

**Convegno Annuale  
della  
Società Lichenologica Italiana**  
*(Genova, 30 Settembre - 1 Ottobre 2004)*



a cura di  
**Giorgio BRUNIALTI, Paolo GIORDANI, Paolo MODENESI**

## COMUNICAZIONI ORALI



**THE PRIVATE LIFE OF LICHENS – MATING SYSTEMS IN THE GENUS  
*XANTHORIA***

Rosmarie HONEGGER, Sandra SCHERRER, Franz MEIER and Undine ZIPPLER  
*Institute of Plant Biology, University of Zürich, Zollikerstrasse 107, CH-8008 Zürich,  
Switzerland.*

As seen in many other genera of lichen-forming ascomycetes *Xanthoria* species have either lots, or no, few to many ascomata. Is this due to different mating systems? *Xanthoria* spp. can be easily cultured in the aposymbiotic state, but unfortunately they do not mate in the Petri dish. Nevertheless, we can explore their mating systems by retrospectively analysing the progeny of meiosis. For this purpose the ascospores contained in one ascus were manually separated, allowed to germinate and resulting single-spore derived mycelia were subjected to fingerprint analyses. We used RAPD-PCR (Randomly Amplified Polymorphic DNA) and compared the resulting band patterns among sibling isolates. Sterile cultured vegetative mycelia derived from ascomata were included in the analysis as “mother mycelium”.

*Xanthoria parietina* isolates from world-wide locations revealed uniform fingerprint patterns, indicating that this is a self-fertile (homothallic) species. *X. calcicola*, *X. capensis*, *X. ectaneoides*, *X. polycarpa* and *X. resendei* revealed polymorphic fingerprint patterns (4 x 2 per ascus), referring to recombination as typically found in cross-fertilized (heterothallic) species. Lack of ascomata in these species might be due to missing mating partners, or: species with no, few to many ascomata are, with high probability, heterothallic. Abundance of ascomata was found in homo- and heterothallic species. We do not yet know whether one thallus comprises only one or both mating types. Fingerprint analyses of the progeny of meiosis provide only indirect evidence of homo- and heterothallism. In non-lichenized ascomycetes mating is controlled by mating genes, termed either *MAT*<sup>+</sup> and *MAT*<sup>-</sup>, *MAT a* and *MAT A*, *MAT1* and *MAT2*, or *MAT1-1* and *MAT1-2*, of which either one is present in the haploid mycelium of heterothallic species. Both alleles at the mating type locus per species are completely different and thus referred to as idiomorphs. The idiomorphs *MAT1-1* and *MAT1-2* were characterized in *X. polycarpa*. Subsequently primers could be designed for amplifying the *MAT* sequences of adjacent species.

These experiments confirmed homothallism in *X. parietina* (only one mating type present in all siblings) and *X. elegans* (both mating types present in all siblings) and heterothallism in *X. polycarpa* and other *Xanthoria* spp. (either *MAT1-1*, or *MAT1-2* present, 4 of each per ascus) (Scherrer *et al.*, unpubl).

Mating systems have an impact on population structure. Knowing that *X. parietina* is a self-fertile species we wondered whether populations represent clones. Fingerprint analyses (RAPD-PCR) of sterile cultured multisporous isolates

of systematically sampled *X. parietina* revealed a surprisingly high genetic diversity, probably due to intermixing of populations via animal vectors. Fecal pellets of the ever-present, lichenivorous oribatid mites contained viable ascospores of *X. parietina* and viable cells of the photobiont (*Trebouxia arboricola*). These tiny propagules are presumably dispersed over short distances by rain and over long distances by wind and by birds, which carry them along at their extremities.

#### **Bibliography**

- HONEGGER, R., ZIPPLER, U., GANSNER, H. & SCHERRER, S., 2004 - Mating systems in the genus *Xanthoria* (lichen-forming ascomycetes). *Mycological Research* 108: 480-488.
- MEIER, F. A., SCHERRER, S. & HONEGGER, R., 2002 - Fecal pellets of lichenivorous mites contain viable cells of the lichen-forming ascomycete *Xanthoria parietina* and its green algal photobiont, *Trebouxia arboricola*. *Biological Journal of the Linnean Society* 76: 259-268

**DIVERSITY AND PHYLOGENY OF POLYKETIDE SYNTHASE GENES IN LICHENS**

Martin GRUBE<sup>1</sup>, Magdalena OPANOWICZ<sup>2</sup>, Juliane BLAHA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Plant Sciences. Karl-Franzens-Universität Graz. Holteigasse 6. 8010 Graz, Austria*

<sup>2</sup> *Department of Systematics and Phytosociology. Institute of Plant Biology. University of Wrocław. ul. Kanonia 6/8, PL-50-328 Wrocław, Poland*

Lichen mycobionts recall miniature chemical laboratories producing a vast variety of more than 800 different secondary metabolites. They represent ideal model organisms to investigate the evolution of secondary chemistry using phylogenies of pathway genes. We focus on the diversity and evolution of polyketide synthase genes. These genes can readily be amplified using heterologous primers specific for the lichen mycobionts. So far we have focused on the Parmeliaceae but also compared data from other taxonomic groups. The genes from Parmeliaceae are widely distributed over the polyketide synthase gene tree, and indicate the phylogenetic positions of various paralogous genes. By comparison with the organismal phylogenies based on ribosomal DNA sequences or by testing for substitution rate shifts we can assess patterns of homology and paralogy of these genes. The different phylogenetic positions are also correlated with the variable presence of mRNA introns. Often only one paralog was amplified by a pair of conserved primers in a species. Primers with increased specificity have then been designed to amplify other homologous genes from individual species. This is regarded as a first approach to the diversity of PKS genes in lichen mycobionts, while the full set of these genes will only be discovered by extensive screening of genomic libraries. Elucidation of the function (and the resulting product) of the different genes needs further studies, but for two lineages, the phylogenetic relationships suggest involvement in the production of melanins and anthraquinones.

**STRUTTURE SUPERFICIALI IN *PSEUDEVERNIA FURFURACEA* (L.) ZOPF.  
VAR. *FURFURACEA***

Paolo MODENESI<sup>1</sup>, Simona RININO<sup>1</sup>, Mauro TRETACH<sup>2</sup>, Paola CRISAFULLI<sup>2</sup>  
Enrica ROCCOTIELLO<sup>1</sup>, Valentina BOMBARDI<sup>1</sup>, Paolo GIORDANI<sup>1</sup>, Giorgio  
BRUNIALTI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIP.TE.RIS., Università di Genova.

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Trieste.

*Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf. var. *furfuracea* è il modello sperimentale scelto, nell'ambito di una ricerca nazionale, per ottimizzare le procedure di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche mediante l'uso di trapianti esposti in reticelle di nylon (lichen bags). Le indagini effettuate hanno permesso di approfondire le conoscenze sulle caratteristiche superficiali del tallo che stanno alla base dei meccanismi di intercettazione e di complessazione delle deposizioni secche ed umide provenienti dall'atmosfera. Le nostre osservazioni si discostano per diversi aspetti da quelle note. Ciò, probabilmente, a causa della notevole quantità di materiale osservato per studiare la complessazione intra- ed extracellulare di diversi elementi in traccia. Lo studio ha permesso di descrivere le caratteristiche di strutture superficiali che possono essere coinvolte nei fenomeni di deposizione atmosferica:

1) presenza di un epicortex: un sottile strato amorfo di natura polisaccaridica e pigmentato per la presenza di sostanze polifenoliche (melanine) viene formato per l'attività secretiva delle cellule ifali. L'epicortex, formato all'estremità dei lobi tallini ed inizialmente continuo, si presenta, per la successiva crescita dei lobi, prima interrotto da pori, poi lacerato ed infine assente nelle porzioni mature del tallo.

2) struttura dei due cortex (superiore ed inferiore): appaiono bistratificati, con una porzione esterna ed una interna morfologicamente ed istochimicamente differenziate.

3) sviluppo degli isidi: l'aplanosporogenesi delle alghe e la crescita orientata anticlinalmente delle ife circostanti sono il primo segno di differenziamento degli isidi. Essi emergono sulla superficie, inizialmente, per le divisioni periclinali delle ife corticali e poi per la successiva intrusione, nelle bozze insidiali, delle alghe e delle ife medullari. La formazione degli isidi avviene nelle porzioni mature del tallo dopo la scomparsa dello strato epicorticale pigmentato.

4) depressioni superficiali: aree talline in cui il distacco degli isidi ha determinato l'esposizione dello strato algale, poi ricoperto da un nuovo cortex.

5) presenza di talloconidi: sono propaguli fungini, generalmente noti in diverse specie di *Umbilicaria*. È questa la prima segnalazione in *P. furfuracea*. In questa specie, tuttavia, sono caratteristicamente pluricellulari, poco numerosi

e presenti su entrambe i cortex, mentre nel genere *Umbilicaria* sono uni- o pluricellulari, numerosi e formati solo dal cortex inferiore. D'aspetto simile a quello degli isidi, si distinguono per le ridotte dimensioni, l'intensa pigmentazione nera, la forma sub-sferica e pedunculata. I talloconidi prendono origine dallo strato corticale ed in particolare dalla divisione delle cellule corticali più superficiali non accompagnata dall'intrusione delle cellule algali e medullari.

**INFLUENZA DELLO SVILUPPO DEGLI ISIDI SUGLI SCAMBI GASSOSI IN  
*PSEUDEVERNIA FURFURACEA (L.) ZOPF. VAR. FURFURACEA***

Paola CRISAFULLI, Elena PITTAO, Mauro TRETACH

*Dipartimento di Biologia, Università di Trieste, via L. Giorgieri 10, I-34127 Trieste.*

Gli isidi vengono normalmente interpretati quali strutture di propagazione vegetativa della simbiosi lichenica. E' noto che il loro sviluppo può influenzare fortemente la velocità di disidratazione del tallo, ma senza dubbio essi modificano anche l'intensità degli scambi gassosi, a causa del forte aumento della superficie di scambio. In questo studio si sono indagati gli effetti della presenza degli isidi sugli scambi gassosi in talli di *Pseudevernia furfuracea* s.str., campionati in un bosco di *Larix decidua* a 1500 m s.l.m. sulle Alpi Carniche (Latis, UD). Sono state usate tre diverse tipologie di materiale: lacinie fortemente isidiate, lacinie prive di isidi, e isidi. Questi ultimi sono stati ottenuti dalla manipolazione di campioni dello stesso lichene utilizzati in un concomitante studio di bioaccumulo (Adamo et al., 2004); essi sono stati setacciati utilizzando un leggero retino di nylon a maglia sottile (< 0.3 mm) per eliminare materiale estraneo. In seguito ad una serie di prove preliminari, è stato studiato per questo tipo di materiale un nuovo metodo di idratazione, che consente una minore perdita di materiale ed un sicuro raggiungimento dell'optimum idrico. Gli scambi gassosi sono stati misurati in laboratorio con un LICOR 6200 (Licor, Lincoln, USA), a temperatura ed intensità luminosa costanti (rispettivamente 18±1°C e 270 µmol photons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) a due diverse concentrazioni di CO<sub>2</sub> (360 e 700 ppm). Inoltre, è stato possibile tracciare anche una curva di saturazione alla CO<sub>2</sub> da comparare con quelle relative alle lacinie.

I risultati ottenuti dimostrano che gli isidi hanno un'intensa attività metabolica, confermando così i risultati di test istochimici e osservazioni morfologiche effettuati parallelamente a questo studio (Modenesi et al., 2004). Gli isidi isolati hanno un'attività fotosintetica e respiratoria molto più elevata rispetto alle lacinie non isidiate (rispettivamente 6.3 e -1.4 mg CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, corrispondenti a 130% e 150% dei valori misurati sulle lacinie non isidiate), mentre le lacinie isidiate presentano valori di scambi gassosi sorprendentemente bassi. Inoltre, gli isidi raggiungono molto presto il punto di saturazione alla CO<sub>2</sub>, in quanto dotati di un elevato rapporto superficie/volume. Contrariamente a quanto osservato da precedenti autori, gli isidi sembrano influenzare soltanto in maniera trascurabile l'optimum idrico del tallo di questo lichene.



**DANNI E STRATEGIE DI DISINTOSSICAZIONE DEI METALLI PESANTI NEI  
LICHENI FOGLIOSI**

Luigi SANITÀ DI TOPPI

*Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale, Sezione di Biologia Vegetale, Università di  
Parma, viale delle Scienze 11/A, I-43100 Parma. E-mail: [sanita@biol.unipr.it](mailto:sanita@biol.unipr.it)*

Scopo principale del lavoro sperimentale effettuato nel nostro laboratorio è chiarire alcuni meccanismi di disintossicazione da metalli pesanti messi in atto da specie licheniche epifite fogliose quali *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., *Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier e *Physconia grisea* (Lam.) Poelt. Per uno stato dell'arte sulla risposta morfofisiologica dei licheni all'inquinamento da metalli pesanti si faccia riferimento a Branquinho (2001). Negli esperimenti sono stati utilizzati i seguenti cationi bivalenti: cadmio (Cd<sup>2+</sup>), piombo (Pb<sup>2+</sup>), zinco (Zn<sup>2+</sup>) e rame (Cu<sup>2+</sup>). Inoltre, ci siamo soffermati sullo studio della risposta di *X. parietina* ad un anione metallico quale il cromo esavalente [Cr(VI)], dalle proprietà chimico-biologiche completamente diverse rispetto ai cationi sopra menzionati.

Gli studi che verranno presentati e discussi comprendono:

1. la biosintesi di fitochelatine nei talli, nei micobionti e nei fotobionti di *X. parietina*, *P. adscendens* e *P. grisea* (Pawlik-Skowronska et al., 2002). Le fitochelatine sono peptidi con struttura generale (α-glutamilcisteinil)<sub>n</sub>-glicina, dove n indica il numero di ripetizioni del dipeptide α-glutamil-cisteina, variabile da 2 a 11, più comunemente da 2 a 5 (Grill et al., 1985). Grazie ai gruppi tiolici (SH) della cisteina, le fitochelatine possono formare dei complessi con vari metalli pesanti, chelandoli e sottraendoli così dalla libera circolazione all'interno del citosol delle cellule, prima che essi possano esercitare effetti tossici (Sanità di Toppi et al., 2003);

2. la neosintesi di proteine da stress Cd-indotte, del tipo delle "heat shock protein cognates" (HSC), in talli di *X. parietina*. Le proteine da stress prodotte da questa specie lichenica potrebbero ulteriormente contribuire a proteggerla dallo stress da metalli pesanti, specie se presenti in elevate concentrazioni;

3. la biosintesi nei talli di *X. parietina* trattati con Cd e Cr(VI) di metaboliti (glutazione e ascorbato) e l'attivazione di enzimi antiossidanti (guaiacolo perossidasi, superossido dismutasi, catalasi, deidroascorbato reductasi, monodeidroascorbato reductasi, ascorbato perossidasi e glutazione reductasi) (Sanità di Toppi et al., 2004);

4. eventuali perossidazioni lipidiche di membrana Cd- e Cr(VI)-indotte, con conseguente produzione di prodotti di degradazione quali la malondialdeide (Sanità di Toppi et al., 2004);

5. la distribuzione differenziale del Cd e del Cr(VI) nel micobionte e nel fotobionte di *X. parietina*, valutata in termini di immobilizzazione di parete, accumulo intracellulare e compartimentazione vacuolare dei due metalli;

6. i danni strutturali ed ultrastrutturali metallo-indotti nel micobionte e nel fotobionte; in quest'ultimo, in particolare, verranno anche evidenziati gli effetti dei metalli pesanti sul contenuto in clorofille a e b, sull'indice di feofitinizzazione e sull'autofluorescenza delle clorofille totali.

In generale, le nostre ricerche sono tese a dimostrare che i licheni fogliosi (in particolare *X. parietina*), esposti a diversi metalli pesanti in varie concentrazioni, non si autoprotettono ricorrendo ad un unico meccanismo di risposta, ma al contrario mettono in atto una serie di strategie di "contenimento" dello stress basate su un modello integrato "a ventaglio", precedentemente da noi elaborato per le piante superiori (Sanità di Toppi e Gabbrielli, 1999).

### **Bibliografia**

- BRANQUINHO C., 2001 - Lichens (Chapter 5) In: Metals in the environment: analysis by biodiversity, M.N.V. Prasad (Ed.), Marcel Dekker, New York, pp. 117-157.
- GRILL E., WINNACKER E.-L., ZENK M.H., 1985 - Phytochelatins: the principal heavy-metal complexing peptides of higher plants. *Science*, 230: 674-676.
- PAWLIK-SKOWROŃSKA B., SANITÀ DI TOPPI L., FAVALI M.A., FOSSATI F., PIRSZEL J., SKOWROŃSKI T., 2002 - Lichens respond to heavy metals by phytochelatin synthesis. *New Phytologist*, 156: 95-102.
- SANITÀ DI TOPPI L., GABBRIELLI R., 1999 - Response to cadmium in higher plants. *Environmental and Experimental Botany*, 41: 105-130.
- SANITÀ DI TOPPI L., GREMIGNI P., PAWLIK-SKOWROŃSKA B., PRASAD M.N.V., COBBETT C.S., 2003 - Response to heavy metals in plants: a molecular approach (Chapter 6) In: Abiotic stresses in plants, L. Sanità di Toppi and B. Pawlik-Skowronska (Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 133-156.
- SANITÀ DI TOPPI L., MUSETTI R., MARABOTTINI R., CORRADI M.G., VATTUONE Z., FAVALI M.A., BADIANI M., 2004 - Responses of *Xanthoria parietina* thalli to environmentally relevant concentrations of hexavalent chromium. *Functional Plant Biology*, 31: 107-117.

**THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL POLLUTION ON LICHEN VITALITY, WITH  
EMPHASIS ON TRACE ELEMENTS**

Jacob GARTY<sup>1,2</sup>, Lior WEISSMAN<sup>1</sup>, Haya LEHR<sup>1</sup>, Nechama KLOOG<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Plant Sciences, Tel Aviv University, Tel Aviv 69978, Israel.*

<sup>2</sup>*Institute for Nature Conservation Research, Tel Aviv University, Tel Aviv 69978, Israel.*

To determine the environmental impact of anthropogenic activity on a regional scale, we examined parameters of physiological integrity in the epiphytic fruticose lichen *Ramalina lacera* from a relatively nonpolluted forest (HaZorea, N.E. Israel) transplanted in and around the town of Ashdod in SW Israel, in the Haifa Bay and the Mount Carmel in NW Israel. The time of exposure varied between 3 and 11 months. The physiological parameters applied to assess the degree of damage were (1) electrolyte leakage produced by degrading cell membranes in terms of electric conductivity (2) ratio OD<sub>435</sub>/OD<sub>415</sub> indicating chlorophyll degradation (3) production of ethylene (4) potential quantum yield of photosystem II (PSII) expressed as the chlorophyll fluorescence ratio F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>, and (5) spectral reflectance expressed as values of NDVI; normalized difference vegetation index. In all cases, the elemental content of lichen transplants determined at the end of the exposure period was analyzed in comparison with that of the resuspended lichen material in the control site in HaZorea. In the same manner, values obtained for physiological parameters in transplants were related to values indicating the status of lichen physiology in the control site. In terms of elemental content and physiological parameters, the control site in HaZorea, was reaffirmed to be relatively unpolluted and the status of lichen physiology was good. Pearson tests showed that the electric conductivity was in direct (positive) correlation with the content of Al, B, Ba, Cl, Cr, Cu, Fe, Mg, Na, Ni, NO<sub>3</sub>, S, Si, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ti, V and Zn, whereas K correlated negatively. OD<sub>435</sub>/OD<sub>415</sub> correlated negatively with content of Al, B, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, NO<sub>3</sub>, Pb, S, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ti, V and Zn, whereas K and P correlated positively. The NDVI ratio correlated negatively with the content of Al, Ba, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, S, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ti, V and Zn, whereas K and P were in positive correlation. The production of ethylene correlated positively with Ba, Cu, Ni, V and Zn content whereas K correlated negatively. The F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> ratio negatively correlated with Ba and positively with K. The above-mentioned results indicate the reliability of parameters of electric conductivity, OD<sub>435</sub>/OD<sub>415</sub> and NDVI ratio as assessors of the impact of environmental air pollution.

**LICHEN E MOSS BAGS NEL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA:  
ACCUMULO ATTIVO O PASSIVO DI ELEMENTI IN TRACCIA?**

Paola ADAMO<sup>1</sup>, Chiara AGNORELLI<sup>2</sup>, Roberto BARGAGLI<sup>2</sup>, Laurence BARUFFO<sup>3</sup>, Simonetta GIORDANO<sup>4</sup>, Paolo MODENESI<sup>5</sup>, Stefania ORLANDO<sup>1</sup>, Elena PITTAO<sup>3</sup>, Mauro TRETACH<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Università Federico II di Napoli. <sup>2</sup>Università di Siena. <sup>3</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Trieste. <sup>4</sup>Università Federico II di Napoli. <sup>5</sup>Università di Genova

Sebbene *lichen e moss bags* contenenti materiale vivo o devitalizzato siano ampiamente utilizzati per valutare la deposizione di inquinanti atmosferici persistenti in ambiente urbano e industriale, risultano ancora poco noti sia i meccanismi di *uptake* dei metalli da parte delle crittogame, sia l'attendibilità e la riproducibilità di questo metodo. In questa ricerca, gametofiti del muschio *Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *cupressiforme* e lacinie del lichene *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf. var. *furfuracea* raccolti in aree naturali sono stati sottoposti ai seguenti pre-trattamenti: 1) lavaggio in acqua (WL, WM); 2) devitalizzazione in stufa a 120°C per 24 h (OL, OM); 3) lavaggio in HNO<sub>3</sub> (AL, AM); 4) estrazione in NH<sub>4</sub>-ossalato a 85 ° per 15 h (OL<sub>oxa</sub>, OM<sub>oxa</sub>, AL<sub>oxa</sub>, AM<sub>oxa</sub>). Quattro *bags* di ciascun materiale sono stati esposti per sei settimane nelle città di Trieste e Napoli sul tetto di centraline di monitoraggio per la registrazione in continuo di NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub> e dati climatici. Due materiali sintetici (A: filtro di silica e B : filtro a scambio cationico) sono stati esposti nelle stesse condizioni per valutare i processi di *uptake* e la capacità di accumulo da parte dei materiali biologici. Prima e dopo l'esposizione sono stati valutati in tutti i materiali il contenuto di macro e microelementi (Al, Fe, Ca, Cd, Cr, Cu, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, V, Zn), e su WL e WM, lo scambio gassoso di CO<sub>2</sub>, la fluorescenza clorofilliana, il contenuto di clorofille, la distribuzione intra ed extra cellulare di K, Ca, Mg e l'ultrastruttura.

I risultati evidenziano che il muschio (WM) ha risentito drasticamente dell'esposizione in entrambi i siti, mentre il lichene (WL) ha mantenuto un discreto stato di vitalità che trova riscontro nell'incremento dei suoi contenuti di C e N in risposta a contaminazione da CO e NO<sub>x</sub>. Le concentrazioni medie ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dry wt ) di metalli in traccia sono aumentate significativamente in tutti i materiali esposti e sono risultate scarsamente influenzate dalla vitalità e dal tipo di pre-trattamento, anche se sono state sempre più elevate nel muschio che nel lichene. Per una valutazione comparativa attendibile tra i materiali biologici e sintetici, è stata stimata la superficie di intercettazione dei vari materiali e le concentrazioni sono state espresse in ng cm<sup>-2</sup>. Esse ricadono nello stesso *range* per i gametofiti dei muschi e le lacinie dei licheni, ma sono sensibilmente inferiori nei materiali sintetici. Il meccanismo principale di accumulo di metalli in traccia sembra la cattura passiva di particolato aerodiffuso.

**TECNICHE ISTOCHIMICHE DI LOCALIZZAZIONE DI METALLI PESANTI  
NEL TALLO LICHENICO**

Valentina BOMBARDI<sup>1</sup>, Paola CRISAFULLI<sup>2</sup>, Paolo GIORDANI<sup>1</sup>, Paolo  
MODENESI<sup>1</sup>, Fabrizio MONACI<sup>3</sup>, Simona RININO<sup>1</sup>, Mauro TRETACH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DIP.TE.RIS., Università degli Studi di Genova, Corso Dogali 1/c, I-16136 Genova.

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, Via Giorgieri 10, I-34127 Trieste.

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali Via P.A. Mattioli, 4 - 53100 Siena.

Sono stati studiati i modelli di localizzazione di ioni di metalli pesanti in *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf. var. *furfuracea*. I talli, di nota composizione elementare, raccolti in una località delle Alpi Carniche a bassa alterazione ambientale, venivano immersi per tre giorni in una soluzione di 100µg/ml di differenti Sali a pH 5.5 per introdurre i cationi di riferimento (Al<sup>3+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>). Le tecniche istochimiche impiegate sono state derivate da metodi diagnostici utilizzati in istopatologia umana.

Le procedure originali sono state modificate allo scopo di evitare la solubilizzazione dei complessi colorantemetallo e ridurre gli artefatti di tecnica causati da fenomeni di diffusione. I metodi originariamente descritti per il materiale fresco sono stati adattati a tecniche di inclusione in resina per ottenere sezioni sottili ed omogenee. La localizzazione dei metalli è stata confrontata con test istochimici per le proteine, polisaccaridi, polianioni e pigmenti melaninici. I risultati mostrano che i diversi ioni metallici indagati differiscono caratteristicamente nella loro distribuzione all'interno del tallo lichenico. Al<sup>3+</sup> e Hg<sup>2+</sup> si localizzano intracellularmente in ogni distretto tallino (medulla, alghe, cortex superiore ed inferiore e isidi). Pb<sup>2+</sup> e Zn<sup>2+</sup> si localizzano invece extracellularmente nella porzione scleroplentenchimatica degli strati corticali bistratificati superiore ed inferiore. Gli altri metalli si localizzano sia extra- sia intracellularmente. Viene inoltre mostrato il ruolo dei pigmenti melaninici come siti di legame per Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>. I modelli di localizzazione mostrati possono contribuire a giustificare la differente tossicità dei metalli pesanti per le cellule del simbionte algale e fungino.

**VARIAZIONI STAGIONALI DEI PARAMETRI DI FLUORESCENZA  
CLOROFILLIANA IN LICHENI LUNGO UN GRADIENTE ALTITUDINALE**

Laurence BARUFFO, Mauro TRETACH

*Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, via Giorgieri, 10 - 34127 Trieste.*

Negli ultimi anni si sta diffondendo sempre più l'uso delle misure di fluorescenza clorofilliana nel campo del biomonitoraggio ambientale. Nel caso dei licheni però le conoscenze dell'influenza dei parametri ambientali sui parametri fluorimetrici sono ancora molto lacunose, per cui si corre il rischio di imputare ad un generico inquinamento ambientale flessioni che possono essere indotte da fattori naturali. L'obiettivo di questo lavoro è studiare la variazione annuale dei parametri fluorimetrici più utilizzati ( $F_v/F_m$ ;  $F/F_m$ ; NPQ) nelle cinque specie di licheni parmelioidi più frequenti nei boschi della Toscana meridionale (*Flavoparmelia caperata*, *Parmelia saxatilis*, *P. sulcata*, *Parmotrema chinense*, *Punctelia subrudecta*). Sono state scelte quattro stazioni (A-D) situate lungo un gradiente altitudinale, dalla costa maremmana al M. Amiata, rispettivamente a 100, 500, 975 e 1400 m s.l.m., lontano da ogni fonte di inquinamento, all'interno delle più rappresentative comunità boschive della regione: A) lecceta; B) querceta; C) castagneta; D) faggeta. In ciascuna area sono stati selezionati c. 10 talli per specie, a diverse esposizioni sul tronco e ad una altezza dal suolo compresa tra i 70 e 200 cm. Nelle stazioni A, B e C, sono stati inoltre selezionati 4 talli di *F. caperata* per ulteriori misure di laboratorio. Le misure di fluorescenza sono state effettuate, sia in campo che in laboratorio, con un Mini-PAM (Walz, Effeltrich, Germany). A cadenza trimestrale, da dicembre 2003 ad agosto 2004, sono state effettuate:

- misure di  $F_v/F_m$  in parti selezionate dei talli scelti, dopo 30 min. di adattamento al buio (in campo);
- misure di  $F/F_m$  e NPQ durante curve di saturazione ed induzione alla luce di porzioni dei talli di *F. caperata* (in laboratorio).

I valori di  $F_v/F_m$  osservati in ciascuna specie sono risultati particolarmente elevati nelle stazioni dove è maggiore la loro copertura, e sono decisamente superiori di quelli riportati in letteratura, a conferma dell'elevata naturalità delle stazioni scelte per lo svolgimento del lavoro. Il parametro  $F_v/F_m$ , il più utilizzato per una rapida stima della vitalità dei licheni, è risultato soggetto a profonde e asincrone variazioni stagionali, essendo influenzato dalle condizioni climatiche e dal regime luminoso del sottobosco. Tali fattori inducono notevoli adattamenti fisiologici nei talli che, come dimostrato in *F. caperata*, si possono evidenziare esponendo i talli a stress luminosi di diversa entità e durata. Esistono però delle intrinseche differenze tra le specie, che possono concorrere a spiegare le loro diverse esigenze ecologiche e la loro distribuzione sul territorio. Questi risultati nel complesso sottolineano l'importanza dello studio

di campo per una miglior comprensione dell'ecologia delle specie e permettono alcune considerazioni metodologiche relative all'utilizzo dell'analisi della fluorescenza clorofilliana in studi di biomonitoraggio mediante licheni.

**MATERIALE PER UNA LISTA ROSSA DEI LICHENI DELLE ALPI ITALIANE**

Stefano MARTELOS<sup>1</sup>, Juri NASCIBENE<sup>2</sup>, Pier Luigi NIMIS<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, Trieste.*

*<sup>2</sup>Giardino Botanico delle Alpi Orientali – CFS amm.ne ex ASFD – Belluno.*

Non esiste ancora in Italia una lista rossa ufficiale per i licheni. Con questo lavoro si propone una lista di 356 taxa infragenerici che, con diversi gradi di rischio, possono costituire il materiale per una lista rossa dei licheni dell'Italia alpina. Questo contingente rappresenta il 19% dei licheni conosciuti in questo distretto geografico.

La lista si basa sul livello di rarità dei taxa nelle 9 principali divisioni biogeografiche della Penisola italiana. In ognuna di queste, la classe “estremamente raro” è stata attribuita solo ai licheni noti per meno di cinque stazioni o non ritrovati in tempi recenti. Sono esclusi taxa da poco descritti, poco studiati o dubbi.

Attualmente questa è la migliore possibile approssimazione alle categorie IUCN che vanno da “estremamente a rischio” (critically endangered) a “a rischio” (endangered).

I 356 taxa possono essere divisi in quattro gruppi, corrispondenti ad una priorità conservazionistica decrescente: 1) estremamente rari e presenti solo in una delle 4 suddivisioni biogeografiche dell'area alpina ed assenti nel resto della Penisola (32 taxa); 2) estremamente rari nell'area alpina ed assenti nel resto della Penisola (42 taxa); 3) estremamente rari in tutta Italia e presenti anche al di fuori dell'area alpina (104 taxa); 4) estremamente rari nell'area alpina, ma più comuni in altre parti della Penisola (178 taxa). Molti dei taxa inclusi nella lista hanno un tipo di distribuzione suboceanica o subcontinentale.



**ANALISI DELLA MICROFAUNA ASSOCIATA A LICHENI EPIFITI SU *PINUS SYLVESTRIS***

Deborah ISOCRONO, Luca GHIRALDI, Enrica MATTEUCCI, Rosanna  
PIERVITTORI

*Dipartimento di Biologia Vegetale Università di Torino – viale Mattioli 25 10125 Torino.*

I licheni rappresentano una nicchia ecologicamente favorevole, sebbene non ancora estesamente indagata, per numerosi organismi estranei alla simbiosi (Seaward, 1988; Girlanda *et al.*, 1997). In particolare, le relazioni tra licheni ed invertebrati, da tempo oggetto di indagini, offrono indubbi vantaggi per la microfauna (es. mimetismo, mascheramento, alimentazione) e in minor misura per i licheni stessi (dispersione di propaguli vegetativi, utilizzo di secrezioni come substrato di crescita) (Gerson, 1973; Gerson & Seaward, 1977; Seyd & Seaward, 1984).

Il presente studio ha lo scopo di valutare biodiversità, specie-specificità nei confronti dell'ospite ed eventuali relazioni tra microfauna e licheni epifiti. L'indagine è stata condotta sulle 6 specie licheniche (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmelia saxatilis* (L.) Ach., *Pameliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf., *Vulpicida pinastri* (Scop.) G.E. Mattsson & M.J.Lai, *Usnea hirta* (L.) F.Wigg) più abbondanti sui tronchi di *Pinus sylvestris* L. nel Parco Naturale del Mont Avic (Champdepraz - Aosta). All'interno dell'area di studio sono stati analizzati 5 alberi con la maggiore copertura lichenica per 4 differenti siti. Su ogni albero sono stati eseguiti due campionamenti (zona basale e mediana del tronco) di 1500 cm<sup>2</sup> ciascuno.

In totale sono stati prelevati 184 campioni lichenici di cui è stato definito il grado di danneggiamento.

L'estrazione della microfauna è stata effettuata, su un sottocampione di 2.5 cm<sup>2</sup> per ogni tallo, mediante un Estrattore Berlese-Tullgren modificato; gli esemplari sono poi stati conservati in alcool 70°. Complessivamente sono stati censiti 2623 individui. La microfauna risulta costituita prevalentemente da artropodi terrestri (99.4 % di cui 87.3% appartenenti alla classe Arachnida e 12.7% alla classe Insecta), solo lo 0.6% appartiene al phylum acquatico dei Tardigrada. Tra gli Aracnida sono rappresentati gli ordini: Acarina (85.3% della microfauna totale; presenti in tutti i campioni censiti), Araneae (1.4% degli Aracnida; tra cui *Dipoena torva* (Thorel, 1875), *Robertus arundineti* (Pickard-Cambridge, 1871), *Harpactea hombergi* (Scopoli, 1763) non erano precedentemente segnalate per il territorio valdostano), e Pseudoscorpiones (0.3% degli Aracnida). Tra gli insetti censiti i più numerosi appartengono all'ordine Collembola (72.2%), quindi Coleoptera (7.8%) ed Hemiptera (4.5%).

L'analisi del rapporto numero di individui/zona del tronco censita evidenzia una netta preferenza per la zona mediana, in accordo con la maggiore

disponibilità di biomassa lichenica. L'unica eccezione è rappresentata dagli Acari, più abbondanti nella zona basale, forse in relazione alla vicinanza della lettiera. Non si è evidenziata particolare selettività delle specie licheniche nei confronti degli invertebrati: infatti *Hypogymnia physodes*, la specie più abbondante, è anche quella che ospita il maggior numero di organismi. Il 42% dei talli presenta segni di danneggiamento del cortex superiore in una percentuale variabile da 1 a 40; *Parmeliopsis ambigua* è risultata la specie più colpita. Valutando la densità teorica di invertebrati per ogni singola specie lichenica, assunto che non esista nessuna differenza tra i licheni nell'ospitare gli invertebrati, *Parmeliopsis ambigua* presenta circa il doppio di individui rispetto a quelli attesi, mentre *Vulpicida pinastri* e *Usnea hirta* sembrerebbero meno appetite.

Il basso numero di ospiti nei talli di *Vulpicida* e *Usnea* può essere imputato alla presenza di acido vulpinico e usnico, noti per le loro proprietà allelopatiche. Un'apparente incongruenza è l'elevato numero di microrganismi rilevato su *Parmeliopsis ambigua*, produttrice di acido usnico. Tuttavia si è osservato che la quantità di questo metabolita secondario aumenta gradualmente nei talli raccolti verso l'esterno del bosco. Si può ipotizzare che i campioni analizzati contenessero una bassa percentuale di acido lichenico in quanto i rilevamenti sono stati effettuati in bosco chiuso.

Lo studio condotto ha permesso di mettere a punto un approccio metodologico interdisciplinare volto ad approfondire le relazioni e interazioni esistenti tra microfauna e licheni epifiti in ambiente montano.

### **Bibliografia**

- GERSON U., 1973 - Lichen-arthropod associations. *Lichenologist* 5: 434-443.
- GERSON U. & SEAWARD M.R.D., 1977 - Lichen-invertebrate associations. In: M. R. D. Seaward (ed.): *Lichen Ecology*. Academic Press, London: 69-119.
- GIRLANDA M., ISOCRONO D., BIANCO C., LUPPI-MOSCA A.M., 1997 - Two foliose lichens as microfungus ecological niches. *Mycologia* 89(4): 531-536.
- SEAWARD M.R.D., 1988 - Contribution of lichens to ecosystems. In: M. Galun (ed.): *CRC Handbook of Lichenology*. Volume II. CRC Press, Inc., Boca Raton, pp. 107-129.
- SEYD E.L. & SEAWARD M.R.D., 1984 - The association of oribatid mites with lichens. *Zoological Journal of the Linnean Society* 80: 369-420.

## **SESSIONE POSTER**

- 1. BIOLOGIA DEI LICHENI (BIOL)**
- 2. BIOMONITORAGGIO (BIOM)**
- 3. DIDATTICA (DID)**
- 4. ECOLOGIA E VEGETAZIONE (ECO)**
- 5. FLORISTICA E SISTEMATICA (FLO)**



**ESTRAZIONE DEI PIGMENTI FOTOSINTETICI DAI TALLI LICHENICI: ALCUNI ASPETTI METODOLOGICI**

Luisa FRATI, Stefania SANTONI, Luca PAOLI, Carlo GAGGI, Stefano LOPPI

*Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena.*

L'estrazione dei pigmenti fotosintetici dai talli lichenici presenta qualche problema in più rispetto alle piante superiori a causa della presenza degli acidi lichenici che potrebbero degradare la clorofilla a feofitina durante l'estrazione. Quasi tutti i protocolli raccomandano di utilizzare talli estremamente disidratati per evitare che la presenza di acqua residua possa lisciviare gli acidi lichenici con conseguente degradazione della clorofilla. Anche la conservazione sia dei campioni prima dell'estrazione che degli estratti sembra cruciale.

Il presente lavoro riporta i risultati di alcuni esperimenti impostati per verificare l'influenza di vari parametri sull'estrazione dei pigmenti fotosintetici da *Evernia prunastri* utilizzando dimetilsolfossido (DMSO) come solvente. In primo luogo sono state saggiate 3 differenti metodologie estrattive: bagnomaria a 65°C per 40+40 minuti, omogeneizzazione in ultra-Turrax + estrazione in 24 ore e immersione in DMSO per 24 h del campione tal quale. I risultati hanno mostrato che, nonostante una discreta comparabilità, con l'ultra-Turrax si ottiene una minimizzazione della variabilità. Nello step seguente è stato testato se dopo omogeneizzazione con ultra-Turrax le letture effettuate subito dopo l'estrazione differivano da quelle effettuate dopo aver lasciato 24 ore al DMSO per agire. I risultati non hanno mostrato nessuna differenza tra le due misure.

È stato quindi verificato il ruolo degli acidi lichenici tramite estrazioni con e senza lavaggi preliminari in acetone per la rimozione delle sostanze licheniche. I risultati hanno confermato che non lavando i talli con acetone la clorofilla tende a degradarsi a feofitina e che il fenomeno è più accentuato se si utilizzano talli bagnati rispetto a talli asciutti. Tuttavia, utilizzando i lavaggi in acetone non sono state riscontrate differenze sostanziali tra talli bagnati e talli asciutti. Gli estratti sono stati conservati al buio a temperatura ambiente (18°C) e riletti allo spettrofotometro dopo 24 e 48 ore non riscontrando differenze con le prime letture, nonostante in letteratura si raccomandi di conservare gli estratti a 4°C e nonostante alcuni campioni abbiano visivamente mostrato un viraggio di colore dal verde al giallastro.

Sono attualmente in corso esperimenti per verificare le tecniche di conservazione dei campioni prima dell'estrazione sia per brevi che per lunghi periodi di tempo, in termini di quantità di luce nel primo caso e di temperatura (-20 e -80°C) e di stato di idratazione dei talli nel secondo.

**EFFETTI DELLA TEMPERATURA SUI PIGMENTI FOTOSINTETICI E  
SULL'INTEGRITÀ DELLE MEMBRANE CELLULARI IN *EVERNIA PRUNASTRI***

Luca PAOLI, Tommaso PISANI, Stefania SANTONI, Stefano LOPPI

*Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena.*

Il presente studio è stato intrapreso allo scopo di indagare gli effetti di elevate temperature sull'integrità della clorofilla e delle membrane cellulari nei licheni. Il lavoro si inquadra in un più ampio progetto volto alla messa a punto di un sistema di monitoraggio dei cambiamenti climatici attraverso l'utilizzo dei licheni. Lo studio è stato effettuato utilizzando il lichene fruticoso *Evernia prunastri*, raccolto in un'area incontaminata della provincia di Siena. In laboratorio sono stati esaminati 10 campioni (repliche) di 100 mg per l'integrità delle membrane cellulari e 10 campioni di 20 mg per esaminare l'integrità della clorofilla. I campioni sono stati messi in stufa ventilata per 24 ore, sottoponendoli a due differenti trattamenti termici: 40°C e 80°C. Un terzo lotto di campioni è stato conservato come controllo al buio per simulare le condizioni ambientali (18°C, umidità relativa 60%). La temperatura di 40°C è stata scelta in base alla considerazione pratica che temperature di 40°C sono ormai comuni durante le estati mediterranee, mentre la temperatura di 80°C è stata scelta in base a precedenti studi tesi a verificare l'effetto di valori estremi di temperatura.

L'aumento della temperatura ha provocato una diminuzione del contenuto di pigmenti fotosintetici, una degradazione della clorofilla e un evidente danneggiamento alle membrane cellulari solo alla temperatura di 80°C. I campioni esposti a 40°C hanno mostrato valori confrontabili con il controllo. Per verificare eventuali meccanismi di adattamento, in un esperimento successivo la temperatura di 80°C è stata raggiunta gradualmente a partire da 40°C, ma i risultati sono stati del tutto simili a quelli del trattamento diretto a 80°C.

Infine, per verificare l'effetto di trattamenti prolungati nel tempo, i campioni sono stati trattati a 40°C per 48, 72 e 96 ore e confrontati con controlli conservati al buio a temperatura ambiente per tempi uguali. I risultati non hanno mostrato differenze con i controlli, ma hanno evidenziato contenuti di pigmenti fotosintetici simili a quelli trattati a 80°C, suggerendo che questi valori potrebbero essere determinati dal periodo al buio e non dalla temperatura. A conferma di ciò, né la clorofilla né le membrane cellulari mostravano segni di degradazione.

**INDAGINI SULLO SVILUPPO DI APOMICOBIONTI LICHENICI DI SPECIE  
RACCOLTE SU SERPENTINITI**

Sergio Enrico FAVERO-LONGO<sup>1</sup>, Mariangela GIRLANDA<sup>1</sup>, Rosemarie  
HONEGGER<sup>2</sup>, Rosanna PIERVITTORI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia Vegetale – Università degli Studi di Torino - Viale Mattioli, 25 - 10125  
Torino. <sup>2</sup>Institut für Pflanzenbiologie und Cytologie - Universität Zürich – Zollikerstrasse, 107 –  
8008 – Zürich (CH).

Nell'ambito di uno studio sulle interazioni fra licheni e serpentiniti asbestifere, è stato esaminato lo sviluppo di apomicobionti di alcune specie crostose raccolte su serpentiniti [*Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll.Arg.; *Lecanora rupicola* var. *subplanata* (Nyl.) Leuckert & Poelt; *Lecidella carpathica* Körb.] e di una fogliosa [*Neofuscelia pulla* (Ach.) Essl. s.lat.], isolati da spore su Bold's Basal Medium (BBM, Deason & Bold, 1960), secondo il metodo proposto da Ahmadjian (1993). Per ciascuna specie sono state prese in esame, nell'arco di 6 mesi, le modalità di germinazione delle spore, la velocità di crescita su BBM, le caratteristiche del micelio su diversi mezzi colturali (BBM; LM, Lichen Medium *sensu* Honegger, 1993) e lo sviluppo su LM contenente minerali asbestiformi, in particolare crisotilo, balangeroite e crocidolite. I minerali asbestiformi risultano di particolare interesse nell'ambito delle problematiche ambientali in relazione alla forte patogenicità, dovuta alle loro caratteristiche fisiche e chimiche (Fubini & Otero-Aréan, 1999).

Tutte le specie considerate sono state isolate con successo ed hanno presentato percentuali di germinazione elevate (65-100 %). Sono stati ottenuti 11 isolati di *Candelariella vitellina*, 6 di *Lecanora rupicola*, 11 di *Lecidella carpathica* e 11 di *Neofuscelia pulla*.

*C. vitellina*, caratterizzata da ife ialine ad andamento prevalentemente parallelo con frequenti anastomosi, è risultata la specie a sviluppo più rapido (> 0,8 mm diametro colonie/mese su BBM). Su LM costituisce un prototallo coronato da fasci miceliari disposti concentricamente, già descritto in altre Lecanorales (Lallement, 1985). Il sequenziamento della regione ITS dell'rDNA (ITS1-5.8S-ITS2) ha consentito il controllo dell'identità degli isolati nelle progressive fasi di trapianto. Ricerche BLAST in GeneBank utilizzando come *queries* le sequenze ottenute (AJ640084-AJ640085) hanno evidenziato identità di sequenza pari al 97 % (*base stretches* di 441-485bp) con la sola sequenza di *Candelariella* (*C. corallina*, AF182074) disponibile in rete. Le colture di *Lecanora rupicola*, caratterizzata da ife ialine ad andamento sinuoso con frequenti gibbosità, sono risultate più lente nella crescita (< 0,2 mm d.col./mese su BBM) e contraddistinte dall'abbondante formazione di cristalli di ossalato di calcio, in accordo con il comportamento noto per la specie in ambiente naturale.

Le colonie di *Lecidella carpathica*, caratterizzata da ife ad andamento tortuoso, spesso circinnate, e di *Neofuscelia pulla*, con ife ad andamento zigzagante, hanno una velocità di crescita intermedia rispetto alle specie precedentemente considerate (circa 0,5 mm d.col./mese su BBM).

Gli apomicobionti di tutte le specie considerate sono risultati crescere direttamente sui minerali asbestiformi, riproducendo modalità di interazione (avvolgimento, decorso lungo l'asse principale delle fibre) precedentemente osservate per talli prelevati su fibre in condizioni naturali. Le colture axeniche permettono, quindi, di riprodurre in condizioni controllate le interazioni fra gli aposimbionti e substrati minerali particolari, offrendo l'opportunità di esaminare l'eventuale azione biodeteriogenica dei loro metaboliti. Il monitoraggio della crescita di apomicobionti in coltura, al di là delle specifiche finalità dell'isolamento, consente di ampliare le conoscenze relative al loro sviluppo che, soprattutto in relazione all'estrema variabilità (e.g. Thomas, 1939; Ahmadjian, 1993), necessita secondo alcuni autori di ulteriori ricerche (Carmen-Molina & Crespo, 2000).

### **Bibliografia**

- AHMADJIAN V., 1993 – The Lichen Symbiosis. 2<sup>nd</sup> edn. Wiley & Sons, New York.
- CARMEN-MOLINA M. & CRESPO A., 2000 – Comparison of development of axenic cultures of five species of lichen-forming fungi. *Mycological Research*, 104(5): 592-602.
- CRITTENDEN P.D., DAVID J.C., HAWKSWORTH D.L. & CAMPBELL F.S., 1995 – Attempted isolation and success in the culturing of a broad spectrum of lichen-forming and lichenicolous fungi. *New Phytologist*, 10: 267-297.
- DEASON D.R. & BOLD H.C., 1960 – Phycological studies. I. Exploratory studies of Texas soil algae. *University Texas publications* 6022: 1-70.
- FUBINI, B. & OTERO ARÉAN, C., 1999 – Chemical aspects of the toxicity of inhaled mineral dusts. *Chem. Soc. Rev.*, 28: 373-381.
- HONEGGER R., KUTASI V. & RUFFNER H.P., 1993 – Polyol patterns in eleven species of aposymbiotically cultured lichen mycobionts. *Mycological Research*, 97: 35-39.
- LALLEMENT R., 1985 – Le développement en cultures pures *in vitro* des mycosymbiotes des lichens. *Canadian Journal of Botany*, 63: 681-703.
- THOMAS E., 1939 – Über die Biologie von Flechtenbildnern. *Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz*, 9(1): 1-208.
-

**EFFETTI DELLO IONE AMMONIO SULLA VITALITÀ DI *EVERNIA PRUNASTRI***

Luisa FRATI, Stefania SANTONI, Stefano LOPPI

*Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena.*

Negli ultimi decenni, l'aumento della deposizione atmosferica di sostanze azotate, soprattutto nelle aree agricole, ha profondamente modificato la vegetazione lichenica epifita. In particolare, numerosi studi effettuati in Europa hanno documentato un aumento nel numero e nell'abbondanza di specie licheniche nitrofile a danno di specie acidofile, imputando tale cambiamento all'aumento della concentrazione atmosferica di ammoniaca. L'ammoniaca viene rimossa dall'atmosfera sia per diffusione come gas sia per deposizione secca o umida sotto forma di ione ammonio. Ad alte concentrazioni tale ione può essere tossico per i licheni poiché inibisce la formazione di ATP in cloroplasti e mitocondri. Tuttavia, la concentrazione ritenuta tossica è diversa a seconda della specie lichenica considerata. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di determinare il limite di tolleranza allo ione ammonio di *Evernia prunastri*, sottoponendo talli di questa specie a immersione in soluzioni a varie concentrazioni di  $\text{NH}_4^+$ . I controlli sono stati effettuati tramite immersione in acqua deionizzata. Per determinare se il processo di assunzione di azoto da parte dei licheni sia attivo o passivo, parte dei talli sono stati precedentemente uccisi tramite trattamento termico. Misure di concentrazione dello ione ammonio nella soluzione dopo l'immersione hanno fornito indicazioni sulla quantità di ione assorbita dal lichene. Il pH delle soluzioni è stato controllato sia prima che dopo le immersioni. Per verificare gli effetti ecofisiologici di tali trattamenti, sono state effettuate misure sui pigmenti fotosintetici e sull'integrità delle membrane cellulari, sia immediatamente dopo il trattamento che dopo 24 ore di incubazione in camera umida. Inoltre, è stato misurato anche il pH dei talli lichenici. Vengono discussi i risultati e formulate ipotesi sulla tolleranza allo ione ammonio di *E. prunastri*.

---



**ASPETTI DELLA COLONIZZAZIONE DI *RHIZOCARPON GEOGRAPHICUM* SU  
QUARZITE**

Lauretta GALENO<sup>1</sup>, Marilena CARNASCIALI<sup>2</sup>, Alberto UBALDINI<sup>2</sup>, Paolo  
MODENESI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova.

<sup>2</sup>DCCI, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Genova.

*Rhizocarpon geographicum* è un lichene con tallo crostoso epilitico che colonizza diversi tipi di substrati silicei. Nel granito, questa specie riesce a penetrare fino alla profondità di 3 mm. La penetrazione avviene grazie alle capacità di erosione biomeccanica e biogeochimica che determinano la disgregazione di alcuni componenti minerali della roccia ad esclusione del quarzo.

Il quarzo sarebbe resistente all'erosione biogeochimica, sebbene esistano dati discordanti in letteratura.

Inoltre, i grani di quarzo, non presentando fratture o inclusioni di materiale estraneo aggredibile, sarebbero anche resistenti ai processi di aggressione biomeccanica.

Nel presente studio è stata studiata la colonizzazione di talli di *R. geographicum* su quarzite, allo scopo di valutare le caratteristiche anatomiche ed istologiche del tallo, la sua capacità di penetrazione e le eventuali alterazioni indotte sul substrato.

L'indagine è stata condotta con metodi di osservazione in microscopia ottica convenzionale, polarizzata, fluorescente ed elettronica a scansione su talli solidali al substrato e su talli liberati per rimozione del substrato con acido fluoridrico tamponato. L'osservazione microscopica è stata inoltre associata all'analisi, in campioni intatti, con microspettroscopia RAMAN per studiare, in sezioni di roccia ed a diversa profondità, la presenza di prodotti del metabolismo algale e fungino.

---

**ACCUMULO DI METALLI IN TRACCIA NEI GRANULI DI POLIFOSFATI IN  
*LOBARIA PULMONARIA***

Paola MALASPINA, Valentina BOMBARDI

<sup>1</sup>Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova.

*Lobaria pulmonaria* è un lichene foglioso i cui lobi presentano un particolare modello di crescita: i lobi che crescono verso l'alto mostrano proprietà meristematiche, mentre quelli che crescono verso il basso, in seguito alla formazione di soredi che inattivano i meristemi apicali, diventano senili. I lobi meristematici sono caratterizzati da un evidente accumulo di granuli di polifosfati, come è stato recentemente dimostrato attraverso l'impiego della reazione istochimica con Blu di Toluidina. I granuli di polifosfati sono polimeri condensati di fosfato inorganico i cui residui ortofosfato sono legati attraverso legami ad alta energia. La loro idrolisi consente l'attivazione di diverse attività metaboliche, favorendo così i fenomeni di crescita. I gruppi fosforici presenti possono funzionare, inoltre, come donatori di protoni, quindi i granuli sono siti di accumulo di diversi cationi, quali Ca, Mg e K, la cui liberazione può regolare diverse attività enzimatiche.

La ricerca in corso intende verificare se nei granuli di polifosfati vengano accumulati cationi di metalli pesanti. Per verificare questa ipotesi abbiamo immerso i talli di *Lobaria pulmonaria* in soluzioni a titolo noto (100 mg/ml) di mercurio ( $Hg^{2+}$ ), ferro ( $Fe^{3+}$ ), alluminio ( $Al^{3+}$ ). La scelta di tali metalli è dovuta alla diversa affinità per i compartimenti cellulari, verificata da recenti ricerche nel nostro laboratorio. L'impiego di opportune colorazioni, specifiche per questi metalli, ha consentito di verificare quali di essi si accumulino nei granuli di polifosfati. E' stato possibile accertare con sicurezza l'accumulo di Hg. Per il Fe sono necessarie alcune verifiche anche se il risultato sembra attendibile. Per l'Al invece i risultati sono stati negativi. Quest'ultimo risultato se da un lato contrasta con la nota e descritta in letteratura (Nieboer & Richardson 1980) affinità dell'Al per l'ossigeno, elemento donatore di protoni del gruppo fosforico, dall'altro concorda con dati ottenuti dal nostro gruppo di ricerca. E' stato verificata, infatti, in esperimenti di complessazione, la scarsa affinità dello ione alluminio per l'ossigeno contenuto nei gruppi sulfonici di filtri sintetici attivi scambiatori di ioni. Le ragioni di questo comportamento sono attualmente allo studio.

---

**BIOINDICAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN PROVINCIA DI VERBANIA  
(PIEMONTE)**

Paola ANDERI<sup>1</sup>, Maura BRUSONI<sup>1</sup>, Annalisa FERRARA<sup>2</sup>, Luigi GUIDETTI<sup>2</sup>,  
Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università di Pavia, Via S. Epifanio 14 – 27100 Pavia. <sup>2</sup>ARPA Piemonte - Dipartimento Provinciale di Novara.

Vengono presentati i risultati di un'indagine lichenologica svolta nel 2000 per valutare eventuali cambiamenti della qualità dell'aria della provincia di Verbania già monitorata nel 1991-1994 (Roella *et al.*, 1995). Il territorio, di circa 2200 kmq e di forma approssimativamente quadrilatera, confina sui lati di NE e NO con la Svizzera, su quello di SO con le province di Vercelli e Novara mentre quello di SE coincide con la sponda piemontese del Lago Maggiore. L'area provinciale è tradizionalmente suddivisa negli ambiti territoriali del Verbano, Cusio e Ossola, individuati in base alle loro peculiarità storico-ambientali. Solo il 16% del territorio si colloca a quote inferiori a 600 m; circa la metà è compreso tra 600 e 1600 m di altitudine; il rimanente supera tale limite, raggiungendo con punta Dufour del Monte Rosa i 4633 m. L'area risulta per circa i tre quarti ricoperta da formazioni vegetali naturali e seminaturali: foreste di latifoglie, boschi di conifere, praterie alpine. Le principali fonti di inquinanti atmosferici sono rappresentate: dall'intenso traffico veicolare diretto verso il confine svizzero ed i laghi Maggiore e d'Orta; dalle immissioni provenienti dalle attività produttive localizzate per lo più nella parte centro-meridionale della provincia e rappresentate da attività produttive relative a fonderie, raffinerie di metalli, laminatoi, cartiere, industrie chimiche e dolciarie ed un forno inceneritore di rifiuti solidi urbani.

Nell'indagine è stato applicato il metodo proposto da Nimis (1999), basato sulla frequenza delle specie licheniche epifite, per calcolare i valori di Biodiversità Lichenica.

I campionamenti sono stati eseguiti su alberi di Tiglio (*Tilia sp.pl.*) e Quercia (*Quercus sp.pl.*): le stazioni scelte sono state 80. In ciascuna sono stati rilevati alberi per un totale di 268 rilievi. Sono stati censiti 60 taxa, in prevalenza fogliosi e con areale centrato nella parte temperata d'Europa.

I valori di BL calcolati per ciascuna stazione sono risultati compresi tra 0 e 68 e sono stati raggruppati in 7 classi (Nimis, 1999) che esprimono diversi gradi di deviazione da condizioni naturali.

Le stazioni più compromesse sono dislocate soprattutto nella parte meridionale della Valle del Toce, percorsa da veicoli diretti da e verso le valli poste più a settentrione; nelle vicinanze dell'area, inoltre, sono ubicate numerose attività produttive. Si evidenzia un'altra zona critica lungo le sponde

del Lago Maggiore: estesa lungo la fascia costiera fino a Verbania, prosegue ulteriormente fino a comprendere due zone limitate in prossimità del confine svizzero. Tale situazione meriterebbe di essere approfondita per verificare se dovuta al traffico veicolare della zona (a forte vocazione turistica) a cause locali o a masse d'aria inquinate provenienti da aree lontane. Le stazioni a naturalità elevata sono poste nei territori comunali di Crodo e della Val Vigezzo, dove sono presenti ampie aree naturali prive di infrastrutture con impatti inquinanti; tendenza analoga si riscontra in Valle Anzasca.

Il confronto con i dati pregressi permette di valutare l'evolvere della situazione: in generale si nota una contrazione delle zone a naturalità più elevata, ma si evidenzia anche un miglioramento delle aree che nella precedente indagine erano risultate ad alterazione elevata.

I risultati forniti dalla rete di centraline, da poco esistente sul territorio provinciale, ed una nuova campagna di monitoraggio forniranno conoscenze più approfondite sulle cause dell'inquinamento delle zone ad elevata alterazione ambientale e sul trend evolutivo della qualità degli ecosistemi del territorio provinciale di Verbania.

### **Bibliografia**

- NIMIS P.L., 1999 - Linee guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale". Roma 26-27 novembre 1998, ANPA, Atti 2/1999: 267-277.
- ROELLA V, GUIDETTI L, BATTIOLI M. T., 1995 - Bioindicazione della qualità dell'aria nelle province di Novara e Varese. Ed. Nicolini, Gavirate (VA), 63 pp.

---

**BIOM/02**

### **BIODIVERSITÀ LICHENICA E INQUINAMENTO ATMOSFERICO A MORTARA (PROVINCIA DI PAVIA)**

Francesca CAPPABIANCA, Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE, Maura BRUSONI, Daniela CHIAPPETTA

*Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università di Pavia, Via S. Epifanio 14 – 27100 Pavia.*

Questo lavoro presenta i risultati di un'indagine lichenologica condotta in Lombardia, nel comune di

Mortara (PV), ai fini della valutazione della qualità dell'aria. La zona era stata parzialmente monitorata, a partire dal 1997, dall'ARPA della Lombardia

(sezione di Pavia) e da alcune classi del Liceo Scientifico “Omodeo” di Mortara.

L’area di studio, che comprende il centro di Mortara e il suo comune, si estende su una superficie pianeggiante di circa 52 km<sup>2</sup>, adibita a coltivazioni agricole, principalmente di riso, mais e pioppo. Il clima dell’area è di tipo temperato, con una piovosità media annua di 802 mm ed una temperatura media annua di 12,3°C.

I campionamenti, effettuati secondo il metodo di Nimis (1999) basato sulla frequenza delle specie licheniche epifite, sono stati condotti su alberi di pioppo (*Populus* sp.pl.) e tiglio (*Tilia* sp.pl.) relativamente abbondanti nell’area di studio. Complessivamente sono state individuate 18 stazioni (8 situate in periferia e 10 nel centro urbano di Mortara) in cui sono stati eseguiti 48 rilievi. Sono stati reperiti 22 taxa lichenici, prevalentemente fogliosi e con areale centrato nella zona temperata dell’Europa, in accordo con le caratteristiche climatiche dell’area. Le specie più diffuse, inoltre, si sono manifestate da piuttosto acidofitiche a subneutrofitiche, piuttosto fotofitiche, mesofitiche e da moderatamente a molto nitrofitiche.

La classificazione gerarchica dei rilievi ha evidenziato 2 gruppi che rientrano nell’alleanza *Xanthorion parietinae* e ne rappresentano aspetti impoveriti con scarsa diversità floristica e dominanza di una o poche specie.

Sia la classificazione gerarchica che l’ordinamento hanno permesso di individuare due gruppi principali di stazioni: il primo comprende stazioni in cui i rilievi sono stati effettuati su alberi di tiglio, mentre il secondo include stazioni in cui i rilievi sono stati effettuati per lo più sui pioppi. Nel diagramma di dispersione è inoltre possibile individuare una correlazione tra la ricchezza floristica delle stazioni e i valori di Biodiversità Lichenica: lungo la Prima Componente si nota un gradiente di ricchezza floristica, crescente da sinistra a destra, lungo il quale la BL tende ad aumentare progressivamente.

Gli indici di Biodiversità Lichenica calcolati per le stazioni sono compresi tra 0 a 31: rispetto ai dati pregressi si riscontra un lieve aumento delle stazioni con deserto lichenico e un netto incremento di quelle con alterazione media; nel presente lavoro, inoltre, si sono osservate stazioni caratterizzate da naturalità media.

Nel complesso, il comune di Mortara comprende prevalentemente aree con alterazione medio-alta, espressione di deviazione piuttosto moderata da condizioni naturali e di una qualità dell’aria media. Tale situazione non si discosta da quanto già osservato in altre aree della Pianura Padana con analoghe caratteristiche ambientali (Casarini *et al.*, 1995 e 2000). Nel comune studiato numerosi fattori influenzano la crescita e la distribuzione delle comunità licheniche: i principali sono di origine antropica, quali il traffico veicolare e gli impianti di riscaldamento nel centro urbano, e i fertilizzanti ed i fitofarmaci nelle zone agricole, soprattutto in quelle adibite a risaie e pioppeti.

## **Bibliografia**

- CASARINI P., GENONI P., ROELLA V., 1995 – La qualità dell'aria nel Parco Regionale Lombardo della Valle del Ticino. Parco Ticino, 1-47.
- CASARINI P., FURLANETTO D., GENONI P., GUIDETTI L., ROELLA V., 2000 – Monitoraggio della qualità dell'aria mediante licheni nella Valle del Ticino. Parco Ticino, 1-92.

---

**BIOM/03**

### **DIVERSITÀ LICHENICA E SOSTANZE AZOTATE: PROBLEMATICHE E CONSIDERAZIONI**

Lara CASTINO

*A.R.P.A. Piemonte, Dipartimento Provinciale di Asti*

I dati raccolti nel corso del biomonitoraggio lichenico effettuato sull'intero territorio provinciale da parte del Dipartimento Provinciale di Asti dell'A.R.P.A. sono stati utilizzati per caratterizzare dal punto di vista ecologico la flora lichenica epifita e per poter far emergere le problematiche connesse con l'apporto di sostanze azotate in relazione alla diversità lichenica.

I valori della frequenza lichenica per ogni specie e per ogni rilievo sono stati utilizzati per definire il numero di specie per ogni stazione, secondo dei criteri che potessero esprimere la massima potenzialità della stazione. Per ognuna delle specie licheniche rinvenute durante lo studio sono stati descritti gli indici ecologici di Wirth; per quanto riguarda il nitrofitismo, i dati sono stati valutati in modo 'pesato', cioè in base alla frequenza complessiva di ciascuna specie. E' stato attribuito un peso a ciascuna specie lichenica, dedotto dalla frequenza dei rinvenimenti in tutti i rilievi eseguiti. Questo ha portato ad evidenziare come nella provincia di Asti siano nettamente predominanti le specie nitrofile, dato che è in accordo con il forte impatto antropico dovuto all'agricoltura nell'area monitorata.

Sono state effettuate ulteriori elaborazioni sui dati raccolti, valutando per ogni rilievo e per ogni stazione il numero di specie nitrofile (considerando come nitrofila una specie con indice di Wirth sul nitrofitismo pari almeno a 4) rispetto al totale delle specie rinvenute in ogni rilievo ed in ogni stazione. E' stato calcolato il valore dell'indice IBL escludendo dal conteggio le specie nitrofile, evidenziando in provincia di Asti una sostanziale uniformità tendente a valori molto bassi, che costituisce un valido indicatore di un elevato apporto di sostanze azotate. I dati relativi all'indice IBL, al numero di specie complessivo per ogni stazione, al valore dell'IBL relativo alle sole specie nitrofile, al numero di specie nitrofile ed alla differenza tra il valore dell'IBL e quello dell'IBL

“nitrofilo” sono stati utilizzati per un’analisi statistica (Cluster analysis), che riunisce le stazioni di campionamento in tre raggruppamenti principali.

Accanto ad un raggruppamento intermedio che riunisce il 70% delle stazioni campionate e ai raggruppamenti ‘estremi’, interessante è un gruppo di stazioni che ha valori di IBL elevati, superiori a 50, ma che derivano dal contributo di sole specie nitrofile.

---

**BIOM/04**

**EFFETTI DELLA FRAMMENTAZIONE DELL’HABITAT SULLA DIVERSITÀ  
DELLE COMUNITÀ LICHENICHE EPIFITE**

Elisa CAVINI, Renato BENESPERI

*Università degli Studi di Firenze Dipartimento di Biologia Vegetale, Via La Pira 4, 50121  
Firenze.*

Come è emerso da numerosi studi di biologia della conservazione effettuati recentemente, la frammentazione ambientale, dovuta principalmente ad interventi di tipo antropico, può influire anche in maniera considerevole sui valori di diversità e composizione floristica e faunistica degli ecosistemi. Anche le comunità licheniche risultano essere interessate da questo tipo di fenomeno, anche se non tutte allo stesso modo.

Nel presente lavoro tale fenomeno è analizzato analiticamente. La raccolta dei dati è stata effettuata lungo un gradiente altitudinale in aree con diversa tipologia vegetazionale, assoggettate a diverse forme di governo e trattamento. I rilievi sono stati condotti in castagneti da frutto sulle Alpi Apuane nei dintorni di Vinca, in un bosco a dominanza di cerro, riconvertito ad alto fusto sulle colline pistoiesi e infine nelle zone più prossime alla città di Pistoia, dove l’impatto antropico, che si traduce in particolare in una notevole presenza di vivai, sembra influire molto sulla composizione floristica delle comunità licheniche prese in esame. I dati raccolti finora sembrano sostenere l’ipotesi iniziale secondo cui la frammentazione ambientale condiziona molto la composizione specifica e il grado di diversità delle varie associazioni di licheni epifiti. Le specie che risentono maggiormente di questo fenomeno sembrano essere quelle che costituiscono comunità stabili e che quindi necessitano di ambienti costanti per lunghi periodi di tempo.

**BIOMONITORAGGIO DELLA QUALITÀ AMBIENTALE ATTRAVERSO LA  
BIODIVERSITÀ DEI LICHENI EPIFITI NELLA PROVINCIA DI RIETI**Francesca FORNASIER<sup>1</sup>, Roberta MERCURI<sup>2</sup>, Serena RUISI<sup>2</sup>, Laura ZUCCONI<sup>2</sup><sup>1</sup>ARPA Lazio. <sup>2</sup>Università della Tuscia.

La qualità ambientale della Provincia di Rieti è stata valutata mediante la stima della biodiversità lichenica seguendo la nuova metodologia proposta nel manuale ANPA-2001. Il lavoro si inquadra nel programma nazionale dell'APAT che ha come obiettivo il monitoraggio di tutte le stazioni della rete nazionale. La provincia di Rieti si estende per 274.916 ha e conta una popolazione di circa 144.942 abitanti (stima del 1991). La città di Rieti è il principale centro urbano e si trova in una conca pianeggiante, la valle Reatina (altezza media 375 m), attraversata dal fiume Velino, sovrastata dal Monte Terminillo (2216 m) e contornata dai Monti della Laga, i Monti della Duchessa, i Sabini e i Lucretili. Sull'area non incidono altri centri abitati di rilievo; mancano stabilimenti industriali a significativo impatto ambientale, mentre elevato è il traffico autoveicolare lungo la strada statale Salaria che attraversa la Provincia da nord a sud. L'area di indagine ricade in due fasce bioclimatiche: la sub-mediterranea umida e la montana. Nell'area sono state prescelte 10 stazioni di campionamento (UCP), individuate da una griglia di maglia 18 × 18 km, che ricadono a quote comprese tra 150 e 1750 m. I forofiti campionati variano in relazione alla quota; nelle stazioni inferiori sono state campionate roverelle e cerri, in quelle superiori faggi, mentre nelle stazioni intermedie sono state campionate roverelle, cerri e castagni.

Per l'interpretazione dei dati rilevati sono state utilizzate due scale interpretative, una per l'area submediterranea umida elaborata da Ruisi *et al.* (2003), ed una per la fascia montana, calibrata a partire dai dati rilevati nella Riserva Naturale Parziale Regionale delle Montagne della Duchessa secondo la metodologia suggerita da Loppi *et al.* (2002).

Nel complesso la flora lichenica rilevata risulta piuttosto diversificata in specie (114 taxa su 92 alberi); particolare attenzione meritano *Candelariella faginea* Nimis, Poelt & Puntillo, *Catapyrenium psoromoides* (Borrer) R.Sant, *Hypotrachyna laevigata* (Sm.) Hale, *Megaspora verrucosa* (Ach.) Hafellner & V.Wirth var. *mutabilis* (Ach.) Nimis & Cl.Roux, *Scoliciosporum galluræ* Vezda & Poelt e *Strigula affinis* (A.Massal.) R.C.Harris in quanto si tratta delle prime segnalazioni per il Lazio.

Dall'esame dell'IBL è risultata una diffusa condizione di semi – naturalità, con due zone di naturalità (UCP 1 e 10) posizionate all'interno di due aree protette, ed un'area di semi-alterazione. Quest'ultima interessa la porzione centrale della Provincia, corrispondente alle stazioni 4, 5 ed 8, caratterizzate da bassi valori di BL e da un alto numero di specie strettamente nitrofile. Tale



condizione può essere ricondotta alla presenza di attività agricole e di allevamenti, all'influenza del traffico urbano (l'UCP 5 è posta in prossimità della città di Rieti), e alle emissioni legate alla strada statale Salaria (UCP 5 e 8).

Dall'elaborazione di alcuni indici ecologici il territorio reatino è risultato essere un ambiente mesofitico e i substrati arborei campionati sono risultati da subacidi a subneutri e scarsamente eutrofizzati. Sulla base dei risultati del presente lavoro si suggerisce la realizzazione di un'indagine di maggior dettaglio nelle stazioni 5 e 8, influenzate dalla presenza dell'abitato di Rieti e dal traffico della Salaria, allo scopo di approfondire le informazioni sull'area.

### **Bibliografia**

- RUISI S., FORNASIER F., ZUCCONI L., PAOLI L., FRATI L., LOPPI S., 2003. Biodiversità lichenica e alterazione ambientale nel comune di Viterbo. *Notiziario SLI* 16: BIO/17.
- LOPPI S., GIORDANI P., BRUNIALTI G., ISOCRONO D., PIERVITTORI R., 2002. *Identifying deviation from naturalness of lichen diversity for bioindication purposes*. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A.

---

**BIOM/06**

### **INFLUENZA DEI FATTORI ANTROPICI DI DISTURBO SULLA DIVERSITÀ LICHENICA EPIFITA IN LIGURIA**

Francesca GALLOTTI, Paolo GIORDANI  
*DIP.TE.RIS. - Botanica, Università di Genova.*

Nel presente studio è stata analizzata l'influenza dei principali fattori di disturbo sulla diversità lichenica epifita. Per fattore di disturbo si intende una variabile concettualmente e statisticamente correlata con la diversità lichenica e quindi implicata nella perdita di diversità. Alcuni fattori di disturbo hanno un'azione cronica variabile e prolungata nel tempo sull'organismo e sono quindi ad impatto progressivo (es. l'inquinamento atmosferico); altri hanno un'azione istantanea (es. gli incendi boschivi).

Sulla base di un'indagine effettuata in Liguria in 165 stazioni di campionamento selezionate utilizzando un campionamento sistematico stratificato randomizzato, sono state individuate classi di vulnerabilità, che indicano la sensibilità di una specie ad un fattore di disturbo nell'area di indagine.

Attualmente l'inquinamento rappresenta un basso rischio effettivo per la diversità lichenica in Liguria, in quanto le aree in cui l'impatto dei gas fitotossici è maggiore hanno una flora lichenica già estremamente impoverita,

mentre le aree più ricche non sono sottoposte a carichi inquinanti significativi. Altri fattori costituiscono invece un preoccupante elemento di rischio. Per esempio, per quanto riguarda gli oliveti, i trattamenti fitosanitari e i nuovi metodi di gestione della coltura rappresentano un rischio effettivo e non stimabile per molte popolazioni di specie rare. Gli incendi sono un fattore di disturbo che provoca l'istantanea distruzione dell'habitat. Grazie al recente Piano Regionale di prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi, il livello di rischio per la biodiversità è tuttavia stimabile, risultando particolarmente elevato nell'entroterra imperiese. La ceduzione infine è un fattore di disturbo con forte impatto sulla diversità lichenica in Liguria. Esso però è difficilmente stimabile, in quanto la maggior parte delle aree forestate è attualmente governata a ceduo e non esistono piani organici di programmazione dei tagli forestali a livello regionale.

---

**BIOM/07**

**COSA INFLUENZA LA DIVERSITÀ LICHENICA SU TRONCHI DI ALBERI  
DANNEGGIATI? VECCHIE E NUOVE IPOTESI**

Elisa BARAGATTI<sup>1</sup>, Anna GUTTOVA<sup>2</sup>, Stefano LOPPI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena.

<sup>2</sup>Institute of Botany, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia.

Alcuni studi effettuati in boschi di conifere danneggiati dalle piogge acide in Germania e altri Paesi centroeuropei hanno evidenziato una diversità lichenica epifita più elevata su tronchi di alberi morti o danneggiati piuttosto che su tronchi di alberi vivi o meno danneggiati. Per spiegare tale apparente anomalia, sono state fatte varie ipotesi.

La spiegazione tradizionale è basata sul fatto che la diminuzione o la mancanza degli aghi consentirebbe una maggiore illuminazione, promuovendo così quelle specie favorite da tali situazioni. Un'altra possibile spiegazione ipotizza che la maggiore capacità della scorza degli alberi morti di trattenere acqua potrebbe avere creato un ambiente più favorevole per i licheni. Ipotesi più recenti indicano che la mancanza degli aghi, considerati importanti nell'intercettazione degli inquinanti atmosferici, potrebbe aver portato ad una minore presenza di sostanze fitotossiche in particolare nello *stemflow*, ma anche nella scorza degli alberi.

Per verificare queste ipotesi, ma anche per avanzarne altre quali ad esempio il ruolo delle sostanze allelopatiche come gli oli essenziali, è stato effettuato uno studio in un rimboschimento di conifere della specie *Pinus pinaster* in un'area del Chianti lontana da fonti di inquinamento. L'area non risulta essere stata interessata da piogge acide, nemmeno in passato, ma è possibile trovarvi

un'ampia casistica di pini morti o danneggiati a causa di agenti biogeni (perlopiù processionaria) frammiste a piante sane. Un indice di diversità lichenica (IDL) è stato misurato sia sul lato nord che su quello sud del tronco di alberi scelti a random tra quelli aventi una trasparenza della chioma (rilevata tramite confronto con standard fotografici di riferimento) =25% oppure =75%, ovvero alberi che basandosi sulla defoliazione vengono classificati rispettivamente come “sani” oppure come “seriamente danneggiati” o “morti”.

La vegetazione lichenica si presentava ricca in elementi acidofili quali *Flavoparmelia caperata*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora strobilina*, *Lepraria* sp. I risultati preliminari hanno evidenziato una generale maggiore diversità lichenica totale sugli alberi danneggiati o morti rispetto a quelli sani. Disaggregando i dati nelle due esposizioni cardinali indagate è stato osservato che i valori misurati a sud sono sostanzialmente comparabili, mentre quelli misurati a nord riflettono la situazione generale, con valori circa doppi sui tronchi degli alberi danneggiati o morti. Questi primi risultati sembrerebbero indicare che la radiazione luminosa incidente potrebbe effettivamente essere il fattore determinante. Questi dati andranno confermati con misurazioni dirette del reale flusso luminoso, in particolare della PAR. Tuttavia, prima di giungere a delle conclusioni definitive, rimangono ancora da verificare altri parametri della scorza quali la capacità di ritenzione idrica, il pH, l'accumulo di macroelementi e di elementi in traccia, di ioni (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e la presenza di oli essenziali.

---

**BIOM/08**

**ADEGUATE MISURE DI CONSERVAZIONE DEGLI “HOTSPOT” DI RARITÀ E  
DIVERSITÀ LICHENICA EPIFITA IN LIGURIA**

Paolo GIORDANI, Francesca GALLOTTI  
*DIP.TE.RIS. - Botanica, Università di Genova.*

In questo lavoro è stato valutato su base quantitativa il livello di rarità delle specie licheniche epifite in Liguria, in relazione a diversi habitat e diverse regioni bioclimatiche.

Mediante un campionamento stratificato randomizzato sono state selezionate 165 stazioni e sono state rilevate 196 specie, pari al 56% della flora lichenica epifita ligure (331 specie).

Inoltre, questo studio ha permesso di individuare aree ad elevata ricchezza floristica (“hotspot” di diversità e di rarità) nella regione, basandosi sulla distribuzione percentile nelle stazioni di campionamento di due semplici misure ecologiche: il valore di rarità (Rarity Score), inteso per ogni stazione come la sommatoria dell'inverso della frequenza delle specie nell'area studio, e l'Indice

di Biodiversità Lichenica (IBL), dato dalla sommatoria della frequenza delle specie nella stazione di campionamento.

I risultati ottenuti hanno messo in evidenza come le attuali misure di conservazione della biodiversità (Parchi Regionali, Rete Natura 2000) siano insufficienti per garantire un adeguato livello di protezione della vegetazione epifita. Infatti, la maggior parte degli hotspot sono al di fuori delle aree protette e risultano gravemente minacciati da alcuni fattori di disturbo antropico, quali gli incendi boschivi, la ceduzione e i trattamenti fitosanitari. Questa situazione può essere principalmente ricondotta a due principali cause:

- tecniche: lo scarso utilizzo di misure quantitative basate su campionamenti probabilistici nella definizione delle aree a priorità di conservazione comporta un'insufficiente conoscenza su frequenza e distribuzione delle specie da proteggere.

- Sociologiche, biologiche: in Liguria vaste aree ad elevata diversità lichenica coincidono con zone seminaturali attivamente utilizzate dall'uomo (es. colture o boschi ceduati in uso) dove è difficile attuare misure efficaci di conservazione.

I nostri risultati indicano come la pianificazione di future misure di protezione della vegetazione lichenica epifita dovrebbero considerare la rivalutazione di tecniche tradizionali di coltura e l'utilizzo di misure sostenibili di gestione forestale.

---

**BIOM/09**

**BIODIVERSITÀ DEI LICHENI EPIFITI E INQUINAMENTO ATMOSFERICO NEL  
COMUNE DI FORTE DEI MARMI (TOSCANA)**

Ulisse LANDI<sup>1</sup>, Stefano LOPPI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ARPAT, Dipartimento di Massa-Carrara, Via del Patriota 2, 54100 Massa.

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Siena, Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena.

Vengono riportati i risultati di un'indagine di biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico tramite la biodiversità dei licheni epifiti effettuata nel Comune di Forte dei Marmi (Toscana). In generale l'area indagata è risultata sostanzialmente degradata sotto il profilo della qualità dell'aria, con il 28.6% del territorio classificato come alterato e il 71.4% come semi-alterato. Il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di inquinamento atmosferico e gli ossidi di azoto i principali contaminanti che influenzano negativamente la biodiversità dei licheni epifiti.

**INFLUENZA DELLA PULIZIA DI CAMPIONI DI *XANTHORIA PARIETINA* SUL  
CONTENUTO TOTALE DI ALCUNI ELEMENTI**

Stefano LOPPI, Luca PAOLI, Luisa FRATI, Elisa BARAGATTI

*Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena.*

In condizioni indisturbate la composizione elementare dei licheni generalmente riflette la composizione chimica del loro ambiente circostante (suolo, aria, precipitazioni). Tuttavia, questa relazione, essendo influenzata da una molteplicità di fattori, risulta estremamente variabile e la composizione elementare "normale" di licheni provenienti da aree remote mostra delle notevoli fluttuazioni. Tale elevata variabilità del contenuto totale di certi elementi è quasi sempre dovuta alla contaminazione dei campioni da parte di particelle di suolo. Infatti, è stato dimostrato che in campioni non lavati provenienti da aree remote, dove la maggior parte del materiale sospeso nell'aria è semplicemente polvere o particelle di suolo, le concentrazioni di alcuni elementi aumentano in proporzione al contenuto di Al o Fe, cioè al tasso di contaminazione terrigena.

Una caratteristica dei licheni è l'accumulo di alcuni elementi in concentrazioni che eccedono ampiamente i loro fabbisogni fisiologici, grazie alla loro capacità di tollerare queste elevate concentrazioni. Tale tolleranza deriva sia dalla loro capacità di bloccare questi elementi a livello della parete cellulare, sia, soprattutto, dal fatto che la maggior parte del contenuto elementare dei licheni deriva da particelle intrappolate negli spazi intercellulari della medulla. Poiché è estremamente improbabile che le particelle intrappolate siano distribuite in maniera uniforme all'interno del tallo, è facile riscontrare un'elevata variabilità nel contenuto elementare anche di repliche di uno stesso campione. In talli non lavati, la fase di pulitura al binocolare dei campioni da impurità, parti morte, rizine ecc. può introdurre un ulteriore elemento di variabilità, in particolare in licheni foliosi a lobi non grandi quali *Xanthoria*.

Per cercare di caratterizzare l'influenza della pulizia di campioni di *Xanthoria parietina* sul contenuto totale di alcuni elementi, è stato effettuato uno studio utilizzando talli provenienti da una località incontaminata della Sardegna. I talli sono stati divisi in due aliquote, una delle quali è stata ripulita accuratamente (4 ore circa per ricavare 150 mg per le analisi) e l'altra soltanto in maniera superficiale (2 ore per 150 mg). I risultati hanno mostrato concentrazioni generalmente più elevate di quasi tutti gli elementi nei campioni puliti superficialmente. Tuttavia, solo per Al e Fe, ovvero per gli elementi di gran lunga più abbondanti nella crosta terrestre, le concentrazioni sono risultate molto più basse nei campioni puliti accuratamente. Da questi risultati è possibile concludere che una pulizia accurata dei campioni di *X. parietina* abbatte le concentrazioni di elementi ampiamente diffusi nel suolo quali Al e

Fe, ma che per gli altri elementi, meno diffusi, la variabilità nell'intercettazione delle particelle di suolo non consente di fare previsioni affidabili. Un'ulteriore conclusione è che a parte Al e Fe, per gli altri elementi una pulizia accurata dei talli di *X. parietina* non è fondamentale.

---

**BIOM/11**

**RISULTATI PRELIMINARI DEL MONITORAGGIO DELLA CITTÀ DI ROMA  
TRAMITE IBL**

Silvana MUNZI<sup>1</sup>, Sonia RAVERA<sup>2</sup>; Giulia CANEVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Università Roma Tre, Roma. <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia Vegetale, Università La Sapienza, Roma.

Al fine di ottenere dati sullo stato della biodiversità lichenica all'interno della città di Roma, metropoli con notevole estensione, alta densità abitativa e complessità climatica, nel corso del 2002-2003 (Munzi, 2003) si è proceduto all'applicazione del metodo IBL (AA.VV., 2001), aggiornando così alcuni dati ormai storici rilevati agli inizi degli anni '80 con il metodo di Ammann (Nimis, 1989).

Sono state selezionate 24 unità di campionamento nell'area compresa all'interno del Grande Raccordo Anulare, individuate utilizzando una griglia di 9x9 km nella periferia e intensificando lo studio nel centro cittadino, mediante l'uso di una griglia con maglia di 3x3 km. Si è individuato nel leccio (*Quercus ilex* L.) l'unico forofita utilizzabile, essendo la sola specie sufficientemente diffusa sul territorio con le idonee caratteristiche di scorza.

I valori di BL ottenuti sono stati interpretati sia utilizzando la scala "tirrenica" (Loppi *et al.*, 2002) sia elaborando una scala basata sul valore di IBL massimo e su quello minimo riscontrati nel campionamento (Asta *et al.*, 2002).

Nel primo caso, le stazioni di Roma individuano esclusivamente una condizione di alterazione ed una di semi-alterazione. Il secondo approccio determina la suddivisione dei valori rilevati in 5 classi di biodiversità, riconosce nel centro e lungo le direttive dei venti principali le situazioni peggiori ed evidenzia un graduale miglioramento verso la periferia, soprattutto nel settore settentrionale della città. L'analisi multivariata dei dati floristici mostra l'influenza del gradiente di aridità e della geomorfologia della città sulla colonizzazione lichenica, confermando che si tratta di parametri di studio importanti all'interno di un ecosistema urbano.

L'intensificazione delle maglie di campionamento e la scelta mirata di stazioni in cui effettuare rilievi supplementari saranno elementi di definizione del ruolo di queste componenti.

## Bibliografia

- MUNZI S., 2003 - Monitoraggio della biodiversità lichenica della città di Roma come potenziale bioindicatore della qualità dell'aria. Tesi di laurea in Scienze Biologiche, Università di Roma Tre.
- AA.VV., 2001 – I.B.L.: Indice di Biodiversità Lichenica. Manuale ANPA. Serie Manuali e Linee Guida 2/2001
- NIMIS P.L., 1989 – Urban Lichen Studies in Italy. III: The City of Rome. *Braun-Blanquetia*, 2: 223-238.
- LOPPI S., GIORDANI P., BRUNIALTI G., ISOCRONO D. & PIERVITTORI R., 2002 – A new scale for the interpretation of lichen biodiversity values in the Tyrrhenian side of Italy. *Bibliotheca Lichenologica*, 82: 237-243.
- ASTA J., ERHARDT W., FERRETTI M., FORNASIER F., KIRSCHBAUM U., NIMIS P. L., PURVIS O. W., PIRINTOS S., SCHEIDEGGER C., VAN HALUWYN C. & WIRTH V., 2002 – Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In: *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. P. L. Nimis, C. Scheidegger & P. A. Wolseley eds., pp. 273-279. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

---

BIOM/12

### BIOMONITORAGGIO DELL'AREA URBANA E SUBURBANA DI GENOVA TRAMITE TRAPIANTO DI *EVERNIA PRUNASTRI*

Alberto PINTO<sup>1</sup>, Sara TIXI<sup>1</sup>, Serena VIGLIONE<sup>1</sup>, Paola MALASPINA<sup>1</sup>, Giorgio BRUNIALTI<sup>1</sup>, Paolo GIORDANI<sup>1</sup>, Luisa FRATI<sup>2</sup>, Stefano LOPPI<sup>2</sup>, Paolo MODENESI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIP.TE.RIS., Università di Genova. <sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti",  
Università di Siena.

Nel periodo compreso tra Aprile e Luglio 2004, è stata condotta una campagna di biomonitoraggio nell'area urbana e suburbana di Genova, tramite trapianto di talli del lichene fruticoso *Evernia prunastri* in corrispondenza di centraline automatiche di rilevamento. Lo scopo dello studio è la verifica degli effetti degli inquinanti atmosferici sulla vitalità del tallo, esaminata utilizzando i seguenti metodi: integrità delle membrane cellulari, accumulo dei metalli pesanti, contenuto di pigmenti fotosintetici.

I talli sono stati raccolti su arbusti di *Prunus sp.*, in un'area incontaminata della provincia di Siena, con parte del loro substrato per evitare stress eccessivi al lichene e per facilitarne il trapianto. Il materiale è stato lavato con acqua deionizzata, per eliminare eventuali impurità, e i campioni sono stati posizionati su appositi espositori (14 talli per espositore) successivamente collocati sui tetti

delle centraline prescelte (7 in area urbana, 1 in area suburbana e 1 in area incontaminata da utilizzare come bianco). Sono stati effettuati due campionamenti, rispettivamente dopo uno e tre mesi, per seguire nel tempo i parametri di vitalità del lichene in funzione dell'andamento degli inquinanti.

Per ogni stazione, sono stati utilizzati 7 campioni da 100 mg per la valutazione dell'integrità delle membrane cellulari tramite misure di conducibilità, e 3 campioni da 30 mg per l'estrazione dei pigmenti fotosintetici, utilizzando dimetilsolfossido (DMSO) come solvente. Inoltre, per ogni stazione, è stato raccolto 1 g di *Evernia* per l'analisi di bioaccumulo di elementi in traccia mediante ICP-MS.

I risultati ottenuti dai metodi ecofisiologici utilizzati sono stati correlati con i principali inquinanti atmosferici (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, IPA, PM<sub>10</sub>) rilevati dalle centraline durante il periodo di esposizione.

---

## BIOM/13

### **BOINDICAZIONE LICHENICA E INQUINAMENTO ATMOSFERICO: INDAGINE CONDOTTA NELLA ZONA INDUSTRIALE DEL COMUNE DI FANO (PROVINCIA DI PESARO - URBINO)**

Manuela SERTORI<sup>1</sup>, Gabriella GIORGI<sup>1</sup>, Maria Cristina REGGIANI<sup>1</sup>, Gilberto  
GIANNINI<sup>1</sup>, Lia ALESI<sup>2</sup>, Ovidio URBANI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Arpam-Dipartimento di Pesaro <sup>2</sup> Arpam-Dipartimento di Ancona <sup>3</sup> Arpam-Direzione generale  
(AN)

L'area di studio è situata nella valle del Metauro dove sono concentrate le maggiori attività industriali che si svolgono del Comune di Fano (provincia di Pesaro e Urbino, Marche), collocato nella parte litoranea della regione. Nell'area non sono presenti significative barriere naturali che possano impedire una libera circolazione dei venti e il suo clima risente della vicinanza del mare per cui è di tipo sub-umido.

La metodica utilizzata per il biomonitoraggio è quella indicata nelle più recenti linee guida dell'ANPA (2001). Sono state georeferenziate 7 stazioni di monitoraggio, una delle quali coincide con quella della rete nazionale. Per ogni stazione sono stati campionati 3 alberi arrivando all'identificazione di 17 specie e 3 generi di licheni epifiti. Calcolando il valore dell'IBL ed utilizzando una scala interpretativa a 7 intervalli si è arrivati alla stesura di una cartina (1:10000) dove si evidenziano le zone con diverso grado di qualità dell'aria. Dalla lettura dei dati si evince che condizioni di semi-naturalità sono limitate ad una sola stazione nella regione marginale rispetto alla zona industriale. Nelle altre stazioni si sono rilevati valori di biodiversità inferiori; una stazione presenta un'alta alterazione ambientale. Non sono state evidenziate zone con un'alterazione grave della qualità dell'aria (deserto lichenico), ma neppure aree



con naturalità molto alta e quindi senza alterazioni. Si può affermare, di conseguenza, che la qualità dell'aria nella zona industriale del Comune di Fano varia da condizioni discrete ad alterazioni abbastanza consistenti, senza peraltro raggiungere situazioni di gravità estrema.

Le attività industriali, le infrastrutture viarie ed il traffico veicolare costituiscono le fonti di emissione ed i fattori di rischio generati da questo stato di stress ambientale che si ripercuote sulla qualità dell'aria.

---

**BIOM/14**

**BIOINDICAZIONE LICHENICA E CARTA DEL RISCHIO PER IL PATRIMONIO CULTURALE**

Giorgio ACCARDO<sup>1</sup>, Ada ROCCARDI<sup>1</sup>, Paolo MODENESI<sup>2</sup>, Paolo GIORDANI<sup>2</sup>,  
Giorgio BRUNIALTI<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Istituto Centrale per il Restauro. <sup>2</sup>DIP.TE.RIS. - Botanica, Università di Genova.*

La prevenzione del rischio, con la riduzione dei possibili fattori di degrado ambientale e di danno sul patrimonio culturale rappresenta la migliore strategia di intervento ed il sistema di monitoraggio più efficace per la tutela, la salvaguardia e la valorizzazione del patrimonio culturale.

Il progetto "Carta del Rischio di Perdita del Patrimonio Culturale" (CdR) è uno strumento di gestione sviluppato dall'Istituto centrale per il Restauro che permette di stimare mediante modelli matematici il livello di rischio per il patrimonio culturale, dovuto a diversi fattori di vulnerabilità (concernenti caratteristiche di rischio intrinseche al singolo Bene Culturale) e di pericolosità (riguardanti caratteristiche relative all'intorno territoriale e all'ambiente in cui il bene è collocato). Una parte rilevante di questi fattori è riconducibile agli effetti antropici in genere e, in particolare, all'inquinamento atmosferico. Il livello di rischio viene valutato mediante indicatori sintetici elaborati sulla base di un considerevole set di dati quantitativi e qualitativi (es. dati di inquinanti atmosferici, sismologici, etc.).

Recentemente, all'interno dei documenti normativi UNI-Normal B è stato regolamentato per la prima volta l'uso dei licheni come bioindicatori di inquinamento atmosferico nel campo delle opere d'arte. Questo lavoro presenta i primi risultati di uno studio-pilota volto ad inserire tra gli indicatori della carta del rischio dati di biomonitoraggio mediante licheni epifiti relativi alla regione Liguria. Lo studio ha permesso di ottenere stime sul livello di rischio in aree remote non monitorate dalle tecniche convenzionali.

Inoltre, l'analisi delle caratteristiche ecologiche della flora lichenica rilevata ha consentito di stimare l'effetto dell'eutrofizzazione sul territorio e di metterlo in relazione con i possibili effetti sui Beni Culturali.

Lo studio pilota ligure ha inoltre offerto spunti metodologici per l'estensione del sistema all'intero territorio nazionale.

---

**BIOM/15**

**VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO DA TRAFFICO TRAMITE  
BIOACCUMULO DI METALLI E IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI IN  
CAMPIONI DI LICHENI**

Maurizio GUIDOTTI<sup>1</sup>, Gianfranco BLASI<sup>1</sup>, Daniela STELLA<sup>1</sup>, Francesca  
FORNASIER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ARPA Lazio, Sezione di Rieti. <sup>2</sup>ARPA Lazio, Sezione di Viterbo.

Vengono illustrati i risultati di un'indagine sulla qualità dell'aria realizzata nella città di Viterbo. Sono

stati utilizzati campioni alloctoni di licheni epifiti della specie *Pseudevernia furfuracea* prelevati in un'area remota sul monte Terminillo. I campioni sono stati esposti in otto stazioni, caratterizzate da traffico intenso, site all'interno o nei pressi delle mura cittadine. I licheni sono rimasti esposti per un periodo di tre mesi, al termine dei quali sono state analizzate le concentrazioni di alcuni inquinanti nei tessuti lichenici (IPA, Pb, Cd, Cr, V, Cu, Ni e Zn).

Le concentrazioni dei medesimi inquinanti erano state misurate preventivamente, prima di esporre il materiale lichenico al fine di determinarne l'incremento al termine del periodo di esposizione.

In tutti i campioni è stato registrato un aumento delle concentrazioni degli inquinanti analizzati. Tale aumento è stato maggiore nelle aree a maggior traffico.

---

## **BIOM/16**

### **LICHENI EPIFITI COME INDICATORI BIOCLIMATICI: BASI CONCETTUALI, METODI E POSSIBILI APPLICAZIONI**

Paolo GIORDANI<sup>1</sup>, Guido INCERTI<sup>2</sup> & Michele MOLFINO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIP.TE.RIS. - Botanica, Università di Genova. <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Trieste.

Uno dei principali problemi nel biomonitoraggio mediante licheni è distinguere l'effetto dei fattori antropici di alterazione, come l'inquinamento, la gestione forestale, gli incendi boschivi, da quello dei parametri climatici. Lo studio dei pattern di distribuzione nella regione Liguria di specie legate a minime variazioni di precipitazioni e temperatura, come quelle suboceaniche, ha permesso di delimitare zone nelle quali le condizioni climatiche sono relativamente costanti e in cui è possibile imputare la maggior parte della variabilità a fattori di disturbo.

I risultati ottenuti confermano in gran parte la delimitazione bioclimatica proposta da Nimis & Tretiach (1995) e perfezionata successivamente da Nimis & Martellos (2002).

In particolare, i risultati ottenuti confermano una principale divisione tra una regione submediterranea più secca (nella parte savonese della Riviera di Ponente) e una regione Tirrenica più umida (in Provincia di Imperia e nella Riviera di Levante), per la quale viene proposta, in questo lavoro, una nuova scala interpretativa dei valori IBL, basata sull'approccio delle deviazioni percentuali dalla massima diversità potenziale. Dal punto di vista applicativo, i risultati ottenuti nel corso di questo lavoro permetteranno una migliore interpretazione dei dati raccolti in campagne di biomonitoraggio e la pianificazione di campagne di monitoraggio a lungo termine di cambiamenti climatici globali.

---

## **BIOM/17**

### **IBL E FATTORI ECOLOGICI IN AREA URBANA: CAMPAGNE DI MONITORAGGIO A CONFRONTO**

Stefano BURATTO, Lara CASTINO, Luciana ROPOLO

*ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Asti*

Il contesto entro il quale si è svolto il lavoro riguarda l'area urbana di Asti e la prima periferia cittadina per un'area complessiva di circa 12 km<sup>2</sup>; è stata utilizzata una maglia di 500x500 m di lato che ha individuato 42 stazioni sul territorio cittadino.

Il primo monitoraggio è stato effettuato nell'anno 2000, utilizzando la metodologia che fa riferimento alle linee guida già adottate dall'ANPA (Nimis 1999) tramite un reticolo a maglie di dimensioni fisse costituito da 10 rettangoli di 10x15 cm ciascuno, posizionato sulla parte di corteccia a maggiore copertura lichenica. I valori di I.B.L. corrispondenti alle stazioni considerate nell'area di indagine hanno permesso di realizzare una prima mappa della biodiversità lichenica di Asti.

Il monitoraggio è stato ripetuto nel corso dell'anno 2004 nelle stesse stazioni di campionamento identificate precedentemente. In questo caso è stato però utilizzato il metodo descritto nel Manuale ANPA che prevede di effettuare il rilievo tramite un reticolo di campionamento costituito da 4 subunità, ciascuna formata da una serie lineare di 5 quadrati di 10x10 cm, e posizionato in corrispondenza dei quattro punti cardinali. Durante questa seconda campagna di monitoraggio, è stato anche ripetuto il rilievo con il reticolo vecchio, per permettere il confronto dei dati.

Sono state messe a confronto le mappe risultanti dai monitoraggi effettuati in tempi diversi e con metodi differenti. Utilizzando i dati ottenuti con i due metodi, è stata valutata la variazione di IBL dovuta ad una possibile modificazione della qualità ambientale e quella dovuta al cambio di reticolo di campionamento.

I dati raccolti sono stati rielaborati per definire la ricchezza in specie della flora lichenica in ambito urbano e l'evoluzione nel tempo della composizione della comunità epifita, mentre le specie licheniche sono state caratterizzate dal punto di vista ecologico, con particolare attenzione per gli aspetti legati alla nitrofilia e xerofilia.

Sono stati valutati gli effetti della contaminazione da polvere stradale sulla comunità lichenica in ambito urbano, evidenziando quali siano le associazioni che si riscontrano in prossimità delle fonti di contaminazione. Sono stati inoltre valutati gli aspetti climatologici ed in particolare i dati anemometrici.

### **Bibliografia**

- NIMIS P.L., 1999 - Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. A.N.P.A. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Atti del Workshop 'Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale'. Roma, 26-27 novembre 1998. Serie: Atti 2/1999: 267-277.
- AA.VV., 2001 - "Manuali e linee guida 2/2001: I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica". ANPA Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente.
-

**A CACCIA DI LICHENI**

Angela COLLI<sup>1</sup>, Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE<sup>2</sup>, Daniela CHIAPPETTA<sup>2</sup>,  
Cristina DELUCCHI<sup>2</sup>, Manuela GARAVANI<sup>2</sup>, Cristina BOSIO<sup>3</sup>

*<sup>1</sup>Liceo T. Taramelli, Via Mascheroni-27100 Pavia. <sup>2</sup>Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università degli Studi di Pavia. <sup>3</sup>ARPA di Pavia, Unità Operativa Sistemi Ambientali.*

Nell'anno scolastico 2003-2004 tutte le classi seconde del Liceo T. Taramelli di Pavia hanno aderito al Progetto Regionale ATMOSFERA SOSTENIBILE Sezione LICHENI IN RETE in collaborazione con il CREA (Centro Regionale per l'Educazione Ambientale) del Comune di Pavia, con l'Università di Pavia e con il Lea dell'Università di Milano. L'approccio è stato cooperativo: discussioni, raccolta di idee, costruzione di mappe cognitive. Ogni classe ha attuato un laboratorio per il riconoscimento dei licheni ed un'uscita didattica effettuata con esperti dell'Università di Pavia per monitorare le diverse vie delle città con il metodo BL. I dati raccolti sono stati confrontati con quelli degli anni precedenti: i valori di BL sono diminuiti in quasi tutte le stazioni con l'eccezione di alcune, ad esempio via Verdi (BL=41,4). In particolare si nota un calo preoccupante nelle vie a ridosso del centro storico: viale Matteotti (deserto lichenico), Borgo Calvenzano (BL=13), via Solferino (BL=19,4). Per scoprirne le cause gli studenti della classe II C hanno raccolto i dati relativi ai veicoli circolanti in queste zone della città; i dati sono stati elaborati dalla dott. Cristina Bosio dell'Unità Operativa Sistemi Ambientali dell'ARPA di Pavia usando il programma MISKAM che ha permesso di ottenere la quantità dei principali inquinanti presenti nell'atmosfera: CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, benzene. Ogni gruppo di alunni ha fornito una mappa del luogo scelto per il monitoraggio ed i valori ottenuti contando in una giornata di sole il numero di auto, motorini e camion circolanti per due ore: dalle 15 alle 16 e dalle 18 alle 19. Il confronto tra dati chimici e biologici ha dimostrato che la situazione a Pavia è preoccupante ed ha stimolato la discussione in classe sui possibili rimedi.

**Bibliografia**

VALCUVIA PASSADORE M., MALAVASI C., 2002 - Relazioni simbiotiche: dai licheni all'Agenda 21 locale, Regione Lombardia.

---

**I LICHENI COME BIOINDICATORI DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO A  
CREMONA: CORSI DI AGGIORNAMENTO PER INSEGNANTI**

Cristina DELUCCHI, Daniela CHIAPPETTA, Manuela GARAVANI

*Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università di Pavia, Via S.  
Epifanio 14 – 27100 Pavia.*

Negli ultimi anni sono stati realizzati numerosi progetti didattici relativi all'utilizzo dei licheni per il monitoraggio della qualità dell'aria. Lo studio di questi organismi si è rivelato, infatti, uno strumento particolarmente efficace nell'ambito dell'educazione ambientale.

Nell'anno scolastico 2002/2003 presso il Museo di Storia Naturale di Cremona si è svolto il corso di aggiornamento per insegnanti "Licheni e Biodiversità" rivolto in particolare ai docenti delle Scuole Medie Inferiori e Superiori.

L'attività didattica è stata articolata in varie fasi: inizialmente sono state svolte lezioni teoriche in cui gli insegnanti hanno acquisito le nozioni fondamentali sui licheni, sulle caratteristiche che li rendono degli ottimi bioindicatori di inquinamento atmosferico e sulla metodologia impiegata a livello nazionale per studiare la qualità dell'aria. Sono state inoltre effettuate attività pratiche di laboratorio per il riconoscimento di campioni lichenici e, infine, sono state organizzate alcune uscite sul territorio per l'osservazione in campo dei licheni e l'applicazione del metodo di campionamento. A questo scopo, sono state individuate due stazioni rappresentative: un'area seminaturale e un'area urbana.

Una volta acquisite le nozioni fondamentali riguardo tale metodo di indagine, i docenti hanno potuto riproporre l'esperienza ai loro allievi.

Il notevole interesse e l'entusiasmo dimostrato dai partecipanti durante le varie fasi del lavoro hanno permesso di realizzare il progetto anche nell'anno scolastico 2003/2004.

**Bibliografia**

VALCUVIA PASSADORE M., MALAVASI C., 2002 - *Relazioni simbiotiche: dai licheni all'Agenda 21 locale*, Regione Lombardia.

---

**DID/03**

**ESPERIENZA DIDATTICA DI BIOMONITORAGGIO LICHENICO IN UN LICEO  
ASTIGIANO**

Luciana ROPOLO

*ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Asti - [l.ropolo@arpa.piemonte.it](mailto:l.ropolo@arpa.piemonte.it)*

Durante l'anno scolastico 2003-2004 è stata condotta una esperienza didattica di biomonitoraggio lichenico che ha coinvolto un gruppo di studenti delle classi seconde del Liceo Scientifico di Asti.

Per evitare problemi logistici di spostamento, si è scelto di operare nella città di Asti, individuando stazioni già monitorate da operatori ARPA nell'anno 2000. L'esperienza si è articolata in alcuni momenti fondamentali:

- una lezione generale sui licheni e il biomonitoraggio aperta a tutte le classi coinvolte nel progetto didattico con presentazione del CD appositamente preparato e lasciato poi a disposizione degli istituti superiori;
  - individuazione da parte degli insegnanti di un gruppetto di circa 10 studenti particolarmente motivati a seguire il progetto;
  - uscita in campo e prova pratica di uso del reticolo, rilievo e riconoscimento delle specie con l'uso della lente;
  - lezioni nell'aula attrezzata di identificazione del materiale prelevato in campo e di altro materiale a disposizione, con l'ausilio di microscopio stereoscopico e ottico;
  - uscita in campo per effettuazione di intercalibrazione: i ragazzi, a turno, senza assistenza, hanno eseguito un rilievo su un albero e i loro risultati sono stati confrontati con quelli della squadra di riferimento composta da due operatori ARPA, calcolando riproducibilità e ripetibilità;
  - i ragazzi che hanno ottenuto un punteggio ritenuto soddisfacente, sono stati "abilitati" a proseguire il rilievo in alcune stazioni indicate dagli operatori ARPA;
  - alla fine del lavoro di campo sono stati valutati i risultati ottenuti con semplici elaborazioni cartografiche.
-

**LICHELANDIA**

Claudio MALAVASI

*Liceo Scientifico "G. Galilei", Ostiglia (MN), Via Verona ,35 -Tel. 0386 /802441- Fax.**0386/802211; E- mail scuola : [istitutogalilei@libero.it](mailto:istitutogalilei@libero.it). E- mail personale :**[licheniinrete@libero.it](mailto:licheniinrete@libero.it) Sito web: <http://digilander.libero.it/licheniinrete>*

C'è una città dove i licheni sono al centro dell'attenzione e veri padroni del gioco: Lichelandia. Vi abitano per lo più ragazzi che, incuriositi dai licheni, vogliono imparare a giocare con essi guidati da sapienti maestri. In qualsiasi periodo dell'anno è possibile entrare e immergersi nelle straordinarie attrattive di questa città del divertimento. Le vie costituiscono un vero e proprio labirinto e ogni tanto si aprono in piazze dalle forme e dai nomi curiosi. Una delle piazze principali è Piazza *Parmelia* dotata di una morbida pavimentazione grigia con, al centro, tante piccole colonne con la sommità nera che i ragazzi si divertono a scavalcare e ad usare come seggiolini quando sono stanchi. Vi è la variopinta Piazza *Xanthoria*, tutta gialla e con tanti dischetti girevoli al centro di colore arancio sui quali i ragazzi si siedono e si divertono un mondo a girare intorno. Piazza *Cladonia* è dotata di torri strette alla base che si allargano verso l'alto e dalla cui sommità si può godere una meravigliosa vista panoramica. Infine la piazza delle liane, Piazza *Usnea*, qui i ragazzi si appendono a corde e si lanciano in spericolati voli. Il Teatro Apotecio, a forma di anfiteatro, è il vero centro culturale e artistico della città; ospita durante tutto l'anno rappresentazioni teatrali – Sei personaggi in cerca di *Physcia tenella*, la commedia brillante Aggiungi *Lecanora esculenta* a tavola; una volta all'anno si tiene il famoso festival della canzone con testi ispirati ai licheni ed al biomonitoraggio – Dimmi Come – Cercami – *Physconia* senz'anima - Lichene special. E' stato istituito anche un premio letterario intitolato al poeta ligure Camillo Sbarbaro, un vero amante dei licheni, con una sezione di poesia e un'altra di narrativa. Ogni anno vengono premiati le migliori liriche e i racconti più fantasiosi. La radio della città, *Arthonia radiata*, trasmette tutti i giorni un programma dal titolo " Di che lichene sei?" condotto dal famoso mago Asco che riscuote molto successo anche se molti dichiarano di non credere alle sue previsioni.

Ci sono vari padiglioni del divertimento, ognuno dedicato a una tipologia di giochi; si può scegliere liberamente in quale entrare per giocare o costruire giochi. Uno dei più frequentati è Lichenigma, il padiglione dove ci si può mettere alla prova con cruciverba, quadrati magici, parole nascoste in una mare di lettere, rebus e indovinelli. Vi è poi il padiglione dei giochi da tavolo e di società, fra questi il più noto è lichenopoli, o giochi di abilità come lichenmemory e lichenpuzzles; per chi ama dipingere c'è il padiglione Lichenart dove c'è tutto il necessario per realizzare disegni, quadri, maschere, magliette con scritte ad effetto e perfino sculture; un'intera ala del padiglione è



inoltre attrezzata per realizzare i murales. Una volta all'anno in questo padiglione si tiene una grande festa in maschera dove ognuno indossa costumi ispirati ai licheni.

L'ubiquitarietà dei licheni ha contagiato anche la città di Lichelandia che ha infatti numerosi gemellaggi internazionali: in Inghilterra con la cittadina Lichenland, in Germania con Flechnügunspark, in Francia con Lichenparc e infine in America con Lichencity. Lichenweb è il padiglione più recente e tecnologico dove gli appassionati di informatica possono creare giochi, simulazioni, pagine web e partecipare ad un concorso internazionale, intitolato alla naturalista americana Sylvia Sharnoff, che quest'anno si terrà a Tartu (Estonia), si avete letto bene, questo è il curioso nome della città ospitante.

Anche gli studiosi dei licheni hanno il loro spazio, si tratta del Tallomuseo, che contiene la più ampia raccolta di licheni classificati e schedati e che spesso è sede di congressi e convegni internazionali organizzati da una fantomatica associazione denominata SLI (Società Lichenologica Italiana).

Ma esiste veramente Lichelandia? O si tratta di una città immaginaria? Ebbene, la città esiste e la sua presenza, il suo sviluppo e la sua posizione geografica dipendono dalla volontà e dalla fantasia di ognuno di noi.

---

**DID/05**

## **L'ARIA DI CREMA RACCONTATA DAI LICHENI**

Cristina DELUCCHI

*Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri Università di Pavia, Via S.  
Epifanio 14 – 27100 Pavia.*

Nell'Anno Scolastico 2003-2004 alcune scuole del Comune di Crema hanno svolto un'indagine di biomonitoraggio della qualità dell'aria della loro città utilizzando i licheni epifiti come bioindicatori. Il progetto si inserisce all'interno dell'Agenda 21 locale ed è stato sostenuto attivamente dall'amministrazione comunale. Le scuole coinvolte sono state tre: la Nuova Scuola Media di Crema, il Liceo Scientifico "L. da Vinci" e il Liceo Artistico "Monari".

Il metodo utilizzato è quello proposto da Nimis nelle Linee-Guida del 1999 basato sull'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL), dato dalla frequenza delle specie licheniche epifite.

Sul territorio cittadino sono state individuate 18 stazioni dal centro urbano alla periferia.

Gli alberi indagati sono stati Tigli (*Tilia sp.pl.*) e Farnie (*Quercus robur* L.), che costituiscono le essenze arboree più diffuse nell'area di studio.

I valori di IBL variano da un minimo di 7, corrispondente ad un'alterazione alta (inquinamento elevato) fino ad un massimo di 45, che indica una condizione di naturalità alta (inquinamento moderato). I ragazzi hanno osservato che i valori più bassi si riscontrano in vicinanza del centro città, mentre spostandosi verso la periferia si osserva un graduale aumento dell'Indice.

Queste variazioni sono da correlare con la diversa intensità del traffico autoveicolare, molto elevato nella cintura interna della città, dove la concentrazione degli inquinanti è favorita dalla densità delle abitazioni e più scorrevole nelle zone periferiche che, essendo aperte, permettono una maggiore dispersione delle sostanze emesse dai veicoli.

### **Bibliografia**

NIMIS P. L., 1999 – Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. In: Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale". Roma 26-27 novembre 1998. ANPA, Atti 2/1999: 267-277

---

VEGETAZIONE LICHENICA *STEREOCAULON VESUVIANUM* PERS. IN AREE  
DEL VESUVIO E DELL'ETNA (ITALIA MERIDIONALE)

Giuseppa Grazia APRILE<sup>1</sup>, Maria GRILLO<sup>2</sup>, Giovanna Maria CANIGLIA<sup>2</sup>,  
Raffaele GAROFALO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dip. di Arboricoltura, Botanica e Patologia Vegetale, Università "Federico II" Napoli, Via  
Università 100, 80055 Portici. <sup>2</sup>DACPA, Sezione di Biologia ed Ecologia vegetale, Università  
degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania.

I vulcani attivi, da sempre, hanno interessato gli studiosi specialmente per quel che attiene il complesso processo della colonizzazione vegetale sui giovani substrati. Da questo punto di vista in Italia sono stati studiati soprattutto il Vesuvio e l'Etna e su questo argomento si dispone di molti contributi (Ricciardi *et al.* 1986, Aprile *et al.* 2001, Mazzoleni *et al.* 1989, Poli 1970-'71; Poli & Grillo 1974-'75, PoliMarchese *et al.* 1995).

In questo lavoro sono stati presi in considerazione diversi aspetti della vegetazione lichenica a *Stereocaulon vesuvianum* Pers., che si sviluppa con carattere pioniero su substrato siliceo dato da terra e rocce vulcaniche. Le aree di studio sono localizzate sul Vesuvio in una cintura tra i 250 e i 700 m s.l.m. e sull'Etna dai 500-700 ai 2000 m s.l.m.. Il clima risulta di tipo mediterraneo.

L'indagine sulla vegetazione è stata condotta applicando il metodo fitosociologico (Braun-Blanquet 1964): i rilievi sono stati eseguiti su superfici di ampiezza media pari a 1 m<sup>2</sup>. Per quel che riguarda l'inquadramento sintassonomico è stato seguito lo schema proposto da Egea & Limona (1987). L'elaborazione dei dati è stata effettuata tramite procedure di analisi multivariata utilizzando il pacchetto Syn-Tax (Podani 2000).

I dati raccolti hanno permesso di evidenziare diverse comunità. Su rocce e su rupi laviche accidentate, si osservano aggruppamenti con predominanza di *Stereocaulon vesuvianum*. Essi sono riferibili al *Parmelion conspersae* Hadaè 1944 e agli *Aspicietalia gibbosae* Wirth 1972 em. Limona et Egea 1987, syntaxa dei *Rhizocarpetea geographici* Mattick 1951 em. Wirth 1972; nel corteggio floristico sono presenti infatti specie quali *Neofuscelia pulla* (Ach.) Essl. s.l., *Xanthoparmelia conspersa* (Ach.) Hale, *Lecidea fuscoatra* (L.) Ach.

Sono state distinte una variante a *Lecanora albescens* (Hoffm.) Branth & Rostr. piuttosto basica e nitrofila, presente sul Vesuvio e una variante a *Rhizocarpon tinei* (Tornab.) Runemark, a carattere subacido e meno nitrofila, comune sull'Etna, che corrispondono alle diverse condizioni di substrato e di influsso antropico a cui i due territori vulcanici sono sottoposti.

In entrambe le aree di studio, su superfici pianeggianti con suolo superficiale e immaturo, si rinvennero popolamenti a *Stereocaulon vesuvianum* pressoché monospecifici.

Dove il suolo ha raggiunto un certo spessore, hanno maggiore estensione gli aggruppamenti, molto eterogenei, a *Stereocaulon vesuvianum* cui si accompagnano licheni terricoli del genere *Cladonia* insieme a muschi e tracheofite. Essi, mancando le caratteristiche di alleanza ed essendo poco rappresentate le specie caratteristiche di *syntaxa* di ordine superiore, non risultano chiaramente caratterizzabili dal punto di vista. La vegetazione a *Stereocaulon vesuvianum* può interessare intere superfici laviche venendo ad acquistare anche valore paesaggistico. Nel processo di colonizzazione delle lave essa assume un ruolo di primaria importanza quale prima fase macroscopicamente visibile (Poli Marchese 1995): ha quindi importanza ecologica nel preparare il suolo per ulteriori colonizzazioni.

### **Bibliografia**

- APRILE G.G., GAROFALO R., COCCA M.A., RICCIARDI M., 2001 – La flora lichenica del complesso Somma-Vesuvio (Napoli). *Allionia*, 38: 195-205.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964 – *Pflanzensoziologie*. Wien.
- EGEA J.M., LLIMONA X., 1987 – Las comunidades de líquenes de las rocas silíceas no volcánicas del S.E. de España. *Acta Bot. Barcinon.*, 36: 1-123.
- MAZZOLENI S., RICCIARDI M., APRILE G.G., 1989 – Aspetti pionieri della vegetazione del Vesuvio. *Annali Bot.* 42, suppl.6: 97-110.
- NIMIS P.L., 2003 – Checklist of the Lichens of Italy 3.0., University of Trieste, Dept. of Biology, IN3.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it>).
- PODANI J., 2000 – *Computer Programs for Multivariate Data Analysis in Ecology & Systematics*. Budapest.
- POLI E., 1970-'71 – Aspetti della vita vegetale in ambienti vulcanici. *Annali Bot.* 30: 47-79.
- POLI MARCHESE E., 1991 – *Piante e fiori dell'Etna*. Sellerio Ed. Palermo.
- POLI E., GRILLO M., 1974-'75 – La colonizzazione vegetale della colata lavica del 1381. *Atti Ist. Lab. Critt. Univ. Pavia*, se. 6, 10: 127-186.
- POLI MARCHESE E., GRILLO M., LO GIUDICE R., 1995 – Aspetti del dinamismo della colata lavica del 1651 del versante orientale dell'Etna. *Coll. Phytosoc.*, 24: 242-264.
- RICCIARDI M., APRILE G.G., LA VALVA V., CAPUTO G., 1986 – La flora del Somma-Vesuvio. *Boll. Soc. Naturalisti in Napoli* 96: 3-121.
-

**FITOSOCIOLOGIA ED ECOLOGIA DEI LOBARIETI DELL'APPENNINO  
SETTENTRIONALE**

Renato BENESPERI, Alessia Samari FAPPIANO

*Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Firenze, Via La Pira 4, 50121  
Firenze.*

Le comunità licheniche epifite appartenenti al *Lobarion pulmonariae* Ochsner (1928) includono tanto licheni foliosi a lobi larghi appartenenti ai generi *Lobaria*, *Lobarina*, *Peltigera*, *Nephroma*, *Sticta*, *Pseudociphellaria*, quanto foliosi a lobi stretti e crostosi (squamulosi) come *Parmeliella*, *Pannaria* e *Degelia*, oltre a un certo numero di briofite.

Barkman (1958) distingue all'interno dell'alleanza due associazioni: il *Nephrometum levigatae* (Hiltzer) Barkman, la cui distribuzione è limitata alle faggete dell'Europa Centrale, e il *Nephrometum lusitanicae* Barkman, caratterizzato da una distribuzione più meridionale, presente nel bacino del Mediterraneo dall'orizzonte collinare a quello montano.

In seguito Rose (1988) ha ipotizzato la presenza di un terzo *syntaxon* tipico del Sud Europa (Provenza, Cevennes, Appennino Toscano, Chianti) in cui entrano a far parte della comunità specie trasgressive di altre alleanze più termofile e/o acidofile.

Da un punto di vista sintassonomico le comunità di *Lobaria pulmonaria* possono essere considerate le comunità epifite climaciche delle foreste mesofile decidue dell'Europa del Post glaciale (Barkman, 1958; Rose, 1988). In passato queste erano distribuite in tutte le regioni temperate e boreali dell'emisfero Nord e in quelle più fredde delle aree tropicali (Scheidegger et al., 1998). Oggi sono in rapido declino, soprattutto a basse altitudini, a causa dell'impatto antropico, sia sotto forma di inquinamento atmosferico che come frammentazione degli habitat e pratiche selvicolturali (Rose, 1988).

A causa dei fattori precedentemente menzionati, associati alla scarsa capacità dei mezzi di propagazione ed al ristretto range ecologico nel quale, *Lobaria pulmonaria*, specie caratteristica di questa alleanza (faithfull species sensu Barkman, 1958), può sopravvivere, l'areale delle comunità di *Lobarion* sono in progressivo restringimento e frazionamento e per questo a rischio di scomparsa (Gauslaa, 1985; Zoller et al., 1999).

Il presente lavoro rappresenta un contributo alla conoscenza della fitosociologia, dell'ecologia e della distribuzione dei lobarieti nell'Appennino settentrionale (Toscana), della loro composizione floristica e dell'effettiva presenza di specie caratteristiche regionali e locali (local e regional faithfull species sensu Barkman, 1958), come auspicato da Rose.

## Bibliografia

- BARKMAN J.J., 1958 – Phytosociology and Ecology of Criptogamic Epiphytes. Assen: Van Gorcum.
- GAUSLAA Y., 1985. – The ecology of *Lobarion pulmonariae* and *Parmelion caperatae* in *Quercus* dominated forests in South West Norway. *Lichenologist*, 17: 117-139.
- ROSE F., 1998. – Phytogeographical and ecological aspects of *Lobarion* communities in Europe. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 96: 69-79.
- SCHEIDEGGER C., FREY B., WALSER J.C., 1998. – Reintroduction and augmentation of populations of the endangered *Lobaria pulmonaria*: methods and concepts. In: *Lobarion lichens as indicators of the primeval forests of the Eastern Carpathians* (Darwin international Workshop; 25-30 May 1998, Kostrino Ukraine. 33- 52.
- ZOLLER S., LUTZONI F., SCHEIDEGGER C., 1999. – Genetic variation within and among populations of the threstened lichen *Lobaria pulmonaria* in Switzerland and implications for its conservation. *Molecular Ecology*. 8: 2049-2059.

---

ECO/03

### VALUTAZIONE DELLA RARITÀ DI *LOBARIA PULMONARIA* IN AREE ANTROPIZZATE E FORESTATE IN ALTA VAL D'AVETO

Serena VIGLIONE, Sara TIXI, Paola MALASPINA, Giorgio BRUNIALTI, Paolo  
GIORDANI

*Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova.*

*Lobaria pulmonaria* è utilizzata per valutare la continuità spazio-temporale dei boschi, questo lichene, infatti, presenta un ciclo vitale molto lungo e necessita di condizioni ecologiche costanti nel tempo. Indagini floristiche effettuate nell'alta Val d'Aveto hanno permesso di individuare più di 20 popolazioni ben sviluppate, che presentano però una distribuzione peculiare essendo assenti dai boschi semi-naturali della zona di indagine. Considerando i dati archeobotanici e storici, si può ipotizzare che le foreste che rappresentano la vegetazione potenziale nel territorio in esame (quercete caducifoglie al di sotto dei 1000 m, faggete ad altitudini più elevate), siano state intensamente sfruttate dall'uomo per la produzione di legname.

In questi boschi, perciò, *Lobaria pulmonaria* non ha più trovato le condizioni ottimali per la propria crescita, mentre nelle aree antropizzate rurali, soprattutto su alberi isolati sui bordi dei campi e in colture arboree come i castagneti da frutto, si sono verificate condizioni di continuità spazio-temporali sufficienti a

permettere lo sviluppo del lichene. Per verificare questa ipotesi, è stato condotto uno studio su un'area di 15 km<sup>2</sup>, suddivisa in strati individuati in base alla diversa gestione forestale e tipologia d'uso del suolo.

Abbiamo selezionato, in modo casuale, un numero di stazioni di campionamento proporzionali alla copertura percentuale dello strato. In queste stazioni, di 30 m di raggio, abbiamo valutato la presenza/assenza di *Lobaria pulmonaria* sulla porzione di tronco compresa tra il livello del suolo e 2.5 m d'altezza. In un'area di 5 m di raggio, concentrica alla precedente, abbiamo rilevato la circonferenza di tutti gli alberi presenti per calcolare l'area basale occupata.

Vengono presentati e discussi i dati ottenuti e suggerite le strategie di gestione del territorio che potranno contribuire al mantenimento delle popolazioni di *L. pulmonaria*.

---

ECO/04

### LE COMUNITÀ LICHENICHE DEL MONTE DELLA MADONNA (COLLI EUGANEI)

Samanta CANDEO, Giovanni CANIGLIA

Dipartimento di Biologia, Viale G. Colombo 3, I – 35121 Padova.

Il Monte della Madonna occupa l'estremo settore nord occidentale dei colli Euganei. In quest'area sono stati eseguiti un centinaio di rilievi di vegetazione lichenica su differenti substrati (scorze, suolo e affioramenti rocciosi prevalentemente trachitici) al fine di redigere un censimento delle specie presenti e caratterizzarne i principali popolamenti.

In corrispondenza del versante N del colle, occupato per buona parte da un bosco di castagno, si è riscontrata una generale povertà lichenica sia in termini di copertura che di biodiversità; molto più ricchi sono risultati i versanti meridionali e sud orientali, dominati dal bosco di roverella, con abbondanza di talli di *Flavoparmelia caperata*, anche di notevoli dimensioni.

Nelle zone più aperte e soleggiate, ove la boscaglia a roverella tende a diradarsi, i popolamenti a *Parmelia spp.* si intersecano e si sovrappongono con cenosi nitrofile (*Physcietum adscendentis*). Sono anche presenti popolamenti a licheni crostosi dominati da *Amandinea punctata* (*Buellietum punctiformis*).

Le comunità crostose epilitiche, che si sviluppano su substrato siliceo (trachite o quarzotrachite), sono attribuibili alla classe *Rhizocarpetea geographici*. Particolarmente diffuso è il *Parmelietum taracticae*, comunità xeromesofila, che include grandi licheni foliosi ricoprenti a "tappeto" le rocce.

Sulle pareti rocciose verticali e con esposizione diretta alla luce del sole è frequente il *Lecidelletum carpathichae*, mentre nei punti meno esposti, più

umidi e ombrosi, sono presenti discontinue cenosi attribuibili al *Lecideetum crustulatae*.

Il substrato carbonatico è meno frequente ed è presente come Scaglia rossa piuttosto friabile. I pochi rilievi eseguiti su questo substrato sono stati attribuiti alla classe *Collematetea cristati* e alla classe *Verrucarietea nigrescentis*.

Tra le poche specie terricole, prevalgono quelle del genere *Cladonia*, presenti soprattutto negli interstizi delle rocce ricchi di terriccio, ai margini degli affioramenti, a formare piccoli tappeti, o su muschio.

A margine dell'indagine floristico-vegetazionale si sono rilevati e mappati i popolamenti lichenici che colonizzano le pareti del campanile dell'antica chiesetta di S. Antonio Abate, risalente al XIII secolo.

---

ECO/05

#### INFLUENZA DEI TAXA DEL GENERE *QUERCUS* SULLA DIVERSITÀ LICHENICA IN BASILICATA

Simonetta FASCETTI<sup>1</sup>, Maria Rita LAPENNA<sup>1</sup>, Giovanna POTENZA<sup>1</sup>, Domenico PUNTILLO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università della Basilicata, Dip. di Biol., Difesa e Biotecnologie Agro-forestali, Viale dell'Ateneo lucano, 10 – 85100 Potenza. <sup>2</sup>Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico, Università della Calabria 87030 – Arcavacata di Rende (CS).

Questo contributo riporta i dati preliminari di uno studio sulla possibile relazione fra le specie del genere *Quercus* del piano submontano e montano dell'Appennino Lucano e le specie licheniche epifite.

I rilievi hanno interessato *Quercus cerris* L., *Quercus frainetto* Ten., *Quercus petraea* ssp. *austrotyrrhenica* Brullo, Guarino e Siracusa e alcune specie del gruppo *Quercus pubescens* Willd. s.l. (*Quercus dalechampii* Ten., *Quercus virgiliana* Ten., *Quercus congesta* C. Presl, *Quercus amplifolia* Guss.).

Per i taxa arborei considerati sono attualmente in corso anche indagini floristico-vegetazionali e verifiche sulla loro effettiva distribuzione in ambito regionale.

I forofiti sono stati scelti secondo i seguenti criteri: circonferenza minima del tronco di 120 cm, inclinazione del tronco non superiore ai 10°, assenza di fenomeni evidenti di disturbo; esclusione dei forofiti in vegetazione boschiva chiusa.

L'indagine preliminare ha portato all'identificazione di specie licheniche ubiquitarie quali *Pertusaria pertusa* (Weig.) Tuch, *P. amara* (Ach.) Nyl., *Ramalina farinacea* (L.) Ach., *R. fastigiata* (Pars.) Ach., *R. fraxinea* (L.) Ach., *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Ach., *Anaptychia ciliaris* (L.) Koerb, *Parmelia solcata* Tayl., *Lecidella elaeochroma* (Ach.) Haszl., *Physcia aipolia* (Ehrh. Ex Humb.) Hampe, *Lepraria* sp., *Physcia stellaris* (L.) Nyl.; specie nitrofile dovute



alla frequentazione del bestiame nel bosco, quali *Pleurosticta acetabulum* (Nack) Duby, *Xanthoria parietina* (L.) Ach., *Physcia adscendens* (Fr.) Oliv.

È stata riscontrata, inoltre, la presenza di specie con frequenza maggiore su corteccia di *Quercus cerris*, quali *Melanelia elegantula* (Zahlbr.) Szat. e *Melanelia glabra* (Schaerer) Nyl. e specie del genere *Collema* che prediligono substrati come quelli della *Quercus virgiliana* e *Q. dalechampii*.

In boschi con scarso disturbo antropico sono state rilevate specie quali *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm, *L. scrobiculata* (Scop.) DC., *L. amplissima* (Scop.) Forss. e *Physconia venusta* (Ach.) Poelt.

Questo studio contribuirà, tra l'altro, ad ampliare le conoscenze sull'ecologia e sulla composizione delle principali comunità licheniche epifite della Basilicata in rapporto alle specie arboree e al relativo microambiente.

### **Bibliografia**

- AITA L., CORBETTA F. & ORSINO F., 1978 - Osservazioni fitosociologiche sulla vegetazione forestale dell'Appennino Lucano Centro-Settentrionale. 1. Le cerrete. Arch. Bot. e Fitogeogr. Ital., 53, 97-130.
- BRULLO S., GUARINO R., SIRACUSA G., 1999 – Revisione tassonomica delle querce caducifoglie della Sicilia. Webbia 54 (1): 1-72.
- CLAUZADE G. & ROUX C., 1985 - Likenoj de Okcidenta Europo. Ilustrita Determinlibro. Soc. Bot. Centre-Ouest. Ed. Royan (France).
- FASCETTI S., POTENZA G. & RANA G., 2003 – Indagini preliminari sui licheni della Basilicata. Atti del Convegno SISEF, Potenza 7-10 Ottobre 2003.
- JATTA A., 1909-1911 - Flora Italica Cryptogama. Pars III Lichenes. Cappelli (Rocca di S. Casciano).
- NIMIS P. L., 1993 - The Lichens of Italy. An annotated catalogue. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino.
- ZEDDA L., 2002 - The epiphytic lichens on *Quercus* in Sardinia (Italy) and their value as ecological indicators. Estratto da Englera 24.

---

**ECO/06**

### **LICHENI EPIFITI NEI POPOLAMENTI FORESTALI DEL CANSIGLIO**

Giovanni CANIGLIA<sup>1</sup>, Marilena DALLE VEDOVE<sup>1</sup>, Juri NASCIMBENE<sup>1</sup>, Michela NICLI<sup>1</sup>, Roberto ZORER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia - Università di Padova viale Colombo, 3 – 35122 Padova. <sup>2</sup>Viale Trento, 2 – 38068 Rovereto.

Nel settore veneto della foresta del Cansiglio è stata realizzata un'indagine sulle comunità licheniche epifite, con particolare riguardo a quelle del *Lobarion pulmonariae*. Lo studio si è articolato in due fasi.

La prima ha previsto rilievi di dettaglio sia della componente lichenica, che delle caratteristiche dell'habitat in una particella sperimentale (plot), con lo scopo di caratterizzare la composizione e l'ecologia del *Lobarion*.

Il plot è stato individuato in un'area in cui sono presenti esemplari di faggio di grandi dimensioni, colonizzati estesamente da talli di *Lobaria pulmonaria*. La sua superficie è di 625 m<sup>2</sup>, suddivisa mediante una griglia georeferenziata con maglie di 5 m di lato. La copertura arborea non è omogenea e simula l'apertura causata da uno schianto naturale o da un prelievo di materiale legnoso. All'interno di quest'area sono stati censiti le specie ed i popolamenti lichenici epifiti; sono stati inoltre rilevati i parametri microclimatici più importanti quali temperatura ed umidità atmosferica, intensità luminosa e struttura della volta arborea (*canopy*). I dati sono stati ottenuti mediante l'utilizzo di sensori meteorologici e dall'elaborazione di fotografie emisferiche, realizzate con una macchina fotografica digitale dotata di aggiuntivo fisheye.

Nel plot sono state individuate 53 specie, tra cui numerose entità rare. Sono presenti sia comunità pioniere a licheni crostosi, ascrivibili al *Lecanorion subfuscae* e al *Graphidion scriptae*, che popolamenti più evoluti riferibili al *Lobarion*, che qui si presenta privo delle specie più strettamente oceaniche. Questo, forse, è l'aspetto che contraddistingue maggiormente i popolamenti del *Lobarion* del distretto alpino da quelli dell'Italia mediterranea e delle regioni atlantiche.

Le condizioni microclimatiche riscontrate nel plot sono in accordo con le esigenze ecologiche del *Lobarion*, poichè l'umidità atmosferica è sempre molto elevata e la luce diffusa prevale su quella diretta. Sulla base dei dati raccolti si dimostra che un'apertura della *canopy* paragonabile a quella presente in quest'area di studio non danneggia le popolazioni del *Lobaria pulmonariae*.

La seconda fase dello studio ha consentito di stimare la distribuzione e l'abbondanza dei popolamenti a *Lobaria pulmonaria* nella Foresta Demaniale Regionale del Cansiglio, in relazione alle principali caratteristiche forestali. In ciascuna delle 122 sottosezioni selvicolturali esaminate (per una superficie totale di 2700 ha), sono stati rilevati il numero, la specie e il diametro degli alberi con talli di *Lobaria*, annotando l'eventuale presenza di corpi fruttiferi o di funghi parassiti.

*Lobaria pulmonaria* risulta essere molto comune nella foresta, anche se presenta una distribuzione preferenziale nel settore nord-orientale a bosco misto, rispetto alla zona di faggeta pura dove è meno frequente.

I risultati ottenuti dalle due fasi di questo lavoro indicano nei tagli successivi con lungo periodo di turnazione e nel prelievo a scelta le pratiche selvicolturali più adatte per la sussistenza della vegetazione di *Lobarion*.

**SINTESI FITOCLIMATICA DEI LICHENI DELL'UMBRIA**

Sonia RAVERA, Valerio GENOVESI

*Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5 – I  
00185 Roma.*

Gli studi di flora e vegetazione lichenica effettuati in Umbria dal 1997 ad oggi hanno riguardato i licheni epigei, epilittici ed epifiti separatamente l'uno dall'altro, inoltre sono stati svolti in zone diverse dal punto di vista geoclimatico ed ambientale. Di conseguenza manca un quadro d'insieme e di confronto fra le conoscenze lichenologiche delle varie parti dell'Umbria e, per ovviare a tale lacuna, è stata effettuata una sintesi dei risultati acquisiti.

Il percorso metodologico è stato il seguente: a) compilazione dell'elenco floristico dell'Umbria, b) individuazione dei principali habitat lichenici e calcolo del numero di specie esclusive o in comune per ciascun habitat, c) suddivisione delle specie in forme di crescita e in gruppi fitoclimatici, d) trattamento dei dati con l'analisi multivariata per la ricerca delle correlazioni fra i parametri considerati e gli habitat lichenici.

Gli habitat umbri, in numero di 15, sono stati definiti in base al tipo ed alla distribuzione delle comunità vegetali, oltre che a criteri oggettivi (alberi isolati, manufatti).

La flora lichenica dell'Umbria comprende attualmente 520 taxa infragenerici. Circa il 50% risulta presente solo in alcuni habitat con percentuali che variano dallo 0,6 al 21%, mentre l'altro 50% è ubiquitario.

Centodieci specie sono esclusive delle rocce calcaree, mostrando un'identità floristica ed ecologica ben definita per effetto, ovviamente, della selettività del substrato, mentre i licheni legati alle singole tipologie boschive ed alle praterie sono il 5,2% delle specie totali.

La classificazione degli habitat in funzione dei gruppi fitoclimatici ha mostrato caratteristiche comuni fra:

a) le popolazioni di epigei delle praterie montane e subalpine fra di loro e con, in via subordinata, gli epilittici silicicoli. In questi habitat sono poco rappresentati i gruppi ad affinità subatlantica, in quanto il clima è tendenzialmente subcontinentale e l'aridità edafica è pronunciata per effetto del vento, dell'insolazione e dell'assenza della copertura arborea;

b) gli epifiti dei castagneti hanno caratteri in comune con i licheni dei boschi di cerro, c) gli epifiti dell'habitat mediterraneo con i licheni degli alberi isolati a scorza acida, tipicamente vecchie querce ai margini dei coltivi;

d) gli epifiti dei boschi ripariali con i licheni presenti nei nuclei di carpini e noccioli che prediligono gli ambienti più umidi.

Gli epilittici affini ai substrati prevalentemente calcarei sono nello stesso cluster di quelli che si sviluppano su manufatti di varia natura e provenienza.

Lo spettro corologico mostra la prevalenza dei licheni ad ampia distribuzione (42%), la percentuale di specie montane è approssimativamente corrispondente – anche se si tratta di una semplice coincidenza – alla percentuale di territorio ricoperto dalle montagne (rispettivamente 29 e 27%), la percentuale di specie ad affinità suboceanica (oltre il 22%) risulta maggiore rispetto a quella submediterraneo-mediterranea.

Per quanto riguarda le forme di crescita si è provato a ricercare un eventuale collegamento di natura bioclimatica fra tipo e percentuali delle forme con i vari habitat. Il quadro di larga massima che ne è risultato lascerebbe intendere che in presenza di un clima di tipo subcontinentale, in habitat aperti e luminosi come le praterie, si verifichi un sostanziale equilibrio fra specie crostose, fogliose, fruticose e squamulose, e che questo equilibrio tenda a modificarsi via via che le condizioni climatiche diventano più umide e gli habitat sono caratterizzati da minori intensità di luce, come i boschi.

---

ECO/08

**LICHENI TERRICOLI DI AREE COSTIERE DELLA SICILIA SUD-ORIENTALE:  
PRIMO CONTRIBUTO**

Maria GRILLO, Giovanna Maria CANIGLIA

*DACPA, Sezione di Biologia ed Ecologia vegetale, Università di Catania, Via Valdisavoia 5,  
95123 Catania.*

Le coste della Sicilia conservano ancora aspetti di vegetazione lichenica terricola; questi sono meglio strutturati nelle aree sottoposte a vincoli di tutela, dove gli interventi e le utilizzazioni antropiche ridotte e l'assenza di pascolamento non compromettono la stabilità del suolo. Tali aree sono principalmente localizzate in siti archeologici e in zone retrodunali con vegetazione superiore rappresentata da aspetti tipici della macchia e della gariga mediterranee.

Il territorio indagato, dal punto di vista geologico, è costituito da sabbie e calcareniti organogene; a tratti affiorano vulcaniti basiche, come a Capo Passero e in alcune aree ristrette vicino Siracusa e Brucoli. Il clima presenta caratteristiche termomediterranee.

L'analisi floristica, condotta attraverso numerosi sopralluoghi, ha consentito di censire 27 specie terricole e 5 specie terricole-liticole fra cui *Heppia despreauxii* e *Fulgensia poeltii* che risultano, sulla base della check-list dei licheni d'Italia (Nimis, 2003), il secondo ritrovamento in assoluto e sono nuove per la Sicilia.

Prevalgono le forme di crescita squamulose, seguite dalle crostose; meno frequenti sono quelle foliose e fruticose. Sotto l'aspetto ecologico questa

florula, a carattere basifilo, si presenta abbastanza fotofila, mesoxerofila e scarsamente nitrofila.

L'indagine sulla vegetazione è stata condotta attraverso rilievi fitosociologici eseguiti su superfici di 1 m<sup>2</sup>. L'elaborazione dei dati è stata effettuata utilizzando il package Syn-Tax (Podani, 2001). Il dendrogramma ottenuto dalla classificazione gerarchica della matrice specie/rilievi ha consentito l'individuazione di tre clusters corrispondenti ad altrettanti tipi vegetazionali, appartenenti al *Toninion sedifoliae* Hadaè 1948 e ai *Psoretalia decipientis* Mattick ex Follm. 1974:

- aggruppamento a *Psora decipiens* dominante, su suolo arido e su superfici ben illuminate;
- aggruppamento a *Cladonia convoluta* dominante, su suolo meno arido e su superfici anche molto illuminate;
- aggruppamento a *Endocarpon pusillum* dominante, su suolo umido e su superfici riparate dalla luce.

In ciascuno di questi aggruppamenti si differenziano degli aspetti a *Heppia solorinoides* che colonizzano di preferenza le superfici dove si verifica un certo accumulo di sostanze organiche.

Le indagini, ancora in corso di svolgimento, consentiranno di acquisire ulteriori dati per meglio definire il ruolo di questi aggruppamenti distribuiti lungo le coste della Sicilia.

### **Bibliografia**

- NIMIS P.L., 2003, Checklist of the lichens of Italy 3.0., University of Trieste, Dept. of Biology, IN3.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
- PODANI J., 2001 – Computer Programs for Multivariate Data Analysis in Ecology & Sistematics. Budapest.
-

**FLORA LICHENICA EPIFITA DELLA VALLE STAFFORA (APPENNINO  
SETTENTRIONALE PAVESE)**

Daniela CHIAPPETTA, Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE, Stefania DE VITA  
*Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università di Pavia, Via S.  
Epifanio 14 – 27100 Pavia.*

Questo lavoro ha per oggetto lo studio della flora lichenica epifita della Valle Staffora situata nell'Appennino Settentrionale e non ancora indagata sotto il profilo lichenologico.

L'area di studio può essere indicativamente suddivisa in tre fasce altimetriche: una fascia planiziale (0-200 m s.l.m.) che corrisponde alla parte più settentrionale della valle, dove il paesaggio è caratterizzato da estese coltivazioni di cereali, barbabietole ed erba medica; una fascia collinare (200-800 m) dove, alle quote inferiori, si trovano per lo più frutteti, vigneti e coltivazioni di cereali, mentre in quelle superiori si sono mantenute le formazioni boschive originarie, prevalentemente querceto misto, talvolta soppiantato artificialmente dal castagneto. Infine, una fascia montana (800-1400 m) dove la vegetazione è caratterizzata da faggete generalmente mantenute a ceduo e spesso compenstrate da rimboschimenti di conifere, quali abete rosso (*Picea excelsa* (Lam.) Link), larice (*Larix decidua* Miller) e, soprattutto, pino nero (*Pinus nigra* Arnold); i crinali, inoltre, sono caratterizzati da ampi prati adibiti a pascolo (Greppi, 2000).

Sono stati effettuati campionamenti in 17 stazioni individuate lungo la valle; i forofiti considerati sono stati tiglio (*Tilia* sp.) e pioppo (*Populus nigra* L. e *Populus nigra* cv. *italica*) nella fascia planiziale; tiglio, pioppo, ciliegio (*Prunus avium* L.) e quercia (*Quercus pubescens* Willd.) nella fascia collinare; faggio (*Fagus sylvatica* L.) e ciliegio nella fascia montana. Il lavoro è stato svolto con l'ausilio di carte topografiche dell'I.G.M. 1:25000 e di Carte Tecniche Regionali 1:10000, mentre le coordinate delle stazioni sono state rilevate mediante un ricevitore G.P.S. Infine, i dati sono stati elaborati mediante il software GIS ArcView 3.2 che ha consentito il riporto cartografico dell'ubicazione delle stazioni.

Complessivamente sono stati identificati 76 taxa lichenici appartenenti a 40 generi: *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg non risulta ancora segnalata per la Lombardia. Le tre fasce altimetriche presentano una ricchezza floristica crescente lungo il gradiente altimetrico (nella fascia planiziale sono state rinvenute 35 specie, 46 in quella collinare e 52 in quella montana).

Fra i taxa di particolare interesse lichenologico vengono segnalati: *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. e *Usnea* sp., gli unici licheni fruticosi filamentosi reperiti in tutta la valle; *Fuscidea cyathoides* (Ach.) V.Wirth & Vezda, specie di foreste indisturbate, e *Physconia venusta* (Ach.) Poelt, tipica

del *Lobarion*, entrambe trovate una sola volta in faggeta; *Pertusaria pertusa* (Weigel) Tuck., specie sensibile all'inquinamento, rinvenuta vicino al greto del torrente in un pioppeto incolto e *Melanelia subargentifera* (Nyl.) Essl., un tempo indicata come "vulnerabile" nel libro rosso delle piante d'Italia (Nimis, 1992).

In relazione al substrato 31 taxa sono stati reperiti su una sola specie arborea (si tratta per lo più di licheni crostosi su faggio), 14 su due specie arboree, altri 14 su tre specie, 12 su quattro specie; solo 5 specie sono risultate indifferenti al tipo di substrato, tra cui *Lecanora chlarotera* Nyl. e, in accordo con Brodo (1973), *Parmelia sulcata* Taylor, indicata come la specie avente minore specificità nei confronti del substrato.

Per quanto riguarda le forme di crescita (Nimis, 2003) è evidente la preponderanza di talli crostosi (Cr=39%), seguiti dai talli fogliosi a lobi stretti (Fol.n=25%) e fogliosi a lobi larghi (Fol.b=24%), mentre i licheni fruticosi costituiscono solo l'11% (di cui solo il 3% sono fruticosi filamentosi) e quelli leprosi sono i più rari (1%). Il graduale aumento dei licheni fruticosi dalla fascia planiziale verso quella montana è probabilmente da correlare con la diminuzione del grado di urbanizzazione del territorio e con l'aumento delle precipitazioni atmosferiche che determinano condizioni ambientali più favorevoli per i licheni aeroigrofilo.

L'analisi dei dati relativi alla corologia (Wirth, 1995) mostra la predominanza di taxa con areale centrato nella parte centro-meridionale dell'Europa.

In relazione agli indici ecologici (Nimis, 2003), risulta che dalla fascia planiziale verso quella montana il grado di acidofitismo aumenta mentre diminuiscono i valori medi calcolati per gli altri indici. Questo rispecchia le diverse caratteristiche ambientali delle stazioni ubicate nelle varie fasce altimetriche: nella parte alta della valle i siti di campionamento sono costituiti principalmente da faggete che rappresentano un substrato tendenzialmente più acido e sono decisamente più umide, ombreggiate e meno influenzate dai fertilizzanti usati nelle pratiche agricole rispetto alle stazioni delle fasce collinare e planiziale.

Lo studio ha permesso di effettuare una valutazione quantitativa e qualitativa della flora lichenica epifita della Valle del torrente Staffora, di individuare taxa nuovi e/o interessanti per l'area, di ottenere una panoramica sulla situazione ecologica generale e di individuare aree in cui approfondire la ricerca con indagini specifiche.

## **Bibliografia**

- BRODO I.M., 1973 – *Substrate Ecology*, in: Ahmadjan V. & Hale M.E. - *The lichens*. Academic Press, 401-441.
- GREPPI P., 2000 – *L'Oltrepo Pavese collinare e montano. Guida turistica ed escursionistica. Fauna, Flora, Geologia, Storia dell'Appennino Pavese*. Greppi Editore.

- NIMIS P.L., 1992 – *Lista rossa dei Licheni d'Italia*, in : CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F. – *Libro rosso delle piante d'Italia*. WWF – Società Botanica Italiana, Roma: 503-555.
- NIMIS P.L., 2003, Checklist of the lichens of Italy 3.0., University of Trieste, Dept. of Biology, IN3.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
- WIRTH V., 1995 – *Flechtenflora*. 2 Auflage, Ulmer, Stuttgart, 661 pp.
- 

## FLO/02

### I LICHENI DELLA “SUGHERETA DI NISCEMI” (SICILIA SUD-ORIENTALE)

Giovanna Maria CANIGLIA, Maria GRILLO, Daniele VESPO

*DACPA, Sezione di Biologia ed Ecologia vegetale, Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania.*

La Riserva Naturale Orientata “Sughereta di Niscemi”, insieme al Bosco di Santo Pietro, costituisce il più importante relitto di sughereta mista a lecceta della Sicilia sud-orientale. Data la scarsità di contributi a carattere lichenologico relativi a quest'area, è stato intrapreso uno studio avente i seguenti obiettivi: analisi floristica, individuazione dei tipi di vegetazione lichenica più rappresentativi, valutazione della qualità dell'aria e caratterizzazione ecologica delle aree di riserva.

Il clima della zona è di tipo termomediterraneo secco; l'area più interna è influenzata da venti di nord-est, mentre verso la costa spirano venti provenienti da ovest e da sud.

La flora censita consta di 97 entità; prevalgono le forme di crescita crostose, seguite da quelle fogliose e fruticose. Degna di nota è la presenza di *Biatorrella fossarum*, nuova per la Sicilia, di specie e sottospecie rare come *Arthonia beccariana*, *Cladonia cervicornis* ssp. *verticillata*, *Leptogium cyanescens* e di specie minacciate come *Parmotrema hypoleucinum*.

I rilievi, eseguiti su scorza di sughera secondo il metodo fitosociologico (Braun-Blanquet, 1964), hanno consentito di riconoscere un aggruppamento a *Diploicia canescens* fisionomicamente caratterizzato da microlicheni, nell'ambito del quale sono state distinte una variante tipica, fotofila, mesoxerofila e dal nitrofitismo medio-alto, e una variante a *Ramalina canariensis* e *Flavoparmelia* sp. pl. a carattere igromesofilo e scarsamente nitrofilo. Nei siti più umidi e meglio conservati della riserva, quali Piano Stravolata e contrada Vituso, è stato individuato un aggruppamento a *Flavoparmelia caperata* con dominanza di macrolicheni e a carattere poco fotofilo, igro-mesofilo e assai poco nitrifilo.



Nelle radure al suolo si possono rinvenire popolamenti a *Cladonia* (*C. cervicornis* ssp.pl. *C. convoluta*, *C. pyxidata*, *C. rangiformis*), spesso frammisti a muschi e piccole terofite.

La valutazione della qualità dell'aria è stata ottenuta attraverso rilievi di biodiversità lichenica (Nimis *et al.*, 2001), che sono stati eseguiti su sughera in cinque stazioni ricadenti nella zona A della riserva. I valori di BL<sub>s</sub> ottenuti variano tra 37.7 e 75, secondo un gradiente crescente da sud-ovest a nord-est. Infatti le BL<sub>s</sub> più basse sono state rilevate nelle contrade Arcia e Pisciotto, ubicate nella parte sud-occidentale della riserva, più prossime all'area industriale di Gela. I valori più alti sono stati registrati a Piano Stravolata e nelle contrade Ulmo e Vituso, nella parte centrale e nord-orientale, corrispondenti alle aree più interne e meglio conservate della riserva.

Il dendrogramma ottenuto sottoponendo la matrice specie/rilievi ad analisi multivariata (Podani, 2000) separa due gruppi principali: uno comprende i rilievi eseguiti nei siti piuttosto eutrofizzati e a bassa BL<sub>s</sub> (Arcia, Pisciotto), l'altro raggruppa i rilievi condotti nelle aree più umide, scarsamente eutrofizzate e con alti valori di BL<sub>s</sub> (Piano Stravolata e Vituso). In posizione intermedia si colloca il gruppo di rilievi eseguiti in contrada Ulmo, un'area molto eutrofizzata e con il più alto valore di BL<sub>s</sub>. L'analisi delle componenti principali (PCA) conferma quanto ottenuto dalla classificazione gerarchica.

### **Bibliografia**

- BRAUN-BLANQUET J., 1964 – Pflanzensoziologie. Wien.  
NIMIS P.L., 2003 – Checklist of the Lichens of Italy 3.0., University of Trieste, Dept. of Biology, IN3.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it>).  
PODANI J., 2000 – Computer Programs for Multivariate Data Analysis in Ecology & Sistematics. Budapest.

---

**FLO/03**

### **INDAGINI LICHENOLOGICHE NEI MONTI DI PALERMO**

Domenico OTTONELLO

*Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Palermo, Via Archirafi 38, 90129 Palermo.*

L'indagine è stata effettuata in alcuni lembi di lecceta mista con elevata presenza di *Ilex aquifolium*, localizzata a Punte di Cuti 1072 m s.l.m.; tale località, secondo la definizione di Abate *et al.*(1978), rientra nei Monti di Palermo che ricadono nel F. n° 594 Partinico 1: 50.000 dell'I.G.M.

Dal punto di vista geologico l'area è inclusa nell'unità stratigrafica di Piana degli Albanesi, caratterizzata dalla presenza di argilliti, sideriti brune con livelli arenacei, arenarie quarzose a grana grossa, arenarie e argille sabbiose a foraminiferi planctonici (Flysch numidico del Langhitano inferiore-Oligocene) (Catalano *et al.*, 1978).

Dal punto di vista bioclimatico l'area è caratterizzata da un clima di tipo supra-mediterraneo umido superiore, con temperatura media mensile compresa tra 5,4 °C e 20,4 °C e una piovosità media di 1000 mm annui con 100 giorni piovosi. Sono frequenti le nebbie durante tutto l'arco dell'anno.

La vegetazione è caratterizzata da aspetti dell'*Aceri campestris* - *Quercetum ilicis* Brullo 1994 subass. *helleboretosum* Marcenò et Ottonello 1991, con notevole presenza di *Ilex aquifolium*, *Ostrya carpinifolia*; spiccano tra le altre *Acynos alpinus*, *Asperula laevigata*, *Cytisus villosus*, *Dryopteris villarii* subsp. *pallida*, *Erica arborea*, *Euonymus europaeus*, *Helleborus bocconii* subsp. *siculus*, *Lathyrus venetus*, *Mercurialis perennis*, *Osmunda regalis*, *Polystichum setiferum*, *Primula acaulis*, *Rubus canescens*, *Scilla bifolia*, *Symphytum gussonei*, ecc.

L'indagine lichenologica ha portato all'individuazione di 60 entità tra cui spiccano alcune specie normalmente epifite rinvenute su quarzarenite quali *Platismatia glauca* (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb., *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf., *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav., *Lasallia pustulata* (L.) Mérat, *Umbilicaria polyphylla* (L.) Baumg., *Parmotrema chinense* (Osbeck) Hale & Ahti.

Dallo spettro delle forme di crescita le entità risultano così distribuite: crostosi 25 (41,7 %), fogliosi 20 (33,3 %), fruticosi 11 (18,3 %), squamulosi 4 (6,7 %).

---

**FLO/04**

**INQUADRAMENTO SISTEMATICO DEI GENERI *NEOFUSCELIA* E  
*XANTHOPARMELIA***

Guido RIZZI, Paolo GIORDANI, Gabriele CASAZZA

*Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova.*

*Neofuscelia* e *Xanthoparmelia* sono i due generi di Parmeliaceae con il maggior numero di specie. Queste hanno caratteristiche morfologiche, chimiche, ecologiche molto simili che rendono spesso difficile una corretta determinazione. Recentemente alcuni autori hanno inoltre accorpato al genere *Xanthoparmelia* alcuni generi ritenuti finora separati grazie a prove di analisi genetica.

Emergono quindi problemi nell'inquadramento sistematico complessivo del gruppo, tanto più che ci sono prove discordanti sull'effettivo rango tassonomico del genere e di molte specie al suo interno. La presente ricerca si propone di analizzare 45 specie provenienti da tutto il mondo, al fine di ottenere un'analisi filogenetica.

In questo contributo, vengono presentati i dati preliminari relativi a 41 caratteri (ad esempio tipo di substrato di crescita, colore cortex inferiore, presenza/assenza isidi), in base ai quali è stata effettuata un'analisi cladistico-morfologica delle specie. Tali caratteri sono stati codificati per essere inseriti nel database e analizzati col programma PAUP. La costruzione di un cladogramma permetterà di quantificare le distanze genetiche che intercorrono tra le specie studiate e eventualmente suggerire una diversa disposizione di esse all'interno della famiglia delle Parmeliaceae.

---

**FLO/05**

**VARIABILITÀ GENETICA E MORFOLOGICA NEI LICHENI ENDOLITICI DEL  
GRUPPO *CALOPLACA* SECT. *PYRENODESMIA***

Lucia MUGGIA<sup>1</sup>, Mauro TRETACH<sup>1</sup>, Martin GRÜBE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, Via Giorgieri 10, I-34127, Italia.*

<sup>2</sup>*Institut für Botanik, Karl Franzens- Universität, Hoteigasse 6, A-8010 Graz, Austria.*

Le specie endolitiche di *Caloplaca* sect. *Pyrenodesmia*, che spesso crescono insieme sulle rocce calcaree e dolomitiche di ambienti esposti e soleggiati, costituiscono un gruppo molto problematico dal punto di vista tassonomico. A causa della loro peculiare forma di crescita, esse presentano infatti scarsi

caratteri diacritici facilmente osservabili. A ciò si aggiunge una notevole variabilità, apparentemente indotta da fattori ambientali.

In questo lavoro vengono presentati i primi risultati di uno studio basato sia sull'osservazione di caratteri morfo-anatomici che sull'analisi del DNA su materiale raccolto dagli autori. Da quindici a venti talli sono stati campionati in dieci stazioni scelte lungo un gradiente latitudinale lungo la penisola italiana, dal promontorio del Gargano alle Prealpi Sud-orientali, dal livello del mare ad un'altitudine di 1500 m circa.

Una porzione del tallo, possibilmente comprendente anche gli apoteci, è stata asportata dal substrato per isolare il DNA, e quindi le regioni nucleari ITS sono state amplificate mediante PCR usando i primers ITS1F ed ITS4.

L'analisi filogenetica dimostra che questo gruppo di licheni comprende numerose linee evolutive. Alcune caratteristiche del tallo (per esempio il colore del protallo) possono essere utilizzate per distinguere facilmente *C. erodens* dagli altri taxa considerati in questo studio. La differenziazione tra *C. alociza* e *C. agardhiana* in base alla presenza di cristalli nell'imenio è quanto meno problematica, in quanto la pruinosità degli apoteci dipende fortemente dalle condizioni ambientali di crescita e da eventuali danni causati dagli animali che se ne nutrono.

Viene infine discussa la validità del basionimo *Pyrenodesmia agardhiana* A. Massal. in base a ricerche d'archivio condotte presso l'Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Venezia.