

La notte degli *exsiccata* viventi

Era stata strappata al masso muschioso su cui vegetava serena da diversi lustri in nome di un'insulsa *revisione della sezione Cocciferae nelle Alpi meridionali sulla base di dati d'erbario ed inediti*, sballottata per chissà quali sentieri rinchiusa in una buia scatoletta di plastica dove si era ritrovata pigiata in mezzo ad altre sventurate come lei, infine fatta essiccare su un vecchio tavolo ingombro di innumerevoli altre Cladonie che attendevano impotenti il loro museale destino, e ora si trovava poggiata su uno scaffale in fianco alla busta in cui presto sarebbe stata rinchiusa per sempre. Ma quella *Cladonia* cf. *coccifera* ancora non era rassegnata alla prospettiva di trascorrere l'eternità intrappolata in un cartoccio d'erbario e, approfittando dell'assenza notturna del suo carceriere, stava tentando di escogitare qualcosa per fuggire – operazione non propriamente facile, quando sei un lichene.

Tutt'a un tratto, il silenzio del laboratorio fu incrinato da un fruscio. Proveniva da una scatola austeramente riposta sotto l'etichetta "*bellidiflora*", stipata di buste per lo più incartapecorite e impolverate. Un podezio rachitico ed ingiallito dal tempo e da una conservazione inadeguata era silenziosamente strisciato fuori da una impercettibile apertura nella busta che lo imprigionava, e lentamente cominciò a spingere per aprirla e liberarne l'intero contenuto. Bastò un attimo e, vinta la resistenza della carta *acid-free*, l'orrido podezio si sollevò dalla busta.

La visione era raccapricciante: quella che un tempo era stata una *Cladonia bellidiflora* maestosa, splendente sotto la sua fiera corona scarlatta e rivestita di squamule lucide e diritte, era ora ridotta a un *exsiccatum* rinsecchito e semisbriciolato, conservato neanche troppo bene: l'acido rhodocladonico si era degradato lasciando dietro di sé apoteci ammassati dal corrotto colore brunito-nerastro, molte squamule si erano spezzate o sbeccate lasciando i podezi irti di grotteschi moncherini spigolosi e il bel colorito glaucescente originario aveva lasciato il posto ad un malsano giallastro che annunciava morte, o qualcosa di peggio (la sciatteria del curatore dell'erbario, per esempio).

Ma uno scricchiolio dal lato opposto dello scaffale distolse la nostra *Cladonia* cfr. *coccifera* dalla raccapricciante visione e la fece voltare (si fa per dire). Da un'altra serie di buste provenivano parimenti scricchiolii e fruscii, e ben presto fu svelato il perché: anche dalla scatola etichettata come "*sulphurina*" si erano levati alcuni podezi redivivi. In quel caso lo spettacolo era ancora più disgustoso, essendo nota la specie per essere giallognola e deforme già quando fresca e in salute; figuratevi cosa poteva essere dopo trent'anni in una busta d'erbario. Inguardabile agli occhi di una povera *Cladonia* cfr. *coccifera* appena erborata, con le sue eleganti squamule ancora tutte integre e gli apoteci turgidi e

Le interviste: Marco Ciardi

A cura di Enrica Matteucci
notiziario@lichenologia.eu

Per la ripresa di questa rubrica abbiamo pensato di uscire dall'ambito strettamente lichenologico e di porre qualche domanda a Marco Ciardi, professore associato all'Università di Bologna, esperto di storia del pensiero scientifico, interessato ai rapporti tra scienza e letteratura e tra scienza e pseudoscienza, anche divulgatore che si è occupato delle relazioni tra cultura scientifica, educazione e democrazia. È socio effettivo del Comitato Italiano per il Controllo delle Affermazioni sulle Pseudoscienze (CICAP).

Enrica Matteucci **(EM)**: Mi sembra che spesso “gli scienziati” (anche i lichenologi) vengano chiamati a occuparsi di divulgazione e si chieda loro di parlare ad un pubblico di non esperti, e in queste occasioni corriamo il rischio di incorrere in errori, anche grossolani. Dalla tua esperienza puoi ricavare consigli e avvertimenti per i lichenologi che, per passione o necessità, si trovino a parlare per un pubblico di non lichenologi?

Marco Ciardi **(MC)**: Non è semplice dare dei consigli, anche perché sono convinto che ognuno debba crearsi uno stile personale di comunicazione, quello che sente più affine alla propria personalità. Certamente però ci sono delle buone regole che ci si può sforzare di rispettare. Prima di tutto è necessario parlare delle cose che si conoscono bene. Il più grande rischio di commettere errori è quando ci si allarga ad argomenti che non si padroneggiano. Sfruttare le proprie competenze è essenziale. Soprattutto nel caso della lichenologia, che richiede conoscenze specifiche, tali da poter essere padroneggiate solo dagli specialisti della materia. Ciò pone i lichenologi in una posizione di vantaggio rispetto a tutti gli altri comunicatori. Poi bisogna fare lo sforzo di uscire dal proprio specialismo, con un linguaggio semplice e chiaro. Non bisogna dare mai niente per scontato, anche quelle cose che noi riteniamo siano di conoscenza elementare. Per il pubblico che ascolta non è così. Però si deve evitare di fare la noiosa lezione scientifica. Quello che consiglio io (da storico) è di raccontare sempre delle storie. Le storie affascinano, fanno presa su chi le ascolta e fanno passare concetti molto importanti. Naturalmente c'è tutta una serie di norme formali che un buon relatore deve rispettare. Ma su questo preferirei rimandare alla lettura di un decalogo essenziale, elaborato da uno dei più importanti storici del Novecento, ma anche bravissimo conferenziere. Scritte per i giovani, ma

In ambito strettamente lichenologico i contributi sono molto più limitati, e anche le pubblicazioni che analizzano l'illustrazione lichenologica non abbondano. L'argomento riveste un ruolo importante in alcuni lavori che descrivono la presenza di licheni nelle opere di grandi botanici del passato come Fabio Colonna (Roca *et al.*, 1998) o Federico Cesi (Nimis & Zucconi, 2006), in cui gli autori riportano alcune delle tavole pubblicate in tali opere. Altri lavori sottolineano l'utilità dell'iconografia per risolvere – o almeno tentare di risolvere – problemi tassonomici e nomenclaturali (Laundon, 1984; Piltaver, 1997; Tretiach, 1998). Un contributo tematico molto interessante e dettagliato è poi quello di Obermayer (2008), che ha rintracciato la gran parte delle raffigurazioni esistenti di talli fertili di *Cetraria islandica* disponibili nella letteratura; si tratta però purtroppo di un contributo praticamente unico nel suo genere.

Va considerato che alcune specie hanno avuto il 'privilegio' di venire più illustrate di altre: si tratta di quelle tradizionalmente utilizzate dall'uomo per le loro proprietà officinali, prima fra tutte proprio *Cetraria islandica* (v. Obermayer, 2008), spesso insieme a *Lobaria pulmonaria* (Fig. 1). Tali specie erano infatti spesso raffigurate nei testi di botanica generale, di erboristeria o di medicina (va ricordato infatti che almeno fino al XVIII secolo la botanica, a livello accademico, era una branca della medicina). Proprio in uno di questi testi si trova una delle più antiche raffigurazioni di licheni, in cui compaiono queste due specie insieme a *Cladonia* cfr. *pyxidata* (Camerarius, 1590; Obermayer, 2008). Queste opere non sono però contemplate nel resoconto che segue, poiché aggiungerebbero ben poca sostanza ad una trattazione dell'illustrazione lichenologica.

Altri taxa hanno attirato maggiormente l'attenzione dei botanici per le loro forme più stravaganti e cospicue rispetto alla media dei licheni. Come non pensare al genere *Cladonia*, a cui è stato interamente dedicato un manoscritto di oltre 400 pagine, illustrato a mano con inchiostro e acquerelli, attualmente conservato presso la Biblioteca dell'Università di Chicago (Gage, 1815). Il genere *Cladonia*, con l'ampia varietà di forme che lo caratterizza, ben si presta ad essere un soggetto per disegnatori professionisti e appassionati... e non solo, come si vedrà in seguito. Ne sono ottimi esempi le illustrazioni a tratto di *De Nederlandse Cladonias* (Hennipman, 1978), riprese in seguito da Wirth (1980), Aptroot *et al.* (2011) e Wirth *et al.* (2013), nonché quelle, altrettanto accurate, che corredano molti lavori di Stenroos (e.g. 1986, 1988, 1989a, b, c, 1993).

Figura 4. Illustrazione di Lobaria pulmonaria dai volumi dedicati ai licheni della English Botany di Smith & Sowerby (1843; 1844).

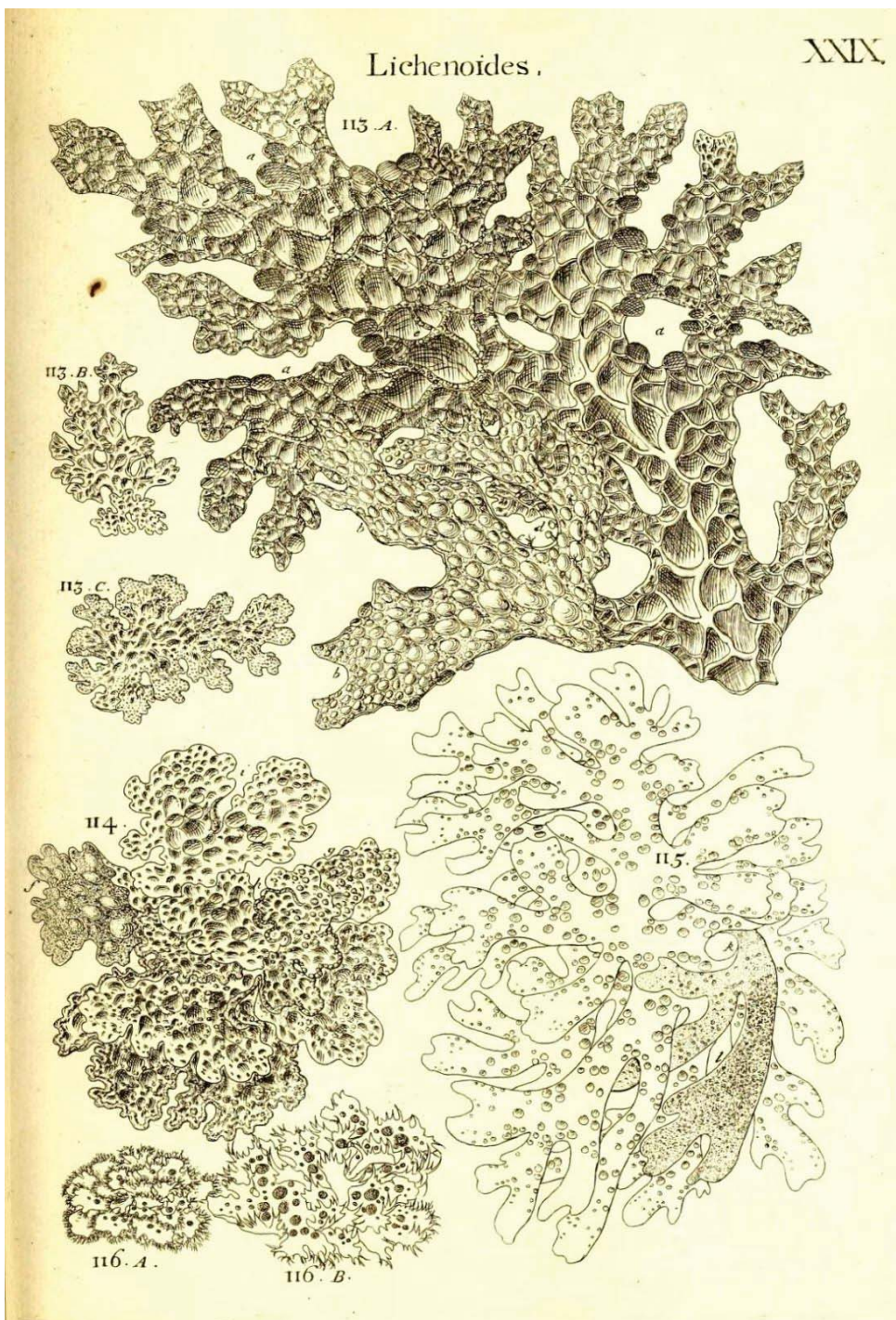


Figura 5. Tavola 29 dalla *Historia Muscorum* di Dillenius (1741).

Vanno ricordate anche le dieci tavole dipinte ad olio da **Thomas Hörman** che raffigurano la maggior parte delle specie licheniche incluse nella *Flora Carniolica* di Scopoli (1760) (Piltaver, 1997; Tretiach, 1998), tuttora inedite.

Uno dei primi contributi illustrati riguardanti solamente le crittogame è la *Historia Muscorum* di **Johann Jacob Dillenius** (1684-1747) (Dillenius 1741). Vi si trovano insieme alghe, muschi, epatiche e licheni, che venivano all'epoca considerati organismi simili. Le 85 tavole sono state incise dallo stesso Dillenius; tra di esse, in 24 sono raffigurati esemplari chiaramente riconoscibili come licheni, talvolta misti ad epatiche (Fig. 5). Il tratto è piuttosto dettagliato per i muschi, meno per gli altri gruppi trattati, ma in genere le specie sono abbastanza ben riconoscibili. Alcune tra queste illustrazioni furono utilizzate da Withering (1776) per descrivere come nuove specie quelle poi oggetto del contributo di Laundon (1984).

Da ricordare anche l'*Essai sur les Cryptogames des écorces exotiques officinales* di **Antoine Laurent Apollinaire Fée** (1789-1874). Il trattato di Fée (1824) include una sezione in cui l'autore propone un suo metodo di classificazione dei licheni, rispecchiato anche dalla composizione nelle prime tavole relative a questi organismi. In quest'opera, 15 tavole raffigurano licheni. Si tratta di tavole affollate di esemplari un po' come quelle che si trovano nelle opere di Acharius, che tentano di mostrare un'ampia varietà di specie in uno spazio contenuto.

I licheni si guadagnano per la prima volta nella storia della Scienza (e dell'illustrazione naturalistica) il posto di unici protagonisti di una pubblicazione illustrata con i tre volumi della *Descriptio et adumbratio plantarum e classe cryptogamica Linnaei quae Lichenes dicuntur* di **Georg Franz Hoffmann** (1760-1826), pubblicati a cavallo tra il Settecento e l'Ottocento (Hoffmann, 1790; 1794; 1801). L'incisione sul frontespizio, che ritrae dei putti che si dilettano di lichenologia con tanto di lente e microscopio, è diventata un classico ripreso poi in diversi contesti successivi da altri lichenologi; ad esempio, fu utilizzata come logo del convegno della Società Lichenologica Italiana tenutosi a Roma nel 2001. Con Hoffmann si assiste a qualcosa che fino ad allora era stato concesso solo alle piante, e cioè che ogni specie fosse protagonista di una tavola – o almeno di una mezza tavola – a lei dedicata in un testo esclusivamente lichenologico (Fig. 6).

La trilogia di Hoffmann precede di alcuni anni i lavori dello svedese **Erik Acharius** (1757-1819), il discepolo di Linneo considerato "il padre della lichenologia" per aver operato una prima dettagliata suddivisione dal punto di vista tassonomico di tutti quegli organismi che il suo mentore aveva sistemato nell'unico genere *Lichen*. Alcune tavole illustrate sono presenti anche nei lavori di Acharius (1798; 1803; 1810; 1814), ma sono ridotte all'essenziale e decisamente affollate di piccoli disegni che non lasciano apprezzare appieno i dettagli.

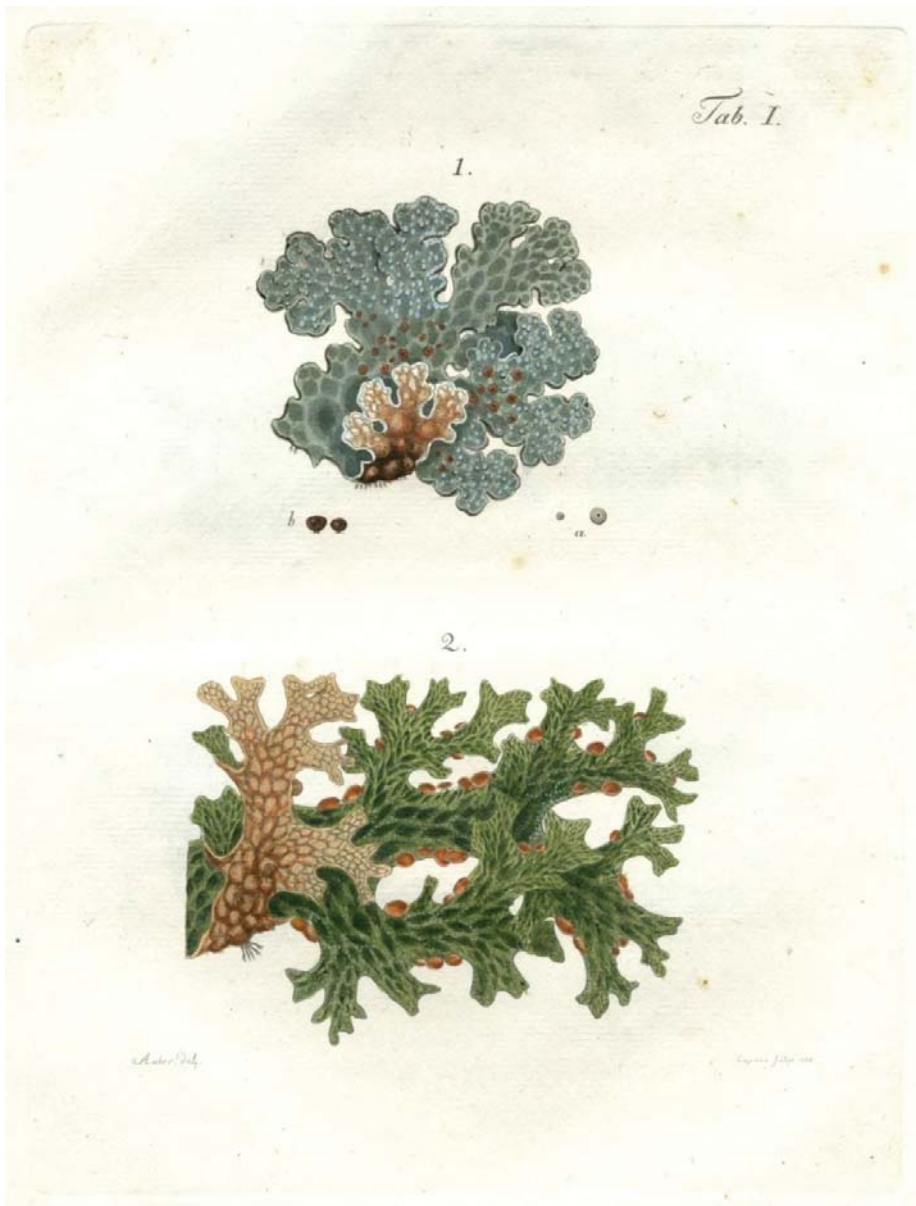


Figura 6. Tavola 1 da Hoffmann (1790), raffigurante *Lobaria scrobiculata* e *Lobaria pulmonaria*. Il disegno non è limitato al tallo, ma include anche alcuni particolari. Le tavole di ogni copia del libro venivano colorate a mano, come si può verificare confrontando copie diverse del libro.

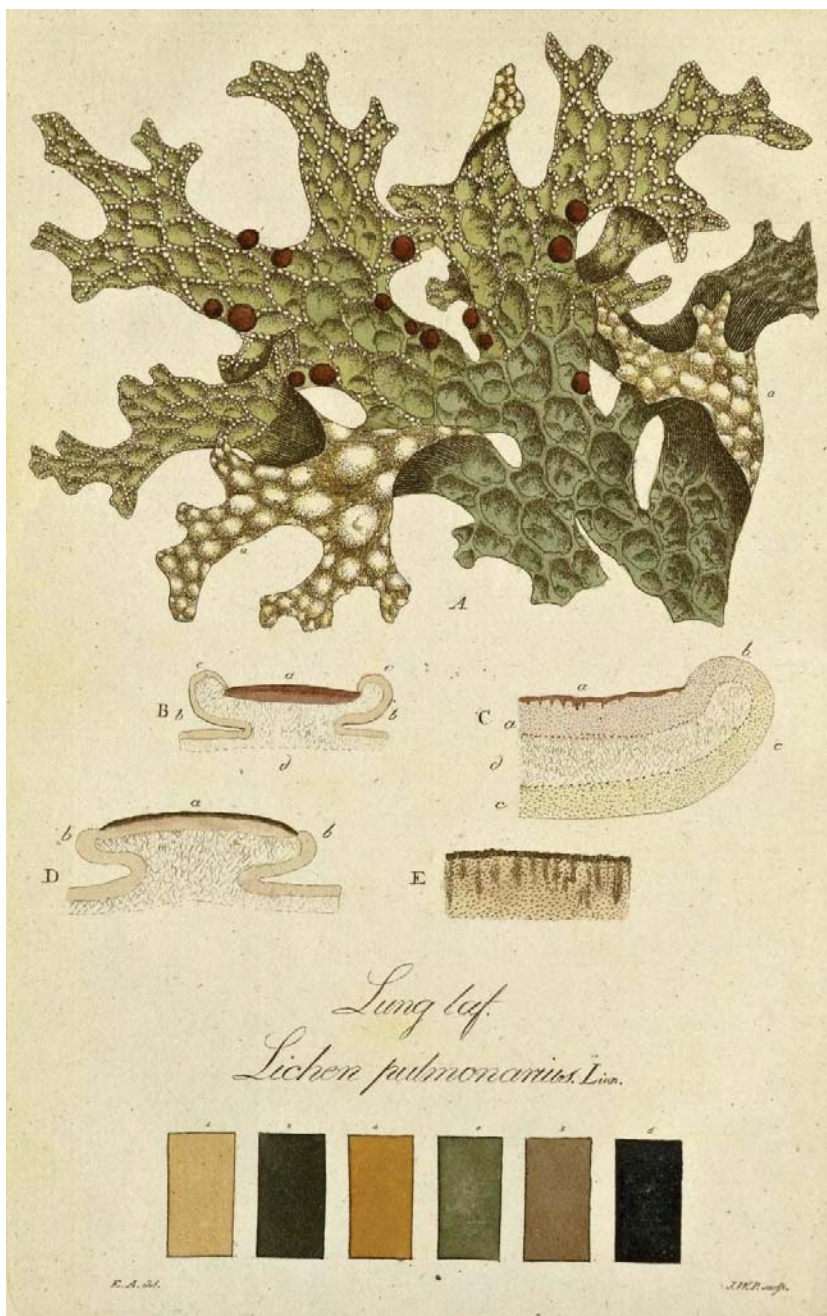


Figura 7. Tavola 20 dal settimo fascicolo della *Svenska Läfvarnas Färghistoria* di Westring (1805-1809), che raffigura *Lobaria pulmonaria* con alcuni particolari degli apotecii e i riquadri con i colori che si possono estrarre da questo lichene. Si nota anche in questo caso un richiamo alla figura di Hoffmann (1790), che non è però ricopiata pedissequamente come da Roumequère (1868) (v. Fig. 17), ma, anzi, risulta anche più realistica e meno 'piatta'.

Unico nel suo genere, non solo per gli argomenti ma anche per le illustrazioni, è *Svenska Lafvarnas Färghistoria*, di un altro svedese, **Johan Peter Westring** (1753-1833) (Westring, 1805-1809). Si tratta di un'opera pubblicata in 8 fascicoli, ognuno dei quali tratta in dettaglio tre specie licheniche delle quali l'autore descrive le proprietà e i possibili impieghi pratici, quelli alimentari a quelli tintori; in pratica un manuale sull'utilizzo dei licheni svedesi. Westring cita tutte le conoscenze precedenti in merito a qualsiasi utilizzo pratico noto utile all'uomo, ma non si limita a quello, anzi, la maggior parte di quelle che descrive sono esperienze condotte di persona, specialmente riguardo alle proprietà tintorie. La peculiarità iconografica è che in ognuna delle 24 tavole sono rappresentati, oltre ai licheni trattati – peraltro raffigurati in modo molto più realistico rispetto alle altre illustrazioni coeve – anche i colori che se ne possono ottenere a seconda delle diverse lavorazioni sperimentate (Fig. 7).

L'illustrazione lichenologica nel secondo Ottocento

A metà Ottocento la lichenologia era ormai una disciplina affermata che poteva vantare diversi esponenti di spicco, disseminati soprattutto nel continente europeo, e le pubblicazioni lichenologiche aumentarono.

Non è sempre chiaro se a disegnare le tavole a corredo di tali pubblicazioni fossero gli stessi autori oppure artisti appositamente incaricati; in alcuni casi è possibile stabilirlo, mentre per altri rimane il dubbio. Non sempre gli illustratori che realizzavano le tavole, quando diversi dall'autore dei testi, venivano accreditati. In alcuni casi siamo però certi che furono proprio certi lichenologi a realizzare le illustrazioni a corredo dei propri lavori.

Tra i lichenologi che sappiamo per certo aver illustrato personalmente le proprie opere è particolarmente eclatante il caso di **Abramo Bartolomeo Massalongo** (1824-1860), che illustrò in 634 figure a tratto le caratteristiche di aschi e spore di altrettante specie licheniche (Massalongo, 1852a, b; 1853) (Fig. 8). Indubbiamente un lavoro lodevole, anche se divenuto poi uno dei tanti punti di attrito con Vittore Trevisan, che a un certo punto lodò "*il Dott. Massalongo, il quale colla pubblicazione di 400 figure [...] rese un vero servizio alla scienza*" (Trevisan, 1853); Massalongo, piccato, rispose che "*mi sappia amaro di non avere reso alla scienza che un servizio da pittore*" (Massalongo, 1853) – i contrasti tra i due erano ovviamente molto più profondi e radicati; per approfondimenti si rimanda a Poelt (1991) e Nimis & Hawksworth (1994). Ciò che è meno noto è che la poliedrica e geniale personalità di Massalongo si esprimeva anche nella pittura, che, come gli altri suoi talenti, aveva sviluppato completamente da autodidatta: realizzò infatti anche dei dipinti a colori molto realistici, per lo più

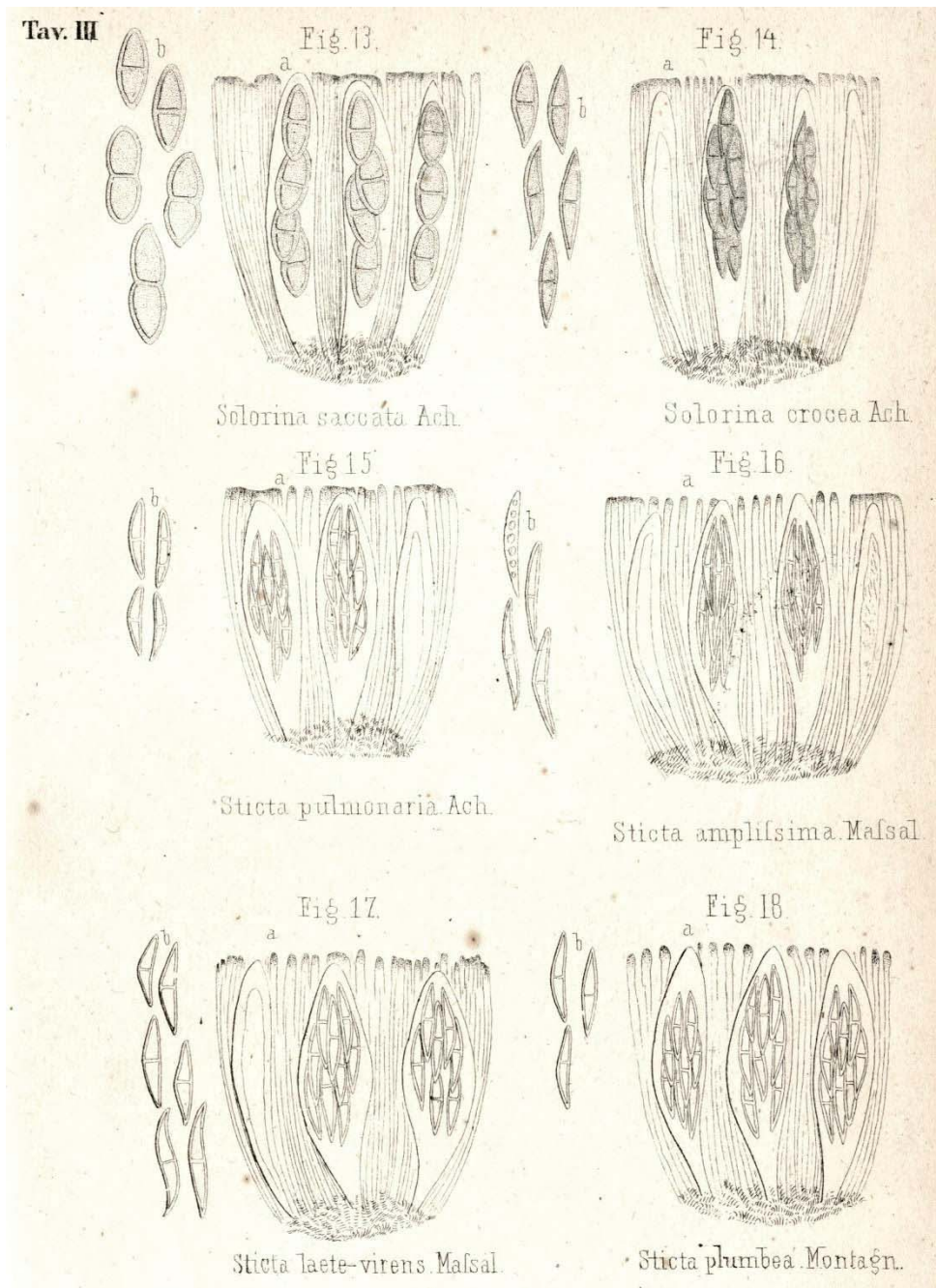


Figura 8. Tavola 3 da Massalongo (1853), con la sezione di *Lobaria pulmonaria* al centro a sinistra. Le tavole di Massalongo (1852a, b; 1853) che raffigurano i particolari dell'imenio (spore, aschi, parafisi) delle specie da lui studiate sono piuttosto dettagliate, anche se molto stilizzate.

ancora inediti, attualmente conservati presso il Museo di Storia Naturale di Verona (Cuccuini, 1997; Galloway, 2013; Di Carlo & Burato, 2019). Conosceva anche certi trucchetti per migliorare ulteriormente l'aspetto dei suoi lavori: ad esempio, si è osservato che per rendere lucide e luminose le sue tavole, realizzate ad acquerello e tempera, le rifiniva ripassandole con un solvente probabilmente a base di albume d'uovo (Cuccuini, 1997; Di Carlo & Burato, 2019). I numerosi taccuini su cui abbozzava i suoi disegni a matita e penna sono conservati presso la Biblioteca Civica di Verona (Cuccuini, 1997).

Sempre nell'Italia settentrionale, a Pavia, Santo Garovaglio (1805-1882) si avvale spesso delle abilità grafiche del suo assistente **Giuseppe Gibelli** (1831-1898), che illustrò numerosi caratteri microscopici nei classici lavori sui licheni angiocarpi pubblicati dal duo (Garovaglio & Gibelli, 1865; 1866; 1867; 1868; 1870; 1871; 1872). Le illustrazioni di Gibelli sono molto curate ed hanno una morbidezza molto particolare. Disegni originali di Gibelli, realizzati a matita, si trovano ancora oggi su cartoncini allegati agli *exsiccata* da lui studiati, posizionati nelle rispettive buste d'erbario nella sezione crittogamica di PAV; Gibelli illustrava i caratteri microscopici durante l'osservazione in modo che Garovaglio potesse poi controllare più agevolmente le sue identificazioni (Valcuvia Passadore & Pavan Arcidiaco, 1990).

Illustratori di licheni si incontrano anche tra personalità insospettabili. Forse non tutti sanno che anche **Beatrix Potter** (1866-1943), la celebre scrittrice e illustratrice di fiabe per bambini, nell'ultimo decennio dell'Ottocento si interessava di micologia e dipinse, oltre a moltissimi funghi – che costituivano per lei un interesse scientifico portato avanti per molti anni, e non solamente un soggetto da dipingere – anche alcuni licheni.

In altri casi non è chiaro se il lichenologo fosse anche l'autore delle illustrazioni. **Ludwig Emanuel Schaerer** (1785-1853) corredò la *Enumeratio critica lichenum europaeorum* (Schaerer, 1850) con dieci tavole che raffigurano alcune specie licheniche selezionate tra le moltissime trattate nel testo. Le illustrazioni sono intenzionalmente colorate solo in parte, scelta che si rivela più efficace di quanto si potrebbe pensare (Fig. 9).

In Gran Bretagna è notevole l'opera di **William Allport Leighton** (1805-1889), sacerdote anglicano e naturalista inglese. Nel suo lavoro sui licheni angiocarpi, Leighton (1851) inserì 30 tavole colorate in modo molto vivace e abbastanza ben rappresentative delle specie trattate, anche se il tratto è abbastanza grossolano e le figure, tutto sommato, piuttosto schematiche. Un contributo più ampio, che almeno nei testi tentò di abbracciare tutta la diversità dei licheni delle isole britanniche, fu quello di **William Lauder Lindsay** (1829-1880), naturalista scozzese. La *Popular history of British lichens* di Lindsay (1856) è un manuale di lichenologia che introduce allo studio della disciplina con capitoli introduttivi su storia della lichenologia, morfologia ed anatomia dei licheni e loro possibili

utilizzi utili all'uomo, per proseguire poi con la descrizione delle specie britanniche, ed è corredata da 22 tavole a colori. Le tavole non sono particolarmente notevoli, e sono forse migliori nella rappresentazione dei caratteri microscopici piuttosto che in quella degli aspetti macroscopici (Fig. 10).

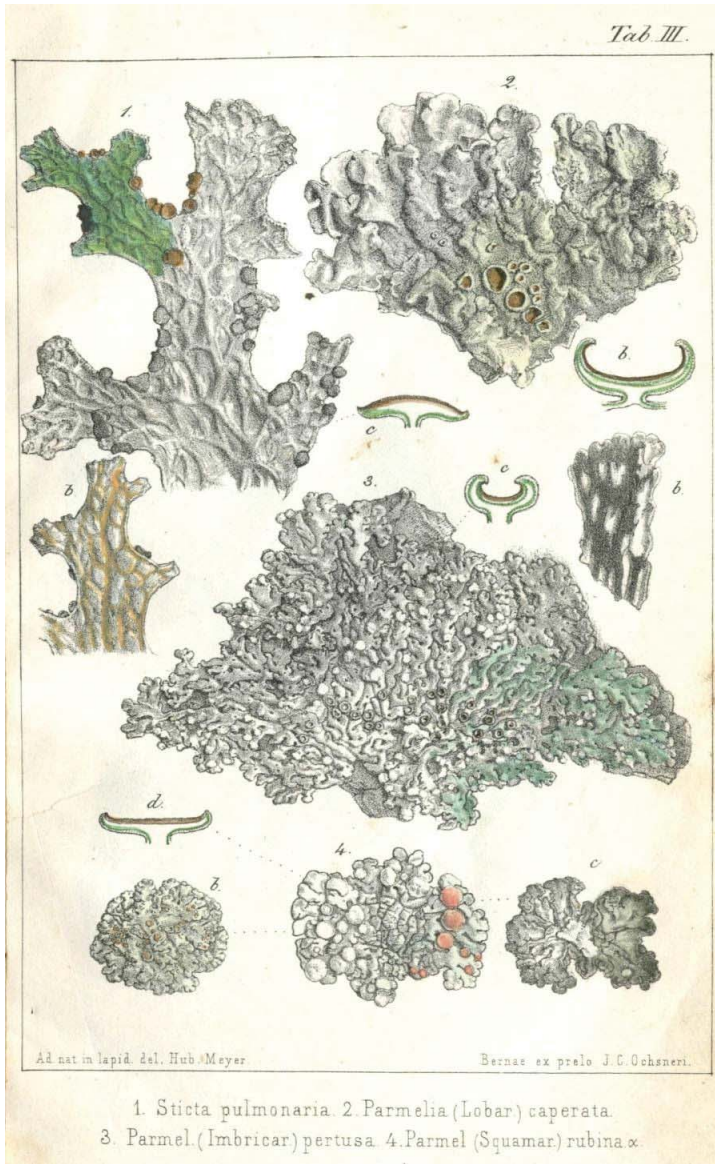


Figura 9. Tavola 3 da Schaerer (1850), con *Lobaria pulmonaria* in alto a sinistra. La decisione dell'autore di colorare solamente una parte di ogni illustrazione, apertamente dichiarata nel frontespizio dell'opera, si rivela inaspettatamente efficace: il colore restituisce l'aspetto reale del lichene, mentre la parte in bianco/nero consente di apprezzare con più attenzione i dettagli morfologici – costolature, increspature, rigonfiamenti, pieghe, etc.

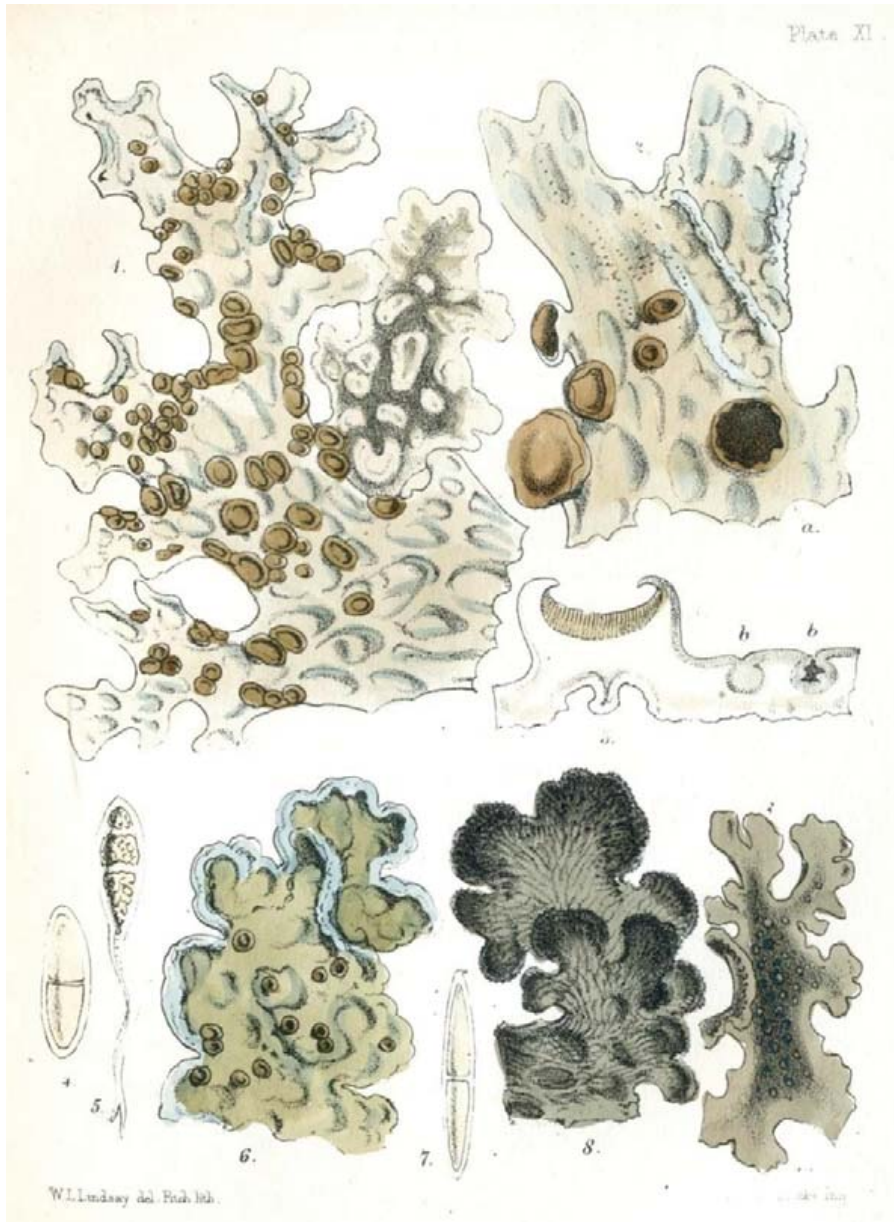


Figura 10. Tavola 11 da Lindsay (1856), con tallo e particolari di *Lobaria pulmonaria* raffigurati nella metà superiore.

Simile all'impresa di Massalongo fu poi quella di **Philipp Hepp** (1797-1867), che pubblicò in diversi fascicoli, raccolti poi in volume, disegni delle spore dei licheni europei, in certi casi anche più accurati di quelli del lichenologo veronese (Hepp 1853; 1857; 1860; 1867) (Fig. 11). Il fulcro del lavoro è sulle spore, ma talvolta i

disegni sono integrati anche dalla raffigurazione degli aschi o degli interi ascocarpî, e ogni disegno è corredato da una descrizione più o meno lunga, secondo la necessità. Nelle buste degli *exsiccata* distribuiti da Hepp conservati in PAV si trovano allegate le illustrazioni di questi lavori.

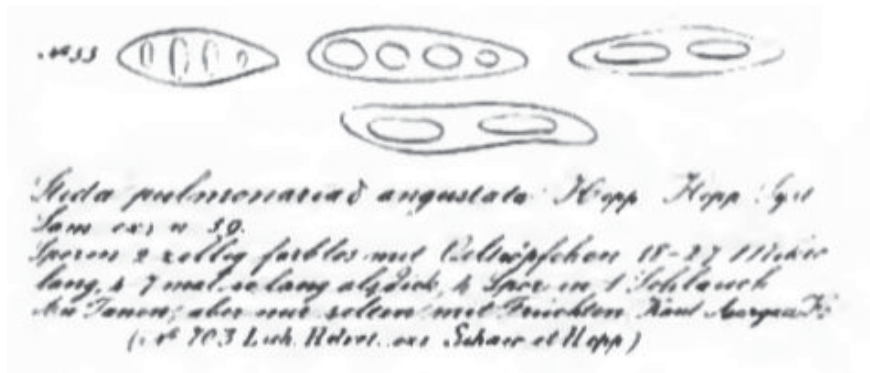
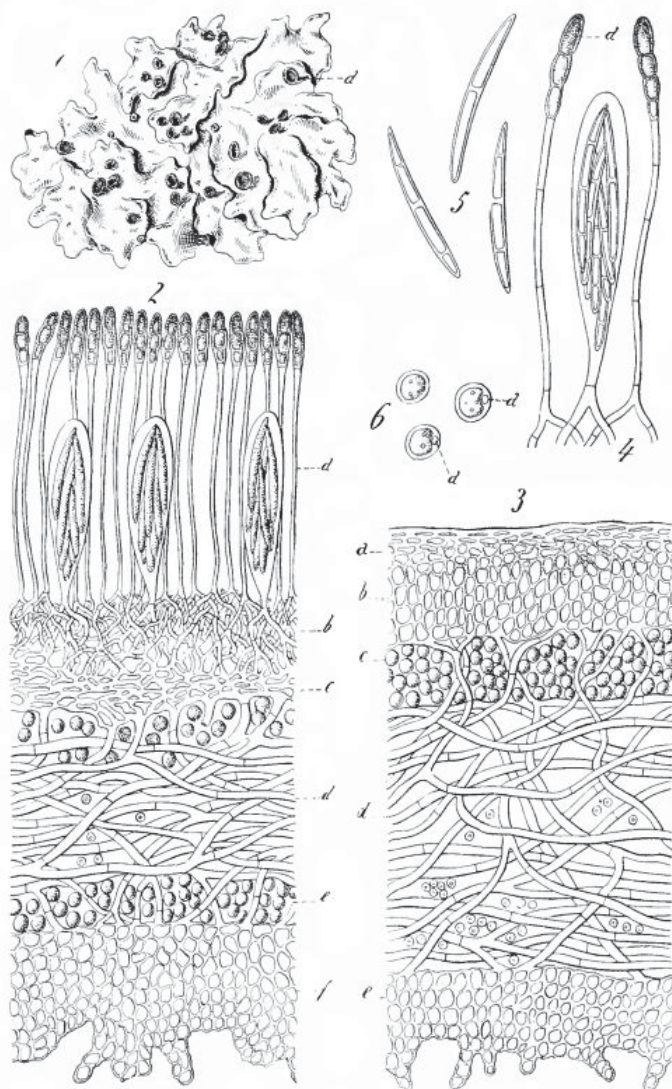


Figura 11. Spore di *Lobaria pulmonaria* da Hepp (1853-1867).

Tra i trattati generici di lichenologia di fine Ottocento, a livello iconografico uno dei più ricchi è quello di Schneider (1897), che include 76 tavole, che riportano principalmente illustrazioni anatomiche, realizzate da **F. Emil**³, delle quali nella prefazione lo stesso Schneider scriveva: "*duly considering the difficulties usually encountered in making drawings of this kind [...] they give a fairly accurate presentation of the histological characters*". Le tavole di Emil sono davvero valide e, benché superate sotto diversi aspetti, potrebbero comunque essere ancora oggi un utile strumento per i principianti per meglio comprendere l'anatomia dei licheni (Fig. 12).

Va ricordato, infine, che esistono numerose altre illustrazioni, talvolta notevoli, ancora meno note perché anziché essere state pubblicate a corredo di grandi opere con buona circolazione (almeno tra gli specialisti), si trovano disperse in comunicazioni pubblicate sugli Atti delle più disparate associazioni scientifiche, spesso di difficile reperimento. Una delle più antiche è quella che correda una breve dissertazione di Roth (1788) nel secondo numero del "*Magazin für die Botanik*" edito da Johann Jakob Römer e Paulus Usteri. La tavola evidenzia le strutture riproduttive dei licheni, argomento della dissertazione (Fig. 13). Un altro esempio è il dettagliato lavoro di Zopf (1898) sui funghi lichenicoli, corredato da numerosi ottimi disegni a tratto e da due magnifiche tavole a colori che mostrano molto bene anatomia e morfologia delle interazioni tra lichene e parassita.



STICTA AMPLISSIMA.

Figura 12. Tavola 76, che raffigura *Ricasolia amplissima*, da Schneider (1897). La visione d'insieme del tallo non è affatto notevole, in compenso le illustrazioni anatomiche, che erano poi la parte veramente rilevante delle tavole, sono piuttosto precise e 'didattiche'.

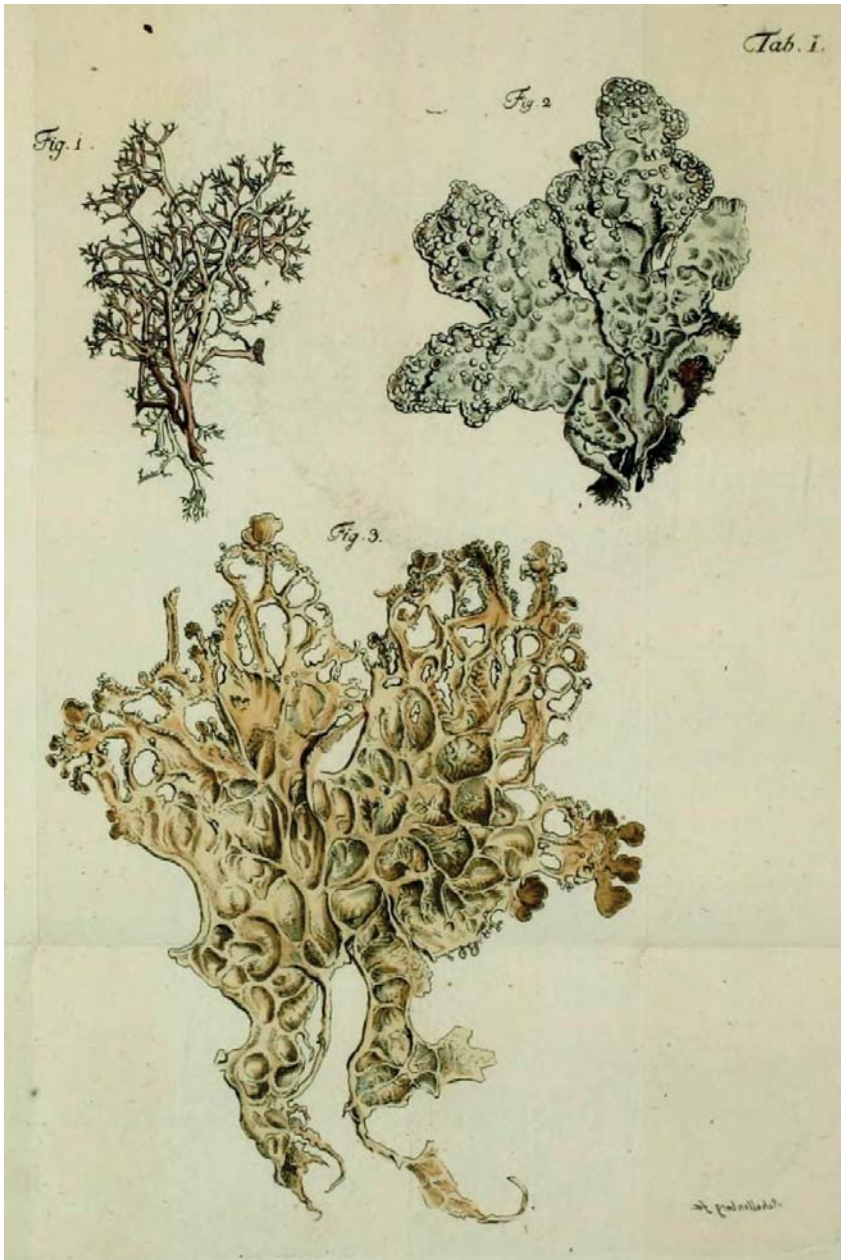


Figura 13. La tavola tratta dal lavoro di Roth (1788), con Lobarina pulmonaria in basso e Lobarina scrobiculata in alto a destra, esempio di come illustrazioni dai dettagli pregevoli si possano trovare dimenticate in lavori ignoti ai più.

Uno stile unico

Il passaggio dall'impostazione ottocentesca, che in generale si esprimeva con tavole in cui più esemplari di specie diverse si affollano l'uno contro l'altro – separati o meno da riquadri – lascia lentamente il posto ad uno stile più moderno in cui, pur rimanendo simile la disposizione dei disegni, la rappresentazione diventa più realistica e meno statica.

A cavallo tra queste due tendenze, stilisticamente e temporalmente, si colloca quello che fu senza dubbio l'illustratore lichenologico più prolifico ed instancabile di tutti i tempi: **Olaf Galløe** (1881-1965). Il suo lavoro è straordinario: in quasi cinquant'anni di certosino lavoro, Galløe arrivò a riempire con i suoi disegni ben 10 volumi, di cui l'ultimo pubblicato postumo e forse meno ricco di come lo aveva concepito (Galløe, 1927; 1929; 1930; 1932; 1936; 1939; 1948; 1950; 1954; 1972). Partendo dai campioni conservati nel suo erbario, illustrò buona parte dei licheni danesi in tutti gli aspetti che riteneva importanti. Magnifiche e precise illustrazioni a colori dei licheni raffigurati nel loro aspetto naturale si alternano a disegni in bianco/nero che rappresentano i caratteri microscopici con una precisione che lascia senza fiato (Figg. 14-16). Non c'è nulla di schematico, è tutto rappresentato nel modo più realistico possibile, così come visibile sotto la lente o il microscopio. Alcuni esemplari di *Peltigera* sembrano appoggiati sopra la pagina anziché raffigurati su di essa. In totale, i 10 volumi della *Natural History of Danish Lichens* contengono la bellezza di 1397 tavole a tutta pagina, con una media di 4-5 disegni a tavola. L'eccezionale mole di illustrazioni prodotte da Galløe è dovuta alla sua concezione dell'utilità di illustrare le caratteristiche individuali, della quale si è già parlato nell'introduzione.

Il lavoro di Galløe è (o per lo meno dovrebbe essere) un insostituibile ed imprescindibile riferimento per l'illustrazione lichenologica moderna. A riprova di ciò, si può facilmente notare che molte illustrazioni della classica flora di Ozenda & Clauzade (1970) sono dichiaratamente "*ridisegnate da Galløe*".

I manoscritti e le tavole originali di Galløe sono conservati nel Museo di Storia Naturale di Danimarca a Copenhagen e tutti i volumi della *Natural History of Danish Lichens* si possono scaricare in formato pdf dal relativo sito web (<https://samlinger.snm.ku.dk/toer-og-vaadsamlinger/botanik/lichen-herbarium/olaf-galloee/natural-history-of-the-danish-lichens/>).

Figure 14-16 (pagine seguenti). Tavole 55, 56 e 57 da Galløe (1939). Si tratta di una parte delle tavole che raffigurano Lobaria pulmonaria nella Natural History of Danish Lichens (in tutto sono 5: dalla 54 alla 58). Si apprezzano sia la freschezza delle immagini a colori sia la precisione di quelle che raffigurano le sezioni osservate al microscopio.

Fig. 349



Fig. 350



Fig. 348



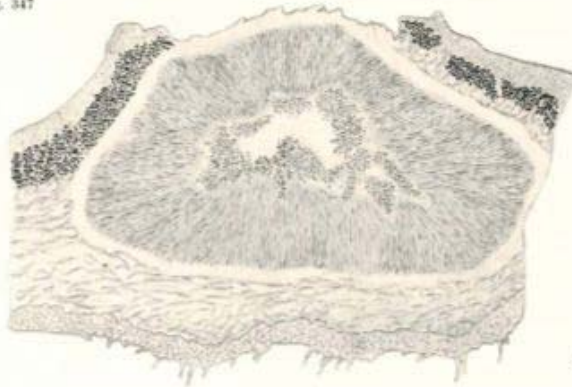
Fig. 347



Fig. 346



Fig. 345



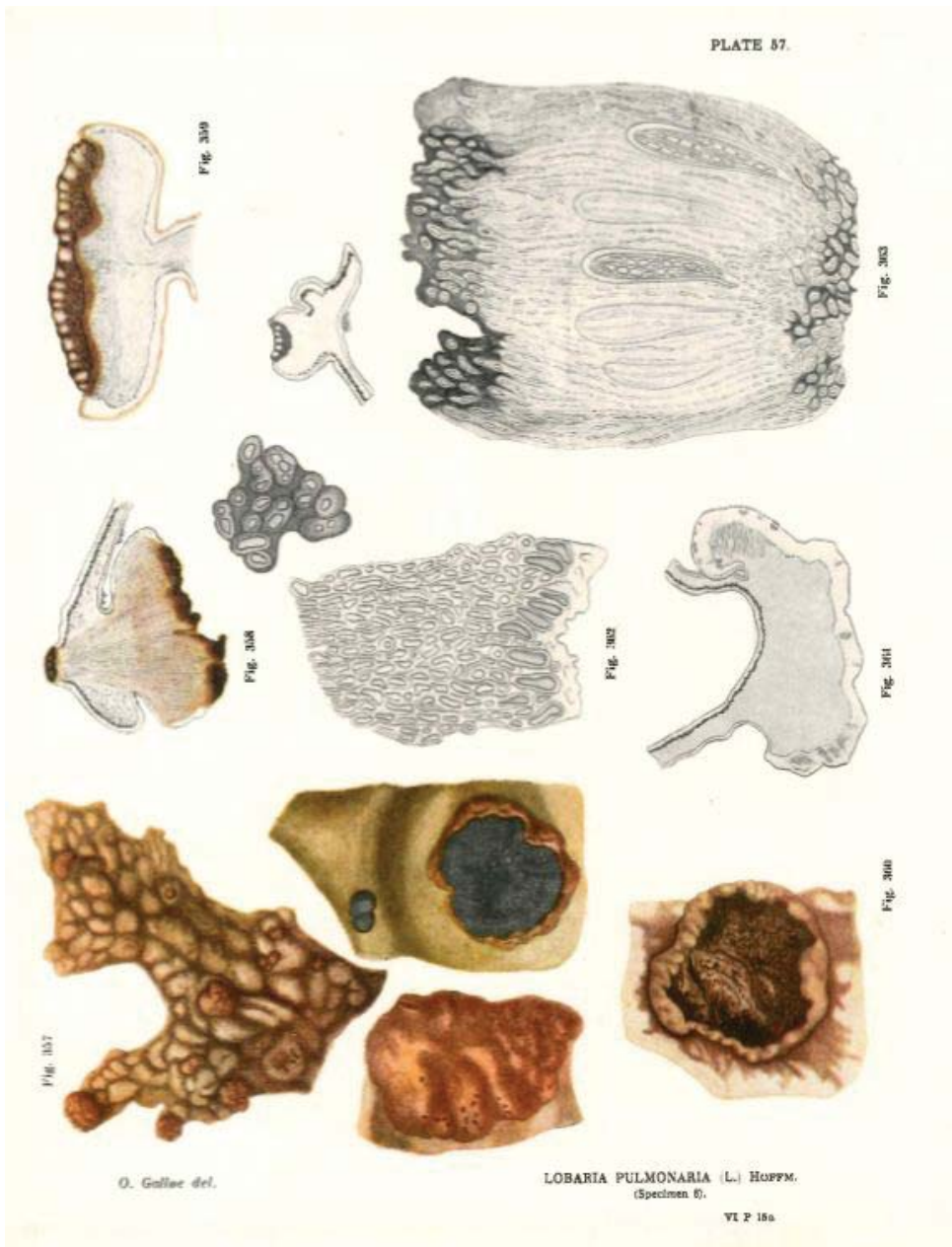
O. Gallae del.

LOBARIA PULMONARIA (L.) HOEPM.
(Species 1, 2).



O. Gallae del.

LOBARIA PULMONARIA (L.) Hoerst.
(Specimen 3, 4, 5).



L'illustrazione lichenologica contemporanea

Nonostante la crescente disponibilità di fonti iconografiche su internet e la maggiore accessibilità degli erbari (che sempre più spesso digitalizzano le proprie collezioni mettendole disponibili online), fattori che faciliterebbero il reperimento di materiale su cui basare delle illustrazioni, l'iconografia delle flore

lichenologiche continua a basarsi in gran parte su materiale fotografico, anziché su disegni. Le ragioni per cui in genere nelle discipline naturalistiche sarebbe più vantaggioso ricorrere al disegno sono già state espresse nell'introduzione; bisogna però tenere conto anche del fatto che, purtroppo, se già non è facile trovare dei bravi illustratori naturalistici, gli artisti in grado di disegnare fedelmente licheni sono ancora meno.

L'illustrazione lichenologica contemporanea si potrebbe dividere in tre categorie (senza alcuna pretesa di farlo secondo un metodo 'scientifico', non avendo competenze di analisi artistica, ma semplicemente sulla base di quanto apprezzabile anche da un non-esperto di tecniche di disegno): il disegno in bianco/nero strettamente scientifico, il disegno a colori scientifico ma con qualche moderata licenza di interpretazione personale (quasi inevitabile quando entrano in gioco i colori dei licheni e la necessità di rendere graficamente strutture a volte poco definite, es. i sorali), e il disegno più artistico che scientifico, caratterizzato da una maggiore dose di personale interpretazione, senza però sfiorare nell'astrazione. I primi due sono per lo più strettamente correlati all'ambito delle pubblicazioni scientifiche o scientifico-divulgative, mentre la terza sembra essere più un'attività occasionale di artisti o semplici appassionati che spesso non hanno l'illustrazione scientifica come occupazione o *hobby* principale.

In un mondo come quello dei licheni, in cui i colori sono spesso indefiniti, sfumati e suscettibili a variazioni anche ampie a seconda delle condizioni ambientali, la scelta vincente per rendere al meglio l'idea di ciò di cui si sta parlando si rivela spesso quella della rappresentazione in bianco/nero – a patto, naturalmente, che sia un bianco/nero ben eseguito. Fanno scuola in questo senso alcune delle più classiche flore del secondo Novecento, come il *Determinlibro* di Clauzade & Roux (1985) o gli *American Arctic Lichens* di Thomson (1984, 1997), ma anche la flora di Ozenda & Clauzade (1970), che integra efficacemente disegni a tratto – molti dei quali riadattati dagli originali di Galløe – e fotografie. Diverse altre flore, più o meno vecchiotte, contemplano illustrazioni a tratto che, pur non essendo altrettanto notevoli, svolgono comunque correttamente il loro ruolo di integrazione al testo. Sono un esempio i lavori di Romeguère (1868) e Lindau (1913), nonché alcuni volumi sui licheni facenti parte della collana *Rabenhorst's Kryptogamenflora* (Fig. 17).

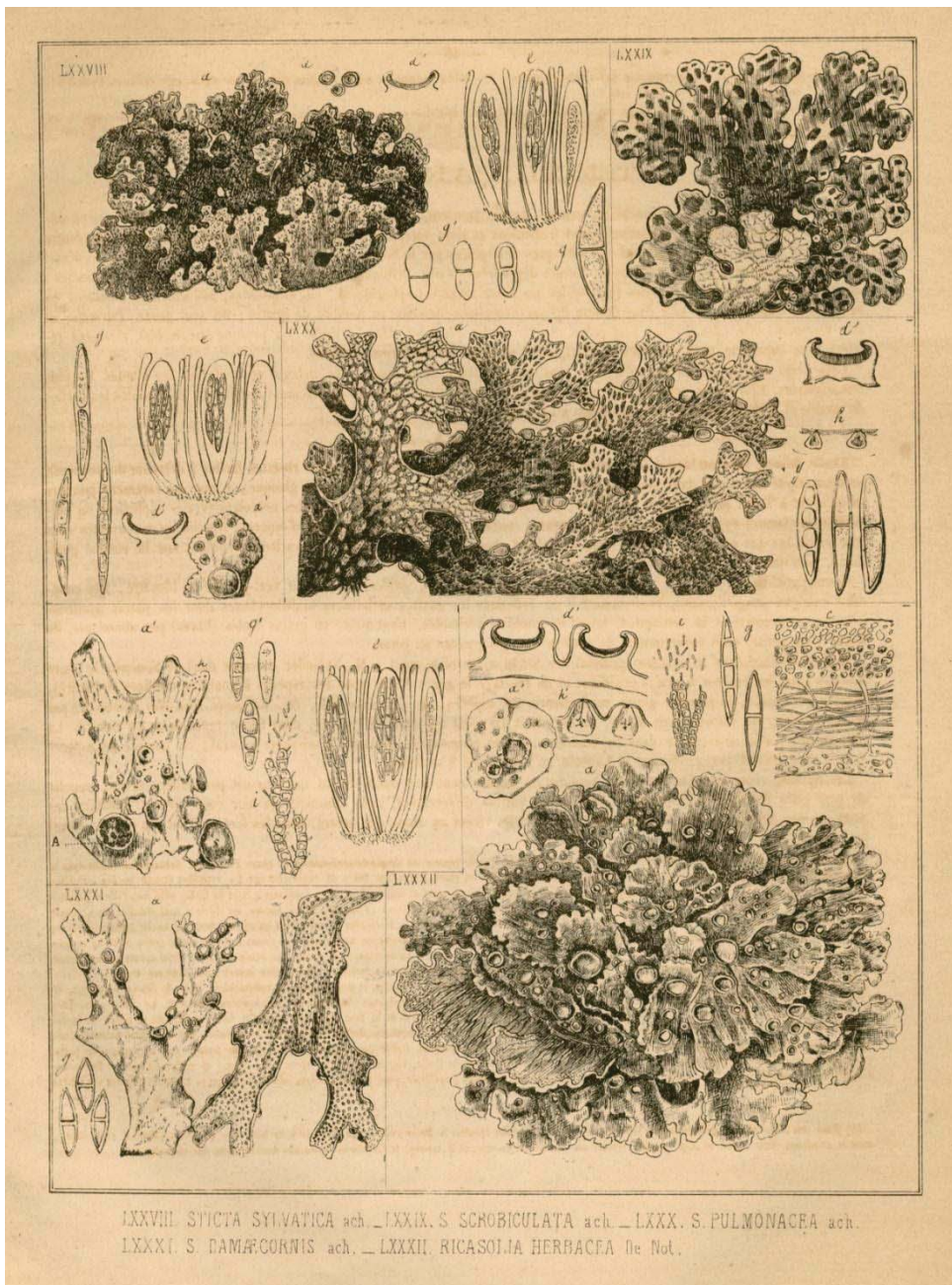


Figura 17. Tavola di Roumeguère (1868) che raffigura *Lobaria pulmonaria* e alcune specie affini. Si nota chiaramente che *Lobaria scrobiculata* e *Lobaria pulmonaria* sono state pedissequamente ricopiate da Hoffmann (1790) (cfr. Fig. 6), e lo stesso vale per molte altre illustrazioni. Sono però stati aggiunti disegni di particolari microscopici (sezioni di apotecia, aschi e spore).

Anche nell'ultimo secolo, come nei precedenti, si possono trovare lichenologi capaci di realizzare ottime illustrazioni. Tra i disegni realizzati da lichenologi a corredo delle proprie opere spiccano quelli in bianco/nero di **Trevor Goward**, che, realizzati e pubblicati in origine per le chiavi ai macrolicheni della Columbia Britannica (Goward *et al.*, 1994; Goward, 1999), sono poi stati ripresi anche in lavori successivi. Alcuni in particolare sono realizzati così attentamente che è davvero un peccato vederli relegati a miniature schiacciate sul margine della chiave anziché rappresentati in tavole a tutta pagina. Lo stesso vale per i disegni di **Alan Orange** che corredano i capitoli introduttivi della flora britannica (Smith *et al.*, 2009). Vanno certamente ricordati anche quelli che **Josef Poelt** (1924-1995) realizzò per il suo classico lavoro su *Lecanora* (Poelt, 1958).

Altri lichenologi contemporanei hanno invece fatto ricorso ad illustratori professionisti. Le pubblicazioni sui licheni artici di Thomson sono arricchite dalle illustrazioni di **Bethia Brehmer** (<http://www.bethiabrehmer.com/>) in quello sui macrolicheni (Thomson, 1984) e da quelle di **Lucy Taylor** in quello sui licheni crostosi (Thomson, 1997), mentre **Susan Laurie-Bourque** ha realizzato disegni che, pubblicati in origine per il grande volume illustrato sui licheni del Nord America (Brodo *et al.*, 2001), sono stati riprodotti in seguito anche in altre chiavi. **Triin Aimla** ha realizzato 195 disegni a tratto per la chiave ai macrolicheni dell'Estonia (Trass & Randlane, 1994); tali disegni si possono ammirare nel database iconografico di ITALIC (<http://italic.units.it/>). **Alexander Mikulin** ha illustrato la guida ai macrolicheni del *Pacific Northwest* (McCune & Geiser, 1997) e alcune pubblicazioni scientifiche (*e.g.* McCune & Tchabanenko, 2001); alcune sue illustrazioni lichenologiche sono visibili sul sito dell'*U.S. Forest Service* (<http://gis.nacse.org/lichenair/?page=illustrations>).

Degni di nota in questo senso sono anche alcuni volumi della *Flora Liquenologica Iberica*, in cui Ostropales e Gyalectales (Carballal *et al.*, 2004) sono state illustrate da **Javier Etayo**, le Pannariaceae (Carballal *et al.*, 2010) da **Martin Souto** e Lobariaceae, Nephromataceae, Peltigeraceae e Cladoniaceae (Burgaz & Martinez, 2003; Burgaz & Ahti, 2009) da **Juan Luis Castillo** (<http://www.juanluiscastillo.com/>).

Alla seconda categoria, quella dei disegni in colore, appartengono validissimi esempi pubblicati soprattutto in testi divulgativi, o comunque non strettamente specialistici. Disegni a colori si possono sporadicamente trovare anche in testi generici di botanica in cui i licheni occupano solamente una o poche tavole.

Note a tutti i lettori saranno probabilmente le magnifiche illustrazioni dei licheni epifiti e rupicoli che si trovano in due guide britanniche al biomonitoraggio (Richardson, 1992) e ai licheni delle coste rocciose (Dobson, 1997), non tanto per la loro presenza nelle guide ma più che altro perché sono state riunite in due bellissimi poster 80 x 60 cm, un *must* per ogni lichenologo, appassionato di illustrazione e non. Sono state realizzate dalla scozzese **Claire Dalby**, che cominciò già da giovane a disegnare licheni, dipingendo coloratissime tavole per

l'Observer's Book of Lichens di Alvin (1963). Ciò che distingue Dalby da tutti gli altri, a mio parere, è l'incredibile capacità di creare sui rami e sulle rocce mosaici di licheni che sembrano perfettamente naturali. In tante tavole di altri illustratori, questo tentativo fallisce e le immagini, per quanto belle, con la loro disposizione delle specie eccessivamente ordinata comunicano inevitabilmente un senso di artificiosità. Dalby ha realizzato anche numerosi disegni a tratto e a matita apparsi sui bollettini della British Lichen Society e su cartoline e biglietti vari.

Si avvicina alle rappresentazioni realistiche di Dalby anche lo stile di **Frank Brightman**, che illustrò i licheni per *l'Oxford Book of Flowerless Plants* (Nicholson & Brightman, 1966) in 14 tavole costituite da composizioni abbastanza realistiche in cui le specie licheniche sono suddivise per ambiente e substrato. La bravura di Brightman è notevole: riesce a rappresentare in modo preciso *taxa* molto diversi tra loro – il libro include licheni, muschi, epatiche, alghe e funghi.

Tra le più vivide rappresentazioni licheniche recenti, mi ha colpito il *Nephroma* illustrato sulla copertina della chiave ai macrolicheni australiani di McCarthy & Malcom (2004), che ha tutta l'aria di voler saltare fuori dal foglio da un momento all'altro; purtroppo non sono stato in grado di trovare il nome dell'autore/autrice.

Per quanto riguarda l'Italia, meritano di essere ricordate le opere di **Dario Passadore**, attirato verso l'illustrazione lichenologica e botanica dall'attività della moglie, la lichenologa Mariagrazia Valcuvia. Passadore, oltre a numerosi disegni a tratto estremamente accurati, realizzò più di 100 tavole in tempera su grandi fogli di cartoncino nero, raffigurandovi alcune delle principali specie epifite e ben 60 delle specie italiane del genere *Cladonia*. Proprio questo secondo gruppo di tavole è il cuore della recente monografia delle Cladonie d'Italia (Valcuvia Passadore *et al.*, 2017). Le tavole con gli epifiti vennero esposte diverse volte negli anni Novanta, periodo in cui si assisteva alla 'rinascita' della lichenologia italiana, e le sue illustrazioni si trovano in apertura nei primi numeri di questo stesso Notiziario (dal 1989 al 1994) e sulla sovracopertina del miliare primo catalogo di Nimis (1993).

Altre tavole che hanno saputo coniugare sapientemente il rigore scientifico con la bellezza estetica dell'illustrazione sono quelle di **Chiara Perri** che corredano la monografia delle Caliciales italiane di Ravera & Puntillo (2014), realizzate ad acquerello con colori vividi ma al contempo delicati, che consentono di apprezzare nei dettagli l'aspetto di questi particolari licheni.

La terza categoria vive la sua variopinta esistenza per lo più sui *social network* (specialmente Instagram), dove è possibile *followare* e *likare* passo per passo la realizzazione delle opere di quegli artisti che *postano* i loro *work in progress*. Si tratta in genere di opere non finalizzate alla pubblicazione su testi scientifici o divulgativi, ma realizzate per passione, come fini a sè stesse, oppure per essere

impiegate in contesti più *pop* – ad esempio per la stampa su cartoline o magliette.

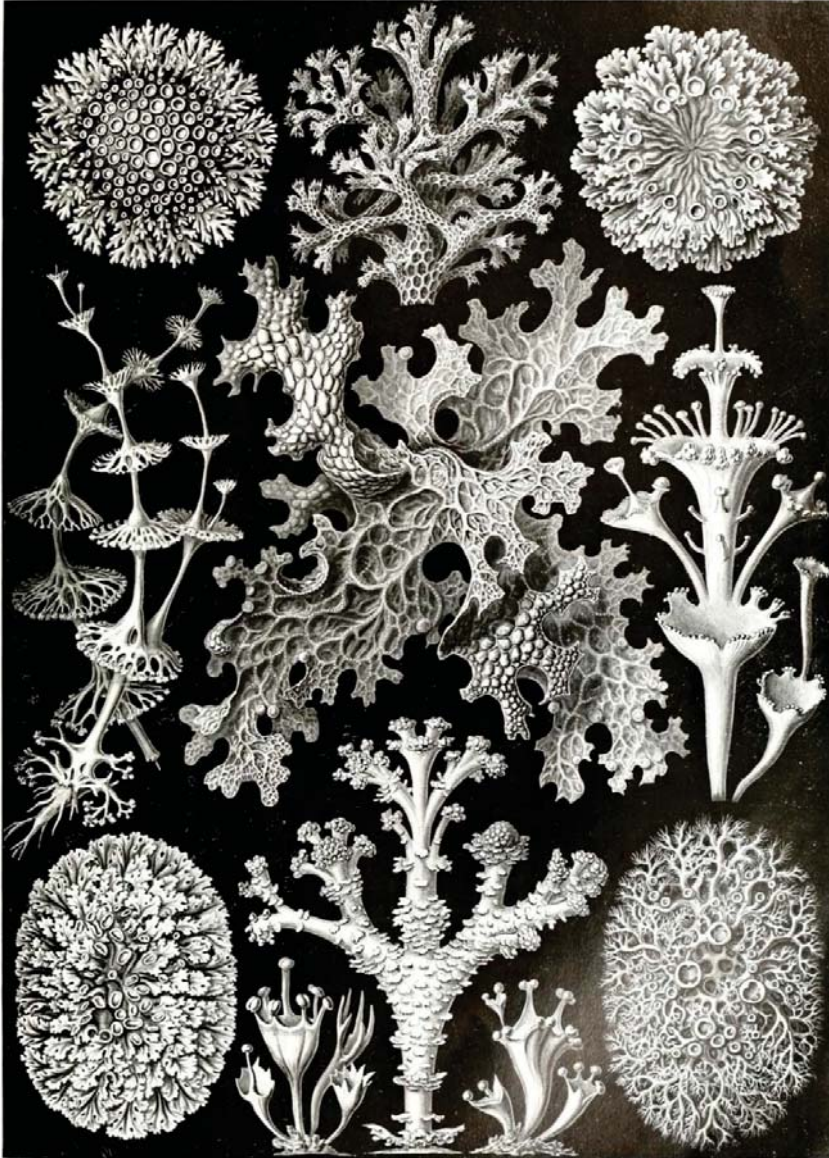
Notevole e conosciuta è la serie di "*lichen landscapes*" di **Haley Golz** (<https://www.lichenlandscapes.com/>), che raffigura nel dettaglio alcune specie licheniche in modo realistico ma con una certa dose di personale interpretazione. Altre artiste note per illustrazioni di licheni – che hanno anche ottenuto riconoscimenti ufficiali per la loro opere – sono **Fran Thomas** (Prosser 2020) e **Shevaun Doherty** (<https://shevaundoherty.com/>).

Altri illustratori che si dedicano (anche) ai licheni sono **Emily Damstra** (<https://emilydamstra.com/>), **Natalia Florenskaya**, **Paula Fong**, **Lizzie Harper**, **Keith Harrison** (<http://www.thebotanicalartist.com/>), **Kristin Jakob**, **Roger Reynolds**, e ancora **Amanda Schultz**, **Gail Timmerman-Vaughan** (<http://gailtimmerman-vaughan.co.nz/>), **Emily Underwood**, **Anna Voytsekhovich**. Pur trattandosi in molti casi solamente di incursioni occasionali nel mondo dei licheni, può ben valere la pena spendere qualche minuto per ammirare alcuni di questi lavori, se il proprio interesse per questi organismi è anche artistico.

Degno di nota è infine il lavoro di **Mitsuru Moriguchi**, naturalista ed illustratore piuttosto noto in Giappone, dove ha pubblicato diversi libri illustrati su piante, animali e museologia. Quelle del suo libro sui licheni (Moriguchi, 2017) sono illustrazioni realistiche, ma che hanno anche un po' del fumetto (o meglio, del manga, vista la provenienza), con colori brillanti e uno stile grafico tipicamente orientale; anche quelle in bianco/nero, presenti nella stessa opera, sono altrettanto realistiche e peculiari.

I licheni nell'arte

Probabilmente ciò che ha per lungo tempo rappresentato l'esempio per eccellenza di illustrazione lichenologica nota anche al grande pubblico è stata la tavola n. 83 di *Kunstformen der Natur* (Haeckel, 1904), la celeberrima opera illustrata di **Ernst Haeckel** (1834-1919). Sebbene Haeckel sia stato accusato – e non completamente a torto – di avere talvolta modificato gli organismi ritratti in modo da renderli più adeguati al messaggio che voleva far passare, anche a discapito della realtà (v. Gould, 2000), i licheni di questa tavola sono piuttosto realistici. Il centro della composizione è occupato da un'imponente *Lobaria pulmonaria* circondata da talli fogliosi e crostosi orbiculari e da alcune immancabili Cladonie – loro, forse sì, rappresentate con qualche licenza poetica (Fig. 18).



Lichenes. — Flechten.

Figura 18. Tavola 83 dal *Kunstformen der Natur* di Haeckel (1904), in cui una lussureggiante *Lobaria pulmonaria* occupa il posto d'onore proprio al centro della composizione. Non si può dire che *Lobaria* non sia realistica; in compenso le *Cladonia* sembrano leggermente adattate per renderle un po' più 'artistiche'.

L'opera di Haeckel si colloca a cavallo tra la scienza e l'arte propriamente detta, e un cenno meritano certamente anche le (pochissime) rappresentazioni di licheni presenti nell'ambito esclusivo della seconda disciplina.

È noto – per lo meno ai lichenologi – che nel giardino dell'onirico palazzo protagonista di "*Waternal*" ("La Cascata") di **Maurits Cornelis Escher** (1898-1972) quei bizzarri elementi a forma di trombette sono palesemente podezi di *Cladonia* sp. Quel che è meno noto è che Escher realizzò un curatissimo schizzo preparatorio per impostare quel particolare giardino copiando dal vero, e molto accuratamente, una zolla di terra colonizzata da licheni (*Cladonia* spp.) e muschi (forse *Polytrichum* sp.). Una zolla ben diversa da quella di Dürer, occupata da organismi non solo dalle forme più 'strane', ma anche meno conosciuti, e quindi più misteriosi: se il giardino di *Waternal* fosse stato pieno di erba e fiori anziché di podezi giganti, l'effetto straniante dell'insieme sicuramente non sarebbe stato così efficace. Peraltro i licheni dovettero colpire molto Escher, se si pensa che lo schizzo è del 1923 (Thé, 2003) e la litografia *Waternal* del 1961: le Cladonie gli rimasero in testa per quarant'anni (e come biasimarlo).

Una raffigurazione di un rametto colonizzato da licheni si trova tra le incisioni su rame dell'artista grafico austriaco **Alfred Cossman** (1870-1951), celebre, tra le altre cose, per i suoi *ex-libris*.

Alcune Cladonie, ben riconoscibili grazie agli apoteci rosseggianti, compaiono anche nelle illustrazioni delle fiabe russe ad opera di **Ivan Jakovlevič Bilibin** (1876-1942), in particolare affollate a formare la cornice di un'illustrazione ambientata nella foresta in cui Vasilisa Prekrasnaja incontra la strega Baba Jaga e i tre cavalieri. La stessa funzione di scenografia la svolgono insieme a *Cetraria islandica* e ad alcuni muschi in una tavola in cui sono invece protagoniste le "barbe di bosco" (*Usnea* spp.) in un libro per bambini olandese illustrato da **Mara Minckwitz** (1890-1980), *Hansje in Wonderland* (Trelker & Minckwitz, 1921), dove questi licheni filamentosi diventano per l'appunto le lunghe barbe degli gnomi del bosco, che hanno inoltre dei talli di *Pseudevernia furfuracea* al posto dei capelli.

C'è poi un'arte non meno nobile delle altre, che è quella di far ridere.

Forse sono un po' *borderline*, ma ritengo opportuno menzionare infine anche le vignette umoristiche di **Jolanta Miądlkowska** e **Michał Skakuj** apparse su diversi numeri del bollettino della British Lichen Society, realizzate a tratto senza tante pretese, ma palesemente intrise di passione per la materia.

Concludendo

Per dirla con i termini retorici di Higgins (2020): "*botanical illustrators are rare and becoming as endangered as some of the plants they draw*". Nonostante

l'illustrazione sarebbe da preferire, al giorno d'oggi la facilità di esecuzione e l'immediatezza della fotografia rendono quest'ultima il mezzo più rapido ed economico per assemblare l'iconografia delle pubblicazioni scientifiche, benché di rado una fotografia possa trasmettere in modo veramente efficace l'aspetto reale di un lichene: pensiamo alle costolature di *Lobaria*, alle grinze e ai riflessi di *Cetraria*, ai rigonfiamenti di *Hypogymnia*...

Il mondo è molto cambiato dai tempi di Micheli, Hoffmann, Massalongo e Galløe. "*Botanical illustrators' work has been essential for botanists describing a new species, or assembling plants for floras [...] but floras are not commissioned as they once were; they are laborious and expensive undertakings, botanists retire and are not replaced, and much of plant taxonomy has shifted to the molecular level*" (Higgins, 2020). Anche all'interno dell'ambiente scientifico, l'illustrazione viene ormai troppo spesso vista come un orpello superfluo, o quantomeno considerata erroneamente come sostituibile dalla fotografia.

Perché allora un giovane dovrebbe investire il molto tempo e la molta fatica necessari per apprendere un mestiere come quello dell'illustratore naturalistico, oggi più sottovalutato che mai!? Io non ho una risposta concreta e convincente. Ma in genere chi sceglie le Scienze Naturali lo fa per passione, una passione che se genuina e ben coltivata può spingere una persona al successo lungo percorsi che i più non prenderebbero nemmeno in considerazione; e per la lichenologia non è diverso. E la combinazione tra conoscenze scientifiche e capacità artistiche è rarissima, ma fortunatamente non impossibile. Così, la mia speranza è che un giorno passione, bravura e tenacia portino anche la lichenologia a poter vantare un suo Richard Lewington.

Ringraziamenti

Ringrazio la biblioteca dell'Orto Botanico di Pavia, in particolare nelle persone di Anna Bendiscioli e Maria Caterina Madaro, per l'agevolazione della consultazione del materiale librario e l'autorizzazione a riprodurre alcune tavole, ed Elea Asselineau, creatrice e amministratrice dell'interessante pagina Facebook "Lili Ken" (<https://www.facebook.com/lichenophile/>), dalla quale ho attinto alcune fonti utili per arricchire questo contributo. Alcune immagini e molte informazioni sono state ottenute tramite l'abbondante materiale digitalizzato in alta qualità dai progetti *Google Books* (<https://books.google.it/>) e *Biodiversity Heritage Library* (<https://www.biodiversitylibrary.org/>), liberamente disponibile online.

Sarò inoltre grato a chi avrà la bontà di correggere eventuali involontari strafalcioni contenuti in questa breve rassegna – le note a piè di pagina denotano chiaramente come svariate cose mi siano rimaste oscure – così come a chi vorrà segnalarmi lavori di interesse sull'argomento che mi siano sfuggiti.

Bibliografia

- Acharius E., 1798. Lichenographiae suecicae prodromus. Tip. D.G.Björn, Stockholm.
- Acharius E., 1803. Methodus qua omne detectos lichens. Tip. C.F.Marquaard, Stockholm.
- Acharius E., 1810. Lichenographia universalis. Tip. J.F.Danckwert, Göttingen.
- Acharius E., 1814. Synopsis methodica lichenum. Tip. Svanborg & soci, Lund.
- Alvin K.L., 1963. The Observer's Book of Lichens. Frederick Warne & co. Ltd.
- Aptroot A., Herk K.v., Sparrius L., 2011. Veldgids Korstmossen van duin, heide en stuifzand. Bryologische & Lichenologische Werkgroep van de KNNV. 158 pp.
- Brodo I.M., Sharnoff S., Duran Sharnoff S., 2001. Lichens of North America. Yale University Press & Canadian Museum of Nature.
- Burgaz A.R., Ahti T., 2009. Flora Liquenológica Ibérica 4 – Cladoniaceae. Sociedad Espanola de Liquenologia SEL. 111 pp.
- Burgaz A.R., Martinez I., 2003. Flora Liquenológica Ibérica 1 – Peltigerales: Lobariaceae, Nephromataceae, Peltigeraceae. Sociedad Espanola de Liquenologia SEL. 61 pp.
- Camerarius J., 1590. Kreutterbuch deß hochgelehrten und weitberühmten Herrn D. Petri Andreae Matthioli, jetzt widerumb mit viel schönen neuwen Figuren, auch nützlichen Artzeneyen, und andern guten stücken, zum andern mal auß sonderm fleiß gemehret, und verfertigt. Samt dreyen wolgeordneten nützlichen Registern, der Kreutter lateinische und Teutsche Namen, und dann die Artzeneyen, darzu dieselbigen zu gebrauchen, inhaltendt. Mit besonderm Röm. Kays. Maiest. Privilegio, in keinerley Format nachzudrucken. Frankenfurt am Main.
- Carballal R., Lopez de Silanes M.E., Paz-Bermudez G., Alvarez J., 2004. Flora Liquenológica Ibérica 2 – Ostropales (Graphidaceae, Solorinellaceae), Gyalectales (Gyalectaceae). Sociedad Espanola de Liquenologia SEL. 48 pp.
- Carballal R., Paz-Bermudez G., Lopez de Silanes M.E., Perez Valcarcel C., 2010. Flora Liquenológica Ibérica 6 – Pannariaceae. Sociedad Espanola de Liquenologia SEL. 44 pp.
- Clauzade G., Roux C., 1985. Likenoi de okzidenta Europo – ilustrita determinlibro. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, nouvelle série 7: 1-893.
- Colonna F., 1610. Minus cognitarum stirpium aliquot ac etiam rariorum nostro coelo orientium Ekphrasis. Tipografia Guglielmo Facciotto, Roma.
- Colonna F., 1616. Minus cognitarum stirpium pars altera. Tipografia Giacomo Mascardo, Roma.
- Cuccuini P., 1997. L'Erbario Crittogamico Italiano – storia e struttura di una collezione. Firenze.
- Di Carlo F., Burato B., 2019. Acquerelli e licheni di A. B. Massalongo. Bollettino della Società Botanica Italiana 3: 1-4.
- Dijkstra K.-D. B., Lewington R., 2006. Field guide to the dragonflies of Britain and Europe. British Wildlife Publishing, Gillingham. 320 pp.
- Dillenius J.J., 1741. Historia Muscorum. Theatro Sheldoniano, Oxford.
- Dobson F., 1997. Lichens of rocky shores. Richmond Publishing, Slough.
- Fée A.L.A., 1824. Essai sur les Cryptogames des écorces exotiques officinales. Firmin Didot, Paris.
- Gage T., 1815. A monograph of the genus *Cenomyce* consisting of coloured drawings of each species and variety, as described in the Lichenographia universalis of Acharius. Manoscritto. 476 pp.

- Galløe O., 1927. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume I. Aschehoug & co., Copenhagen. 160 tavole.
- Galløe O., 1929. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume II. Aschehoug & co., Copenhagen. 128 tavole.
- Galløe O., 1930. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume III. Aschehoug & co., Copenhagen. 127 tavole.
- Galløe O., 1932. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume IV. Aschehoug & co., Copenhagen. 133 tavole.
- Galløe O., 1936. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume V. Levin & Munksgaard, Copenhagen. 140 tavole.
- Galløe O., 1939. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume VI. Munksgaard, Copenhagen. 88 tavole.
- Galløe O., 1948. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume VII. Munksgaard, Copenhagen. 101 tavole.
- Galløe O., 1950. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume VIII. Munksgaard, Copenhagen. 122 tavole.
- Galløe O., 1954. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume IX. Munksgaard, Copenhagen. 194 tavole.
- Galløe O., 1972. Natural History of the Danish Lichens – original investigations based upon new principles. Volume X. Copenhagen. 204 tavole.
- Galloway D., 2013. Discovering Massalongo: a Verona adventure. *British Lichen Society Bulletin* 112: 22-30.
- Garovaglio S., Gibelli G., 1865. Tentamen dispositionis methodicae lichenum in Longobardia nascentium, additis iconibus partium internarum cuiusque speciei. *Memorie del Reale Istituto Lombardo di Scienze, Lettere e Arti, Milano* 10-11: 1-174.
- Garovaglio S., Gibelli G., 1866. *Manzonina Cantiana* novum lichenum angiocarporum genus propositum atque descriptum. *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali* 2 (8): 3-7.
- Garovaglio S., Gibelli G., 1867. *Thelopsis, Belonia, Weitenwebera et Limboria*, quatuor Lichenum angiocarporum genera recognita iconibusque illustrata. *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali* 3 (2): 3-11.
- Garovaglio S., Gibelli G., 1868. Octona Lichenum genera vel adhuc controversa, vel sedis prorsus incertae in systemate, novis descriptionibus iconibusque accuratissimis illustrata. *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali* 4 (2): 3-17.
- Garovaglio S., Gibelli G., 1870. La *Normandina jungermanniae*, lichene della tribù degli endocarpi, nuovamente descritta e figurata. *Nuovo Giornale Botanico Italiano* 20: 305-308.
- Garovaglio S., Gibelli G., 1871. De Pertusariis Europae Mediae commentatio. *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali* 3 (5): 3-39.
- Garovaglio S., Gibelli G., 1872. De Lichenibus Endocarpeis mediae Europae h. e. Galliae, Germaniae, Helvatae nec totius Italiae. *Memorie del Regio Istituto Lombardo di Scienze e Lettere di Milano* 12 (3): 257-299.
- Gauslaa Y., 2013. Why are *Lobarion* species rare? *British Lichen Society Bulletin* 112: 140-156.
- Gould S.J., 2000. Abscheulich! (Atrocious!). *Natural History* 109 (2): 42-49.

- Goward T., 1999. The lichens of British Columbia – illustrated keys. Part 2 – fruticose species. Ministry of Forests Research Program, Province of British Columbia. 320 pp.
- Goward T., McCune B., Meidinger D., 1994. The lichens of British Columbia – illustrated keys. Part 1 – foliose and squamulose species. Ministry of Forests Research Program, Province of British Columbia. 182 pp.
- Haeckel E. 1904., *Kunstformen der Natur*. Verlag des Bibliographisches Institut, Leipzig & Wien.
- Hennipman E., 1978. De Nederlandse Cladonias. Wetenschappelijke mededelingen K.N.N.V. 124: 1-80.
- Hepp P., 1853. *Abbildungen und Beschreibung der Sporen zum I, II, III und IV Band der Flechten Europas*. Zurigo.
- Hepp P., 1857. *Abbildungen und Beschreibung der Sporen zum V, VI, VII und VIII Band der Flechten Europas*. Zurigo.
- Hepp P., 1860. *Abbildungen und Beschreibung der Sporen zum IX, X, XI und XII Band der Flechten Europas*. Zurigo.
- Hepp P., 1867. *Abbildungen und Beschreibung der Sporen zum XIII, XIV, XV und XVI Band der Flechten Europas*. Zurigo.
- Higgins A., 2020. Botanical illustration is becoming endangered, but the job is essential. *Articolo pubblicato sul Washington Post del 28/01/2020*.
- Hoffmann G.F., 1790. *Descriptio et adumbratio plantarum e classe cryptogamica Linnæi quæ Lichenes dicuntur. Volumen primum*. Tipografia Siegfried Lebrecht, Lipsia.
- Hoffmann G.F., 1794. *Descriptio et adumbratio plantarum e classe cryptogamica Linnæi quæ Lichenes dicuntur. Volumen secundum*. Tipografia Siegfried Lebrecht, Lipsia.
- Hoffmann G.F., 1801. *Descriptio et adumbratio plantarum e classe cryptogamica Linnæi quæ Lichenes dicuntur. Volumen tertium*. Tipografia Siegfried Lebrecht, Lipsia.
- Hooker J.D., 1844. *Flora Antarctica 1. Botany of Lord Auckland's Group and Campbell's Island*. Lovell Reeve, London.
- Hooker J.D., 1853. *Flora Antarctica 2. Botany of New Zealand. Part 1 – Flowering plants*. Lovell Reeve, London.
- Hooker J.D., 1855. *Flora Antarctica 2. Botany of New Zealand. Part 2 – Flowerless plants*. Lovell Reeve, London.
- Hooker J.D., 1860a. *Flora Antarctica 3. The flora of Tasmania. Part 1 – Dicotyledones*. Lovell Reeve, London.
- Hooker J.D., 1860b. *Flora Antarctica 3. The flora of Tasmania. Part 2 – Monocotyledones and Acotyledones*. Lovell Reeve, London.
- Imperato F., 1599. *Dell'istoria naturale di Ferrante Imperato napoletano. Libri XXVIII. Nella quale ordinatamente si tratta della diversa condizione di miniere e pietre. Con alcune historie di piante ed animali fin'hora non date in luce*. Stamperia Costantino Vitale, Napoli.
- Ireland T., 2016. It is about creating the perfect specimen [interview with Richard Lewington]. *The Biologist* 63 (2): 24-28.
- Lindsay W.L., 1856. *A popular history of British lichens*. Tipografia John Edward Taylor, Londra.
- Laundon J.R., 1984. The typification of Withering's neglected lichens. *The Lichenologist* 16: 211-239.
- Leighton W.A., 1851. *The British species of angiocarpous lichens elucidated by their sporidia*. The Ray Society, London.

- Massalongo A.B., 1852a. Ricerche sull'autonomia dei licheni crostosi e materiali pella loro naturale ordinazione. Tipografia Frizierio, Verona. 221 pp., 64 tavv.
- Massalongo A.B., 1852b. Monografia dei licheni blasteniospori. Atti del Regio Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti, app. 3: 3-131, 6 tavv.
- Massalongo A.B., 1853. Memorie lichenografiche con un'appendice alle ricerche sull'autonomia dei licheni crostosi. Tipografia Münster, Verona. 131 pp., 29 tavv.
- McCarthy P.M., Malcom W.M., 2004. Key to the genera of Australian macrolichens. Flora of Australia, supplementary series 23: 1-44.
- McCune B., Geiser L., 1997. Macrolichens of the Pacific Northwest. Oregon State University Press, Corvallis.
- McCune B., Tchabanenko S., 2001. *Hypogymnia arcuata* and *H. sachalinensis*, two new lichens from East Asia. The Bryologist 104 (1): 146-150.
- Micheli P.A., 1729. Nova Plantarum Genera juxta Tournafortii methodum disposita. Tipografia Bernardo Paperini, Firenze.
- Moriguchi M., 2017. [Il mio vicino lichene. Osservare funghi misteriosi e familiari.]. Yasaka Shobo. 248 pp.
- Nicholson B.E., Brightman F.H., 1966. The Oxford Book of Flowerless Plants. Oxford University Press.
- Nimis P.L., Zucconi L., 2006. Federico Cesi e l'inizio della lichenologia. In: Graniti A. (a cura di). Federico Cesi: un principe naturalista. Atti del Convegno, Acquasparta 29-30 settembre 2003. 337-349.
- Obermayer W., 2008. Photographische Dokumentation einer ungewöhnlich reich fruchtenden Aufsammlung von *Cetraria islandica* (L.) Ach. (mit einem historischen Abriss zur Darstellung fertiler Thalli, Anmerkungen zur Gestalt der Pycnosporen und einigen Notizen zum Gebrauch des 'Kramperltees'). Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 138: 113-158.
- Ozenda P., Clauzade G., 1970. Les Lichens – Etude biologique et flore illustrée. Masson, Paris. 801 pp.
- Piltaver A., 1997. Podobe kranjskih lisajev. Drugi del zapuscine neznanega slikarja Thomasa Hörmana. Proteus 60: 22-29.
- Poelt J., 1958. Die lobaten Arten der Flechtengattung *Lecanora* Ach. *sens. ampl.* in der Holarktis. Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München 2 (19-20): 411-589.
- Prosser C., 2020. Botanical Images Scotland 2019. The Caledonian Gardener 2020: 80-84.
- Ravera S., Puntillo D., 2014. I licheni a spillo – piccola guida delle Caliciales d'Italia. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Università degli Studi del Molise.
- Reveil O., 1872. Flore Médicale usuelle et industrielle du XIX Siècle - Atlas iconographique du tome deuxième. L. Guérin & C. ie Editeurs, Paris.
- Richardson D., 1992. Pollution monitoring with lichens. Richmond Publishing. 76 pp.
- Roca E., Nimis P.L., 1997. I licheni nell'opera "Dell'Historia Naturale. Libri XXVIII" di Ferrante Imperato (sec. XVI). Notiziario della Società Lichenologica Italiana 10: 9-19.
- Roca E., De Santo R., Nimis P.L., 1998. I licheni di Fabio Colonna (sec. XVI-XVII). Notiziario della Società Lichenologica Italiana 11: 19-34.
- Roth A.W., 1788. Observationes quaedam botanicae. Magazin für die Botanik 2: 3-6.
- Roumeguère C. 1868. Cryptogamie illustrée – Famille des Lichens. Baillière, Paris & Gimet, Toulouse. 73 pp.

- Schaerer L.E., 1850. *Enumeratio critica lichenum europaeorum*. Tipografia Staempfliana, Berna.
- Schneider A., 1897. *A text-book of general lichenology*. Willard N. Clute & co., Binghamton N. Y.
- Scopoli G.A., 1760. *Flora Carniolica*. Tipografia Johannes Thoma Trattner, Vienna.
- Smith C.W., Aptroot A., Coppins B.J., Fletcher A., Gilbert O.L., James P.W., Wolseley P.A., 2009. *The lichens of Great Britain and Ireland*. The British Lichens Society & The Natural History Museum, London. 1046 pp.
- Smith J.E., Sowerby J., 1843 [seconda edizione]. *English Botany; or coloured figures of British plants with their essential characters, synonyms and places of growth – volume 10*. Richard & John Taylor, London.
- Smith J.E., Sowerby J., 1844 [seconda edizione]. *English Botany; or coloured figures of British plants with their essential characters, synonyms and places of growth – volume 11*. Richard & John Taylor, London.
- Stenroos S., 1986. The family Cladoniaceae in Melanesia. 2. *Cladonia* section *Cocciferae*. *Annales Botanici Fennici* 23 (3): 239-250.
- Stenroos S., 1988. The family Cladoniaceae in Melanesia. 3. *Cladonia* sections *Helopodium*, *Perviae* and *Cladonia*. *Annales Botanici Fennici* 25 (2): 117-148.
- Stenroos S., 1989a. Taxonomy of the *Cladonia coccifera* group 1. *Annales Botanici Fennici* 26 (2): 157-168.
- Stenroos S., 1989b. Taxonomic revision of the *Cladonia miniata* group. *Annales Botanici Fennici* 26 (3): 237-261.
- Stenroos S., 1989c. Taxonomy of the *Cladonia coccifera* group 2. *Annales Botanici Fennici* 26 (3): 307-317.
- Stenroos S., 1993. Taxonomy and distribution of the lichen family Cladoniaceae in the Antarctic and peri-Antarctic regions. *Cryptogamic Botany* 3: 310-344.
- Svensson L., Mullarney K., Zetterstrom D., Grant P.J., 1999. *Collins Bird Guide*. HarperCollins, London. 392 pp.
- Thé E., 2003. *Le magiche visioni di M. C. Escher*. Taschen.
- Thomson J.W., 1984. *American Arctic Lichens. 1. The Macrolichens*. Columbia University Press, New York.
- Thomson J.W., 1997. *American Arctic Lichens. 2. The Microlichens*. University of Wisconsin Press. 680 pp.
- Tolman T., Lewington R., 1997. *Collins Butterfly Guide*. HarperCollins, London. 384 pp.
- Trass H., Randlane T., 1994. *Eesti Suursamblikud*. Tartu University. 399 pp.
- Trelker A., Minckwitz M., 1921. *Hansje in Wonderland*. Van Dishoeck, Bussum.
- Tretiach M., 1998. L'iconografia dei licheni della Carniola di Thomas Hörman. Commento all'articolo di A. Piltaver. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 11: 35-41.
- Trevisan V., 1853. Revisione dei generi e delle specie enumerate dal dott. Massalongo nelle ricerche sull'autonomia dei licheni crostosi (Verona 1853). In: Trevisan V. *Spighe e paglie – raccolta di scritti botanici varij*. Tip. Sicca, Padova. 49-65.
- Valcuvia Passadore M., Pavan Arcidiaco L., 1990. Le collezioni lichenologiche dell'*Herbarium Universitatis Ticinensis* di Pavia (PAV). *Notiziario della Società Lichenologica* 3, suppl. 1: 57-63.
- Valcuvia Passadore M., Gheza G., Passadore D., 2017. *Iconografia delle Cladonie d'Italia*. PIME Editrice, Pavia.
- Westring J.P., 1805-1809. *Svenska Lafvarnas Färghistoria*. Tipografia Carl Delén, Stockholm.

- Wirth V., Hauck M., Schultz M., 2013. Die Flechten Deutschlands. Ulmer, Stuttgart. 1244 pp, 2 voll.
- Withering W., 1776. A botanical arrangement of all the vegetables naturally growing in Great Britain. Cadel, London.
- Zopf W., 1898. Untersuchungen ber die durch parasitische Pilze hervorgerufenen Krankheiten der Flechten. Nova Acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Germanicae Naturae Curiosorum 70: 97-192.

Note

¹ Non essendomi stato possibile consultare i volumi della prima edizione, faccio riferimento alla seconda.

² Ho trovato due versioni delle illustrazioni lichenologiche della *English Botany*: una con le figure completamente colorate, l'altra con le figure colorate solamente in parte (e in modo meno preciso). Non so dire se si tratti di differenze tra la prima e la seconda edizione, oppure se anche in questo caso ogni copia del libro venisse colorata a mano – trovo però la seconda ipotesi poco pratica, considerando la mole dell'opera e il fatto che fosse ampiamente basata sulla ricchissima iconografia.

³F. Emil viene così citato nella prefazione da Schneider, e non mi è stato possibile rintracciare il nome completo, né, di conseguenza, informazioni in più su questo talentuoso e paziente disegnatore.

Taming the Beast – Tools to work with Freshwater Lichens in Italy

Holger Thüs¹, Juri Nascimbene²

¹ Botany Department, State Museum of Natural History Stuttgart, Germany ; ² Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, University of Bologna

Almost ten years ago we published the outline for a strategy towards the inclusion of lichens in the monitoring programs for streams and rivers in Europe (Nascimbene *et al.*, 2013). Here we want to provide a brief overview on progress of taxonomy and ecology in the field of European freshwater lichens since 2013 and outline the perspectives for working with freshwater lichens in Italy.

There is no universally accepted definition of the term “Freshwater Lichen”. Lichens occur regularly and sometimes even as the dominant producer group in typical freshwater habitats (Nascimbene & Nimis, 2006, Thüs *et al.*, 2014). The term “Freshwater Lichen” can be seen in the context of the analysis of freshwater habitats. Under this perspective it should include all species which can be found in such habitats either because this is their preferred ecological niche, or because they are found more or less regularly as components of freshwater vegetation, even if their ecological optimum is in drier habitats (Thüs & Schultz, 2008).

Over the last ten years novelties and changes in the traditional circumscription of older taxa have been published from the UK (Orange, 2013a, 2014 for *Verrucaria*, 2015 for *Porina*), Finland (Pykälä & Myllis, 2016, Pykälä *et al.*, 2018, 2019) and Central Europe (Thüs *et al.*, 2015). Taxonomic studies on freshwater lichens from Southern Europe instead are still scarce with only a brief note on *Dermatocarpon arnoldianum* and other taxa in the *D. miniatum* agg. for Bulgaria (Shivarov *et al.*, 2018).

Keys for many of the taxa which also occur in Italian freshwater habitats were published by Wirth *et al.* (2013). For the genus *Verrucaria* this book includes a separate key to species which are characteristic for springs, streams and rivers, which covers all of the species known from permanently submerged sites in Italy. The selection of species which are seen as reliable to identify and typically found in only temporarily inundated sites is highly dependent on regional conditions and should be used with caution for Italian specimens. Additionally, the key to terrestrial species in the same book and/or the paper by Breuss & Berger (2010) should always be taken into account particularly for material from streambeds in areas with long drought periods.

For the British Isles a compendium with habitus photographs of excellent quality, precise line drawings of anatomical characters and detailed descriptions was published by Orange (2013a). To the present day, this continues to be the best illustrated identification tool for pyrenocarpous lichens in NW-Europe. However, it lacks a substantial number of species, which occur in the Alps and in the Mediterranean parts of Italy. It includes descriptions of the new species *V. nodosa* and *V. rosula* which were formally described in the same year (Orange, 2013b), but it lacks *V. devensis* (Orange, 2014) a look-alike of *V. praetermissa* with only slightly darker and thinner thallus which requires DNA-barcoding for safe identification.

For *Verrucaria* species with large spores (> 18 µm) and a distinctly subgelatinous thallus a key with a Central European focus (including the Alps) was presented in Thüs *et al.* (2015). This paper also provided a molecular backbone to rectify the incorrect interpretations of *V. elaeomelaena*, *V. andesiatica*, *V. margacea* in Thüs & Schultz (2008).

In 2017 the first part of the Verrucariaceae volume for the book series Nordic Lichen Flora was published (Moberg *et al.*, 2016). It contains keys to the “catapyrenoid” (squamulose genera except *Endocarpon*) and foliose genera of the family (including *Dermatocarpon* with several freshwater associated species), and a selection of “polyblastioid” genera (taxa which share a crustose growth form and more or less muriform ascospores). The Nordic Lichen Flora includes the description of three new taxa of *Atla* from calcareous rocks which were formally published based on a molecular backbone by Pykälä & Myllis (2016). *Atla* includes species which are typically found in the surrounding of streams and waterfalls and are possibly much overlooked in other parts of Europe. High elevation sites in the Alps with waterfalls are the best places in Italy where new records from this group can be expected.

New species of *Verrucaria* from the *V. hydrophila* group (Pykälä *et al.*, 2018) and the *V. kalenskyi-xyloxena* group (Pykälä *et al.*, 2019) continued to be described from Scandinavia and at least some of them are likely to be present in other parts of Europe as well. Their identification can be difficult by morphology alone and DNA-barcoding may be necessary for reliable identification at species level.

Following the publication of the new checklist of the lichenized fungi of Italy (Nimis 2016a), ITALIC 5.0 - the information system on Italian lichens - (Nimis, 2016b) has been expanded a lot with detailed compilations of species descriptions for the taxa known to occur in Italy. A comprehensive key to all known taxa of Verrucariaceae from Italy is still missing and maybe more taxonomic work would be required to clarify the status and circumscription of

many poorly known taxa. This tool would also facilitate the work with freshwater lichens.

An increasingly frequent problem with new species descriptions in crustose Verrucariaceae is the overlap of morphological characters with similar but not always closely related taxa. In some cases, “typical” material of such taxa can be identified by morphology alone, but DNA-barcoding may become the only way for a reliable identification of an seemingly ever increasing number of specimens in these groups.

Morphologically “cryptic” or “semicryptic” but phylogenetically robustly separated species are nothing new, but apparently particularly common in crustose Verrucariaceae.

Not all issues in ecological studies stem from morphologically cryptic taxa. Even more common are freshwater lichen species which can be distinguished by microscopic characters but where the risks of misidentifications based on field recordings are large. To some extent, this uncertainty can be addressed by explicitly recording species groups instead of individual species. An example for this praxis is given in the new guidelines for the assessment of conservation priorities for acidic streams in the UK (Sanderson *et al.*, 2018).

The recording of species groups instead of individual species is a pragmatic solution for monitoring freshwater lichens when conservation concerns do not allow the extraction of large numbers of vouchers from a vulnerable site. If the concept of similar looking (but not necessarily closely related) species groups is expanded further and directed towards shared functional traits, a monitoring system that does not require the identification of formally described taxa becomes an option. For freshwater lichens, the potential use of functional groups instead of named taxa in ecological studies and particularly for long term monitoring of permanent plots is still largely neglected. This approach, however, is worth further exploration, particularly for communities on limestone with higher frequencies of more or less endolithic lichens.

Many older ecological studies on freshwater lichen communities in Europe followed a more or less qualitative approach to the recording of species occurrences or the Braun-Blanquet system. The only modern quantitative analysis of the structure of freshwater communities during the last ten years was carried out in Poland (Krzewicka *et al.*, 2017). Due to the different recording methods and diverging taxonomic concepts over time and the lack of data in large areas of the Southern countries of the continent only little progress has been made towards a pan-European analysis of the composition and threat of freshwater lichen communities. To achieve this goal, as described in Nascimbene

et al. (2013), is today even more pressing than it was before with threats in the form of water extraction, pollution, climate change and hydroelectric power plants rising at the continental level.

Freshwater lichens in southern Europe continue to be the least known, no molecular data are available at all for any freshwater lichen in areas with Mediterranean climate and the species pool from which the lichen communities in the permanent and temporary water bodies of Southern Italy are formed can only be guessed. At the same time, it can be expected that due to climate change and water demands for agriculture and development the watercourses in the South of Italy will be among the most threatened lichen habitat types. For these reasons, collecting from springs, permanent and temporary watercourses, the integration of material from Southern Italy in molecular revisions and ecological studies should be encouraged throughout Italy but particularly in the Mediterranean parts of the country.

References

- Breuss O., Berger F., 2010. Die *Verrucaria*-Arten mit braunem Lager in den österreichischen Kalkalpen. Eine vorläufige Übersicht mit Bestimmungsschlüssel. *Bibliotheca Lichenologica* 104: 77–116.
- Krzewicka B., Smykla J., Galas J., Śliwa L., 2017. Freshwater lichens and habitat zonation of mountain streams. *Limnologica* (63) 1–10, <https://doi.org/10.1016/j.limno.2016.12.002>
- Moberg R., Tibell S., Tibell L. (eds.), 2017. Nordic Lichen Flora. Vol. 6, Verrucariaceae part 1. Uppsala. 85 pp.
- Nascimbene J., Nimis P.L., 2006. Freshwater Lichens of the Italian Alps. *International Journal Limnology* 42(1): 27–32. <https://doi.org/10.1051/limn/2006003>
- Nascimbene J., Thüs H., Nimis P.L., 2013. Lichens as bioindicators in freshwater ecosystems – challenges and perspectives. – *Annali di Botanica*, 3: 45–50.
- Nimis P.L., 2016a. The lichens of Italy. A second annotated catalogue. Trieste. 740 pp.
- Nimis P.L., 2016b. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 5.0. University of Trieste, Dept. of Biology, (<http://dryades.units.it/italic>), accessed on 2020, 07, 30.
- Orange A., 2013a. British and other pyrenocarpous lichens. The National Museum of Wales. Cardiff. 250 pp. <https://museum.wales/media/13849/Orange-A-2013-British-and-other-pyrenocarpous-lichens.pdf>
- Orange A., 2013b. Four new species of *Verrucaria* (Verrucariaceae, lichenized Ascomycota) from freshwater habitats in Europe. - *Lichenologist* 45(3): 305–322.
- Orange A., 2014. Two new or misunderstood species related to *Verrucaria praetermissa* (Verrucariaceae, lichenized Ascomycota). - *Lichenologist* 46(5): 605–615.
- Orange, A. 2015. A new freshwater *Porina* (Porinaceae, Ostropales) from Great Britain. - *The Lichenologist* 47(6): 351–358.
- Pykälä J., Myllys L., 2016. Three new species of *Atla* from calcareous rocks (Verrucariaceae, lichenized Ascomycota). *Lichenologist*. 48(2):111–120.
- Pykälä J., Launis A., Myllys L., 2018. *Verrucaria tenebrosa* (Verrucariaceae), a new lichen species from Finland and Norway, and notes on the taxonomy of epiphytic taxa belonging to the *V. hydrophila* complex. *Phytotaxa* 381: 211–212.
- Pykälä J., Launis A., Myllys L., 2019. Taxonomy of the *Verrucaria kalenskyi* – *V. xyloxena* species complex in Finland. *Nova Hedwigia* 109: 489–511.
- Sanderson N.A., Wilkins T.C., Bosanquet S.D.S., Genney D.R., 2018. Guidelines for the Selection of Biological SSSIs. Part 2: Detailed Guidelines for Habitats and Species Groups. Chapter 13: Lichens and associated microfungi. JNCC, Peterborough. <http://data.jncc.gov.uk/data/330efebf-9504-4074-b94c-97e9bbdbe746/SSSI-Guidelines-13-Lichens-2018.pdf>
- Shivarov V., Denchev C., Thüs H., 2018. Ecology and distribution of *Dermatocarpon* (Verrucariaceae, Ascomycota) in the catchment areas of two Bulgarian rivers. *The Lichenologist*, 50: 679–690.
- Thüs H., Schultz M., 2008. Freshwater Flora of Central Europe, Fungi, Part 1 : Lichens.. Heidelberg. 229 pp.
- Thüs H., Orange A., Gueidan C., Pykälä J., Ruberti C., Lo Schiavo F., Nascimbene J., 2015. Revision of the *Verrucaria elaeomelaena* species complex and morphologically similar freshwater lichens (Verrucariaceae, Ascomycota). *Phytotaxa*, 197: 161–61.
- Thüs H., Aptroot A., Seaward M., 2014. Freshwater Lichens, In: Freshwater Fungi and Fungus like organisms: Berlin. 333–358.

Wirth V., Hauck M. Schultz M., 2013. Die Flechten Deutschlands. Stuttgart.1244 pp.

La geotermia in Toscana e le reti di biomonitoraggio mediante licheni epifiti

Luisa Frati, Giorgio Brunialti

TerraData srl environmetrics, Spin-off dell'Università di Siena

Negli ultimi decenni, gli Enti di controllo hanno ampiamente prescritto studi di biomonitoraggio di vari comparti ambientali per ottenere informazioni sull'impatto dello sfruttamento della geotermia in Toscana.

Per quanto riguarda gli effetti delle potenziali ricadute delle emissioni geotermiche sul comparto atmosferico, i metodi di biomonitoraggio adottati riguardano il rilevamento dell'Indice di Biodiversità Lichenica (ANPA, 2001) e il bioaccumulo di elementi in traccia mediante licheni (Nimis & Bargagli, 1999).

Questo breve articolo è pensato per fornire un quadro conoscitivo della geotermia in Toscana e dei suoi recenti sviluppi e di presentare il sistema di biomonitoraggio mediante licheni esteso al territorio geotermico, con particolare riferimento agli ultimi dieci anni di attività.

La geotermia in Toscana

La geotermia produce in Toscana più di 5 miliardi e mezzo di KWh annui, pari al 27% del fabbisogno energetico regionale e corrispondenti al consumo medio annuo di oltre due milioni di famiglie. Questo permette un risparmio di 1,1 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio. Inoltre, la geotermia fornisce calore utile a riscaldare circa 9.500 utenti, nonché caseifici e 28,5 ettari di serre, e ad alimentare un'importante filiera agricola, gastronomica e turistica (Bonelli *et al.*, 2015).

L'attività di sfruttamento delle risorse geotermiche della Toscana insiste su un territorio che complessivamente comprende sedici comuni. L'Area Nord (Larderello, Travale) si estende su una superficie di 1.056 km², mentre l'Area Sud (Amiata) presenta un'estensione di 688 km² (Bonelli *et al.*, 2015).

Ad oggi sono presenti sul territorio toscano 34 centrali geotermiche, per un totale di 37 gruppi di produzione distribuiti tra le province di Pisa, Siena e Grosseto (Tabella 1). Ulteriori centrali sono in fase di progettazione e le attività di rinnovamento e potenziamento previste per gli impianti esistenti dovranno essere sottoposte a regolare attività di monitoraggio (www.enelgreenpower.com).

Tabella 1. Numero di centrali geotermiche, con la relativa potenza (MW) e loro distribuzione in Toscana. Fonte: www.enelgreenpower.com

Provincia	Comune	Impianti (n)	Potenza (MW)
Grosseto	Monterotondo	5	67,6
	Marittimo		
	Montieri	2	51,9
	Santa Fiora	4	56,8
Siena	Radicondoli	6	135,6
	Chiusdino	1	18,5
	Piancastagnaio	3	57,6
Pisa	Castelnuovo Val di	7	102
	Cecina		
	Monteverdi	2	32,2
	Pomarance	7	247
<i>Totale</i>		<i>37</i>	<i>769,2</i>

La nuova legge sulla geotermia

Nel febbraio 2019 è stata approvata la legge sulla geotermia 2.0, che si propone di ridurre l'impatto ambientale e paesaggistico delle nuove centrali energetiche. Il provvedimento impone di ridurre al massimo le emissioni in atmosfera (prevalentemente ammoniaca, mercurio, acido solforico e boro) mediante l'adozione di Abbattitori di Mercurio e Idrogeno Solforato (AMIS) e di favorire il recupero del calore e dell'anidride carbonica, in una logica di economia circolare (www.rinnovabili.it).

In questo quadro è, perciò, evidente l'esigenza da un lato di monitorare in continuo le emissioni degli impianti e dall'altro di monitorarne le ricadute e/o gli effetti su organismi sensibili mediante tecniche di biomonitoraggio.

La prima attività viene svolta regolarmente da ARPAT, mentre la seconda è regolamentata da una serie di prescrizioni che disciplinano lo svolgimento di indagini di monitoraggio biologico a cadenza regolare da svolgersi nei territori circostanti gli impianti.

L'attuale sistema di biomonitoraggio mediante licheni

Pur non essendo contestualizzate in un unico disegno sperimentale, le singole reti di biomonitoraggio allestite e rilevate nell'ultimo decennio, afferiscono al sistema di campionamento previsto dalla rete nazionale individuata dal Manuale ANPA IBL Indice di Biodiversità Lichenica (ANPA, 2001). Le reti presentano densità campionarie variabili con maglie di 6x6 km, 3x3 km e 1x1 km.

Allo stato attuale, ogni qualvolta viene operata una modifica al quadro emissivo (es. costruzione o ampliamento di una centrale), sono previsti l'allestimento e il rilevamento di una nuova rete di biomonitoraggio progettata *ad hoc* nel

territorio circostante l'intervento, con un approccio *ante-post*. Dopo la prima indagine, normalmente la prescrizione prevede la ripetizione dei rilievi ogni 3-4 anni, fino ad un massimo di 9-10 anni.

Dal 2009 ad oggi sono state svolte complessivamente 11 indagini, insistenti su quattro reti di biomonitoraggio (Figura 1), tre delle quali comprese nel territorio geotermico cosiddetto 'tradizionale' (Area Nord: reti di Sasso Pisano, Chiusdino e Monterotondo Marittimo) e una nell'Area Sud (Amiata: rete di Santa Fiora).

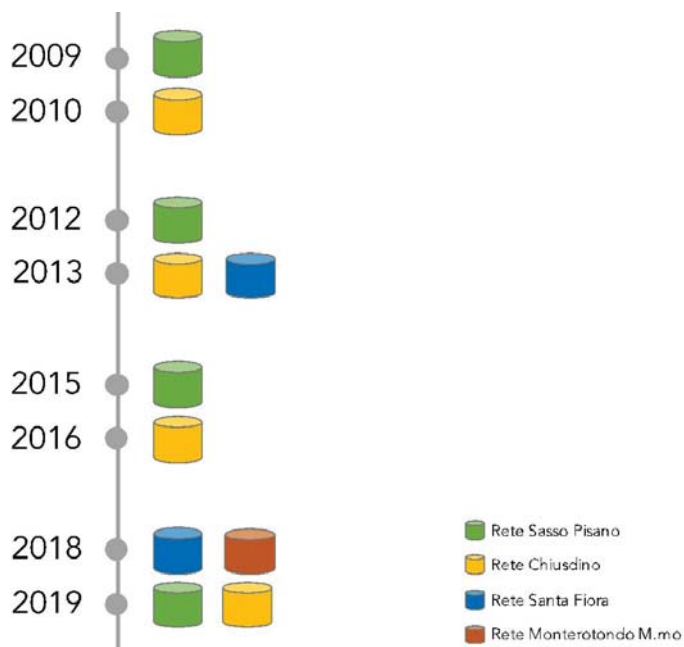


Figura 1. Schema della tempistica di svolgimento delle indagini annuali di ciascuna rete di biomonitoraggio.

Ciascuna rete è costituita da un minimo di 14 a un massimo di 27 stazioni di bioindicazione, per un totale di 280 alberi appartenenti principalmente al genere *Quercus* (Tabella 2). In alcune stazioni dell'area Amiata sono stati rilevati anche esemplari di castagno. Per quanto riguarda il bioaccumulo mediante licheni nativi, le reti sono costituite da un minimo di 14 ad un massimo di 41 stazioni, e prevedono nella maggior parte dei casi la raccolta di campioni di *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale. In alcune stazioni della rete di Santa Fiora è prevista la raccolta di campioni di *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. In tutti i casi sono analizzati elementi legati alle emissioni geotermiche, quali As, B, Hg, Sb, oltre agli elementi terrigeni (Al, Ti) che sono utilizzati per il calcolo del fattore di arricchimento.

Tabella 2. Statistiche descrittive relative alle reti di biomonitoraggio. Per ciascuna rete sono riportati il numero di indagini svolte negli ultimi dieci anni, il numero di stazioni di bioindicazione e bioaccumulo svolte, nonché il numero e la specie di alberi rilevati (IBL) e la specie target e gli elementi analizzati (bioaccumulo).

Rete di biomonitoraggio	N. indagini	IBL			Bioaccumulo		
		N. stazioni	N. alberi	Specie arboree ¹	N. stazioni	Specie target ²	Elementi analizzati
Sasso Pisano	4	24	71	<i>Qp, Qc</i>	19	<i>Fc</i>	
Chiusdino	4	22	86	<i>Qp, Qc</i>	23	<i>Fc</i>	Al, As, B, Hg, Sb, Ti
Santa Fiora	2	27	82	<i>Qp, Qc, Cs</i>	41	<i>Fc, Xp</i>	
Monterotondo Marittimo	1	14	41	<i>Qp, Qc</i>	14	<i>Fc</i>	

¹Qp: *Quercus pubescens*; Qc: *Quercus cerris*; Cs: *Castanea sativa*

²Fc: *Flavoparmelia caperata*; Xp: *Xanthoria parietina*

A nostro avviso, l'insieme di queste reti impostate sullo schema del manuale ANPA (2001) rappresenta un importante esempio di territorio vasto monitorato regolarmente nel quadro nazionale.

Infatti, nonostante il manuale ANPA (2001) auspichi il rilevamento periodico di una rete nazionale con densità di campionamento di una stazione ogni 18 km, sono poche le realtà che ad oggi abbiano adottato questo approccio in maniera sistematica nell'ambito di programmi progettati per fornire informazioni nel medio-lungo periodo, a parte le reti allestite nei territori circostanti le principali fonti puntiformi nazionali (centrali elettriche, inceneritori, acciaierie).

Inoltre, le informazioni raccolte da queste reti costituiscono un'interessante base di dati per isolare gli effetti sui licheni di una determinata attività industriale rispetto ad altre fonti inquinanti (es. traffico veicolare, altre fonti puntiformi di emissione). Questo perché, in deroga a quanto succede per la maggior parte degli altri impianti industriali, le centrali geotermiche risultano distribuite in aree remote. Infatti, queste reti si estendono su un territorio collinare e montano, con una netta predominanza di aree boschive o di pascoli, con una densità abitativa molto contenuta.

Bibliografia

- ANPA, 2001. I.B.L. Indice di biodiversità lichenica. ANPA Manuali e Linee guida 2/2001:185.
- Bonelli F., Caporali A., Cappellini D., 2015. Un viaggio in Toscana. La via della geotermia dalla Val di Cecina all'Amiata. Edizioni Effigi, Arcidosso (GR). ISBN 978-88-6433-535-3.

Rete NEC Italia: i risultati della prima campagna di monitoraggio della diversità dei licheni epifiti

Giorgio Brunialti¹, Luisa Frati¹, Paolo Giordani², Juri Nascimbene³, Roberto Canullo⁴, Claudia Cindolo⁵, Cristiana Cocciufa⁵, Giancarlo Papitto⁵

¹TerraData environmetrics, Spin-off dell'Università di Siena; ²Dipartimento di Farmacia, Università di Genova; ³Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna; ⁴Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria, Università di Camerino; ⁵Arma dei Carabinieri, CUFAA, Comando Tutela Biodiversità e Parchi, Ufficio Studi e Progetti.

Introduzione

Nel 2019, a seguito di un accordo fra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e il Comando Unità Forestali Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri (CUFA), è stata istituita la rete NEC Italia (National Emission Ceiling - Italia), con lo scopo di monitorare gli impatti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi ai sensi dell'articolo 9 della Direttiva UE 2016/2284 in materia di riduzione delle emissioni nazionali dei principali inquinanti atmosferici (Direttiva UE 2016/2284, 2016). La direttiva prevede l'utilizzo di metodologie stabilite nella Convenzione sull'Inquinamento Transfrontaliero a Lungo Raggio (LRTAP) e dei relativi manuali per i programmi di cooperazione internazionale. In questo contesto, il Field Manual part VII.2 relativo alla valutazione della diversità dei licheni epifiti (Stofer *et al.*, 2016) sviluppato nell'ambito del programma ICP Forests, rappresenta un ottimo strumento per fornire indicazioni sulle tematiche chiave della Direttiva NEC. Infatti, i licheni epifiti, per la loro ben nota sensibilità nei confronti degli inquinanti atmosferici e dei cambiamenti climatici, rappresentano dei validi indicatori biologici dello stato di salute delle foreste, dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici (Nimis *et al.*, 2002; Ellis, 2019) e sono stati utilizzati in numerosi studi di biomonitoraggio in ambito forestale (cfr. ad esempio Kapusta *et al.*, 2004; Jovan & McCune, 2005; Brunialti *et al.*, 2008; Svoboda *et al.*, 2010).

In Italia, la rete NEC comprende 6 siti forestali della rete CONECOFOR di Livello II, che è dedicata al monitoraggio in continuo degli impatti degli inquinanti atmosferici sulle foreste, e la diversità dei licheni epifiti è stata recentemente inserita fra gli indicatori che sono regolarmente misurati. Quattro di questi siti, insieme ad altri siti italiani ed europei della rete ICP Forests, sono stati rilevati in passato nell'ambito del progetto Forest Biodiversity Test phase Assessments (ForestBIOTA), cui hanno aderito 12 Paesi europei (Fischer *et al.*, 2009; Giordani

et al., 2012). Questi dati pregressi potranno fornire un importante elemento di confronto.

In questo articolo sono riportati i risultati della prima campagna di monitoraggio della diversità dei licheni epifiti nell'ambito di questa rete.

Materiali e Metodi

I rilievi di biodiversità lichenica sono stati condotti nella seconda metà del 2019 nei sei siti forestali della Rete CONECOFOR inclusi nella Rete NEC Italia (Fig.1; Tab. 1), utilizzando il protocollo operativo Field Manual part VII.2 (Stofer *et al.*, 2016) che si basa principalmente sulle linee guida europee per il monitoraggio con i licheni (Asta *et al.*, 2002; Scheidegger *et al.*, 2002). Il protocollo prevede il rilevamento di un massimo di 12 alberi per plot, selezionati sulla base di un campionamento random stratificato che tiene conto del pH della corteccia e del diametro degli alberi.



Figura 1 – Distribuzione dei siti di campionamento sul territorio nazionale.

La selezione degli alberi da rilevare in ogni sito è stata effettuata con un'estrazione casuale dal database CONECOFOR, stratificando gli alberi sulla base del gruppo di appartenenza in relazione i) alla reazione della scorza (due categorie: pH acido, pH neutro) e ii) al diametro (> 13 cm). Una volta in campagna, ogni albero sorteggiato non idoneo al rilevamento è stato sostituito con l'albero successivo nella lista.

Su ogni albero la diversità lichenica è stata ottenuta sommando la frequenza di

tutte le specie licheniche rinvenute all'interno di un reticolo di 10x50 cm, suddiviso in cinque quadrati di 10 x 10 cm e posizionato nei 4 punti cardinali principali (N, E, S, W) ad un metro dal suolo. Il valore dell'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL) del rilievo è stato ottenuto come la somma delle frequenze di ciascuna specie all'interno di ogni sub-unità del reticolo.

Tabella 1 – Siti forestali della Rete CONECOFOR inclusi nella Rete NEC Italia, con le relative informazioni stazionali. Sono riportati anche le specie arboree e il numero di alberi su cui sono stati effettuati i rilievi di biodiversità lichenica.

Codice sito	Località	Altitudine	Biocenosi	Specie arboree
ABR1	Selva Piana	1500 m	Faggeta ad alto fusto	<i>F. sylvatica</i> (12)
CAL1	Piano Limina	1100 m	Faggeta ad alto fusto	<i>F. sylvatica</i> (12)
EMI1	Carrega	200 m	Bosco ad alto fusto a <i>Quercus petraea</i>	<i>Q. cerris</i> (9), <i>Q. petraea</i> (3)
LAZ1	Monte Rufeno	690 m	Bosco ceduo invecchiato a <i>Quercus cerris</i>	<i>Q. cerris</i> (12)
PIE1	Val Sessera	1150 m	Bosco ceduo avviato ad alto fusto a <i>Fagus sylvatica</i>	<i>F. sylvatica</i> (12), <i>Betula pendula</i> (3)
VEN1	Pian Consiglio	1100 m	Bosco ad alto fusto a <i>Fagus sylvatica</i>	<i>F. sylvatica</i> (12)

Risultati e discussione

La Figura 2 riporta le statistiche descrittive della diversità dei licheni epifiti (numero di specie e valori IBL) di ognuno dei 6 siti della rete NEC Italia. Complessivamente è stata ottenuta una lista floristica di 84 taxa (Tab. 2), con un numero totale di specie per sito che varia da 11 (PIE1) a 38 (CAL1).

Monte Rufeno (LAZ1) è il sito con i valori maggiori di biodiversità lichenica (media= 107, min= 86, max= 163) e il maggior numero medio di specie per albero (16). I rilievi sono caratterizzati da comunità licheniche ricche in specie caratteristiche di boschi cedui di querce decidue. Molto interessanti sono le segnalazioni di due specie crostose caratteristiche di aree dal clima caldo umido, distribuite principalmente sul versante tirrenico della penisola: *Arthonia stellaris* Kremp. e *Blastenia herbidella* (Hue) Servít, incluse nella lista rossa italiana dei licheni epifiti rispettivamente come “Endangered” (a rischio di estinzione) e “Near-threatened” (quasi minacciata; Nascimbene *et al.*, 2013).

Anche ABR1 (Selva Piana) è caratterizzato da valori di IBL piuttosto elevati (media= 83,4, min= 63, max= 103) e un numero medio di 14 specie per albero. In questo sito è interessante la presenza di *Lepra slesvicensis* (Erichsen) Hafellner, lichene a distribuzione prevalentemente mediterranea, legato a *Lepra amara* (Ach.) Hafellner, ma regolarmente fruttificante, e limitato alle aree eu-Mediterranee, con una distribuzione principalmente tirrenica in Italia (Nimis & Martellos, 2017). È incluso nella lista rossa italiana dei licheni epifiti come “Data Deficient” (carente di dati), in quanto appartenente a gruppi critici tassonomicamente poco conosciuti con distribuzione poco nota e influenzata da possibili errori di identificazione (Nascimbene *et al.*, 2013). Si tratta della prima segnalazione per la regione Abruzzo.

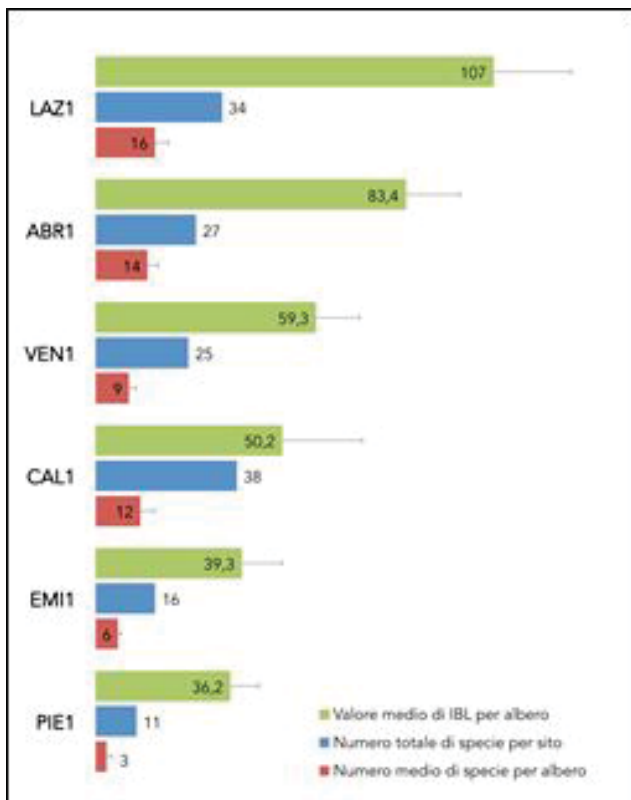


Figura 2 – Statistiche descrittive della diversità dei licheni epifiti (numero di specie e valori IBL) rilevata nei siti forestali della Rete CONECOFOR inclusi nella Rete NEC Italia (indagine 2019). Le barre degli istogrammi corrispondono alla deviazione standard.

VEN1 (Pian Cansiglio) è caratterizzato da un valore medio di IBL di 59,3 (min= 44 e max= 78) e da un numero medio di 9 specie per albero. Da segnalare per questo sito la presenza della specie fogliosa a lobi larghi *Cetrelia olivetorum* (Nyl.) W.L. Culb. & C.F. Culb. Si tratta di una specie che cresce sulla scorza di

alberi decidui e sui muschi epifiti, in foreste umide e vetuste. Localmente ancora abbondante nelle foreste montane di *Abies-Fagus*, specialmente nelle Alpi orientali, la specie è stata inclusa nella lista rossa italiana dei licheni epifiti come “Near-threatened” (quasi minacciata; Nascimbene *et al.*, 2013).

Tabella 2 – Lista degli 84 taxa campionati nei 6 siti della rete NEC. Fra parentesi sono riportati i siti in cui è stato rilevato ogni taxon.

<i>Acrocordia cavata</i> (Ach.) R.C. Harris (CAL1)	<i>Melanelixia glabrata</i> (Lamy) Sandler & Arup (ABR1, VEN1)
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid. (EMI1, LAZ1)	<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch (ABR1, CAL1, EMI1, LAZ1, PIE1)
<i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) A. Massal. (ABR1)	<i>Micarea prasina</i> Fr. (CAL1)
<i>Arthonia didyma</i> Körb. (VEN1)	<i>Naetrocymbe punctiformis</i> (Pers.) R.C. Harris (VEN1)
<i>Arthonia punctiformis</i> Ach. (VEN1)	<i>Nephroma parile</i> (Ach.) Ach. (CAL1)
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach. (ABR1, VEN1)	<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl. (CAL1, LAZ1, VEN1)
<i>Arthonia stellaris</i> Kremp. (LAZ1)	<i>Opegrapha</i> sp. (CAL1)
<i>Arthopyrenia</i> sp. (PIE1)	<i>Gyalecta carneola</i> (Ach.) Hellb. (CAL1)
<i>Bacidia rosella</i> (Pers.) De Not. (CAL1)	<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach. (ABR1, CAL1)
<i>Blastenia herbidella</i> (Hue) Servit (CAL1, LAZ1)	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor (ABR1, CAL1, EMI1, LAZ1, PIE1)
<i>Buellia griseovirens</i> (Sm.) Almb. (ABR1, EMI1, LAZ1, PIE1, VEN1)	<i>Parmeliella testacea</i> P.M. Jørg. (CAL1)
<i>Buellia</i> s.l. (VEN1)	<i>Parmeliella triptophylla</i> (Ach.) Müll. Arg. (CAL1)
<i>Caloplaca</i> sp. (LAZ1)	<i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale (ABR1)
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein (LAZ1)	<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale (ABR1, LAZ1)
<i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau (EMI1, LAZ1, PIE1)	<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy (CAL1, LAZ1)
<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau (EMI1)	<i>Peltigera praetextata</i> (Sommerf.) Zopf (CAL1)
<i>Cetrelia olivetorum</i> (Nyl.) W.L. Culb. & C.F. Culb. (VEN1)	<i>Pertusaria coccodes</i> (Ach.) Nyl. (ABR1, CAL1, LAZ1)
<i>Cladonia caespiticia</i> (Pers.) Flörke (LAZ1)	<i>Pertusaria coronata</i> (Ach.) Th. Fr. (VEN1)
<i>Cladonia parasitica</i> (Hoffm.) Hoffm. (CAL1, PIE1)	<i>Pertusaria flavida</i> (DC.) J.R. Laundon (ABR1)

<i>Cladonia</i> sp.1 (LAZ1)	<i>Pertusaria hymenea</i> (Ach.) Schaer. (CAL1)
<i>Cladonia</i> sp.2 (EMI1, VEN1)	<i>Pertusaria leioplaca</i> (Ach.) DC. (CAL1, VEN1)
<i>Coenogonium pineti</i> (Ach.) Lücking & Lumbsch (EMI1, LAZ1)	<i>Pertusaria pertusa</i> (L.) Tuck. var. <i>pertusa</i> (ABR1, CAL1, LAZ1, VEN1)
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale (LAZ1)	<i>Pertusaria pustulata</i> (Ach.) Duby (ABR1, CAL1, LAZ1)
<i>Fuscidea stiriaca</i> (A. Massal.) Hafellner (CAL1)	<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot. (ABR1, CAL1, EMI1, LAZ1, VEN1)
<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach. (CAL1, VEN1)	<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier (ABR1, EMI1, LAZ1)
<i>Gyalecta</i> sp. (CAL1)	<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC. (LAZ1)
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt (EMI1)	<i>Physconia venusta</i> (Ach.) Poelt (ABR1)
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl. (LAZ1, PIE1)	<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch (ABR1)
<i>Lecanora argentata</i> s.l. (ABR1, CAL1, VEN1)	<i>Porina aenea</i> (Wallr.) Zahlbr (CAL1, VEN1)
<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain. (ABR1, LAZ1)	<i>Pseudoschismatomma rufescens</i> (Pers.) Ertz & Tehler (VEN1)
<i>Lecanora chlarotera</i> Nyl. subsp. <i>Chlarotera</i> (LAZ1, VEN1)	<i>Punctelia subrudecta</i> (Nyl.) Krog (EMI1, LAZ1)
<i>Lecanora expallens</i> Ach. (CAL1, EMI1, LAZ1, VEN1)	<i>Pyrenula nitida</i> (Weigel) Ach. (CAL1, VEN1)
<i>Lecanora intumescens</i> (Rebent.) Rabenh. (ABR1, PIE1)	<i>Ramalina fraxinea</i> (L.) Ach. (ABR1)
<i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach. (LAZ1)	<i>Ramalina</i> sp. (ABR1, LAZ1)
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy var. <i>elaeochroma</i> f. <i>elaeochroma</i> (ABR1, LAZ1)	<i>Ricasolia virens</i> (With.) H.H. Blom. & Tønberg (CAL1)
<i>Lepra albescens</i> (Huds.) Hafellner (CAL1, PIE1, VEN1)	<i>Scoliosporum umbrinum</i> (Ach.) Arnold (ABR1, PIE1)
<i>Lepra amara</i> (Ach.) Hafellner (ABR1, CAL1, LAZ1)	<i>Scytinium lichenoides</i> (L.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin (CAL1)
<i>Lepra slesvicensis</i> (Erichsen) Hafellner (ABR1)	<i>Scytinium teretiusculum</i> (Wallr.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin (CAL1)
<i>Lepraria</i> sp. 1 (CAL1, EMI1, LAZ1, PIE1, VEN1)	<i>Tephromela atra</i> (Huds.) Hafellner var. <i>atra</i> (ABR1, LAZ1)

Lepraria sp. 2 (EMI1)

Varicellaria hemisphaerica (Flörke) I. Schmitt & Lumbsch (VEN1)

Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm. (CAL1)

Zwackhia viridis (Ach.) Poetsch & Schied. (VEN1)

Melanelixia fuliginosa (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch (CAL1)

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. (EMI1, LAZ1)

CAL1 (Piano Limina) mostra un valore medio di IBL di 50,2 (min= 19, max= 106) e un numero medio di 12 specie per albero. Gli alberi sono riccamente colonizzati da muschi che competono ampiamente per il substrato con le specie licheniche, restituendo perciò valori di IBL piuttosto bassi se confrontati ad esempio con quelli ottenuti nella cerreta di Monte Rufeno. Ciò nonostante, il numero complessivo di specie ottenuto sui 12 alberi dell'area è notevole (38 specie) e presenta una lista di specie molto interessanti perché rare o indicatrici di continuità forestale. Tra queste segnaliamo *Bacidia rosella* (Pers.) De Not., *Gyalecta carneola* (Ach.) Hellb., *Parmeliella triptophylla* (Ach.) Müll. Arg. e *Ricasolia virens* (With.) H.H. Blom. & Tønsberg inserite nella lista rossa italiana dei licheni epifiti come "Near-threatened" (quasi minacciata; Nascimbene *et al.*, 2013) e *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. e *Parmeliella testacea* P.M. Jørg. inserite nella medesima lista nella categoria "Least Concern" (minima preoccupazione) in quanto, benché degne di segnalazione, sono conosciute per più di cinque regioni italiane e non mostrano un andamento negativo nella loro diffusione (Nascimbene *et al.*, 2013).

EMI1 (Bosco Carrega) e PIE1 (Val Sessera) sono i due siti con i valori minori di IBL (rispettivamente media= 39,3, min= 23, max= 60 e media= 36,2, min= 20, max= 47). I rilievi sugli alberi di EMI1 sono caratterizzati da comunità licheniche povere in specie inquadrabili nell'ambito di stadi poco maturi di comunità dello *Xanthorion*, caratteristiche di boschi cedui di querce decidue, in situazioni di eutrofizzazione. Gli alberi rilevati in PIE1 sono colonizzati da comunità licheniche impoverite, con una prevalenza di specie crostose.

La presenza di licheni rari e interessanti è un chiaro segnale della valenza della rete NEC anche dal punto di vista della conservazione delle specie, oltre che per i fini per i quali è nata. In generale i siti appenninici (LAZ1, ABR1 e CAL1) sono caratterizzati da comunità licheniche più mature e ricche in specie rispetto ai siti padani e prealpini (EMI1, PIE1 e VEN1) indipendentemente dalla tipologia forestale. Questi risultati potrebbero suggerire l'effetto di una maggiore pressione antropica in questi ultimi siti. Tuttavia, l'interpretazione dei risultati di diversità lichenica in ambito forestale è molto delicata poiché le stesse caratteristiche fisiologiche che li rendono ottimi biomonitor dell'inquinamento atmosferico sono influenzate da molti altri fattori che contribuiscono alla

variabilità dei dati raccolti. In particolare, i vari aspetti della diversità lichenica (ricchezza e abbondanza specifica, composizione specifica, specie indicatrici, gruppi e tratti funzionali) sono legati alla gestione forestale e alla funzione degli ecosistemi forestali (Brunialti *et al.*, 2010, 2012; Giordani *et al.*, 2012). I dati raccolti nelle prossime indagini permetteranno di approfondire questi aspetti anche in relazione all'andamento nel tempo di altri parametri, oltre all'inquinamento atmosferico, che sono regolarmente misurati nei siti della rete NEC.

Bibliografia

- Asta J., Erhardt W., Ferretti M., Fornasier F., Kirschbaum U., Nimis P.L., Purvis O.W., Pirintzos S., Scheidegger C., Haluwyn C., Wirth V., 2002. Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) *Monitoring with lichens*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 273-279.
- Brunialti G., Frati L., Incerti G., Rizzi G., Vinci M., Giordani P., 2008. Lichen biomonitoring of air pollution: issues for applications in complex environments. In: Romano G.C., Conti A.G. (eds.) *Air Quality in the 21st Century*. Nova Science Publishers Inc., New York, pp. 211-260.
- Brunialti G., Frati L., Aleffi M., Marignani M., Rosati L., Burrascano S., Ravera S., 2010. Lichens and bryophytes as indicators of old-growth features in Mediterranean forests. *Plant Biosystems* 114 (1): 221-233.
- Brunialti G., Frati L., Loppi S., 2012. Fragmentation of Mediterranean oak forests affects the diversity of epiphytic lichens. *Nova Hedwigia* 96 (1-2): 265-278.
- Direttiva (UE) 2016/2284, 2016. Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2016, concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE, OJ L 344, 17.12.2016, p. 1–31.
- Ellis C.J., 2019. Climate Change, Bioclimatic Models and the Risk to Lichen Diversity. *Diversity* 11, 54.
- Giordani P., Brunialti G., Bacaro G., Nascimbene J., 2012. Functional traits of epiphytic lichens as potential indicators of environmental conditions in forest ecosystems. *Ecological Indicators* 18: 413-420.
- Jovan S., McCune B., 2005. Air-quality bioindication in the greater central valley of California, with epiphytic macrolichen communities. *Ecological Applications* 15(5): 1712-1726.
- Kapusta P., Szarek-Lukaszewska G., Kiszka J., 2004. Spatial analysis of lichen species richness in a disturbed ecosystem (Niepolomice Forest, S Poland). *Lichenologist* 36: 249-260.
- 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., Scheidegger C., Wolseley P.A., 2002. *Monitoring with Lichens: Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Published in Association with the NATO Scientific Affairs Division, Dordrecht, London.
- Scheidegger C., Groner U., Keller C., Stofer S., 2002. Biodiversity assessment tools – Lichens. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P. (eds.). *Monitoring with lichens – Monitoring lichens*. Kluwer, Dordrecht, pp. 359-365.

- Stofer S., Catalayud V., Giordani P., Neville P., 2016. Assessment of epiphytic lichen diversity. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.). Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 13 pp.
- Svoboda D., Peksa O., Veselà J., 2010. Epiphytic lichen diversity in central European oak forests: assessment of the effects of natural environmental factors and human influences. *Environmental Pollution* 158: 812-819.

Calma e Gessi.

Escursione del XXXII congresso della Società Lichenologica Italiana ai Gessi Bolognesi

Silvana Munzi^{1,2}, Elisabetta Bianchi³, Wolfgang Von Brackel⁴, Zuzana Fačková^{3,5}, Sergio Enrico Favero-Longo⁶, Gabriele Gheza⁷, Luca Paoli⁸, Domenico Puntillo⁹, Chiara Vallese⁷

¹Centro Interuniversitário de História das Ciências e da Tecnologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa; ²Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa; ³Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena; ⁴91341 Röttenbach, Kirchenweg 2, Germania; ⁵Plant Science and Biodiversity Centre, Slovak Academy of Sciences; ⁶Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; ⁷Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali (BiGeA), Università di Bologna; ⁸Dipartimento di Biologia, Università di Pisa; ⁹Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico, Università della Calabria

Chiusi in casa e socialmente distanziati abbiamo dovuto reinventare le nostre abitudini, dal lavoro ai rapporti con la famiglia, dalla spesa al tempo libero. Viaggiare? Solo nella nostra fantasia, grazie ai libri, riguardando vecchie foto o ripensando ai... licheni. Oltre le scatole dei ricordi, i lichenologi possiedono scatole di licheni da determinare, liste di segnalazioni da sistemare e foto che resteranno per sempre una serie di “tallo bianco con apoteci lecanorini rossi su tronco di *Quercus faginea*” e “*Caloplaca*???”. Li custodiamo gelosamente, sono i souvenir dei nostri viaggi, la prova che in quel posto ci siamo davvero stati. Così, in questo momento surreale, curiosiamo tra i nostri appunti e tra le foto, per scegliere un luogo in cui siamo stati e in cui vogliamo tornare, seppure solo nella memoria.

In attesa di poterci rivedere al prossimo convegno della Società Lichenologica Italiana, la scelta cade sull'ultima escursione fatta e ci trasportiamo al parco dei Gessi Bolognesi.

Il territorio del parco regionale dei “Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa” (https://enteparchi.bo.it/Gessi_Bolognesi_e_Calanchi) si estende per circa 4800 ettari sulle colline a sud-est di Bologna (70 – 400 m s.l.m.). Il parco è parzialmente sovrapposto all'area dell'omonimo Sito di Interesse Comunitario – SIC IT4050001 ed inserito in un territorio variegato di natura carsica. Per le loro caratteristiche geomorfologiche, soprattutto la solubilità, gli affioramenti dei gessi messiniani (selenite) hanno contribuito a modellare il territorio determinando la presenza diffusa di doline, inghiottitoi, grotte e dei caratteristici

calanchi, formatisi per erosione in seguito all'effetto di dilavamento delle acque sulle rocce argillose degradate (argille scagliose). L'attività estrattiva della selenite, a partire dall'epoca romana ha pesantemente influenzato alcune delle zone interessate dalla presenza di affioramenti gessosi, che sono stati inizialmente scavati per ricavarne pietra da taglio e successivamente materiale per la cottura e la macinatura, determinando il paesaggio attuale.

La vegetazione arborea dell'area è dominata dalla roverella, specialmente nei versanti più assolati e sui bordi delle doline, accompagnata spesso da orniello e acero minore e da una componente arbustiva spinosa (biancospino, prugnolo, rosa selvatica, ginepro, pero selvatico), che diviene dominante a ridosso degli affioramenti gessosi e che contribuisce a contrastare in parte i tipici fenomeni di erosione e smottamento del terreno. Presso gli affioramenti gessosi il microclima è più caldo e arido, si osserva infatti la comparsa di abbondanti formazioni di ginestra ed elementi tipici della macchia mediterranea, quali leccio, fillirea ed alaterno. La maggior parte della flora lichenica epifita è stata rilevata proprio in tali situazioni. La vegetazione arborea ed arbustiva tende infine a scomparire in corrispondenza delle superfici inospitali dei calanchi, sostituita da una rada vegetazione erbacea tollerante alle condizioni di aridità e salinità e in cui trovano spazio i licheni epigei. All'opposto, le zone più ombrose e il fondo delle doline, che presentano un microclima decisamente più umido, vedono la presenza di boschi misti di roverella, orniello e carpino nero, talvolta accompagnati da altre specie arboree, fra cui sorbo domestico, acero campestre e, più raramente, tiglio, carpino bianco, cerro e perfino castagno. La fauna di maggiore interesse per l'area è legata agli ambienti ipogei, che racchiudono complessi ecosistemi in grado di ospitare numerose specie di invertebrati e di chiroatteri.

I suoli e gli affioramenti rocciosi ricchi in gesso (solfato di calcio diidrato, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sono caratterizzati da una vegetazione particolare, ricca di endemismi e specie rare, che li ha resi oggetto di attenzione da parte di botanici ed ecologi alla stregua di altri substrati particolari, come quelli serpentinitici e carbonatici (Escudero *et al.*, 2015). La colonizzazione dei suoli gessosi da parte delle piante è spesso discontinua e, in particolare nelle regioni a clima (semi-)arido, lascia ampio spazio a "croste biologiche" (*biological soil crusts*, *BSCs*) dominate da licheni, muschi e cianobatteri (Maestre *et al.*, 2011). Tale componente crittogamica svolge, ancor più che in altri ambienti, un ruolo cruciale in termini di funzioni ecosistemiche (es. regolazione dei cicli dei nutrienti, dei processi di infiltrazione dell'acqua e di erosione), che risultano particolarmente correlate a ricchezza e diversità delle comunità licheniche (Mottershead & Lucas, 2000; Bowker *et al.*, 2011; Maestre *et al.*, 2011, 2012). La stessa diversità delle piante risulta significativamente influenzata dalle specie licheniche dominanti, che facilitano o contrastano a livello specie-specifico i

processi di attecchimento e crescita (Escudero *et al.*, 2007).

La peculiarità ecologica di questi ecosistemi e la loro distribuzione estremamente frammentata li rende estremamente minacciati, in particolare laddove interessati dall'attività estrattiva del gesso, e una priorità per la conservazione (Martinez *et al.*, 2006). Solo recentemente, tuttavia, le strategie per la tutela ambientale hanno incominciato a tenere conto del fondamentale ruolo delle BSCs e delle criticità inerenti al loro lento recupero a seguito di eventi di disturbo (Escudero *et al.*, 2015) e la loro risposta negativa a interventi di ripristino focalizzati sulla componente fanerogamica (Lorite *et al.*, 2019).

La diversità lichenica su gessi e suoli gessosi è stata particolarmente studiata nella penisola iberica, dove questi ambienti caratterizzano ampie porzioni delle regioni sud-orientali. Vi sono state descritte comunità peculiari ('gipsicole'), caratterizzate da un'elevata ricchezza specifica, specie altrove rare o addirittura strettamente esclusive di questi substrati ('gipsofile') (Maestre *et al.*, 2011; Escudero *et al.*, 2015). Frequente, in particolare nelle aree più aride, è la compresenza di specie basofile, più abbondanti, e acidofile (Nimis *et al.*, 1996), in analogia – pur se a rapporti invertiti – con le comunità sulle serpentiniti. Ricerche sporadicamente condotte in altre aree geografiche (Europa Centrale, Nord-Africa, Asia, Nord America) hanno per lo più confermato i medesimi tratti caratteristici (Hafellner & Casares-Porcel, 2003; Escudero *et al.*, 2015). Molte risultano però le variabili chimico-fisiche dei substrati gessosi (es. pH, contenuto in potassio e fosforo, stabilità degli aggregati, respirazione del suolo) che concorrono nel determinare la variabilità nella composizione specifica delle comunità licheniche e, più in generale, delle BSCs riscontrata ad ampia e piccola scala (Martinez *et al.*, 2006).

In Italia, studi lichenologici preliminari sono stati realizzati in diverse regioni (Sicilia: Ottonello, 1990, Di Nuzzo *et al.*, 2019), ma il principale contributo riguarda il Parco dei Gessi dell'Appennino Tosco-Emiliano (Nimis *et al.*, 1996). L'indagine, condotta a metà anni '90 da Pier Luigi Nimis, Mauro Tretiach e (the late) Josef Poelt, aveva portato il censimento di oltre 200 taxa, di cui oltre il 25% allora nuovi per la regione e 5 nuovi per l'Italia, fra cui alcune delle specie caratteristiche dei substrati gessosi in Spagna (*Acarospora placodiiformis* H. Magn., *Acarospora nodulosa* (Dufour) Hue var. *nodulosa*, *Lepraria isidiata* (Llimona) Llimona & A. Crespo, *Psora saviczii* (Tomim) Follmann & A. Crespo). La minore aridità della regione appenninica, tuttavia, attenua la peculiarità delle comunità licheniche rispetto a quanto descritto per la penisola iberica: sono assenti le specie gipsicole più xerofile e le specie acidofile, sono comuni le specie calcicole e nitrofile tipiche dell'area submediterranea, sono presenti le comunità terricole mesofile, mentre i cristalli di gesso in affioramento sono molto poco colonizzati (Nimis *et al.*, 1996). Lo studio, in particolare, era stato dedicato ad un

transetto compreso fra Brighisella e Borgo Tassignano, corrispondente al Parco Regionale della Vena del Gesso, a cavallo fra le provincie di Ravenna e Bologna, a circa 30 Km dal Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa. Quest'ultima area protetta non è mai stata interessata da ricerche lichenologiche, sebbene vi siano invece state studiate approfonditamente le briofite (Aleffi & Silenzi, 2000).



Itinerario: 5 km, 300 m dislivello (1-4 punti di sosta). Dolina della Spipola, la maggiore di tutto il complesso dei Gessi bolognesi (diametro 700 m). Comprende doline minori e numerosi inghiottitoi. Escursione organizzata in collaborazione con Marco d'Agostino, guida ambientale escursionistica certificata. Mappa da Google Maps (<https://www.google.com/maps>).

Lista delle specie licheniche rinvenute durante l'escursione del 32° Convegno della Società Lichenologica Italiana, svoltasi il 20/09/2019 (*= specie rinvenute da Gabriele Gheza durante l'escursione del 51° Convegno della Società Italiana di Scienze della Vegetazione, svoltasi nella stessa località il 22/04/2017):

***Arthrosporum populorum* A. Massal**

Su corteccia di *Prunus spinosa*.

***Caloplaca* sp.**

Su corteccia *Quercus pubescens*.

***Candelaria concolor* (Dicks.) Stein**

Su corteccia di *Prunus spinosa*, *Quercus pubescens* e *Fraxinus excelsior*.

***Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr.**

Su corteccia di *Prunus spinosa*.

***Candelariella reflexa* (Nyl.) Lettau**

Su corteccia di *Quercus pubescens*.

***Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau**

Su corteccia di *Quercus pubescens*.

***Catillaria nigroclavata* (Nyl.) J. Steiner**

Su corteccia di *Fraxinus excelsior*.

***Cladonia fimbriata* (L.) Fr.**

Su corteccia *Quercus pubescens*.

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

Sul terreno in vegetazione xerofila rada; su terriccio sopra affioramenti gessosi.

***Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm.**

Su terriccio sopra affioramenti gessosi.

****Cladonia rangiformis* Hoffm.**

Sul terreno in vegetazione xerofila rada; su terriccio sopra affioramenti gessosi.

***Cladonia symphycarpa* (Flörke) Fr.**

Su terriccio sopra affioramenti gessosi.

****Enchylium tenax* (Sw.) Gray**

Sul terreno in vegetazione xerofila rada.

***Evernia prunastri* (L.) Ach.**

Su corteccia *Quercus pubescens*.

***Flavoparmelia caperata* (L.) Hale**

Su corteccia *Quercus pubescens*.

***Gyalolechia fulgida* (Nyl.) Søchting, Frödén & Arup**

Sul terreno alla base dei calanchi.

****Gyalolechia* cf. *subbracteata* (Nyl.) Søchting, Frödén & Arup.**

Sul terreno in vegetazione xerofila rada; su terriccio sopra affioramenti gessosi.

***Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt**

Su corteccia di *Quercus pubescens* e *Fraxinus excelsior*.

***Lecania naegelii* (Hepp) Diederich & van den Boom**

Su corteccia di *Fraxinus excelsior*.

***Lecanora carpinea* (L.) Vain.**

Su corteccia di *Ostrya carpinifolia*.

Lecanora chlarotera* Nyl. subsp. *chlarotera

Su corteccia *Quercus pubescens*.

***Lecanora expallens* Ach.**

Su corteccia di *Quercus pubescens*

Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy var. *elaeochroma* f. *elaeochroma

Su corteccia *Quercus pubescens*.

***Lepraria isidiata* (Llimona) Llimona & A. Crespo**

Su corteccia di *Prunus spinosa*.

***Lepraria* sp.**

Su corteccia *Quercus pubescens*.

***Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch**

Su corteccia *Quercus pubescens*.

***Myriolecis albescens* (Hoffm.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch**

Su corteccia di *Prunus spinosa*.

***Parmelia sulcata* Taylor**

Su corteccia di *Quercus pubescens*.

***Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale**

Su corteccia di *Ostrya carpinifolia*.

***Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg**
Su corteccia *Quercus pubescens* e *Prunus spinosa*.

***Physcia adscendens* H. Olivier**
Su corteccia di *Quercus pubescens* e *Prunus spinosa*.

***Physcia leptalea* (Ach.) DC.**
Su corteccia di *Quercus pubescens*.

***Physcia stellaris* (L.) Nyl.**
Su corteccia di *Prunus spinosa*.

***Physcia tenella* (Scop.) DC.**
Su corteccia di *Prunus spinosa*.

***Physciella chloantha* (Ach.) Essl.**
Su corteccia di *Quercus pubescens*.

***Physconia distorta* (With.) J.R. Laundon**
Su corteccia di *Prunus spinosa*.

Physconia grisea* (Lam.) Poelt subsp. *grisea
Su corteccia di *Quercus pubescens*.

****Placidium* sp.**
Sul terreno in vegetazione xerofila rada.

***Rinodina* sp.**
Su corteccia di *Quercus pubescens*.

Sarcogyne regularis* Körb. var. *regularis
Su roccia.

***Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch**
Su corteccia di *Quercus pubescens*.

****Psora decipiens* (Hedw.) Hoffm.**
Sul terreno in vegetazione xerofila rada.

***Psora saviczii* (Tomin) Follmann & A. Crespo**
Su affioramenti gessosi.

****Scytinium lichenoides* (L.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin**
Tra i muschi sopra affioramenti gessosi nel bosco.

****Squamarina cartilaginea* (With.) P. James var. *cartilaginea***
Su affioramenti gessosi.

***Thalloidima sedifolium* (Scop.) Kistenich, Timdal, Bendiksby & S. Ekman**

Su roccia.

Verrucaria nigrescens* Pers. f. *nigrescens

Su roccia.

***Xanthoparmelia glabrans* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch**

Su roccia.

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

Su corteccia di *Quercus pubescens* e *Prunus spinosa*.

Lista dei funghi lichenicoli rinvenuti (tutte specie nuove per la flora della Emilia-Romagna):

***Athelia arachnoidea* (Berk.) Jülich**

Su *Physcia tenella* su *Quercus* sp.

Abbastanza comune in Italia.

***Didymocyrtis cladoniicola* (Diederich, Kocourk. & Etayo) Ertz & Diederich**

Su *Cladonia rangiformis* sul terreno (hb Brackel 8205).

***Didymocyrtis epiphyscia* Diederich & Ertz s.lat. sensu Ertz et al. 2015**

Su *Physcia adscendens* su *Quercus* sp. (hb Brackel 8203).

***Erythricium aurantiacum* (Lasch) D. Hawksw. & A. Henrici**

Su *Physcia adscendens* su *Quercus* sp.

***Heterocephalacria physciacearum* (Diederich) Millanes & Wedin**

Su *Physconia grisea* su *Quercus* sp. (hb Brackel 8100); su *Physcia adscendens* su *Prunus spinosa* (hb Brackel 8201b). Abbastanza comune in Italia sulle specie di *Physcia*; secondo Paul Diederich (com. pers.) il campione su *Physconia* potrebbe essere un taxon proprio (lavori in corso).

***Laetisaria lichenicola* Diederich, Lawrey & Van den Broeck**

Su *Physcia adscendens* su *Prunus spinosa* (hb Brackel 8201a).

***Marchandiomyces corallinus* (Roberge) Diederich & D. Hawksw.**

Su *Physcia* sp.

***Microsphaeropsis physciae* Brackel**

Su *Physcia adscendens* su *Prunus spinosa* (hb Brackel 8202).

Specie nuova per la flora d'Italia, finora conosciuto solo in Baviera (Germania) e in Austria.

***Xanthoriicola physciae* (Kalchbr.) D. Hawksw.**

Su *Xanthoria parietina* su *Prunus spinosa*.

Abbastanza comune in Italia.

L'area dei Gessi Bolognesi si conferma quindi un luogo piacevole in cui camminare e un'area estremamente interessante dal punto di vista lichenologico. Basti pensare che è stata indicata come Important Plant Area (IPA; Ravera *et al.*, 2011) in riferimento alle comunità licheniche e in particolare alla presenza di *Catapyrenium psoromoides* (incluso nella Red List EU; Serusieaux, 1989) e *Acarospora placodiimorfis* (inclusa nella Red List italiana; Nimis & Martellos, 2008). Di particolare rilevanza la lista di funghi lichenicoli, che include nove segnalazioni di specie nuove per la regione Emilia-Romagna. Aree con caratteristiche simili non sono comuni, ma ne esistono alcune altre in Italia. I gessi in Sicilia, ad esempio, sono fra le aree indicate da Nimis (2016) come meritevoli di esplorazione floristica. Magari, li visiteremo in uno dei prossimi convegni.



Bibliografia

Aleffi M., Silenzi A.R., 2000. Flora briologica degli affioramenti gessosi del Parco Regionale "Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa" (Emilia Romagna). Archivio Geobotanico 6(1): 1-16.

Bowker M.A., Mau R.L., Maestre F.T., Escolar C., Castillo-Monroy A.P., 2011. Functional profiles reveal unique ecological roles of various biological soil crust organisms. Functional Ecology 25(4): 787-795.

- Di Nuzzo L., Muriel S., Martínez I., Aragon G., Prieto M. 2019. Lichens from Sicilian gypsum substrates. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana* 32: 48.
- Escudero A., Martínez I., De la Cruz A., Otálora M.A.G., Maestre F.T., 2007. Soil lichens have species-specific effects on the seedling emergence of three gypsophile plant species. *Journal of Arid Environments* 70(1): 18-28.
- Escudero A., Palacio S., Maestre F.T., Luzuriaga A.L., 2015. Plant life on gypsum: a review of its multiple facets. *Biological Reviews* 90(1): 1-18.
- Hafellner J., Casares-Porcel M., 2003. Lichenicolous fungi invading lichens on gypsum soils in southern Spain. *Herzogia* 16: 123-133.
- Lorite J., Agea D., García-Robles H., Cañadas E.M., Rams S., Sánchez-Castillo P., 2019. Plant recovery techniques do not ensure biological soil-crust recovery after gypsum quarrying: a call for active restoration. *Restoration Ecology* <https://doi.org/10.1111/rec.13059>
- Maestre F.T., Bowker M.A., Cantón Y., Castillo-Monroy A.P., Cortina J., Escolar C., Escudero A., Lázaro R., Martínez I., 2011. Ecology and functional roles of biological soil crusts in semi-arid ecosystems of Spain. *Journal of Arid Environments* 75(12): 1282-1291.
- Maestre F.T., Castillo-Monroy A.P., Bowker M.A., Ochoa-Hueso R., 2012. Species richness effects on ecosystem multifunctionality depend on evenness, composition and spatial pattern. *Journal of Ecology* 100(2): 317-330.
- Martínez I., Escudero A., Maestre F.T., de la Cruz A., Guerrero C., Rubio A., 2006. Small-scale patterns of abundance of mosses and lichens forming biological soil crusts in two semi-arid gypsum environments. *Australian Journal of Botany* 54(4): 339-348.
- Mottershead D., Lucas G., 2000. The role of lichens in inhibiting erosion of a soluble rock. *The Lichenologist* 32(6): 601-609.
- Nimis P.L., 2016. *The Lichens of Italy. A Second Annotated Catalogue*. EUT, Trieste, 739 pp.
- Nimis P.L., Martellos S., 2008. *ITALIC—The Information System on Italian Lichens*. Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4. 0/1. Online: <http://dbiodbs.univ.trieste.it>.
- Nimis P.L., Poelt J., Tretiach M., 1996. Lichens from the gypsum Park of the northern Apennines (N Italy). *Cryptogamie Bryologie et Lichenologie* 17: 23-38.
- Ottonello D., 1990. Osservazioni preliminari sulla flora lichenica gipsicola in Sicilia. *Giornale Botanico Italiano* 124 (1): 91.
- Ravera S., Nimis P.L., Brunialti G., Frati L., Isocrono D., Martellos S., Munzi S., Nascimbene J., Potenza G., Tretiach M., 2011. The role of lichens in selecting Important Plant Areas in Italy. *Fitosociologia* 48(2): 145-153.
- Sérusiaux E., 1989. Liste rouge des macrolichens dans la Communauté Européenne. Centre de Recherches sur les Lichens. Sart-Tilman, Liège, 238 pp.

I licheni come strumento di monitoraggio ambientale¹

Tania Contardo
Università di Siena

Gli effetti negativi di inquinamento e degrado ambientale su salute umana ed ecosistema sono sempre più evidenti e diffusi a scala globale. In particolare, la popolazione umana è per la maggior parte distribuita nelle città, dove si registrano livelli di inquinamento atmosferico molto oltre i limiti indicati dall'OMS come sicuri per la salute.

Se da una parte è necessario abbattere le emissioni, dall'altra è fondamentale monitorarne i livelli e comprendere l'effetto dei contaminanti a livello biologico per attuare strategie sempre più mirate ed efficaci. I licheni, grazie alle loro caratteristiche eco-fisiologiche, possono essere un valido strumento a tale scopo. Mancando di strutture come stomi, radici e cuticole, questi organismi dipendono dalle deposizioni atmosferiche umide e secche per il loro fabbisogno di nutrienti, assorbendoli attraverso tutta la superficie del tallo. Di conseguenza, quando esposti a inquinamento atmosferico, entrano in contatto in modo massivo con i contaminanti e, rapidamente, si innescano sia meccanismi di protezione come la produzione di alcune molecole specifiche (antiossidanti, per esempio) sia catene di reazioni dannose per l'organismo. Questi danni fisiologici, prima che arrivino a compromettere la vitalità dell'individuo, si manifestano a livello cellulare e sub-cellulare e possono essere osservati come "segnali precoci" di stress a cui il lichene sta andando incontro. Negli anni sono stati via via selezionati alcuni parametri fisiologici che mostrano chiare e importanti variazioni quando la qualità dell'aria subisce un cambiamento, come, ad esempio, l'attività fotosintetica, l'integrità delle membrane cellulari, la produzione di molecole antiossidanti. Quando i danni subiti compromettono la sopravvivenza dell'individuo, si può osservare che le specie meno tolleranti diminuiranno come numero di individui fino a scomparire del tutto, mentre quelle più resistenti domineranno la biodiversità lichenica dell'area. Si possono raggiungere livelli di inquinamento così elevati da compromettere totalmente la presenza di licheni, portando a una situazione detta di "deserto lichenico". Il numero di specie e la loro tolleranza all'inquinamento sono dati che inquadrano lo stato di salute di un ambiente e possono essere rappresentati attraverso mappe specifiche, evidenziando dove l'attività umana (o un fenomeno naturale importante) ha maggiormente compromesso l'ecosistema.

¹ Miniseminario introduttivo alla Lichenologia presentato nel corso del 32° Convegno SLI

Un'altra importante capacità dei licheni è quella di poter accumulare elevate quantità di elementi in traccia e metalli, ben oltre le esigenze fisiologiche, fornendo indirettamente una stima della presenza di questi elementi nell'aria. Queste caratteristiche sono alla base del biomonitoraggio lichenico della qualità dell'aria.

Esempio applicativo

Generalmente, una specie sensibile all'inquinamento e in grado di accumulare efficacemente metalli ed elementi, viene selezionata e prelevata dall'area di interesse, se presente, altrimenti viene raccolta in un'area non contaminata e trapiantata nell'area di studio per un dato periodo di tempo. Una volta raccolti i campioni, si procede con la valutazione in laboratorio dei parametri fisiologici più significativi come indicatori di stress e alla quantificazione degli elementi accumulati. I costi contenuti e la facile reperibilità dei licheni permettono di poter indagare al dettaglio desiderato l'area di studio, così che dai risultati ottenuti si possano creare mappe di deposizione dei contaminanti ed evidenziare le zone più contaminate.

La valutazione del bioaccumulo degli elementi e la successiva mappatura aprono le porte a un'interpretazione più profonda e mirata dell'area di studio, fornendo un importante strumento di previsione e pianificazione.

Bibliografia utile

Per approfondire gli argomenti trattati e vedere “nel concreto” il biomonitoraggio lichenico, consiglio questi lavori:

Licheni e accumulo di metalli

Backor M. & Loppi S., 2009. Interaction of lichens with heavy metals, *Biologia Plantarum*, 53 (2), 214-222.

Cecconi E., Fortuna L., Benesperi R., Bianchi E., Brunialti G., Contardo T., Di Nuzzo L., Frati L., Monaci F., Munzi S., Nascimbene J., Paoli L., Ravera S., Vannini A., Giordani P., Loppi S., Tretiach M., 2019. New interpretative scales for lichen bioaccumulation data: the Italian proposal. *Atmosphere*, 10 (3), 136.

Loppi S., Frati L., Paoli L., Bigagli V., Rossetti C., Bruscoli C. & Corsini A., 2004. Biodiversity of epiphytic lichens and heavy metal contents of *Flavoparmelia caperata* thalli as indicators of temporal variations of air pollution in the town of Montecatini Terme (central Italy). *Science of the Total Environment*, 326 (1-3), 113-122.

Risposta fisiologica dei licheni agli inquinanti ambientali

Munzi S., Pisani T., Paoli L. & Loppi S., 2010. Time and dose-dependency of the effects of nitrogen pollution on lichens. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73 (7), 1785-1788.

Paoli L., Pisani T., Guttová A., Sardella G. & Loppi S. (2011). Physiological and chemical

response of lichens transplanted in and around an industrial area of south Italy: relationship with the lichen diversity. *Ecotoxicology and environmental safety*, 74(4), 650-657.

Biodiversità lichenica e territorio

Cislaghi C. & Nimis P.L., 1997. Lichens, air pollution and lung cancer. *Nature*, 387 (6632), 463-464.

Giordani P., Brunialti G. & Alleleo D., 2002. Effects of atmospheric pollution on lichen biodiversity (LB) in a Mediterranean region (Liguria, northwest Italy). *Environmental Pollution*, 118(1), 53-64.

Biodiversità e conservazione dei licheni negli ecosistemi forestali²

Elisabetta Bianchi

Università di Firenze

All'interno del proprio ecosistema ogni organismo ha specifiche funzioni e queste possono essere individuate tramite lo studio della diversità funzionale, più nello specifico lo studio dei tratti funzionali (Díaz & Cabido, 2001). Un tratto funzionale è un po' tutto, cioè è una caratteristica strettamente legata all'organismo che stiamo studiando, che direttamente o indirettamente ha un effetto sulle principali caratteristiche che ne determinano fitness e performance (Violle *et al.*, 2007).

I licheni possono essere utilizzati come organismi target per questa tipologia di approccio in quanto contribuiscono a determinare la funzionalità del proprio ecosistema fornendo una serie di funzioni ecologiche essenziali (De Bello *et al.*, 2010). È stato ampiamente dimostrato che la presenza dei licheni epifiti negli ecosistemi terrestri non può essere trascurata. Numerosi sono i tratti morfologici e fisiologici dei licheni collegati a funzioni specifiche che agiscono principalmente ad una scala spaziale medio-piccola (Deane-Coe & Stanton, 2017). Per esempio, essendo organismi peciloidrici contribuiscono al ciclo dell'acqua: sono in grado intercettare tale risorsa in tutte le sue forme e rilasciarla gradualmente nell'ambiente circostante, funzionando così da buffer idrico per molti degli organismi che li circondano. Hanno una notevole capacità di ritenzione idrica che varia da specie a specie principalmente in relazione alla loro forma di crescita, al tipo di fotobionte, alla presenza di strutture superficiali e alla struttura interna del tallo. Aiutano anche a regolare la quantità e la velocità del deflusso di acqua lungo il tronco, influenzando lo stato di idratazione della corteccia sottostante.

Insieme ad altre crittogame epifite, contribuiscono notevolmente al ciclo del carbonio e alla fissazione dell'azoto nell'atmosfera (Zedda & Rambold, 2015). Chiaramente il contributo delle crittogame sull'assorbimento del CO₂, in termini di biomassa e copertura, è più rilevante nelle foreste tropicali o nelle tundre artiche che da noi; ma nelle foreste temperate e boreali svolgono comunque un ruolo significativo per la fissazione dell'azoto, grazie a tutte le specie licheniche che come fotobionte hanno un cianobatterio.

Le funzioni ecosistemiche dei licheni epifiti assumono importanza anche su scala spaziale più piccola. Ad esempio, i licheni rappresentano una risorsa alimentare

² Miniseminario introduttivo alla Lichenologia presentato nel corso del 32° Convegno SLI

per numerosi animali e in alcuni casi sono elementi non secondari della loro catena alimentare (Zedda & Rambold, 2015). In altri casi, vengono utilizzati come aree di nidificazione o di caccia per piccoli invertebrati o uccelli. Inoltre, se vogliamo dirla tutta, e poniamo l'attenzione su una scala ancora più piccola, la presenza di metaboliti secondari (sostanze licheniche) può essere utile come deterrente per i piccoli erbivori (Benesperi & Tretiach, 2004).

Una massiccia perdita di questi organismi significherebbe dunque una perdita di biodiversità funzionale. Sono diversi i fattori che minacciano i licheni epifiti e che agiscono su scale spaziali diverse, da una scala un po' più grande, come nel caso del cambiamento climatico, ad una scala un po' più piccola, locale, come nel caso della gestione forestale (Giordani *et al.*, 2012). Le utilizzazioni forestali, soprattutto se intensive, possono alterare significativamente i parametri ecologici dei boschi rendendoli ad esempio inadeguati per la persistenza di molte specie epifite (Nascimbene *et al.*, 2013). Per esempio, la frammentazione dell'habitat della foresta e lo sfruttamento degli alberi causano una rottura completa nella disponibilità dell'habitat primario per alcune specie, causando un drammatico declino dell'integrità ecologica e influenzando parametri ambientali molto importanti per la dispersione e il mantenimento di alcune popolazioni. La perdita di habitat è strettamente correlata con la perdita di substrato colonizzabile e la conseguente alterazione dei principali fattori ambientali come acqua e luce, essenziali per la sopravvivenza di molte specie. Anche un piccolo intervento può portare a conseguenze negative sulla persistenza e la propagazione di una specie, in particolare se questo avviene in prossimità di individui fragili da un punto di vista fisiologico, individui maturi responsabili della propagazione della specie o in prossimità dei talli più giovani incapaci spesso di mantenere acqua a sufficienza per rimanere metabolicamente attivi, minacciando quindi una loro possibile colonizzazione di nuovi substrati (Bianchi *et al.*, 2019).

Questo vale in particolare per tutte quelle specie particolarmente sensibili ai cambiamenti del proprio habitat a causa della loro limitata plasticità ecologica. Ne è un esempio *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., un lichene epifita, le cui popolazioni, proprio a causa dell'impatto antropico, sono in rapido declino in tutta Europa.

La presenza e l'abbondanza di questa specie vengono utilizzate come indicatori di continuità ecologica forestale, e per la mappatura anche dei siti degni di conservazione, in quanto solitamente la sua presenza è strettamente legata ad altre specie di elevato interesse conservazionistico. Una gestione forestale intensiva può minacciare *L. pulmonaria* come altri licheni sensibili, causando in primo luogo una perdita di habitat colonizzabile, e influenzando inevitabilmente la struttura della popolazione, in quanto *L. pulmonaria* è una specie che di per sé ha limitate capacità di dispersione, un individuo può impiegare fino a 35 anni prima di sviluppare le strutture per la riproduzione sessuata. Aspetti ulteriormente aggravati in ambienti caratterizzati da un clima più arido come

nella regione Mediterranea (Paoli *et al.*, 2019).

È infatti il caso di raccontare la storia del querceto di Crevole, in provincia di Siena. Nel 2016 una grande popolazione di *L. pulmonaria* è stata impoverita e minacciata da un taglio legale. Il bosco in questione era un hot-spot locale per questa specie modello, piuttosto grande che ospitava molte altre specie di interesse conservazionistico. Grazie ad un nostro collega che abita in quelle zone fortunatamente ci siamo accorti di ciò che stava accadendo poco prima che incominciassero a tagliare il bosco, e fu chiesto quindi grazie a qualche aiuto amministrativo, di effettuare un taglio diverso, che potesse chiaramente dare reddito, ma allo stesso modo potesse permettere di lasciare in piedi delle isole di alberi colonizzati da *L. pulmonaria*. Sostanzialmente questo è servito per poter salvare una buona parte di substrati colonizzati anche se in realtà, molti alberi sono rimasti comunque isolati come accade naturalmente quando si effettua il taglio del bosco. Ecco, giusto per darvi due numeri e per farvi capire l'entità del danno ecosistemico: prima del taglio la densità degli alberi stimata era di circa 1050 alberi per ettaro, dopo il taglio ne sono rimasti circa 165, una riduzione prescritta dalle disposizioni relative un ceduo matricinato. Abbiamo però stimato una perdita di biomassa di *L. pulmonaria* che oscillava dai 37 ai 54 kg, una quantità davvero smisurata se pensiamo a quanto possa pesare un lichene! Adesso, proviamo ad immaginare quanto possa aver perso questo ecosistema in termini di funzionalità...

La nostra avventura non è finita qua: il sito adesso è diventato un'area di studio per il gruppo di lavoro di Ecologia della Società Lichenologica Italiana. Sono tanti gli studi in corso al fine di valutare gli effetti del taglio, un possibile utilizzo di trapianti della stessa specie per ripopolare habitat compromessi, etc... abbiamo messo su tutta una serie di azioni pratiche al fine di poter mitigare i cambiamenti che ha subito questo ecosistema.

Ma perché accade tutto questo? Perché sostanzialmente non esiste fino ad ora nessun tipo di tutela sul nostro territorio, c'è proprio una mancanza di attenzione in termini di politiche internazionali di conservazione per questi tipi di organismi. Ciò che possiamo fare in relazione a quanto accade, è riuscire a sviluppare adeguate politiche di conservazione, tenere conto dell'entità dell'effetto di questi organismi e continuare a studiare le possibili interazioni che hanno all'interno di un ecosistema.

Bibliografia di riferimento:

- Benesperi R. & Tretiach M., 2004. Differential land snail damage to selected species of the lichen genus *Peltigera*. *Biochemical systematics and ecology*, 32(2), 127-138.
- Bianchi E., Paoli L., Colzi I., Coppi A., Gonnelli C., Lazzaro L., Loppi S., Papini A., Vannini A. & Benesperi R., 2019. High-light stress in wet and dry thalli of the endangered

- Mediterranean lichen *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén: does size matter? *Mycological Progress*, 18(3), 463-470.
- de Bello F., Lavorel S., Díaz S., Harrington R., Cornelissen J.H., Bardgett R. D., Berg M.P., Cipriotti P., Feld C.K., Hering D., da Silva P.M., Potts S.G., Sandin L., Sousa J.P., Storkey J., Wardle D.A., Harrison P.A., 2010. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity and Conservation*, 19(10), 2873-2893.
- Deane-Coe K.K., Stanton D., 2017. Functional ecology of cryptogams: scaling from bryophyte, lichen, and soil crust traits to ecosystem processes. *New Phytologist* 213:993–995.
- Díaz S., & Cabido M., 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in ecology & evolution*, 16(11), 646-655.
- Giordani P., 2012. Assessing the effects of forest management on epiphytic lichens in coppiced forests using different indicators. *Plant Biosystem* 146:628–637.
- Nascimbene J., Thor G., & Nimis P.L., 2013. Effects of forest management on epiphytic lichens in temperate deciduous forests of Europe—A review. *Forest ecology and management*, 298, 27-38.
- Paoli L., Benesperi R., Fačková Z., Nascimbene J., Ravera S., Marchetti M., Anselmi B., Landi M., Landi S., Bianchi E., Di Nuzzo L., Lackovičová A., Vannini A., Loppi S., Guttová A., 2019. Impact of forest management on threatened epiphytic macrolichens: evidence from a Mediterranean mixed oak forest (Italy). *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 12(4), 383.
- Violle C., Navas M. L., Vile D., Kazakou E., Fortunel C., Hummel I. & Garnier E., 2007. Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116(5), 882-892.
- Zedda L., Rambold G., 2015. The diversity of lichenised fungi: ecosystem functions and ecosystem services. In: Upreti D.K., Divakar P.K., Shukla V., Bajpai R. (eds) *Recent advances in lichenology, modern methods and approaches in lichen systematics and culture techniques*, vol 2. Springer, New Delhi.

I licheni in uno scenario di cambiamenti climatico³

Chiara Vallese
Università di Bologna

Il cambiamento climatico non è niente di nuovo per il nostro Pianeta, si può anzi dire che sia un processo evolutivo fondamentale (Chapman & Davis, 2010). Tuttavia, nel corso del 21° secolo le emissioni antropogeniche di gas serra hanno portato ad un riscaldamento generale dell'atmosfera terrestre con effetti accentuati in ambienti delicati e sensibili come ad esempio quelli localizzati a latitudini e quote elevate (IPCC, 2014; Holland & Bitz, 2003). Una progressiva perdita di biodiversità è sicuramente uno degli effetti peggiori che il cambiamento climatico sta avendo sugli ecosistemi. In generale, si ritiene che il rischio di estinzione ad esso associato corrisponda fortemente all'incapacità delle specie di spostarsi verso un habitat adeguato. Inoltre, il rischio di estinzione delle specie potrebbe essere aumentato da fattori aggiuntivi direttamente o indirettamente correlati al cambiamento climatico e che ne andranno inevitabilmente ad esacerbare gli effetti. Tra questi citiamo la frammentazione degli habitat, l'emissione di inquinanti, lo sfruttamento eccessivo delle risorse e le invasioni biologiche (Bellard *et al.*, 2012; Thomas *et al.*, 2004). Queste dinamiche hanno fatto sì che la "*Climate Change Biology*" emergesse tra le discipline di ricerca rivelandosi un campo in progressiva espansione che sta cogliendo l'interesse di molti ricercatori e studenti (Hannah, 2014).

I licheni si sono evoluti circa 600 milioni di anni fa, adattandosi e reagendo ampiamente ai grandi cambiamenti dello stato planetario. I cambiamenti del 21° secolo tuttavia stanno causando a questi organismi impatti considerevoli a livello di comunità quali perdita di specie e/o cambi composizionali (Insarov & Schroeter, 2002; Escobar *et al.*, 2012). La sensibilità dei licheni a fattori climatici come temperatura e precipitazioni è in massima parte spiegata dalla loro natura peclioidrica (Oliver *et al.*, 2000; Marini *et al.*, 2011). Le attività metaboliche dei licheni (prime tra tutte la fotosintesi) dipendono dal contenuto idrico del tallo che, a sua volta, dipende dalle condizioni di umidità dell'ambiente circostante (Insarov & Schroeter, 2002; Green, 2008). Elevate temperature influenzano quindi la reidratazione del tallo e il contenuto idrico inducendo ad eventi di disseccamento frequenti che influenzano l'attività fotosintetica e quindi la

³ Miniseminario introduttivo alla Lichenologia presentato nel corso del 32° Convegno SLI

sopravvivenza dell'organismo. Un aumento delle temperature, soprattutto durante i mesi invernali, può portare ad un aumento della perdita del carbonio respirato. In assenza di precipitazioni, un aumento della temperatura durante la primavera, l'estate e l'autunno invece può comportare tassi di disseccamento più rapidi e quindi minore efficienza fotosintetica (Insarov & Schroeter, 2002).

È ormai noto che questi processi siano mediati da tratti fisiologici e morfologici dei licheni come il tipo di fotobionte e la forma di crescita (Marini *et al.*, 2011; Nascimbene & Marini, 2015). Lo stato di idratazione del tallo necessita di acqua ad uno stato fisico che è relazionato al tipo di fotobionte. I clorolicheni (il cui fotobionte è costituito esclusivamente da alghe verdi), raggiungono una fotosintesi netta positiva in presenza anche di sola acqua allo stato gassoso. Al contrario i cianolicheni (fotobionte a cianobatteri) richiedono acqua liquida e per questo sono spesso associati ad ambienti umidi (Lange *et al.*, 1986). Recentemente è stato dimostrato anche che i cefalolicheni (licheni tripartiti in cui il fotobionte a cianobatteri è contenuto in strutture chiamate cefalodi), grazie alla presenza delle alghe verdi riescono ad attivarsi meglio in condizioni più aride rispetto ai cianolicheni (Carniel *et al.*, 2016).

Anche le forme di crescita sono strettamente legate ai fattori climatici, in generale i licheni crostosi tollerano meglio il disseccamento del tallo rispetto alle forme fruticose (Giordani *et al.*, 2014; Nascimbene & Marini, 2015). I licheni crostosi infatti mostrano un rapporto superficie/volume inferiore rispetto alle altre forme di crescita con una minore superficie esposta all'atmosfera, di conseguenza la perdita di acqua risulta limitata solo alla porzione esposta (Büdel & Scheidegger, 2008). Le forme fruticose invece tendono ad essiccarsi e reidratarsi molto più rapidamente non sopportando quindi tassi di evapotraspirazione elevati.

Va però specificato che, nel caso della forma di crescita, la tolleranza ai singoli fattori climatici non è l'unico fattore determinante, diverse risposte possono infatti provenire da pressioni differenti ad essi associate (ad es: esposizione, grado di aridità). In ambienti particolarmente aridi ad esempio, le forme fruticose e crostose risultano associate ad ambienti meno aridi (Matos *et al.*, 2015). In ambienti forestali di alta quota invece Nascimbene & Marini (2015) indicano che le forme crostose tollerano maggiormente temperature più elevate rispetto alle forme foliose e fruticose-filamentose (licheni a barbe).

Grazie alla loro forte sensibilità ai fattori climatici, i licheni si stanno rivelando ottimi tester con cui analizzare, grazie all'uso di modelli statistici, le dinamiche di risposta delle comunità ai cambiamenti in corso e a quelli previsti (Ellis, 2019).

Bibliografia

Bellard C., Bertelsmeier C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). Impacts of

- climate change on the future of biodiversity. *Ecology letters*, 15(4), 365-377.
- Büdel B., Scheidegger C. 2008. Thallus morphology and anatomy. In T. H. Nash III (Ed.), *Lichen Biology* (pp. 40-68). Cambridge University Press.
- Carniel, F. C., Gerdol, M., Montagner, A., Banchi, E., De Moro, G., Manfrin, C. Muggia, L., pallavicini, A., Tretiach, M., (2016). New features of desiccation tolerance in the lichen photobiont *Trebouxia gelatinosa* are revealed by a transcriptomic approach. *Plant Molecular Biology*. 91, 319-339. <https://doi.org/10.1007/s11103-016-0468-5>
- Chapman & Davis (2010). *Climate Change: Past, Present, and Future*. *Eos* (91)37, 325-332.
- Ellis, C. J. (2019). Climate change, bioclimatic models and the risk to lichen diversity. *Diversity*, 11(4), 54.
- Escobar, C., Martínez, I., Bowker, M.A., Maestre, F.T., 2012. Warming reduces the growth and diversity of biological soil crusts in a semi-arid environment: Implications for ecosystem structure and functioning. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 367, 3087–3099.
- Giordani, P., Incerti, G., Rizzi, G., Rellini, I., Nimis, P. L., & Modenesi, P. (2014). Functional traits of cryptogams in Mediterranean ecosystems are driven by water, light and substrate interactions. *Journal of Vegetation Science*, 25(3), 778-792.
- Green, T.G.A., Nash III, T.H., Lange, O.L. (2008). Physiological ecology of carbon dioxide exchange. In: Nash III T.H. (Ed.), *Lichen Biology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 152–181.
- Hannah, L. (2014). *Climate change biology*. Academic Press.
- Holland, M.M., Bitz, C.M. (2003). Polar amplification of climate change in coupled models. *Clim. Dyn.* 21, 221–232.
- Insarov, G., & Schroeter, B. (2002). Lichen monitoring and climate change. In *Monitoring with Lichens—Monitoring Lichens* (pp. 183-201). Springer, Dordrecht.
- IPCC (2014). *Climate Change, 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switz. 151.
- Lange OL, Kilian E, Ziegler H (1986) Water vapor uptake and photosynthesis of lichens: performance differences in species with green and blue-green algae as phycobionts. *Oecologia* (Berlin) 71:104-110.
- Marini L., Nascimbene J. & Nimis P.L. 2011. Large-scale patterns of epiphytic lichen species richness: photobiont-dependent response to climate and forest structure. *Science of the Total Environment*, 409(20), 4381-4386.
- Matos P., Pinho P., Aragon G., Martínez I., Nunes A., Soares A. M., & Branquinho C. 2015. Lichen traits responding to aridity. *Journal of Ecology*, 103(2), 451-458.
- Nascimbene J. & Marini L. 2015. Epiphytic lichen diversity along elevational gradients: biological traits reveal a complex response to water and energy. *Journal of Biogeography*, 42(7), 1222-1232.
- Oliver M.J., Tuba, Z., Mishler B.D., 2000. The evolution of vegetative desiccation tolerance in land plants. *Plant Ecol.* 151, 85–100.
- Thomas C. D., Cameron A., Green R.E., Bakkenes M., Beaumont L. J., Collingham Y.C., ... & Hughes L. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*, 427(6970), 145-148.

Licheni e conservazione del patrimonio culturale italiano⁴

Chiara Tonon
Università di Torino

La colonizzazione dei substrati litici da parte dei licheni rupicoli rende questi organismi di evidente interesse nel campo della conservazione dei beni culturali esposti all'aperto. È evidente come la presenza dei licheni su alcuni manufatti possa rendere già visivamente meno chiara la lettura dell'opera: ad esempio, licheni neri sul volto di una statua bianca renderebbero difficile apprezzarne i lineamenti, oppure licheni su un intonaco dipinto renderebbero difficile o impossibile riconoscere il disegno. A questo danno estetico si aggiunge anche il danno meccanico e chimico che questi organismi sono in grado di apportare sul materiale litico. Tuttavia, è importante contestualizzare di caso in caso il valore della presenza dei licheni su manufatti litici: ad esempio, in un ambiente suburbano i licheni su una statua potrebbero essere considerati un arricchimento naturalistico o, in alcune paesi, persino un abbellimento estetico! È quindi evidente che la presenza di licheni sulle superfici dei beni culturali non sia sempre da considerare dannosa, e la loro rimozione non sempre necessaria e comunque da valutare di caso in caso, anche per via del carattere traumatico che hanno gli interventi di pulitura sulle superfici lapidee.

I licheni possono colonizzare la roccia perché sono organismi pionieri in grado di resistere a condizioni estreme, come la mancanza di acqua e nutrienti, le temperature estreme, l'irraggiamento solare. Nell'attecchire sul substrato lapideo, questi organismi apportano un danno meccanico, correlato alla penetrazione ifale all'interno del materiale, e un degrado chimico, correlato al rilascio di metaboliti primari e secondari. In ambiente naturale, il fenomeno di modifica della roccia causato dalla presenza di organismi prende il nome di biogeomorfismo, ma nel campo dei beni culturali lo stesso fenomeno ha un'accezione negativa, perché tali modifiche sono spesso considerate indesiderate, e prende il nome di biodeterioramento. I materiali litici interessati da colonizzazione lichenica sono sia i materiali naturali (rocce magmatiche, metamorfiche o sedimentarie) sia quelli artificiali (malte, intonaci, cementi, laterizi) e ciascuno di questi materiali può essere colonizzato da una varietà di licheni diversi in ogni possibile condizione ambientale. La necessità della ricerca scientifica nel campo del biodeterioramento è quindi evidente: serve per

⁴ Miniseminario introduttivo alla Lichenologia presentato nel corso del 32° Convegno della Società Lichenologica Italiana

comprendere a fondo i meccanismi di interazione tra organismi e materiale, il che permette anche di considerare più oculatamente l'esigenza e le eventuali modalità di interventi di pulitura in base alle caratteristiche della roccia colonizzata, agli organismi presenti, alle condizioni ambientali, all'urgenza e alla reale situazione di necessità.

Facciamo un esempio di un caso studio che valutava la presenza lichenica in un contesto di beni culturali, per definirne il reale potenziale deteriogeno: la colonizzazione lichenica della facciata del Duomo di Piacenza, composta da tre diversi materiali lapidei in un contesto urbano. Il primo punto di questo studio è stato capire quali licheni colonizzano il manufatto d'interesse, facendo dei microprelievi conservativi (cioè che non danneggiano il materiale) e determinando le specie in laboratorio. Si sono riconosciute poche specie molto comuni, quindi non di particolare interesse naturalistico. A seguire, ci si è chiesti se i licheni presenti apportassero tutti un danno sulle superfici, e nello stesso modo sulle tre diverse rocce. Per rispondere a questa domanda, l'ideale sarebbe stato tagliare il materiale e verificare la presenza di ife del lichene all'interno, ma questo è evidentemente impossibile su un materiale di interesse storico-culturale. La strada da seguire è quindi stata cercare, nelle cave di provenienza dei materiali, dei frammenti di roccia che fossero colonizzati dagli stessi licheni trovati sul Duomo, fare delle sezioni di queste rocce e studiarvi la penetrazione ifale, evidenziando le strutture penetrative dei licheni con apposite tecniche di colorazione. Si è in questo modo potuto apprezzare come diverse specie penetrassero in maniera diversa all'interno delle diverse rocce, il che dà informazioni molto importanti sui meccanismi di penetrazione di diversi licheni, confrontati tra loro.

Nel campo del biodeterioramento lichenico su materiale lapideo, si possono approfondire molti altri aspetti: ad esempio, quali sostanze chimiche rilasciano gli organismi nel substrato e i loro eventuali effetti di modifica del materiale (durezza, porosità, etc.); è possibile studiare l'efficacia di diversi biocidi su diverse specie licheniche; si può approfondire l'influenza di fattori climatici e microclimatici sulle comunità licheniche e sul loro effetto sul materiale. Si tratta soltanto di alcuni esempi dei possibili studi che si possono effettuare per valutare l'impatto della presenza dei licheni sui materiali lapidei di interesse del campo dei beni culturali, che testimoniano però la necessità di studi scientifici ad hoc per valutare l'interazione di questi organismi con questi materiali, argomento che riscuote sempre più interesse della comunità scientifica e su cui ancora tanti punti rimangono da chiarire.

Bibliografia di riferimento:

Caneva G., Nugari M.P., Salvadori O., 2008. Plant biology for cultural heritage: biodeterioration and conservation. Getty Conservation Institute, Los Angeles. 400pp.

- Favero-Longo S.E., Benesperi R., Bertuzzi S., Bianchi E., Buffa G., Giordani P., Loppi S., Malaspina P., Matteucci E., Paoli L., Ravera S., Roccardi A., Segimiro A., Vannini A., 2017. Species- and site specific efficacy of commercial biocides and application solvents against lichens. *International Biodeterioration and Biodegradation* 123, 127-137.
- McIlroy de la Rosa J.P., Warke P.A., Smith B.J., 2012. Lichen-induced biomodification of calcareous surfaces: bioprotection versus biodeterioration. *Progress in Physical Geography*, 37(3), 325-351.
- Morando M., Wilhelm K., Matteucci E., Martire L., Piervittori R., Viles H.A., Favero-Longo S.E., 2017. The influence of structural organization of epilithic and endolithic lichens on limestone weathering. *Earth Surface Processes and Landforms* 42, 1666-1679.
- Seaward M.R.D., 2015. Lichens as agents of biodeterioration. In: Upreti D.K., Divakar P.K., Shukla V., Bajpai R. (eds) *Recent advances in Lichenology. Modern methods and approaches in biomonitoring and bioprospection*, vol 1. Springer, New Delhi, 189-211.
- Tonon C., Favero-Longo S.E., Matteucci E., Piervittori R., Croveri P., Appolonia L., Meirano V., Serina M., Elia D., 2019. Microenvironmental features drive the distribution of lichens in the House of the Ancient Hunt, Pompeii, Italy. *International Biodeterioration and Biodegradation* 136, 71-81.
- Favero-Longo, S.E. Viles H.A., 2020. A review of the nature, role and control of lithobionts on stone cultural heritage: weighing-up and managing biodeterioration and bioprotection. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 36(7), 1-18.
- Tonon C., 2014/2015. Interazioni lichene-substrato e mobilitazione di metaboliti lichenici ad uso biocida: il caso del Duomo di Piacenza. Master degree thesis, University of Torino (Italy).
- Tonon C., 2015. GdL per la Biologia a Piacenza: il controllo della crescita dei licheni sui materiali lapidei. *Notiziario Società Lichenologica Italiana* 28, 65-67.

Lichenes Italici Exsiccati ex Società Lichenologica Italiana.
Fascicle IV (Nos. 37-48)

Deborah Isocrono¹, Gabriele Gheza², Paolo Giordani³, Enrica Matteucci⁴, Juri Nascimbene², Silvia Ongaro¹, Sonia Ravera⁵, Chiara Vallese²

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino; ²Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna; ³DIFAR, Università di Genova; ⁴Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; ⁵Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche Chimiche e Farmaceutiche, Università degli Studi di Palermo

Abstract

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

The labels of 37-48 numbers are listed.

Key words: Lichens, *exsiccata*

Introduction

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

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

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

Fascicle IV (Nos. 37-48)

37. *Cladonia rangiformis* Hoffm.

ITALY. Lombardia, Parco Lombardo della Valle del Ticino, Robecco sul Naviglio, Riserva Naturale Orientata "La Fagiana" (MI),

UTM 32T 487082E 5028851N

On acidic soil, 104 m a.s.l.

June 27, 2020.

Leg. et det. G. Gheza

38. *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M.J Lai

ITALY. Piemonte, trail to Rifugio Barba Ferrero, Valsesia (VC),
UTM 32T 416053.63E 5082382.04N
On *Larix decidua*, 1657 m a.s.l.
June 14, 2020.
Leg. et det. C. Vallese, J. Nascimbene

39 *Umbilicaria cylindrica* (L.) Delise var. *cylindrica*

ITALY. Piemonte, trail to Rifugio Barba Ferrero, Valsesia (VC),
UTM 32T 415184.11E 5083579.22N
On a siliceous rock, 2053 m a.s.l.
June 14, 2020.
Leg. et det. C. Vallese, J. Nascimbene

40. *Letharia vulpina* (L.) Hue

ITALY. Valle d'Aosta, comune di Quart (AO) frazione Effraz, end of a track in a
agrosilvopasture,
UTM 32T 380126.38 E 5071273.29 N
On *Larix decidua* in wood (*Piceenion excelsae*), 1965 m a.s.l.
June 30, 2020.
Leg. et det. S. Ongaro

41. *Lepra amara* (Ach.) Hafellner

ITALY. Sardegna, Giara di Gesturi, Gesturi (SU),
UTM 32S 497924E 4399342N
On *Quercus suber*, 550 m a.s.l.
May 22, 2019.
Leg. et det. S. Ravera

42. *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf var. *furfuracea*

ITALY. Valle d'Aosta, comune di Quart (AO) frazione Effraz, end of track in a
agrosilvopasture,
UTM 32T 380126.38 E 5071273.29 N
On *Larix decidua* in wood (*Piceenion excelsae*), 1965 m a.s.l.
June 30, 2020.
Leg. et det. S. Ongaro

43. *Umbilicaria hirsuta* (Westr.) Ach.

ITALY. Piemonte, Pamparato, Borgo di Valcasotto, outcrop at the crossroads
of tree-lined boulevard that leads to the Royal Residence of Castello di
Casotto (CN),
UTM 32T 413721 E 4898327 N

On limestone, 1050 m a.s.l.
September 8, 2018.
Leg. et det. E. Matteucci, L. Pan, D. Isocrono

44. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.

ITALY. Valle d'Aosta, Cogne, Lillaz, path outside the village near the stream
Grand Eyviaz,
UTM 32T 374532 E 5049780 N
On young, dying, *Abies alba* 1610 m a.s.l.
June 28, 2020
Leg. et det. E. Matteucci, L. Pan

45. *Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau

ITALY. Piemonte, Miagliano along the path to Sagliano Micca (BI),
UTM 32T 425298 E 5052550 N
On rocks, 560 m a.s.l.
July 18, 2020
Leg. et det. D. Isocrono

46. *Parmotrema crinitum* (Ach.) M. Choisy

ITALY. Liguria, Val di Vara, Varese Ligure (SP), Loc. Valletti,
UTM 32T 542490 E 4913605 N
on *Castanea sativa*, 700 m a.s.l.
September 3, 2020
Leg. et det. P. Giordani

47. *Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy

ITALY. Liguria, Rapallo (GE), Loc. Sant'Andrea di Foggia,
UTM 32T 516270 E 4913686 N
On *Olea europea* 150 m a.s.l.
September 5, 2020
Leg. et det. P. Giordani

48. *Usnea rubicunda* Stirt.

ITALY. Manziana (Roma),
UTM 33T 261616 E 4666783 N
On *Quercus cerris*, 370 m a.s.l.
October 28, 2017
Leg. et det. S. Ravera

References

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

Premi banditi dalla SLI

Il premio Gaggi (VIII edizione) per l'anno 2020 è stato assegnato alla Dr.ssa Tania Contardo per la presentazione del progetto di dottorato "*Plant bioindicators and environmental quality*"

Il premio Tesi di laurea in Lichenologia, giunto alla XXI edizione, è stato assegnato al Dottor Luca di Nuzzo per la dissertazione "*Influence of climatic factors on multi-taxon diversity along an elevational gradient in the Majella Massif, Italy*" discussa presso l'Università di Firenze.

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

Congratulazioni ai vincitori!

Sonia Ravera

Plant bioindicators and environmental quality

Tania Contardo

Department of Life Sciences, University of Siena

State of the art

It is becoming critically evident that the population is not uniformly exposed to air pollution and one of the main driving forces behind this unequal distribution can be found in the socio-economic status of citizens. The “Environmental Justice” is a new discipline that focuses on the relationship between social characteristics (gender, ethnicity, socio economic deprivation...) and the environmental quality people experience, since it is known that there are great quality of life benefits from good environmental quality. Compared with conventional device monitoring, air pollution biomonitoring with lichens could provide a significant contribution to environmental justice at a fine scale, in spite of the possibility of greatly enhancing the resolution increasing the number sampling stations, and providing an estimate of the biological effects of air pollutants. Occeci *et al.* (2016) first proposed the outcome of lichen biomonitoring as a basis for comparing with the socio-economic deprivation of the citizens of Lille (N France), providing a detailed map of air quality in the city. Consistently, Contardo *et al.* (2018) used lichen biomonitoring to evaluate environmental justice in a district of N Italy affected by a municipal solid waste incinerator, finding that it was the most deprived population that suffered the worst air quality.

Aim

The purpose of this study was to compare the air quality pattern of Milan (N Italy) on a small scale, assessed on the basis of the bioaccumulation of toxic elements and the physiological status of lichen transplants, with the socio-economic status of citizens who live in this important urban agglomeration.

Methods

Experimental design

The technique of lichen-bag transplants was chosen for the study. Samples of *Evernia prunastri* (L.) Ach. were collected from a remote area of Tuscany (C Italy) and exposed in Milan for three months during the period December 2018 - February 2019. Samples were located at 50 sites selected following a stratified random design based on distance from the city centre and the

main administrative districts. A control site was additionally selected 50 km N of Milan.

Bioaccumulation of toxic elements

The bioaccumulation of selected toxic elements (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Sb, Pb and Zn), was measured by ICP-MS after complete wet acid mineralization. To evaluate the relative elemental accumulation, an exposed-to-control (EC) ratio was computed and elements with EC significantly >1 in at least 50% of sampling sites were regarded as true pollutant in the area. Lastly, an overall contamination index (CI) was calculated as the geometric mean of the ECs of the above elements.

Physiological parameters

The physiological status of exposed samples was assessed to evaluate the impact of environmental stress on the vitality of lichen thalli. Physiological parameters investigated were chlorophyll a fluorescence transient (OJIP), F_v/F_m ratio as indicator of the maximum quantum yield of primary photochemistry, performance index (PI_{ABS}) as a global indicator of photosynthetic performance, antiradical scavenging activity (DPPH test) and cell membrane damage (electrolyte leakage).

Socio economic deprivation

A socio-economic deprivation index (SDI) has been calculated using the data from the “Census of Population and Housing 2011” provided by National Institute of Statistics (ISTAT). The SDI takes into account parameters of population density, education level, family parameters, unemployment rate, conservation status of neighbourhood. The index was calculated at the census unit level, *i.e.*, the smallest spatial unit used by municipal authorities to plan territorial policies.

Environmental risk perception

A questionnaire was built to evaluate the risk perception linked to air quality and administered to citizens of Milan randomly interviewed in urban parks. Main themes of the questionnaire were the physical perception of air pollution, the health risks linked to scarce air quality, the personal behaviour to reduce air pollution.

Mapping

To assess the spatial variation of the investigated parameters, a geographical information system (QGIS) was used. Deterministic maps were obtained making use of the inverse distance weighting (IDW) interpolation algorithm. In order to associate to each census unit a contamination value, based on the interpolated CI map, the average CI for each census unit was

calculated as the average of the values of the pixels within its boundaries.

Preliminary and expected results

A high accumulation was found for Cr, Cu, Fe, Pb and Sb. The predominance of these elements suggests a great contribution of non-exhaust emission from vehicles. A clear decreasing contamination trend was evident from the city centre to the edge, with a notable "hotspot" of low contamination occurring in the city centre where traffic restrictions and urban parks are present. Thanks to GIS, it was possible to overlay a layer of urban elements to the contamination map, to visually inspect for some pattern linked to land use. The highest values of CI resulted associated with the main roads and railway lines crossing the city, while a peculiar distribution pattern of Pb described a well defined area around an old glasswork factory. Source apportionment analysis confirmed the spatial pattern observed, with three main factors emerging, describing roads and railways, glasswork factory and soil contribution, respectively. The analysis of magnetic properties of PM associated with samples confirmed the relevance of non-exhaust fraction, especially brake abrasion, to the general pollution by toxic elements. Physiological parameters of exposed samples, although generally stressed, did not highlight important differences with control samples nor among city districts. Overall, samples remained healthy for all the exposure time and bioaccumulation occurred actively. About 300 citizens filled the questionnaire about environmental risk perception, prevalently young (20-24 years old) and graduated people. First results suggest that older people (>65 years old) are more likely to be satisfied of air quality of the city, while parents of newborn child are generally less satisfied and aware about exposure to pollutants. Preliminary results of the socio-economic analysis suggest that the socio-economic deprivation is higher in peripheral neighbourhoods than in the city centre. Thus, this trend is opposite to the contamination load, suggesting that in Milan the less deprived portion of citizens experiences a worse air quality. These results lead to a deeper analysis into urban structure: in fact the well-being in Milan seems to be associated with the city centre and the great amount of services it provides, lacking a true uniform distribution of services over the whole municipality. The better air quality experienced by peripheries relies more on the lack of organisation and inclusion, than on a specific choice of population.

Publications

Winkler A., Contardo T., Vannini A., Sorbo S., Basile A. & Loppi S., 2020. Magnetic Emissions from Brake Wear are the Major Source of Airborne Particulate Matter Bioaccumulated by Lichens Exposed in Milan (Italy). *Applied Sciences*, 10(6): 2073.

Contardo T., Vannini A., Sharma K., Giordani P., Loppi S., 2020. Disentangling sources of

trace element air pollution in complex urban areas by lichen biomonitring. A case study in Milan (Italy). *Chemosphere* 256: 127155.

Influence of climatic factors on multi-taxon diversity along an elevational gradient in the Majella Massif, Italy

Luca di Nuzzo
Università di Firenze

Abstract

In this study, we analysed the influence of climatic factors on biodiversity patterns of lichens, bryophytes and vascular plants along an elevational gradient in the Majella Massif (Abruzzo, Italy).

This is the southernmost Mediterranean mountain with an alpine and subalpine belt in Italy. Several species find their southernmost distribution limit in this area, making it a unique place to test the effects of climate change on sensitive communities. In particular, we compared the patterns of species richness, beta diversity and functional traits among the different taxonomic groups to predict communities' dynamics under future climate change.

An elevational transect was selected along the ridge of the Majella Massif covering north and south faces. The transect was divided in altitudinal belts of 100m. We randomly sampled 7 plots of 100x100cm in each belt. We used generalized linear mixed models to investigate the different influence of climate on species richness of taxonomic groups. We then explored the patterns of beta diversity occurring along the elevational gradient for each taxonomic group. Finally, we analysed how functional traits respond to different climatic factors. Overall, different taxonomic groups were affected by different climatic factors. We found that mechanisms of species assembly were dominated by richness difference in cryptogams and by species replacement in plants. Moreover, we found that cryophilous species of all three groups are negatively affected by temperature, indicating that in a warmer future these species will move to colder sites or will face local extinction. The pattern differs for thermophilous species, as only thermophilous plants were positively affected by temperature. These results imply that in a climate change scenario all taxonomic groups will lose cryophilous species but a replacement by the thermophilous contingent will occur only in plant communities. The reasons for this different response can be deduced considering functional traits. We found that upward-moving plants will be mainly composed by tall-stature plants that will increase litter producing and shadowing, reducing the suitable habitats for lichens and bryophytes.

Our results indicate that, in a climate change scenario, cryptogams will suffer an overall biodiversity loss mainly due to an increasing competition with plants. In addition, our results indicate that lichens with asexual reproduction will be enhanced by climate change, leading to a reduction of the genetic

diversity. Our findings highlight that, in the alpine ecosystem, cryptogamic community will be more affected by climate change leading to devastating effects on ecosystems.

Bibliografia lichenologica italiana aggiornata

Riportiamo l'elenco dei lavori pervenuti alla redazione relativi principalmente al periodo 2019-2020 ed eventuali contributi non inclusi nelle precedenti edizioni. Si ricorda che la bibliografia 1500-2015 è consultabile sul sito della SLI (www.lichenologia.eu) e quella floristica su base geografica sul sito del Gruppo di Lavoro per la Floristica (<https://slifloristica.wixsite.com/licheni>).

Si rammenta inoltre a soci e lettori l'importanza di comunicare tempestivamente i dati bibliografici nell'ottica di fornire un elenco sempre completo e aggiornato. Grazie!

- Bianchi E., Benesperi R., Brunialti G., Di Nuzzo L., Fačkovcová Z., Frati L., Giordani P., Nascimbene J., Ravera S., Vallese C. & Paoli L., 2020. Vitality and Growth of the Threatened Lichen *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. in Response to Logging and Implications for Its Conservation in Mediterranean Oak Forests. *Forests*, 11(9): 995.
- Brunialti G., Frati L., Calderisi M., Giorgolo F., Bagella S., Bertini G., Chianucci F., Fratini R., Gottardini E. & Cutini A., 2020. Epiphytic lichen diversity and sustainable forest management criteria and indicators: A multivariate and modelling approach in coppice forests of Italy. *Ecological Indicators*, 115: 106358.
- Candotto Carniel F., Fernandez-Marín B., Arc E., Craighero T., Laza J. M., Incerti G., Tretiach M. & Kranner I., 2020. How dry is dry? Molecular mobility in relation to thallus water content in a lichen. *Journal of Experimental Botany*, <https://doi.org/10.1093/jxb/eraa521>.
- Caneva G., Fidanza M.R., Tonon C. & Favero Longo S.E., 2020. Biodeterioration Patterns and Their Interpretation for Potential Applications to Stone Conservation: A Hypothesis from Allelopathic Inhibitory Effects of Lichens on the Caestia Pyramid (Rome). *Sustainability*, 12(3): 1132.
- Contardo T., Vannini A., Sharma K., Giordani P., Loppi S., 2020. Disentangling sources of trace element air pollution in complex urban areas by lichen biomonitoring. A case study in Milan (Italy). *Chemosphere* 256: 127155.
- Fačkovcová Z., Vannini A., Monaci F., Grattacaso M., Paoli L. & Loppi S., 2020. Effects of wood distillate (pyrolyigneous acid) on sensitive bioindicators (lichen and moss). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 204: 111117.
- Favero-Longo S.E. & Viles H.A., 2020. A review of the nature, role and control of lithobionts on stone cultural heritage: Weighing-up and managing biodeterioration and bioprotection. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(7): 1-18.
- Favero-Longo S.E., Vannini A., Benesperi R., Bianchi E., Fačkovcová Z., Giordani P., Malaspina P., Martire L., Matteucci E., Paoli L., Ravera S., Roccardi A., Tonon C., Loppi S., 2020. The application protocol impacts the effectiveness of biocides against lichens. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 155: 105105.

- Fortuna L., Incerti G., Da Re D., Mazzilis D., & Tretiach M., 2020. Validation of particulate dispersion models by native lichens as point receptors: a case study from NE Italy. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-12.
- Gheza G., 2019. The macrolichens of Val di Scalve (northern Italy) and the first record of *Parmelia pinnatifida* Kurok. in Italy. *Webbia* 74 (2): 307-315.
- Gheza G., 2019. I licheni terricoli delle praterie aride planiziali del fiume Serio: situazione attuale e ricostruzione della situazione storica. *Natura Bresciana – Annali del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia* 42: 5-11.
- Gheza G., 2019. Aggiunte alla flora lichenica della Val Camonica. *Natura Bresciana – Annali del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia* 42: 51-56.
- Gheza G., Barcella M., Assini S., 2019. Terricolous lichen communities in *Thero-Airion* grasslands of the Po Plain (Northern Italy): syntaxonomy, ecology and conservation value. *Tuexenia* 39: 377-400.
- Gheza G. 2020. I licheni terricoli degli ambienti aperti aridi della pianura piemontese. *Rivista Piemontese di Storia Naturale* 41: 23-31.
- Gheza G., Assini S., Lelli C., Marini L., Mayrhofer H. & Nascimbene J., 2020. Biodiversity and conservation of terricolous lichens and bryophytes in continental lowlands of northern Italy: the role of different dry habitat types. *Biodiversity and Conservation*, 29(13): 3533-3550.
- Gheza G., Di Nuzzo L., Nascimbene J. 2020. The lichen genus *Cladonia* in Monte Ceceri (Tuscany, Central Italy). *Borziana* 1: 5-13.
- Gheza G., Nascimbene J., Barcella M., Assini S. 2020. A first lichen survey in Valle Imagna (Lombardy, Northern Italy). *Borziana* 1: 77-86.
- Gheza G., Ottonello M., Nascimbene J. & Mayrhofer H., 2020. The genus *Cladonia* in western Liguria (Northern Italy). *Herzogia*, 33(1): 57-67.
- Gheza G., Nascimbene J., Barcella M., Assini S. 2020. A first lichen survey in Valle Imagna (Lombardy, Northern Italy). *Borziana* 1: 77-86.
- Giordani P., Benesperi R., Bianchi E., Malaspina P. & Nascimbene J. 2020. Threats and Conservation Strategies for Overlooked Organisms: The Case of Epiphytic Lichens. In *Environmental Concerns and Sustainable Development* (pp. 1-26). Springer, Singapore.
- Hurtado P., Prieto M., Martínez-Vilalta J., Giordani P., Aragón G., López-Angulo J., Košuthová A., Merinero S., Díaz-Peña E.M., Rosas T, Benesperi R., Bianchi E., Grube M., Mayrhofer H., Nascimbene J., Wedin M, M. Westberg M., Martínez I., 2020. Disentangling functional trait variation and covariation in epiphytic lichens along a continent-wide latitudinal gradient. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1922): 20192862.
- Isocrono D., Troia A., Impollonia G., 2020. Lichenological studies in Sicily: A thorough bibliography (1692-2020). *Naturalista sicil.*, S. IV, XLIV (1-2): 85-94.
- Loppi S., Vannini A., Monaci F., Dagodzo D., Blind F., Erler M. & Fränzle S., 2020. Can Chitin and Chitosan Replace the Lichen *Evernia prunastri* for Environmental Biomonitoring of Cu and Zn Air Contamination?. *Biology*, 9(9): 301.
- Martellos S., d'Agostino M., Chiarucci A., Nimis P. L. & Nascimbene J., 2020. Lichen Distribution Patterns in the Ecoregions of Italy. *Diversity*, 12(8): 294.
- Migliozi A., Catalano I., Mingo A. & Aprile G.G., 2020. Detecting the drivers of functional diversity in a local lichen flora: a case study on the extinct volcano of Roccamonfina (southern Italy). *Oecologia*, 194: 757–770
- Muggia L., Zalar P., Azua-Bustos A., González-Silva C., Grube M. & Gunde-Cimerman N.,

2020. The beauty and the yeast: can the microalgae *Dunaliella* form a borderline lichen with *Hortaea werneckii*?. *Symbiosis* 82: 123–131.
- Munzi S., Cruz C., Branquinho C., Cai G., Faleri C., Parrotta L., Bini L., Gagliardi A., Leith I.D. & Sheppard L. J., 2020. More tolerant than expected: Taking into account the ability of *Cladonia portentosa* to cope with increased nitrogen availability in environmental policy. *Ecological Indicators*, 119: 106817.
- Nascimbene J., Benesperi R., Casazza G., Chiarucci A., & Giordani P., 2020. Range shifts of native and invasive trees exacerbate the impact of climate change on epiphyte distribution: The case of lung lichen and black locust in Italy. *Science of the Total Environment*, 735: 139537.
- Nimis P.L. & Martellos S., 2020. Towards a digital key to the lichens of Italy. *Symbiosis*, 82(1): 149-155.
- Paoli L., Guttová A., Sorbo S., Lackovičová A., Ravera S., Landi S., Landi M., Basile A., di Toppi L.S., Vannini A. & Loppi S., 2020. Does air pollution influence the success of species translocation? Trace elements, ultrastructure and photosynthetic performances in transplants of a threatened forest macrolichen. *Ecological Indicators*, 117: 106666.
- Ravera S., Puglisi M., Vizzini A., Totti C., Arosio G., Benesperi R., Bianchi E., Boccardo F., Briozzo I., Dagnino D., De Giuseppe A.B., Dovana F., Di Nuzzo L., Fascetti S., Gheza G., Giordani P., Malíček J., Mariotti M.G., Mayrhofer H., Minuto L., Nascimbene J., Nimis P.L., Martellos S., Passalacqua N.G., Pittao E., Potenza G., Puntillo D., Rosati L., Sicoli G., Spitale D., Tomaselli V., Trabucco R., Turcato C., Vallese C., Zardini M. 2019. Notulae to the Italian flora of Algae, Bryophytes, Fungi and Lichens 8. *Italian Botanist* 8: 47-62.
- Ravera S., Vizzini A., Puglisi M., Adamčík S., Aleffi M., Aloise G., Boccardo F., Bonini I., Caboň M., Catalano I., De Giuseppe A.B., Di Nuzzo L., Dovana F., Fačkovcová Z., Gheza G., Gianfreda S., Guarino C., Guttová A., Jon R., Malíček J., Marziano M., Martino C., Nimis P.L., Pandeli G., Paoli L., Passalacqua N.G., Pittao E., Poponessi S., Puntillo D., Sguazzin F., Sicoli G., Vallese C., 2020. Notulae to the Italian flora of algae, bryophytes, fungi and lichens: 9. *Italian Botanist*, 9: 35-46.
- Ravera S., Puglisi M., Vizzini A., Totti C., Barberis G., Bianchi E., Boemo A., Bonini I., Bouvet D., Coccozza C., Dagnino D., Di Nuzzo L., Fačkovcová Z., Gheza G., Gianfreda S., Giordani P., Hilpold A., Hurtado P., Köckinger H., Isocrono D., Loppi S., Malíček J., Martino C., Minuto L., Nascimbene J., Pandeli G., Paoli L., Puntillo D., Puntillo M., Rossi A., Sguazzin F., Spitale D., Stifter S., Turcato C., Vazzola S. 2020. Notulae to the Italian flora of Algae, Bryophytes, Fungi and Lichens 10. *Italian Botanist* 10: 83-99.
- Riccioli F., Fratini R., Marone E., Fagarazzi C., Calderisi M. & Brunialti G., 2020. Indicators of sustainable forest management to evaluate the socio-economic functions of coppice in Tuscany, Italy. *Socio-Economic Planning Sciences*, 70: 100732.
- Sutton M.A., van Dijk N., Levy P.E., Jones M.R., Leith I.D., Sheppard L.J., Leeson S., Tang Y.S., Stephens A., Braban C.F., Dragosits U., Howard C.M., Vieno M., Fowler D., Corbett P., Naikoo M.I., Munzi S., Ellis C.J., Chatterjee S., Steadman C.E., Móríng A. & Wolseley P.A., 2020. Alkaline air: changing perspectives on nitrogen and air pollution in an ammonia-rich world. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 378(2183): 20190315.
- Vallese C., Nascimbene J. Giordani P., Benesperi R. & Casazza, G., 2020. Modelling

range dynamics of terricolous lichens of the genus *Peltigera* in the Alps under a climate change scenario. *Fungal Ecology*, 49: 101014.

Winkler A., Contardo T., Vannini A., Sorbo S., Basile A. & Loppi S., 2020. Magnetic Emissions from Brake Wear are the Major Source of Airborne Particulate Matter Bioaccumulated by Lichens Exposed in Milan (Italy). *Applied Sciences*, 10(6): 2073.