

Valutazione del biodeterioramento da colonizzazione lichenica nel cimitero di Linguaglossa (CT)

Daniela Cataldo¹, Alfio Cannavò²

¹Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Catania; ²Via Terremorte, 23, Piedimonte Etneo, Catania.

Abstract

Lichens widely colonize both natural rock outcrops and the stone Cultural Heritage, on which they exert a rather strong deterioration impact. A new indexing approach (Index of Lichen Potential Deterioration Activity) was recently suggested to assess and quantify the adverse effects of lichens. In this study, the Index was applied to the cemetery of Linguaglossa (Catania, Sicily, Italy), where 43 *taxa* were listed.

Key words

Biodeterioration, cemetery, ILPBA, tombstone.

Riassunto

I licheni colonizzano sia gli affioramenti rocciosi che i manufatti, sui quali sovente esercitano un'azione deteriogena piuttosto forte. Recentemente diversi studi hanno dimostrato come sia possibile valutare quali effetti dannosi arrechi la colonizzazione lichenica e ne hanno proposto un'indicizzazione (Indice di Potenziale Azione Deteriogena dei Licheni, ILPBA). In questo studio le indagini sono state condotte all'interno del cimitero di Linguaglossa (CT): sono qui descritti i risultati dell'applicazione dell'Indice LPBA e sono elencati 43 *taxa*.

Parole chiave

Biodeterioramento, cimitero, ILPBA, lapide.

1. Introduzione

I licheni colorano variamente la gran parte delle superfici lapidee naturali e non che ci circondano, arricchendo la biodiversità complessiva (St.Clair & Seaward, 2004; Cogoni *et al.*, 2011, Nascimbene *et al.*, 2013); tuttavia, nel caso dei manufatti in pietra possono provocare danni consistenti alla conservazione del substrato stesso (Adamo & Violante, 2000). Essi infatti svolgono un'importante azione pedogenetica sulle superfici litiche: la CO₂ prodotta dalla loro respirazione viene convertita in acido carbonico all'interfaccia fra tallo e substrato, determinando un'azione di acidolisi; rilasciano acidi con proprietà chelanti che esercitano azione di complessolisi strappando al substrato

elementi chimici quali Fe, Al, Mg e Ca; la penetrazione delle ife causa un danno meccanico che può estendersi fino ad alcuni centimetri di profondità (Gazzano *et al.*, 2009).

La valutazione dell'impatto deteriogeno dei licheni sui monumenti in pietra rappresenta un tassello fondamentale per la definizione di programmi di conservazione che tengano conto delle problematiche di biodeterioramento. Piervittori *et al.* (2002) per primi introducono un Indice di Rischio Lichenico per stimare il pericolo dovuto alla presenza dei licheni più comuni sui beni culturali in pietra in riferimento alla morfologia dei talli, alla strategia riproduttiva e al loro impatto cromatico, fisico e chimico.

Successivamente viene proposto un nuovo indice, denominato ILPBA (Index of Lichen Potential Biodeteriogenic Activity), ancora in fase di verifica e di validazione su base statistica (Gazzano *et al.*, 2009; Piervittori *et al.*, 2009).

Nel presente contributo, l'ILPBA è da noi applicato al caso del cimitero di Linguaglossa (CT) al fine di apportare nuovi elementi alle conoscenze attuali in materia di biodeterioramento.

2. Area di Studio

Il cimitero di Linguaglossa (Fig. 1, 2, 3, 4) fu edificato fra il 1879 e il 1882. L'antico progetto dell'ingegnere Basilio La Piana, tuttora conservato presso gli archivi comunali, prevedeva che l'area cimiteriale fosse inscritta in un quadrato tagliato da due viali perpendicolari tra loro, in modo da produrre quattro quadrati più piccoli, ma di questo assetto ben poco è oggi rimasto a testimonianza. A una delle estremità dei viali troviamo il vestibolo, che rispetta il progetto originario, mentre all'estremità opposta abbiamo la prima costruzione a essere stata ultimata, cioè la chiesa, che raccolse le spoglie traslate dalle diverse chiese del paese, divenendo così l'ossario. Nell'anno 1901 fu predisposto il primo ampliamento.

La pietra calcarea utilizzata per gran parte dell'antico cimitero fu importata da Melilli (SR). Le aree cimiteriali e le lapidi recenti sono state, invece, costruite con materiali diversi: marmi, cementi, e calcestruzzi.

Il territorio di Linguaglossa presenta un clima piuttosto mite ma piovoso. La temperatura media annua è di 14°C, con temperature medie massime pari a 32°C registrate nel mese di luglio e valori medi minimi di 6.7°C registrati nel mese di gennaio. Le precipitazioni medie annue sono di 1130.3 mm, concentrate nei mesi che vanno da ottobre a maggio (Fig. 5).

Linguaglossa ricade all'interno del bioclimate meso-mediterraneo umido inferiore: la media delle massime del mese più freddo è di 11°C, mentre la media delle minime del mese più freddo è di 2,9°C. L'indice di termicità (It) di Rivas-Martinez è pari a 277 (Brullo *et al.*, 1996).



Fig.1. Veduta su uno dei viali.

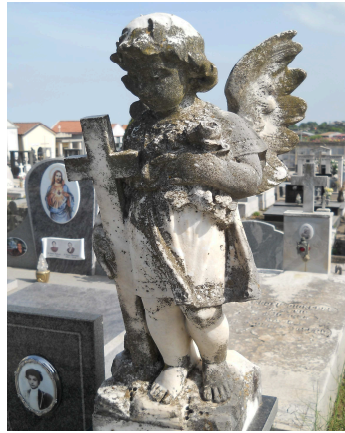


Fig. 2. Statua funebre.



Fig. 3. Statua funebre.



Fig. 4. Chiesa cimiteriale.

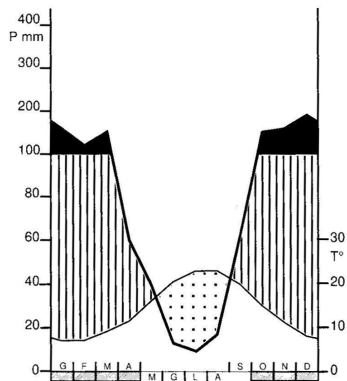


Fig. 5. Climogramma della stazione di Linguaglossa (Brullo *et. al.*, 1996).

Linguaglossa (CT) 560

B.M. Simeto e Alcantara

A.O. P 55 A.O. T 57

P 1130.3 T 14.3 E 9.5

T max ass. 40.7 M 32.2

T min ass. -8.0 m -1.8

P (mm) T (°C)

G = 163.5 G = 6.7

F = 117.4 F = 7.1

M = 145.7 M = 8.6

A = 59.9 A = 11.5

M = 40.2 M = 15.9

G = 12.7 G = 20.5

L = 8.8 L = 23.4

A = 17.0 A = 23.3

S = 63.1 S = 20.0

O = 147.2 O = 15.4

N = 162.4 N = 11.4

D = 192.6 D = 8.2

3. Materiali e metodi

Per le osservazioni, il campionamento e il riconoscimento delle specie licheniche sono stati effettuati numerosi sopralluoghi sul campo. Diverse entità sono state determinate *in situ*, mentre per altre è stato necessario approfondirne lo studio in laboratorio. Frammenti lapidei di dimensioni centimetriche interessati da colonizzazione lichenica e identificati come idonei per le procedure di applicazione dell'Indice LPBA (Piervittori *et al.*, 2010) sono stati prelevati utilizzando un approccio conservativo e conferiti presso il laboratorio del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali dell'Università di Catania.

Per l'identificazione dei campioni ci si è avvalsi dell'opera di Clauzade & Roux (1985) e delle informazioni reperibili sul sito ITALIC (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/italic/italic03>). Per quanto riguarda la nomenclatura ci si è attenuti a Nimis & Martellos (2008).

Al fine di caratterizzare ecologicamente la flora lichenica sono stati usati gli indici di Wirth (1980), rivisitati da Nimis (2008), riguardanti il pH del substrato, la radiazione solare, l'aridità e l'eutrofizzazione.

Per applicare l'Indice LPBA, approccio su base sperimentale per quantificare il complessivo impatto dei licheni sui materiali lapidei in riferimento al volume di influenza, al potenziale riproduttivo, all'azione fisico-chimica e alla bioprotezione operata da ciascuna specie (Piervittori *et al.*, 2009), sono state osservate al microscopio ottico sezioni lucide dei frammenti prelevati *in situ*, inclusi in resina di poliestere e successivamente colorati secondo il metodo PAS (Documento UNI 10922, 2001; Favero-Longo *et al.*, 2005) presso il Dipartimento di Chimica e di Botanica dell'Università di Catania. Il calcolo dell'indice ha riguardato superfici colonizzate da *Verrucaria nigrescens* Pers. e *Bagliettoa parmigera* (J.Steiner) Vězda & Poelt. L'indice è stato applicato separatamente per le aree colonizzate dalle due specie, seguendo per il resto la formulazione originaria proposta da Gazzano *et al.* (2009), riferendosi alle diverse scale parametriche ivi riportate:

$$LPBA = \log \sum_{ij=1}^n \left\{ a_{ij} b_j \left[c_{ij} (d_{ij} + e_i) f_{ij} \right]^{g_{ij}} \right\}$$

dove, per la *i*-esima specie sul *j*-esimo litotipo, *a* è la copertura, *b* il potenziale di riproduttività, *c* la profondità delle ife, *d* ed *e* sono rispettivamente azione fisica e chimica, *f* è la diffusione ifale e *g* l'effetto bioprotettivo.

Il valore di ciascun parametro è stato assegnato nella maniera seguente:

a) Copertura: sono stati assegnati valori percentuali di copertura per ciascuna delle due specie grazie all'osservazione in campo e all'analisi fotografica di 20 quadrati di dimensioni 20x20 cm, distribuiti su una superficie di circa 80 mq.

b) Potenziale riproduttivo: il valore è stato assegnato sulla base delle condizioni di fertilità dei talli osservati.

c) Profondità di penetrazione ifale (azione fisica; dispersione ifale): i valori sono stati assegnati grazie all'osservazione allo stereomicroscopio dei campioni in sezione.

e) Per l'azione chimica si è fatto riferimento al sito: <http://liasnames.lias.net/>.

g) Bioprotezione: nell'impossibilità di effettuare sperimentazioni ad hoc, si sono ricercate eventuali informazioni disponibili sulle specie indagate in letteratura.

4 Risultati

4.1 Flora lichenica

L'indagine compiuta ha portato all'identificazione di 43 entità (40 specie, 2 sottospecie e 1 varietà) appartenenti a 21 generi. Il genere più abbondante è *Caloplaca* con 11 entità, seguito da *Verrucaria*, presente con 5 specie. Si menziona in particolare la presenza di *Caloplaca pellodella* (Nyl.) Hasse, specie piuttosto rara, non riportata in diverse regioni italiane (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/italic/italic03>).

L'eterogeneità dei materiali utilizzati per la costruzione dei manufatti (pietra lavica, marmo, calcareniti e calcestruzzo) ha favorito l'insediamento di specie con esigenze differenti e quindi garantito una interessante diversità floristica. La flora lichenica si concentra maggiormente sulle superfici verticali, sulle aree con una buona esposizione solare e meno nelle zone inclinate dove presumibilmente le condizioni sono più favorevoli alla crescita dei muschi.

4.2 Elenco floristico

Acarospora microcarpa (Nyl.) Wedd.
Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins & Scheid.
Aspicilia calcarea (L.) Mudd
Aspicilia cheresina (Müll.Arg.) Hue
Aspicilia contorta ssp. *hoffmanniana* S. Ekman & Fröberg
Bagliettoa parmigera (J.Steiner) Vězda & Poelt
Caloplaca aurantia (Pers.) Hellb.
Caloplaca citrina (Hoffm.) Th.Fr.
Caloplaca crenularia (With.) J.R.Laundon
Caloplaca crenulatella (Nyl.) H.Olivier
Caloplaca erythrocarpa (Pers.) Zwackh
Caloplaca flavescens (Huds.) J.R.Laundon
Caloplaca flavovirescens (Wulfen) Dalla Torre & Sarntn.
Caloplaca holocarpa (Ach.) A.E. Wade
Caloplaca pellodella (Nyl.) Hasse
Caloplaca polycarpa (A.Massal.) Zahlbr.
Caloplaca teicholyta (Ach.) J.Steiner
Candelariella vitellina (Hoffm.) Müll.Arg.
Catillaria lenticularis (Ach.) Th.Fr.

Diploicia canescens (Dicks.) A.Massal.
Diplotomma chlorophaeum (Leight.) Szatala
Lecania erysibe (Ach.) Mudd
Lecanora campestris (Schaer.) Hue
Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf.
Lecanora rupicola (L.) Zahlbr. ssp. *rupicola* v. *rupicola*
Lecidella asema (Nyl.) Knoph & Hertel
Lepraria s. lat.
Lobothallia radiosa (Hoffm.) Hafellner
Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg
Physcia adscendens (Fr.) H.Olivier
Protoparmeliopsis muralis (Schreb.) M.Choisy
Rinodina bischoffii (Hepp) A.Massal. v. *bischoffii*
Rinodina gennarii Bagl.
Verrucaria calciseda DC.
Verrucaria macrostoma DC.
Verrucaria muralis Ach.
Verrucaria nigrescens Pers.
Verrucaria viridula (Schrad.) Ach.
Xanthoparmelia conspersa (Ach.) Hale
Xanthoparmelia pulla (Ach) O.Blanco, A.Crepeo, Elix, D.Hawksw.&Lumbsch
Xanthoparmelia tinctina (Maheu & A. Gillet) Hale
Xanthoria calcicola Oksner
Xanthoria parietina (L.) Th.Fr.

4.3 Forme di crescita

Lo spettro delle forme di crescita (Fig. 6) evidenzia un elevato numero di microlicheni (60% crostosi, 12% crostosi placodiomorfi e 7,2% crostosi endolitici) e un numero assai minore di macrolicheni (17% fogliosi).

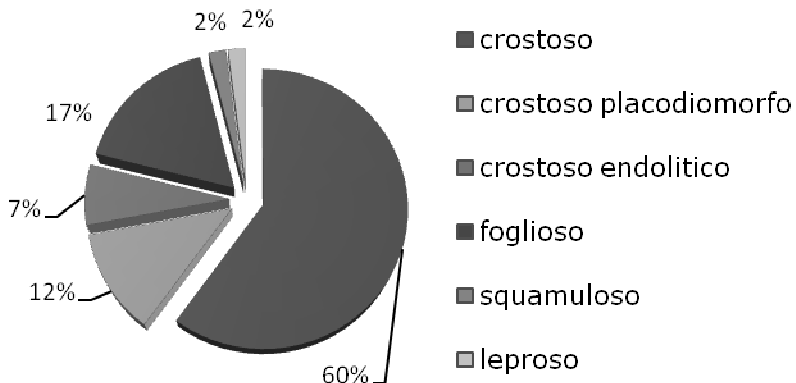


Fig. 6. Spettro delle forme di crescita.

4.4 Modalità di riproduzione ed ecologia

La quasi totalità dei licheni trovati (Fig. 7) si riproduce prevalentemente con modalità sessuata (79%). Le specie con apoteci sono prevalenti sulle superfici orizzontali, mentre le specie con periteci sulle pareti verticali.

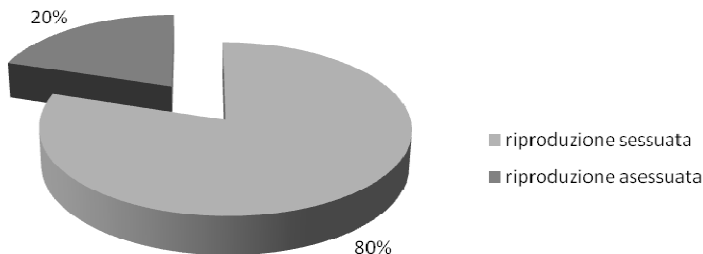


Fig. 7. Spettro delle modalità di riproduzione

Secondo gli indici ecologici di Wirth, un cospicuo contingente di specie si stabilisce su substrati sia acidi che basici (pH), una quota altrettanto importante colonizza substrati fortemente basici, come nel caso della pietra calcarea utilizzata. Per quanto riguarda la luminosità (L), la quasi totalità dei licheni censiti vive usualmente in zone ben assolate. Il rilevamento effettuato su superficie a diversa esposizione ha evidenziato la preferenza delle diverse specie per zone a radiazione non diretta e zone caratterizzate da un forte irraggiamento diretto. Relativamente al fattore umidità (H) le specie più rappresentate sono quelle che vivono in un ambiente di passaggio tra il mesofilo e lo xerofilo; una piccola quota di esse si rinviene usualmente in aree prettamente xerofile. Un alto numero di specie colonizzano gli ambienti molto eutrofici, solo alcune al contrario vivono in zone a ridotta eutrofizzazione.

4.5 Applicazione dell'indice LPBA

Verrucaria nigrescens (Fig. 8) e *Bagliettoa parmigera* (Fig. 9) risultano ben distribuite nel sito in esame sia sulle pareti verticali che orizzontali; tra le due la prima specie indicata è visivamente la più impattante. *Verrucaria nigrescens* sviluppa in alcuni settori coperture medie pari all'85% delle superfici rilevate. Nelle zone interessate dalla colonizzazione di *Bagliettoa parmigera*, tale specie endolitica sviluppa coperture medie del 70%. Il parametro "a", il cui valore assegnato è dato alla singola specie, mostra in entrambi i casi valori superiori al 50% (Tab. 1).

Per il parametro "b" (potenziale riproduttivo), è stato dato valore 5 ad entrambe le specie in quanto caratterizzate nel sito esaminato dalla presenza di ascocarpi fertili.

Per il parametro "c" (profondità di penetrazione ifale), è stato dato valore

massimo per ambedue le specie, poiché nelle sezioni lucide si osserva una profondità ifale superiore a 3000 µm.

Per il parametro “d” (azione fisica) sono stati assegnati i valori 3 a *V. nigrescens*, che causa il distacco di microframmenti, e 1 a *B. parmigera*, che non sembra provocare fenomeni di disaggregazione.

Per “e” (azione chimica) sono state utilizzate le informazioni provenienti dal sito web <http://liaslight.lias.net>, nel quale è riportata per le due specie la mancanza di metaboliti secondari, pertanto è stato assegnato il valore 0.

Per “f” (dispersione ifale) sono stati rilevati rispettivamente valori pari a 0,7, corrispondente ad una dispersione ifale compresa tra il 50 e il 20%, e 0,1, corrispondente a una dispersione inferiore al 5% (Figg. 9-10). Il parametro “f” risulta piuttosto influenzato dalla natura del substrato, che essendo poco cementato, permette una “facile” propagazione delle ife.

Per il parametro “g”, l’osservazione di campo e la mancanza di notizie bibliografiche a riguardo, non consentono di stabilire se le specie forniscono azione bioprotettiva e per questo si è assegnato valore 1.

In riferimento a tali parametri, i valori di LPBA calcolati rispettivamente per le superfici colonizzate da *V. nigrescens* e *B. parmigera* sono 3,98 e 2.5.

Tab. 1. Applicazione dell’indice LPBA sulle specie licheniche *V. nigrescens* e *B. parmigera*. Per la descrizione dei parametri (a-g) vedi testo.

Specie lichenica	Litotipo	PARAMETRI							s.s.c.*	LPBA
		a	b	c	d	e	f	g		
<i>V. nigrescens</i>	calcare	85	5	10	3	0	0,7	1	9450	3,98
<i>B. parmigera</i>	calcare	70	5	10	1	0	0,1	1	350	2,5

*S.s.c. Singol species contribution: valori calcolati per le singole specie su plot selezionati per il calcolo dell’indice.

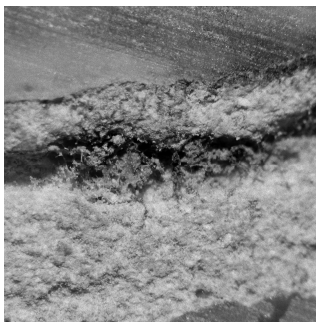


Fig. 8. *V. nigrescens* in sezione lucida.



Fig. 9. *B. parmigera* in sezione lucida.

Concludiamo sottolineando che, laddove uno studio del genere serva ad implementare interventi di manutenzione e restauro di manufatti lapidei, tutti i parametri indagati andrebbero accompagnati da studi approfonditi relativi anche all'impatto delle condizioni meteo-climatiche delle località prescelte: è risaputo che la composizione delle piogge gioca un ruolo molto importante nel modo in cui si dissolve la roccia (Del Monte, 1996), fattore questo che potrebbe influenzare l'andamento della disgregazione operata dalle coperture licheniche. Il nostro studio, non finalizzato a opere di restauro e conservazione, ha consentito di portare nuove conoscenze relativamente all'applicazione dell'indice stesso. Il valore da noi ottenuto utilizzando l'LPBA per le aree colonizzate da *V. nigrescens* è di 3,98. Il valore è paragonabile a quello ottenuto da Gazzano *et al.* (2009) per comunità licheniche su opere architettoniche e archeologiche in arenaria in siti del Piemonte. Il valore calcolato per le superfici colonizzate dalla specie endolitica *B. parmigera* nel medesimo cimitero di Linguaglossa risulta invece decisamente inferiore, in particolare in riferimento alla scala logaritmica applicata per il calcolo dell'ILPBA. Superiore era risultato invece il valore da noi calcolato presso il castello Eurialo di Siracusa (ILPBA=4,69; Grillo *et al.*, 2010), verosimilmente più elevato in relazione alla vicinanza al mare che contribuisce all'alterazione della roccia.

Nonostante il valore di ILPBA calcolato per Linguaglossa (in particolare per le aree colonizzate da *V. nigrescens*) sia relativamente alto, l'assenza di ornamentazioni particolari e lo spessore dei manufatti, ci fa comunque ritenere che l'effetto del biodeterioramento possa essere considerato trascurabile rispetto a quello di altri fattori di degrado, suggerendo come la tipologia di monumento e le condizioni ambientali generali siano elementi assolutamente non trascurabili nel valutare l'impatto dei licheni sulle problematiche di conservazione.

Bibliografia

Adamo P., Violante P., 2000. Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity. *Applied Clay Science* 16: 229-256.

Brullo S., Scelsi F. Siracusa G., Spampinato G., 1996. Caratteristiche bioclimatiche della Sicilia. *Giornale Botanico Italiano*, 130: 177-185.

Clauzade G., Roux C., 1985. Likenoj de Okcidenta Europo. Ilustrita detemnlbro. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest.*, n. spec. 7, 893 pp.

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

Del Monte M., 1996. Experimental weathering test on granitic rocks. In *Conservation of granitic rocks with application to the megalithic monuments*. CE Research report n. 5 (J. Delgado - Rodrigues ed.): 192-193.

Favero Longo S.E., Castelli D., Salvadori O., Belluso E., Piervittori R., 2005. Pedogenetic action of lichens *Lecidea atrobrunnea*, *Rizhocarpon geographicum gr.* and *Sporastatia testudinea* on serpentinized ultramafic rocks in an alpine environment. *International Biotederioration & Biodegradation*, 56: 17-27

Gazzano C., Favero-Longo S., Matteucci E., Roccardi A., Piervittori R., 2009. Index of Lichen Potential Biodeteriogenic Activity (LPBA): A tentative tool to evaluate the lichen impact on stonework. *International Biodeterioration & Biodegradation* 63: 836-843.

Grillo M., Guglielmo A., Carasi S., 2010. Colonizzazione lichenica e valutazione del biodeterioramento nel Castello Eurialo di Siracusa (Sicilia sud-orientale). *Quad. Bot. Amb. Appl.*, 21: 127-134.

Nascimbene J., Nimis P.L., Ravera S., 2013. Evaluating the conservation status of epiphytic lichens of Italy: A red list. *Plant Biosystems* 147: 898-904.

Nimis P.L., Martellos S., 2008. Checklist of Lichen of Italy 4.3. Univ. of Trieste, Dept. of Biology, IN4.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it>).

Piervittori R., Roccardi A., Isocrono D., 2002. Aspetti del controllo della colonizzazione lichenica sui monumenti. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana*, 15: 71-72.

Piervittori R., Favero-Longo S.E., Gazzano C., 2009. Lichens and biodeterioration of stonework: a review. *Chim Oggi Chem Today* 27: 8-11.

Piervittori R., Favero-Longo S.E., Gazzano C., Matteucci M., Caneva G., Grillo M., Modenesi P., Nimis P.L., Roccardi A., Salvadori O., 2010. Index of Lichen Potential Biodeteriogenic Activity: call for validation, *Proceedings of the 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo 6th-8th December 2009), Vol. I: 329-333.

St. Clair L.L., Seaward M.R.D., 2004. *Biodeterioration of Stone Surfaces*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 291 pp.

Wirth V., 1980. *Flechtenflora*. Ulmer, Stuttgart, 522 pp.