5, 6, 8; P: 13; F%: 59
<i>Ramalina lacera</i> (With.) J.R. Laundon	FC: Fr; Rar: ER; Fot: verdi; S: 2, 8; P: 4; F%: 18
<i>Tephromela atra</i> (Huds.) Hafellner var. <i>atra</i>	FC: Cr; Rar: PR; Fot: verdi; S: 2, 3, 4, 5, 8; P: 11; F%: 50
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	FC: Fogl l; Rar: EC; Fot: verdi; S: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; P: 20; F%: 91

La lista comprende 63 *taxa* infragenerici, con un'alta percentuale di specie crostose (51%), seguite da licheni fogliosi a lobi stretti (24%) e a lobi larghi (16%).

La maggior parte delle specie contiene alghe verdi come fotobionte (92%, 58 specie) e solo cinque specie (*Alyxoria varia*, *Arthonia punctiformis*, *A. radiata*, *Dendrographa decolorans*, *Gyalecta truncigena*) contengono *Trentepohlia* (8%). Tra queste *D. decolorans*, riportata come molto rara per questa fascia bioclimatica, risulta localmente comune sugli alberi indagati (64%). L'assenza di specie con cianobatteri è giustificata dai dati termo-pluviometrici, con precipitazioni annue intorno ai 500 mm e temperature medie annue di 16 °C. Come osservato da Nimis & Tretiach (1999) il clima adriatico non è abbastanza umido da favorire una presenza abbondante di specie suboceaniche (e quindi anche di cianolicheni).

La metà della lista floristica (51%; 32 specie) è costituita da specie da estremamente comuni a comuni e l'altra metà da specie da rare a estremamente rare (49%; 31 specie). *Phaeophyscia nigricans* e *Melanelixia fuliginosa* sono specie nuove per la regione Puglia.

Dal punto di vista vegetazionale risultano rappresentate specie appartenenti alle due comunità licheniche (*Parmelion*, *Xanthorion*) che colonizzano alberi dalla scorza sub-acida (querce, castagni, tigli), anche se le specie dello *Xanthorion* risultano dominanti sugli alberi rilevati, forse in relazione all'influenza delle attività agricole e pastorali che caratterizzano le formazioni boschive altamente frammentate delle gravine.

Considerato il numero esiguo di alberi rilevati (solo 22) e il fatto di aver considerato solo la parte di tronco compresa nel reticolo di rilevamento, la lista floristica è piuttosto ricca di specie, con una media di 31 specie per ogni sito (da 23 a 38 specie). Questo fa pensare a un'elevata potenzialità per la diversità lichenica complessiva dell'area di studio. Le motivazioni di tale ricchezza specifica sono sicuramente da ricercare nella notevole eterogeneità macro- e micro- ecologica del territorio, diversificato per geomorfologia e vegetazione. Un altro fattore importante è da ricercare nello scarso impatto antropico su tutto il territorio, con assenza di inquinamento dovuto al traffico veicolare e di centri abitati ad elevata densità di popolazione.

Inoltre, generalmente si tratta di boschi piuttosto frammentati in un territorio a carattere agro-pastorale e questa caratteristica è importante dal punto di vista della colonizzazione lichenica perché in questi casi si può ipotizzare che l'effetto margine possa avere una duplice valenza, da un lato costituire un effetto limitante alla propagazione delle specie e quindi rischiare di banalizzare la composizione delle comunità licheniche, dall'altro potrebbe invece avere un ruolo interessante di contribuire all'eterogeneità delle comunità stesse, permettendo l'associazione di specie eliofile e termofile con specie mesofile e addirittura sciafile come quelle caratteristiche di bosco.

L'idea alla base di una possibile prosecuzione dello studio è perciò quella di indagare la diversità lichenica caratteristica di formazioni boschive aperte di questa particolare quercia semi-sempreverde, dal momento che sappiamo come le comunità licheniche siano influenzate da diversi substrati arborei, con differenze anche poco appariscenti tra loro, come ad esempio una roverella, una rovere, un cerro e un leccio.

### **Bibliografia**

- ANPA, 2001. I.B.L. Indice di biodiversità lichenica. ANPA Manuali e Linee guida 2/2001: 185 pp.
- Biondi E., Guerra V., 2008. Vegetazione e paesaggio vegetale delle gravine dell'arco jonico. *Fitosociologia* 45 (1): 57-125.
- Durini M., Medagli P., 2002. Contributo alla conoscenza floristica dei licheni italiani: florula lichenica della costa di Nardò e Porto Cesareo (LE). *Thalassia Salentina* 26: 19-30.
- Durini M., Medagli P., 2004. Contributo alla conoscenza floristica dei licheni italiani: florula lichenica del tratto costiero adriatico salentino Torre Rinalda-Le Cesine (LE). *Thalassia Salentina* 27: 131-139.
- Nimis P.L., 2016. *The Lichens of Italy. A Second Annotated Catalogue*. EUT, Trieste, 739 pp.
- Nimis P.L., Tretiach M., 1999. Itinera Adriatica. Lichens from the eastern side of the Italian Peninsula. *Studia Geobot.* 18: 51-106.

### **Sitografia**

- Nimis P.L., Martellos S., 2017: ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 5.0. University of Trieste, Dept. of Biology, (<http://dryades.units.it/italic>)



## Keep calm and carry on....with a Logo!

Chiara Vallese<sup>1</sup>, Gabriele Gheza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento BiGeA, Università di Bologna; <sup>2</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

Quando Chiara ha saputo che Bologna avrebbe ospitato il 32° Congresso della Società Lichenologica Italiana, il suo primo pensiero è stato: “Cielo, dobbiamo pensare ad un logo!”. Pensata la linea del logo, aveva bisogno di qualcuno che lo disegnasse, e con un semplice “In cambio puoi mettere una *Cladonia* dove meglio credi”: ecco quindi entrare in scena Gabriele.

Avendo noi utilizzato mezzi di facile accesso ed utilizzo anche per non grafici, abbiamo pensato di condividere con voi qualche info tecnica, sperando così di fornire ai futuri creatori di loghi SLI (e non) qualche spunto di partenza.

### **Introduzione: l'idea di partenza** (Chiara)

Il logo è l'icona che rappresenta la tua attività, il tuo gruppo di ricerca, il tuo prodotto, il tuo convegno preferito o talvolta te stesso.

Ho immaginato il logo del 32° convegno SLI come qualcosa di rappresentativo della nostra Società, un gruppo moderno e appassionato, dunque doveva risultare bello “lichenoso” ma non eccessivo nei suoi contenuti. Ispirata dal tre del numero di edizione, ho deciso di rappresentare tre talli, uno per ognuna delle tre principali forme di crescita. Così il “32°” è stato immediatamente sostituito dalla fogliosa *Lobaria*, dalla scenografica *Usnea* e dall'apotecio di una *Caloplaca*. Ma non bastavano i licheni: il logo doveva fare l'occholino anche alla sede del convegno, la bella città di Bologna, e per fare ciò cosa ci può essere di meglio della *skyline*!?

Il lavoro di squadra però è essenziale, l'ingresso di Gabriele nel progetto ha permesso non solo la realizzazione a partire dai suoi disegni ma anche l'idea della forma quadrata, senza dubbio originale.

### **Materiali e metodi: il disegno e la digitalizzazione** (Gabriele)

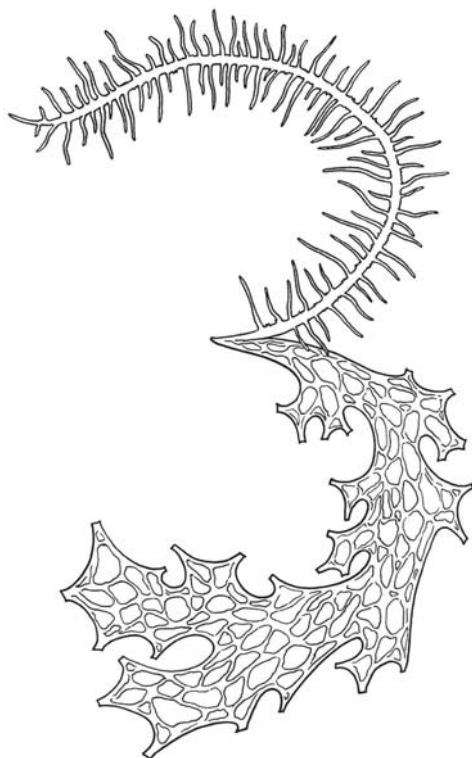
La realizzazione di un logo, parta essa completamente da zero o da un'idea già abbozzata dal committente, va intrapresa con una grande attenzione ai dettagli. Scaricare da internet una quantità industriale di foto delle specie scelte per corredare il logo è stata l'operazione fondamentale per avere dei modelli a cui ispirarsi, benché la cosa migliore sarebbe avere campioni da ricopiare dal vero

(cosa che mi è stata possibile solamente con *Lobaria*).

Un'altra cosa da tenere bene a mente, che esula dal contesto lichenologico, è che un logo non deve essere solamente rappresentativo, ma anche semplice: semplice da rappresentare, semplice da capire, semplice da ricordare...ma non per questo semplice da creare.

Essendo legato a metodi definibili tradizionali (o antidiluviani, se preferite), per me nulla può sostituire il caro vecchio schizzo a matita su carta, successivamente inchiostrato e solo alla fine digitalizzato e processato con un programma sì funzionale, ma che più elementare non si può (<https://www.getpaint.net/>). Il Photoshop tanto caro a Chiara ha dovuto soccombere.

Una volta digitalizzati i disegni, si passa alla parte più ardua: tentare di mettere d'accordo due teste molto diverse sulla disposizione (e il colore, e i rapporti di grandezza, e altro) di quei disegni insieme alle lettere per formare, finalmente, il tanto atteso logo.





### Risultati e discussione: la quadratura che mette tutti d'accordo

Non è facile trovare un accordo. Ci sono volute settimane di “OK, ma un verde meno Hulk”, “No, troppo complesso”, “No, così poi esce troppo colorato e ci si perde”, “Ma la *Caloplaca* era la *stillicidiorum* o la *tirolensis?*”, frammiste a momenti di profondo sgomento (“La *Cladonia*, mi piange il cuore a dirlo, si potrebbe anche togliere forse”), prima di arrivare al risultato finale approvato dalla critica.

Volendo inserire tanti elementi, la disposizione orizzontale finiva con l'essere eccessivamente dispersiva e non consentiva di leggere bene le scritte. *Et voilà*, dopo tanto pensare, ecco...inquadrata la soluzione: un logo quadrato.



## **Concludendo**

Nella nostra modesta opinione, quando si progetta un logo vale sempre la pena spendersi per cercare di creare qualcosa di originale. Noi naturalmente ce l'abbiamo messa tutta e speriamo di esserci riusciti, ma ai partecipanti l'ardua sentenza.

Infine, la cosa migliore di questa comunicazione è che potete colorare i disegni in bianco-nero che abbiamo inserito, per far passare il tempo se vi annoiate durante un intervento del convegno, o più verosimilmente ( visto che ai convegni SLI non ci sono mai interventi noiosi), sul treno che vi riporta a casa a convegno concluso.

## Trattato *de duro capite* dei lichenologi italiani

Andrea Vannini

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena

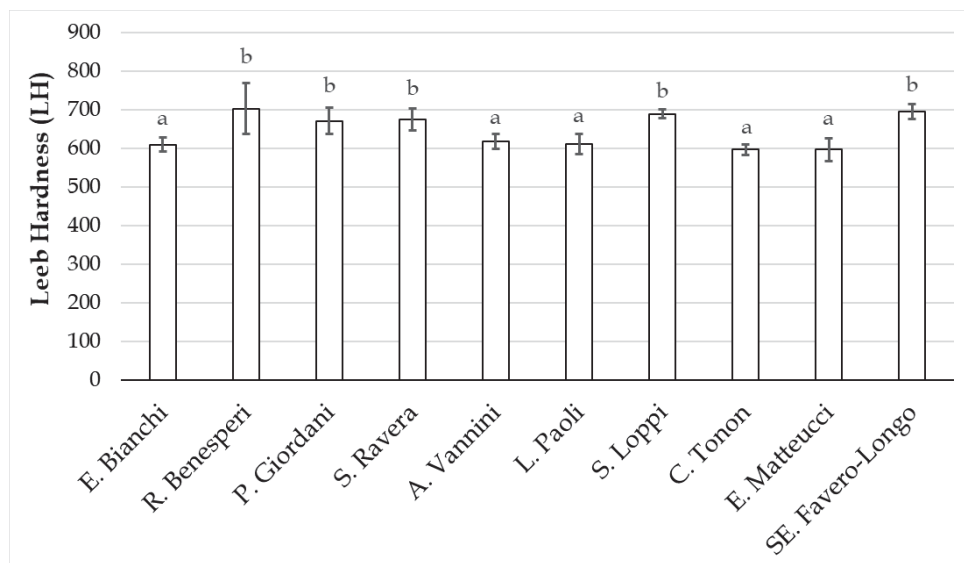
“Dalla mollezza di una spugna bagnata  
fino alla durezza di una pietra pomice,  
ci sono infinite sfumature. Ecco l'uomo.”

*Honoré De Balzac*

Giunti a questo punto della lettura, è arrivato il momento di affrontare il capitolo finale del Notiziario, al cui interno è raccolta la dedizione con cui i nostri *magistri* della *lichenologica scientia* hanno portato avanti la loro ricerche in questo ultimo anno di attività. In queste pagine, però, tutta la scienza, la statistica e i bei risultati presentati a pugno chiuso da ognuno di noi, ce li lasciamo alle spalle per entrare in un territorio nuovo dove da attenti osservatori dei fenomeni naturali, i nostri cari lichenologi, diventeranno oggetto di un'attenta ricerca sulla loro personalità, sul loro vero volto e su quei caratteri occulti che vengono mascherati dalla loro maestria e *savoir-faire*. È bene ricordare che i lichenologi si distinguono per la passione verso organismi che, seppur onnipresenti in quasi tutti gli sfondi naturali della nostra vita, sono magnamente ignorati *ex vulgo*, in questo mondo oramai dominato dalla povera sensibilità alla bellezza della natura. Vero è altrettanto che, se introdotti a dovere, anche i comuni mortali possono diventare avidi osservatori delle forme variegiate di questi esseri, i loro colori inconsueti e disparati, le loro dimensioni molteplici, le architetture complesse, e divenire gelosi neofiti di questa scienza. A mio modesto parere, ciò che dona ai licheni grande fascino, però, è la loro elevata resistenza agli ambienti estremi che permette loro di divenire organismi pionieri di questi habitat impervi e decisamente poco comodi per il moderno *Homo sapiens*.

Il caro neofita potrà sicuramente rimanerne affascinato, ma è verso i più scaltriti che si rivolge la nostra attenzione. Osservare per anni e anni organismi pionieri che non cedono davanti a un pendio estremo, che gioiscono tra le fronde avvolgenti di un bosco millenario, non si penano sotto il sole cocente, soprattutto se incastrati fra antiche rocce, potrebbe in qualche modo aver influenzato lo stile di vita e il rapporto con il mondo dei lichenologi, rendendoli altrettanto caparbi e tenaci? Ho cercato quindi di capire se questa simbiosi è

stata in grado di influenzare la caparrietà e tenacia dei nostri eruditi della materia, attraverso uno studio di campo, che è stato ovviamente condotto nelle peggiori condizioni climatiche possibili (sotto il sole cocente, osservando rocce bollenti, con solo le sporadiche nuvole a fare ombra). Quel giorno, mentre stavamo studiando l'alterazione delle rocce a seguito della colonizzazione lichenica, spontaneamente mi sono chiesto quale fosse l'alterazione delle teste dei nostri magistri a seguito di anni e anni di "colonizzazione lichenica" e quindi, con tanto giubilo e fingendo un gioco innocente, ho raccolto i dati riportati nel grafico qui sotto.



AH! Quali risultati! Risulta inequivocabile la lettura e l'interpretazione di un grafico siffatto! È indubbia quindi l'influenza che tali piccoli esseri possono avere sull'umanità intera!

Ma entriamo nel dettaglio: l'indice di durezza utilizzato (espresso come Leeb Hardness, LH±DS) mostra valori decisamente più alti nei lichenologi che per più tempo hanno incessantemente abusato di una condotta scientificamente lichenologica giungendo a livelli di "durezza" ben al di sopra dei loro rispettivi subalterni.

Svettano senza ombra di dubbio, da Nord a Sud, Favero-Longo per l'industrioso Piemonte, Giordani per l'impervia Liguria, Benesperi per la potente Firenze, Loppi per la combattiva Siena e Ravera per Roma *caput mundi*. Mentre nelle retrovie osserviamo i giovani Bianchi, Vannini, Paoli, Tonon e Matteucci (che il trend di durezza della capoccia sia in crescita? Lo sveleremo in futuro...).

Sebbene i dati siano incontrovertibili, ciò che per adesso rimarrà un mistero è se questa “durezza” che contraddistingue questi “capi” sia dovuta alla loro posizione dominante oppure sia una necessità avere un “capo duro” per arrivare a tale posizione di rilievo.

Comunque certo che grazie a questi dati vi siate “spiegati tante cose...”, possiamo concludere questo affascinante trattato con questa massima...

*“If you want to become a Boss you must have a hard head,  
if you have hard head you have a good chance to become a Boss”*



**Lichenes Italici Exsiccati ex Società Lichenologica Italiana.  
Fascicle III (Nos. 25-36)**

Deborah Isocrono<sup>1</sup>, Renato Benesperi<sup>2</sup>, Elisabetta Bianchi<sup>2</sup>, Luca Di Nuzzo<sup>2</sup>, Immacolata Catalano<sup>3</sup>, Gabriele Gheza<sup>4</sup>, Paolo Giordani<sup>5</sup>, Enrica Matteucci<sup>6</sup>, Juri Nascimbene<sup>7</sup>, Silvia Ongaro<sup>8</sup>, Domenico Puntillo<sup>9</sup>, Elena Pittao<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino; <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Firenze; <sup>3</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Università di Napoli "Parthenope"; <sup>4</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia; <sup>5</sup>DIFAR, Università di Genova; <sup>6</sup>Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; <sup>7</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna; <sup>8</sup>Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste; <sup>9</sup>Dipartimento di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico, Università della Calabria

**Abstract**

The third issue of *Lichenes Italici exsiccati ex Società Lichenologica Italiana*, the series of *exsiccata* distributed by the Italian Lichen Society (Società Lichenologica Italiana, SLI), is presented.

The labels of 25-36 numbers are listed.

**Key words:** Lichens, *exsiccata*

**Introduction**

Since 2017 the Italian Lichen Society decided to prepare and distribute carefully collected and verified duplicate specimens from Italy.

The third fascicle is being distributed; it comprises 12 specimens, edited in 15 duplicates. Nomenclature follows Nimis (2016), UTM WGS84 is the reference coordinate system used.

Complete sets have been distributed to the following herbaria: CAT, CLU, FER, FI, GE, HLUC, MSNM, PAL, SIENA, TO, TSB [abbreviations according to Index Herbariorum (Thiers, 2017)].

**Fascicle III (Nos. 25-36)**

**25. *Opegrapha vermicellifera* (Kunze) J.R. Laundon**

ITALY. Lombardia, Ticino river valley, Bereguardo (PV),

UTM 32T 501533E 5009420N

On *Quercus robur* in a forest of oak and hornbeam, 69 m a.s.l.

July 2, 2019.

Leg. et det. G. Gheza

**26. *Lepra albescens* (Huds.) Hafellner**

ITALY. Piemonte, Pamparato, Borgo di Valcasotto, tree-lined boulevard that leads to the Royal Residence of Castello di Casotto (CN),

UTM 32T 413973E 4897987N

On *Acer pseudoplatanus*, 1050 m a.s.l.

September 8, 2018.

Leg. et det. E. Matteucci, L. Pan, D. Isocrono

**27. *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd.**

ITALY. Calabria, Montalto Uffugo, Mavigliano (CS),

UTM 33S 605421E 4360498N

On acidic soil, 240 m a.s.l.

August 25, 2018.

Leg. et det. D. Puntillo & M. Puntillo

Note: fertile specimen, with poor primary squamules and very well-developed *podetia*.

**28. *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd.**

ITALY. Lombardia, Vigevano, Bosco Ronchi (PV),

UTM 32T 494934E 5013801N

On acidic soil, 75 m a.s.l.

March 25, 2019.

Leg. et det. G. Gheza

Note: sterile specimen, with well-developed primary squamules and without *podetia*.

**29. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.**

ITALY. Campania, Natural Reserve of Castel Volturno, località Ischitella (CE),

UTM 33T 415765E 4534383N

On *Cistus* sp., 0-5 m a.s.l.

June 7, 2019.

Leg. et det. I. Catalano

**30. *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.**

ITALY. Veneto, Val Visdende (BL),

UTM 33T 320396E 5165841N

On *Picea abies*, 1330 m a.s.l.

December 21, 2018.

Leg. et det. J. Nascimbene

**31. *Ramalina farinacea* (L.) Ach.**

ITALY. Campania, Galluccio, frazione Sipicciano, Regional Reserve of



Roccamonfina-Foce Garigliano (CE),  
UTM 33T 412797E 4575317N  
On *Castanea sativa*, 509 m a.s.l.  
June 26, 2019.  
Leg. et det. I. Catalano

**32. *Pertusaria flavida* (DC.) J.R. Laundon**

ITALY. Toscana, Pian degli Ontani, Abetone, località La Motta (PT),  
UTM 32T 637775E 4884262N  
On *Castanea sativa*, 968 m a.s.l.  
June 7, 2019.  
Leg. et det. R. Benesperi, E. Bianchi, L. di Nuzzo

**33. *Lasallia brigantium* (Zschacke) Llano**

ITALY. Calabria, Parco Nazionale dell'Aspromonte, località Serra Cerasia (RC),  
UTM 33S 582855E 4222833N  
On acidic rock, 1596 m a.s.l.  
June 29, 2019.  
Leg. et det. D. Puntillo

**34. *Usnea longissima* Ach.**

ITALY. Veneto, Val Visdende (BL),  
UTM 33T 320396E 5165841N  
On *Picea abies*, 1330 m a.s.l.  
December 21, 2018.  
Leg. et det. J. Nascimbene

**35. *Flavocetraria nivalis* (L.) Kärnefelt & A. Thell**

ITALY. Abruzzo, Majella, Femmina Morta (CH),  
UTM 33T 425324E 4654692N  
On calcareous soil, 2390 m a.s.l.  
July 5, 2019.  
Leg. et det. J. Nascimbene & P. Giordani

**36. *Verrucaria nigrescens* Pers. f. *nigrescens***

ITALY. Toscana, Carrara, Sentiero del marmo (MS),  
UTM 32T 591095E 4881573N  
On limestone outcrops in Quercion pubescenti-petraeae woodland,  
460 m a.s.l.  
June 23, 2019.  
Leg. et det. S. Ongaro

## References

- Nimis P.L., 2016. The Lichens of Italy. A Second Annotated Catalogue. Electronic version. EUT, Trieste, 740 pp. <http://hdl.handle.net/10077/21022>.
- Thiers B.M., 2017. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.

### **Premi banditi dalla SLI**

Il premio Gaggi (VII edizione) per l'anno 2019 è stato assegnato alla Dr.ssa Elva Cecconi per la presentazione del progetto di dottorato "*Monitoring environmental changes by lichens: methodological aspects and applications*"

Il premio Tesi di laurea in Lichenologia, giunto alla XX edizione, è stato assegnato alla Dr.ssa Maria Beatrice Castellani per la dissertazione "Revisione del gruppo *Parmelia saxatilis* in Italia, attraverso dati molecolari, chimici e morfologici." discussa presso l'Università di Firenze.

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

Congratulazioni alle vincitrici!

Sonia Ravera



# Monitoring environmental changes by lichens: methodological aspects and applications

Elva Cecconi

Department of Life Sciences, University of Trieste

## State-of-the-art

Lichen biomonitoring is prized as a supporting technique to physicochemical approaches due to the need of evaluating biological impacts of pollution. As far as bioaccumulation techniques, lichens allow multiple approaches, i.e. the use of native and transplanted lichens, thus guaranteeing flexible designs and compensating the intrinsic variability of biological data [1].

Despite the acknowledged value of such techniques, a methodological heterogeneity still affects them, due to the lack of shared protocols. In this respect, bioaccumulation methods are undergoing a standardization effort, to which this work aims to contribute by addressing methodological issues and applying revised practices on well-known biomonitors, primarily the fruticose chlorolichen *Pseudevernia furfuracea*.

An important aspect in bioaccumulation studies is the interpretation of element concentrations measured in lichens: several approaches have been used, from the comparison of bioaccumulation results with background element content values [2] (BECs) to the use of interpretative scales [3, 4]. These were either affected by methodological heterogeneity of source data or based on expert assessment, making crucial to develop new benchmark values and interpretative tools. Further aspects with possible implications on the interpretation of biomonitoring results are the composite effects of xenobiotics mixtures (e.g. metal-rich particulate, polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs - and gaseous pollutants such as O<sub>3</sub>) on biomonitor physiology, and the potential differences in element bioaccumulation of healthy and stressed lichens [5], which have to be fully understood to convert the information they give into proper air quality assessment [6].

## Aims

The main aims of this work are:

1. To provide field-assessed BECs for *P. furfuracea*, after having explored BEC patterns in relation to environmental factors.
2. To propose new interpretative scales for bioaccumulation data by native

lichens and transplants.

3. To test the hypothesis that *P. furfuracea*, field-enriched by elements and PAHs, would exhibit physiological impairment due to subsequent ozonation. The role of O<sub>3</sub> in degrading accumulated PAHs is also preliminary faced.
4. To test differences in bioaccumulation capacity of living and dead transplanted samples of *P. furfuracea*.

## Methods

1. BECs were assessed for *P. furfuracea* using a field-based approach. Thalli were collected at 62 Italian remote sites, fully characterized in terms of population density, land use, climate and lithology (environmental variables). Samples were processed, and paired replicate sets were subjected to a partial digestion with *aqua regia* and a total one with hydrofluoric acid (HF). Afterwards, the content of 43 elements was determined on both replicate sets by ICP-MS. Data were explored by Principal Component Analysis (PCA) and Cluster Analysis (CA). Environmental differences among site clusters were tested for environmental variables selected as potential predictors of lichen BECs. Principal Component Regression (PCR) models were fitted for each element to assess the relationships between environmental variables and BECs. A comparative analysis of the performance of the two digestions was performed taking into account the results of analytical determination on field samples and the standard BCR 482 (*P. furfuracea*).
2. Interpretative scales were set up for element bioaccumulation data obtained by native and transplanted lichens based on the meta-analysis of literature data. Two datasets were populated with data from biomonitoring studies relying on native (dataset N) and transplanted lichens (dataset T). Data referred to *Flavoparmelia caperata* and *Xanthoria parietina* (N), *Evernia prunastri* and *Pseudevernia furfuracea* (T). The scale for native lichens was based on the ratio between bioaccumulation data and review-based, species-specific BECs (*B* ratio); BECs were contextually determined following the rank-based approach used for the assessment of quality levels of soils [7]. The scale for transplants was based on the ratio between concentration values measured in exposed and unexposed samples (*EU* ratio). The new scales and previously available ones were applied to real case studies in order to assess their performance.
3. The physiological response of *P. furfuracea* to O<sub>3</sub> was evaluated by a

double-step experiment. Samples were firstly exposed for 6 weeks at 3 sites with different pollutant loads, mostly elemental and PAH depositions. The field exposure was followed by a 2 week-stay in ozone fumigation chambers, where samples were either O<sub>3</sub>-treated (O<sub>3</sub><sup>+</sup>) or not (O<sub>3</sub><sup>-</sup>). At each experimental step, the maximum quantum yield of primary photochemistry ( $F_v/F_m$ ), potassium ion (K<sup>+</sup>) leakage, malondialdehyde (MDA) content, elemental and PAH concentrations were measured in matched sets of sample replicates. In order to disentangle the effects of field exposure and O<sub>3</sub>-treatment on the physiology of thalli, generalized linear models (GLMs) were fitted. Main and interactive effects were tested, considering physiological variables, PAH and elemental content as dependent variables.

4. The bioaccumulation capacity of living and dead biomonitors was tested on transplanted *P. furfuracea* samples. The bulk material was collected in a background site of the southeastern Alps in December 2016. Devitalization was achieved by 18 month-storage in a dark cell (10° C), whereas living samples were previously air dried, vacuum-sealed and stored in freezer (-20°C [8]). Before the exposure, vitality was assessed by measuring  $F_v/F_m$ . Lichens were transplanted for 8 weeks during summer 2018 at 39 sites in a deeply investigated study area of NE Italy [9, 10]. Differences in bioaccumulation capacity were tested on *EU* ratio data using Wilcoxon matched pair test and multivariate techniques.

## Results and perspectives

1. PCR models showed that land use, climate and lithology were predictive of *P. furfuracea* BECs. These decreased northwards, with increasing rainfall and forests. In the Alps, BECs decreased eastwards, with lithological shift from metamorphic to sedimentary. The CA for partially-digested samples identified 3 site clusters: central-western Alps, eastern Alps, and central-southern Apennines. A consistent pattern was revealed for totally-digested samples: in this case, central and western alpine sites segregated into 2 clusters with different metamorphic substrates, reflecting the better performance of this digestion, especially for Al, Ba, Cu, Fe, Mn and Zn. Digestion-specific BECs were provided at cluster level, for use as reference in biomonitoring.
2. Interpretative scales were developed from recent, methodological uniform bioaccumulation data. The distributions of *B* and *EU* ratios were analyzed to set up percentile-based “bioaccumulation scales”. Classes were defined based on *B* and *EU* ratio thresholds matching 25<sup>th</sup>, 75<sup>th</sup>, 90<sup>th</sup>, and 95<sup>th</sup> percentiles of their distributions, and named “Absence of”,

“Low”, “Moderate”, “High”, and “Severe” bioaccumulation, after a revision of previous terminology. The application of old and new scales to case studies proved the better performance of the latter.

3. After the exposure at urban sites, *P. furfuracea* showed significantly increased MDA levels and decreased  $F_v/F_m$ . However, these samples did not experience detrimental effects due to subsequent ozonation, showing  $F_v/F_m$  recovery or, at most, no significant variations of other markers, demonstrating the  $O_3$  tolerance of *P. furfuracea*. For  $O_3^+$  samples exposed to high PAH loads, a peculiar PAH pattern suggested an oxidative degradation of accumulated 4-ring PAHs.
4. Expectedly, devitalized *P. furfuracea* samples showed the highest loss of K and P, explained by significantly lower EU ratios ( $< 1$ ). By contrast, several terrigenous (Al, Ca, Fe, Ti) and environmentally concerning elements (As, Cd, Co, Mo, Pb) showed an opposite pattern, suggesting an enhanced response of devitalized matrices in case of low pollutant depositions.

Further research is ongoing to clarify the infraspecific physiological response of *P. furfuracea* to environmental changes, and the role of morphology on its bioaccumulation capacity will be faced.

## References

1. Nimis P.L., Purvis O.W., 2002. Monitoring lichens as indicators of pollution. In: Monitoring with lichens – monitoring lichens, Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds). Springer, Dordrecht, pp.7-10.
2. Bargagli R., 1998. Trace Elements in Terrestrial Plants. An Ecophysiological Approach to Biomonitoring and Biorecovery. Springer, Berlin, p. 324.
3. Nimis P.L., Bargagli R., 1999. Linee-guida per l'utilizzo di licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. In: Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Piccini C., Salvati S. (eds). Roma, 26–27 novembre 1998, ANPA Serie Atti 2, pp. 279–289.
4. Frati L., Brunialti G., Loppi S., 2005. Problems related to lichen transplants to monitor trace element deposition in repeated surveys: A case study from central Italy. Journal of Atmospheric Chemistry, 52, 221–230.
5. Adamo P., Crisafulli P., Giordano S., Minganti V., Modenesi P., Monaci F., Pittao E., Tretiach M., Bargagli R., 2007. Lichen and moss bags as monitoring devices in urban areas. Part II: Trace element content in living and dead biomonitors and comparison with synthetic materials. Environmental Pollution, 146, 392-399.
6. Sujetovienė G., Galinytė V., 2016. Effects of the urban environmental conditions on the physiology of lichen and moss. Atmospheric Pollution Research, 7, 611–618.
7. Gaudet C.L., Bright D., Adare K., Potter K., 2001. A rank-based approach to deriving Canadian soil and sediment quality guidelines. In: Species sensitivity distributions in ecotoxicology. Posthuma L., Suter G.W. II, Traas T.P. (eds). CRC Press, Boca Raton, pp.



255–273.

8. Honegger R., 2003. The impact of different long-term storage conditions on the viability of lichen-forming ascomycetes and their green algal photobiont, *Trebouxia* spp. *Plant Biology*, 5, 324-330.
9. Kodnik D., Candotto Carniel F., Lichen S., Tolloi A., Barbieri P., Tretiach M., 2015. Seasonal variations of PAHs content and distribution patterns in a mixed land use area: a case study in NE Italy with the transplanted lichen *Pseudevernia furfuracea*. *Atmospheric Environment*, 113, 255-263.
10. Kodnik D., Winkler A., Candotto Carniel F., Tretiach M., 2017. Biomagnetic monitoring and element content of lichen transplants in a mixed land use area of NE Italy. *Science of the Total Environment*, 595, 858-867.



## Revisione del gruppo *Parmelia saxatilis* in Italia, attraverso dati molecolari, chimici e morfologici.

Maria Beatrice Castellani  
Università di Firenze

Questo lavoro ha come principale obiettivo la revisione sistematica e tassonomica del gruppo *Parmelia saxatilis* in Italia, ponendo particolare attenzione alle due specie affini, *P. ernstiae* e *P. serrana* mediante analisi morfologica, chimica e molecolare di campioni depositati nei principali erbari italiani e raccolti *ex novo* in campo. Grazie a questo studio sarà inoltre possibile ottenere ulteriori indicazioni riguardo la distribuzione dei *taxa* indagati a livello del territorio italiano.

Per questo studio sono stati analizzati, attraverso un approccio morfologico, un totale di 312 campioni italiani di *Parmelia saxatilis*. 205 sono stati collezionati durante una fase esplorativa in campo mentre 67 e 40 sono stati prelevati rispettivamente dall'Erbario Centrale Italiano di Firenze e dall'Erbario lichenologico del Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste. L'analisi morfologica è stata condotta grazie all'utilizzo di una inedita chiave dicotomica sviluppata *ad-hoc* per la classificazione dei *taxa* indagati. Dei 312 campioni analizzati, 98 (60 di erbario e 38 freschi) sono risultati morfologicamente criptici e successivamente selezionati per l'analisi chimica (TLC). Un approccio molecolare è stato infine applicato per risolvere le criticità tassonomiche evidenziate attraverso le indagini morfologiche e chimiche. L'analisi delle due regioni del nrDNA, ITS e  $\beta$  tubulina, ha permesso di identificare un totale di 12 campioni di *Parmelia ernstiae* e 1 campione di *Parmelia serrana*.

Il presente lavoro di tesi amplia quindi le conoscenze riguardo la distribuzione dei *taxa* indagati a livello del territorio italiano. In particolare per *Parmelia ernstiae*, precedentemente segnalata in Italia solo per le due località; Monte Etna (vicino a Zafferano Etnea, Com. pers. Nimis; materiale d'erbario B600174204, det. H. Sipman) e Pruno di Laurino, nel Parco Nazionale del Cilento (SA). Riguardo *Parmelia serrana* si aggiunge per l'Italia una provenienza alla già nota località Cave del Predil (UD; det. G. Thor). Sviluppi successivi a questo lavoro, con campionamenti mirati, sono comunque auspicabili al fine di definire l'effettiva distribuzione ed ecologia del gruppo *Parmelia saxatilis* in Italia.

I metodi di indagine qui utilizzati necessitano un ulteriore sviluppo per quanto riguarda la loro applicazione su campioni d'erbario datati e/o mal conservati.



## Bibliografia lichenologica italiana aggiornata

Riportiamo l'elenco dei lavori pervenuti alla redazione relativi principalmente al periodo 2018-2019 ed eventuali contributi non inclusi nelle precedenti edizioni. Si ricorda che la bibliografia completa (1500-2019) è consultabile sul sito della SLI ([www.lichenologia.eu](http://www.lichenologia.eu)) e si rammenta inoltre a soci e lettori l'importanza di comunicare tempestivamente i dati bibliografici nell'ottica di fornire un elenco sempre completo e aggiornato. Grazie!

- Bianchi E., Benesperi R., Colzi I., Coppi A., Lazzaro L., Paoli L., Papini A., Pignattelli S., Tani C., Vignolini P., Gonnelli C., 2019. The multi-purpose role of hairiness in the lichens of coastal environments: Insights from *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén. *Plant Physiology and Biochemistry* DOI: 10.1016/j.plaphy.2019.06.022
- Bianchi E., Paoli L., Colzi I., Coppi A., Gonnelli C., Lazzaro L., Loppi S., Papini A., Vannini A., Benesperi R., 2019. High-light stress in wet and dry thalli of the endangered Mediterranean lichen *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén: does size matter? *Mycological progress* 18: 463-470.
- Brunialti G., Frati L., Malegori C., Giordani P. & Malaspina P., 2019. Do different teams produce different results in long-term lichen biomonitoring? *Diversity* 11: 43.
- Cecconi E., Fortuna L., Benesperi R., Bianchi E., Brunialti G., Contardo T., Di Nuzzo L., Frati L., Monaci F., Munzi L., Nascimbene J., Paoli L., Ravera S., Vannini A., Giordani P., Loppi S., Tretiach M., 2019. New interpretative scales for lichen bioaccumulation data: The Italian proposal. *Atmosphere* 10: 136.
- Cecconi E., Fortuna L., Pellegrini E., Bertuzzi S., Lorenzini G., Nali C., Tretiach M., 2019. Beyond ozone-tolerance: Effects of ozone fumigation on trace element and PAH enriched thalli of the lichen biomonitor *Pseudevernia furfuracea*. *Atmospheric Environment* 210: 132-142.
- Cecconi E., Incerti G., Capozzi F., Adamo P., Bargagli R., Benesperi R., Candotto Carniel F., Favero-Longo S.E., Giordano S., Puntillo D., Ravera S., Spagnuolo V., Tretiach M., 2019. Background element content in the lichen *Pseudevernia furfuracea*: a comparative analysis of digestion methods. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191: 260.
- Fačkovcová Z., Guttová A., Benesperi R., Loppi S., Bellini E., Sanità di Toppi L., Paoli L., 2019. Retaining unlogged patches in Mediterranean oak forests may preserve threatened forest macrolichens. *iForest* 12: 187–192.

- Fortuna L., Candotto Carniel F., Capozzi F., Tretiach M., 2019. Congruence evaluation of mercury pollution patterns around a waste incinerator over a 16-year-long period using different biomonitors. *Atmosphere* 10:183. DOI: 10.3390/atmos10040183
- Gheza G., 2017. Segnalazioni recenti di alcuni macrolicheni interessanti in Alta Valtellina (Alpi Retiche, Lombardia). *Il Naturalista Valtellinese – Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Morbegno* 27: 65-72.
- Gheza G., 2018. Addenda to the lichen flora of the Ticino river valley (western Po Plain). *Natural History Sciences* 5: 33-40.
- Gheza G., Assini S., Marini L., Nascimbene J., 2018. Impact of an invasive herbivore and human trampling on lichen-rich dry grasslands: soil-dependent response of multiple taxa. *Science of the Total Environment* 639: 633–639.
- Gheza G., Nascimbene J., Mayrhofer H., Barcella M., Assini S., 2018. Two *Cladonia* species new to Italy from dry habitats in the Po Plain. *Herzogia* 31: 293–303.
- Giordani P., Malaspina P., Benesperi R., Incerti G., Nascimbene J., 2019. Functional over-redundancy and vulnerability of lichen communities decouple across spatial scales and environmental severity. *Science of the Total Environment*. 666:22-30.
- Guttová A., Fačkovcová Z., Martellos S., Paoli L., Munzi S., Pittao E., Ongaro S., 2019. Ecological specialization of lichen congeners with a strong link to Mediterranean-type climate: a case study of the genus *Solenopsis* in the Apennine peninsula. *The Lichenologist* 51: 75-88.
- Koch N.M., Matos P., Branquinho C., Pinho P., Lucheta F., de Azevedo Martins S. M., Vargas, V.M.F., 2019. Selecting lichen functional traits as ecological indicators of the effects of urban environment. *Science of the Total Environment* 654:705-713.
- Lelli C., Bruun H.H., Chiarucci A., Donati D., Frascaroli F., Fritz Ö., Goldberg I., Nascimbene J., Tøttrup A.P., Rahbek C., Heilmann-Clausen J., 2019. Biodiversity response to forest structure and management: Comparing species richness, conservation relevant species and functional diversity as metrics in forest conservation. *Forest ecology and management* 432: 707-717.
- Loppi S., 2019. May the diversity of epiphytic lichens Be used in environmental forensics? *Diversity* 11:36.
- Loppi S., Ravera S., Paoli L., 2019. Coping with uncertainty in the assessment of atmospheric pollution with lichen transplants. *Environmental Forensics* 1-6. DOI: 10.1080/15275922.2019.1627615
- Matteucci E., Scarcella A.V., Croveri P., Marengo A., Borghi A., Benelli C., Hamdan O., Favero-Longo S.E., 2019. Lichens and other lithobionts on the carbonate rock surfaces of the heritage site of the tomb of Lazarus

- (Palestinian territories): diversity, biodeterioration, and control issues in a semi-arid environment. *Annals of Microbiology* 1-14. DOI: 10.1007/s13213-019-01465-8
- Morando M., Matteucci E., Nascimbene J., Borghi A., Piervittori R., Favero-Longo S.E., 2019. Effectiveness of aerobiological dispersal and microenvironmental requirements together influence spatial colonization patterns of lichen species on the stone cultural heritage. *Science of the Total Environment* 685: 1066-1074.
- Munzi S., Varela Z., Paoli L., 2019. Is the length of the drying period critical for photosynthesis reactivation in lichen and moss components of biological soil crusts? *Journal of Arid Environments* 166:86-90.
- Munzi S., Branquinho C., Cruz C., Máguas C., Leith I.D., Sheppard L.J., Sutton M.A., 2019.  $\delta^{15}\text{N}$  of lichens reflects the isotopic signature of ammonia source. *Science of the Total Environment* 653: 698-704.
- Nascimbene J., Di Cecco V., Di Martino L., Frascaroli F., Giordani P., Lelli C., Vallese C., Zannini P., Chiarucci A., 2019. Epiphytic lichens of the sacred natural site “Bosco di Sant’Antonio” (Majella National Park – Abruzzo). *Italian Botanist* 7: 149-156.
- Nascimbene J., Benesperi R., Giordani P., Grube M., Marini L., Vallese C., Mayrhofer H., 2019. Could hair-lichens of high-elevation forests help detect the impact of global change in the Alps? *Diversity* 11:45. DOI: 10.3390/d11030045
- Nimis P.L., Hafellner J., Roux C., Clerc P., Mayrhofer H., Martellos S., Bilovitz P.O., 2018. The lichens of the Alps—an annotated checklist. *MycKeys* 31: 1-634.
- Nimis P.L., Martellos S., Spitale D., Nascimbene J., 2018. Exploring patterns of commonness and rarity in lichens: a case study from Italy (Southern Europe). *The Lichenologist* 50: 385-396.
- Paoli L., Fačková Z., Guttová A., Maccelli C., Kresáňová K., Loppi S., 2019. *Evernia* goes to school: bioaccumulation of heavy metals and photosynthetic performance in lichen transplants exposed indoors and outdoors in public and private environments. *Plants* 8:125.
- Paoli L., Maccelli C., Guarnieri M., Vannini A., Loppi S., 2019. Lichens “travelling” in smokers' cars are suitable biomonitors of indoor air quality. *Ecological Indicators* 103:576-580.
- Paoli L., Benesperi R., Fačková Z., Nascimbene J., Ravera S., Marchetti M., Anselmi B., Landi M., Landi S., Bianchi E., Di Nuzzo L., Lackovičová A., Vannini A., Loppi S., Guttová A., 2019. Impact of forest management on threatened epiphytic macrolichens: evidence from a Mediterranean mixed oak forest (Italy). *iForest* 12: 383-388. DOI: 10.3832/ifer2951-012
- Paukov A., Teptina A., Morozova M., Kruglova E., Favero-Longo S.E., Bishop C., Rajakaruna N., 2019. The Effects of Edaphic and Climatic Factors on Secondary Lichen Chemistry: A Case Study Using Saxicolous Lichens.

- Diversity, 11: 94.
- Ravera S., Cogoni A., Vizzini A., Bonini I., Cheli F., Fačkovcová Z., Gheza G., Guttová A., Mair P., Mayrhofer H., Miserere L., Pandeli G., Paoli L., Prosser F., Puntillo D., Puntillo M., Selvaggi A., Spitale D., Tratter W., 2018. Notulae to the Italian flora of algae, bryophytes, fungi and lichens: 6. Italian Botanist 6. Italian Botanist 6:97-109.
- Ravera S., Puglisi M., Vizzini A., Totti C., Aleffi M., Barberis G., Benesperi R., von Brackel W., Dagnino D., De Giuseppe A.B., Fačkovcová Z., Gheza G., Giordani P., Guttová A., Mair P., Mayrhofer H., Nascimbene J., Nimis P.L., Paoli L., Passalacqua N.G., Pittao E., Poponessi S., Prosser F., Ottonello M., Puntillo D., Puntillo M., Sicoli G., Sguazzin F., Spitale D., Tratter W., Turcato C., Vallese C., 2019. Notulae to the Italian flora of algae, bryophytes, fungi and lichens: 7. Italian Botanist 7: 69-91.
- Sitzia T., Campagnaro T., Dainese M., Cassol M., Dal Cortivo M., Gatti E., Padovan F., Sommacal M., Nascimbene J., 2017. Contrasting multi-taxa diversity patterns between abandoned and non-intensively managed forests in the southern Dolomites. iForest 10:845–850.
- Tonon C., Favero-Longo S.E., Matteucci E., Piervittori R., Croveri P., Appolonia L., Meirano V., Serino M., Elia D., 2019. Microenvironmental features drive the distribution of lichens in the House of the Ancient Hunt, Pompeii, Italy. International biodeterioration & biodegradation 136: 71-81.
- Vannini A., Paoli L., Russo A., Loppi S., 2019. Contribution of submicronic (PM1) and coarse (PM<sub>10</sub>) particulate matter deposition to the heavy metal load of lichens transplanted along a busy road. Chemosphere 231: 121-125.
- Wang C.H., Munzi S., Wang M., Jia Y.Z., Tao W., 2019. Increasing nitrogen depositions can reduce lichen viability and limit winter food for an endangered Chinese monkey. Basic and Applied Ecology 34: 55-63.





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](http://www.lichenologia.eu)**

*Finito di stampare il 13 settembre 2019  
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. Enrica Matteucci*