

# Monitoraggio della biodiversità lichenica epifita in boschi della Val Ferret e del Parco Naturale Mont Avic\*

ENRICA MATTEUCCI<sup>1,2</sup>, DEBORAH ISOCRONO<sup>2</sup>, ROSANNA PIERVITTORI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Dipartimento di Biologia Vegetale-Centro di Eccellenza Cebiovem  
Università degli Studi di Torino  
Viale Mattioli, 25  
I-10125 Torino*

<sup>2</sup> *Dipartimento di Colture Arboree  
Università degli Studi di Torino  
Via Leonardo da Vinci, 44  
I - 10095 Grugliasco (TO)*

E. Matteucci, D. Isocrono, R. Piervittori. **Monitoring the epiphytic lichen diversity in Val Ferret and Mont Avic Natural Park forests (Aosta Valley, Italy).** *Rev. Valdôtaine Hist. Nat.*, 61/62: 341-351, 2007/2008.

This work shows the results of a monitoring of the epiphytic lichen communities in three poorly investigated forests in Aosta Valley. We recorded 71 *taxa* of which 12 new for the Region and 10 recorded for the second time. We found differences in lichen species composition in the three investigated cenoses. The lichen colonization is affected by the structure of the wood in relation to light, substratum and local eutrophication.

Key words: epiphytic lichens, coniferous forest, Western Alps.

## INTRODUZIONE

Gli ecosistemi forestali risultano sempre più compromessi nel loro complesso e delicato equilibrio in relazione al costante incremento delle attività antropiche (Hilmo e Sastad, 2001; Foley *et al.*, 2005). La conseguente riduzione e frammentazione di questi habitat si riflette inevitabilmente sulle biocenosi innescando fenomeni di impoverimento floristico e di progressivo aumento delle specie a rischio di estinzione locale (Poschlod *et al.*, 2005; Gustafsson *et al.*, 2004). La valutazione delle condizioni del patrimonio boschivo mediante l'impiego di indicatori biologici vegetali può costituire un valido metodo per monitorarne eventuali modifiche strutturali e composizionali. Tale approccio metodologico poggia le basi sul presupposto che ogni modifica ambientale si rifletta tangibilmente sulle comunità biotiche (Keddy, 1991).

### *La biodiversità lichenica e gli ecosistemi forestali*

Nella stima della diversità e della funzionalità degli ecosistemi forestali le crittogame svolgono un ruolo primario (Bates e Farmer, 1992). Le comunità licheniche, pur non rappresentando la componente principale delle formazioni boschive (Havas e Kubin, 1983), svolgono in esse ruoli fondamentali come l'azoto-fissazione, il riciclo dei nutrienti

\* Lavoro finanziato con i fondi del programma Interreg IIIA Italia-Francia, progetto n. 121 COGEVA-VAHSA Coopération Gestion Valorisation des espaces protégés Vallée d'Aoste et Haute-Savoie.

ti (Knops *et al.*, 1996) e rappresentano una risorsa importante per il nutrimento di invertebrati e vertebrati e come materiale per la costruzione di ricoveri da parte di uccelli e piccoli mammiferi (Will-Wolf *et al.*, 2002). Le cenosi licheniche si configurano come un efficace sistema predittivo e di controllo nei confronti delle modifiche ambientali (Piervittori, 1999; Nimis *et al.*, 2002; Nimis e Purvis, 2002; Geiser e Neitlich, 2007) e climatiche (Insarov e Schroeter, 2002; Gauslaa *et al.*, 2006). La distribuzione dei licheni che crescono sui tronchi e sui rami degli alberi (epifiti) è condizionata da una serie di parametri climatici, correlati alla struttura e alla continuità ecologica delle foreste (McCune, 2000; Rose e Coppins, 2002; Caldiz e Brunet, 2006), ecologici ed ambientali (Loppi e Pirintos, 2003; Kuusinen *et al.*, 1990). Inoltre altri autori hanno valutato gli effetti della gestione forestale (Newmaster e Bell, 2002; Brunialti, 2007 e bibliografia inclusa) alla ricerca di modelli che illustrino le variazioni dei livelli di biodiversità lichenica in diversi ecosistemi forestali (Will-Wolf *et al.*, 2002).

### *Controllo dei sistemi forestali in ambito europeo e nazionale*

La valutazione dei possibili effetti delle alterazioni ambientali sul patrimonio boschivo, negli ultimi venti anni, ha assunto sempre maggiore interesse a livello mondiale, ed europeo in particolare, sia in ambito accademico sia presso l'opinione pubblica. A metà degli anni '90 le Nazioni Unite, la Commissione Economica Europea (UNI/ECE) e l'Unione Europea (UE) hanno avviato il Programma europeo ICP (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects), che coinvolge ad oggi 39 nazioni, ed il corrispondente Programma Nazionale Integrato per il CONTROLLO degli ECOSISTEMI FORESTALI (CONECOFOR), per studiare gli effetti dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi forestali (Petriccione e Pompei, 2002). Dopo una fase volta a descrivere, in determinate aree campione, le condizioni del patrimonio boschivo, sono state successivamente selezionate aree permanenti in cui effettuare periodiche attività di monitoraggio. Dei 31 siti selezionati, 13 ricadono sull'arco alpino e uno solo in Valle d'Aosta precisamente in un bosco ad alto fusto di *Picea excelsa* (Lam.) Link a La Thuile. Recentemente è stato testato l'utilizzo di alcuni parametri relativi alla componente lichenica (monitoraggio della ricchezza e della diversità floristica dei licheni epifiti) come ulteriore applicazione nella conservazione e nello studio delle formazioni boschive (Giordani *et al.*, 2006). Nessuno dei siti coinvolti in questo Livello II (Progetto CONECOFOR) ricade nel territorio valdostano.

### *Scopo del lavoro*

L'indagine condotta riveste particolare valore in quanto si riferisce ad un settore geografico, le Alpi, di documentato interesse naturalistico e si interfaccia metodologicamente con i progetti internazionali e nazionali sopra citati.

Inoltre, le specifiche aree di studio risultano poco o per nulla indagate per quanto riguarda la flora lichenica epifita: nessuna segnalazione è nota per il territorio della Val Ferret e sono solo 16 le segnalazioni per quello del Mont Avic (dati inediti in Facchini, 1992/1993).

L'indagine è stata dunque condotta sulle comunità licheniche epifite della Val Ferret e del Parco Naturale del Mont Avic allo scopo di valutare i principali fattori di disturbo

della vegetazione naturale ed ottenere dati di base per l'istituzione di un controllo a lungo termine delle variazioni della diversità lichenica epifita in relazione a parametri stazionali biotici e abiotici. L'analisi dei popolamenti è stata realizzata mediante un approccio qualitativo (studio delle specie costituenti la comunità) e quantitativo (determinazione della loro frequenza e grado di copertura).

Lo studio è parte integrante di un progetto biennale (2005-2006) attuato dalla Regione Autonoma Valle d'Aosta e dal Parco Naturale Mont Avic nell'ambito dell'INTERREG III ALCOTRA COGEVA VAHSA e finalizzato al monitoraggio della componente lichenica epifita, a breve e lungo termine, per la valutazione del patrimonio boschivo in due aree montane di elevato interesse naturalistico.

## MATERIALI E METODI

Come fase preliminare, in ragione dell'esiguità dei dati pregressi, è stato condotto uno screening della flora lichenica epifita al fine di velocizzare le successive operazioni di rilevamento e ridurre il prelievo nelle aree interessate dal monitoraggio per garantire la ripetibilità dello studio.

Gli esemplari raccolti sono stati identificati mediante tecniche di microscopia convenzionale presso il Laboratorio di Lichenologia (ISO 9001:2000 IT-51756) del Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Torino. I campioni più significativi sono conservati presso la sezione Crittogamica dell'Erbario dell'Università di Torino (TO) ed è stata realizzata una relativa documentazione iconografica mediante apparecchiatura fotografica digitale Olympus DP11, accoppiata all'utilizzo dello stereomicroscopio (Olympus SZH10).

Le chiavi analitiche utilizzate sono: Clauzade e Roux (1985), Purvis *et al.* (1992), Nimis e Bolognini (1993), Wirth (1995), Dobson (2000). La nomenclatura segue Nimis e Martellos (2008).

Le aree di studio sono state stratificate con un criterio vegetazionale identificando i tipi di formazioni dominanti. Le tipologie considerate in questo studio sono le formazioni a *Larix decidua* (Macroplot 1), quelle a *Larix decidua* e *Picea excelsa* (Macroplot 2) e quelle a *Pinus uncinata* (Macroplot 3).

Per ogni macroplot individuato sono state selezionate delle aree di saggio (subplot) in numero proporzionale all'estensione di ciascuna formazione vegetale. Dimensione e geometria di tali aree (subplot circolari con raggio di 10 m) sono state definite attraverso prove effettuate nei siti indagati.

Le coordinate di generazione per la costruzione dei subplot sono state estratte da un elenco generato con un algoritmo casuale al fine di ridimensionare il fattore 'scelta dell'operatore'. L'intera procedura adottata è stata concepita per ridurre la soggettività nella fase di campionamento che risulta essere la fonte principale della variabilità dei dati in studi di monitoraggio lichenico (Ferretti e Erhardt, 2002). Per ogni subplot è stata redatta una scheda stazionale in cui sono stati riportati: dati geografici, coordinate UTM, errore segnalato dall'apparecchio GPS, quota minima e massima, numero di alberi presenti e rilevabili, esposizione, tipologia forestale dominante.

I rilievi dei licheni epifiti, condotti all'interno dei subplot, sono stati effettuati utilizzando quattro reticoli di 10 x 50 cm ciascuno, posizionati in corrispondenza dei punti

cardinali a partire da 1 m di altezza dal suolo, in accordo con la metodologia europea (Stofer *et al.*, 2003).

I rilievi sono stati condotti sugli alberi aventi una circonferenza superiore a 50 cm. Sono stati omessi dal censimento i talli con diametro inferiore a 5 mm, i funghi non lichenizzati e quelli lichenicoli.

In considerazione della difficoltà di pervenire ad una identificazione certa a livello specifico in campo, quando necessario, si è proceduto alla raccolta di campioni al di fuori della griglia di rilievo per la successiva determinazione in laboratorio. La diversità lichenica a livello di albero (DLa) è stata calcolata come la somma delle frequenze di ogni specie all'interno della griglia di campionamento, la diversità lichenica del subplot (DL) come media delle DLa (Asta *et al.*, 2002). Le caratteristiche autoecologiche delle specie sono state ricavate dal data base dei licheni italiani (Nimis e Martellos, 2008). I dati ottenuti, aggregati a livello di subplot, sono stati analizzati statisticamente con il test di Tukey (P significativo se  $< 0,05$ ).

## RISULTATI

Lo screening preliminare condotto su 7 specie arboree, principalmente conifere, ha portato al censimento di 71 specie, appartenenti a 36 generi (Tab. 1).

Tab. 1 – Elenco delle specie rilevate durante lo screening della biodiversità lichenica nelle due ZPS indagate e indicazione della specie arborea su cui sono state osservate (Aln\_vir = *Alnus viridis* (Chaix) DC; Pru\_avi = *Prunus avium* L.; Pin\_unc = *Pinus uncinata* Miller; Pin\_syl = *Pinus sylvestris* L.; Lar\_dec = *Larix decidua* Miller; Fag\_syl = *Fagus sylvatica* L.; Sor\_auc = *Sorbus aucuparia* L.).\* = prima segnalazione per la regione; \*\* = seconda segnalazione per il territorio regionale.

Taxon	SIC Mont Avic	ZPS Val Ferret
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	Aln_vir	Lar_dec; Pic_exc
* <i>Aplotomma turgida</i> (A.Massal.) A.Massal.	Pin_unc	
<i>Bryoria capillaris</i> (Ach.) Brodo & D.Hawksw.		Lar_dec; Pic_exc
<i>Bryoria fuscescens</i> (Gyeln.) Brodo & D.Hawksw.		Lar_dec; Pic_exc
<i>Bryoria implexa</i> (Hoffm.) Brodo & D.Hawksw.	Pin_syl	Lar_dec; Pic_exc
<i>Bryoria simplicior</i> (Vain.) Brodo & D.Hawksw.		Lar_dec
<i>Caloplaca cerina</i> (Hedw.) Th.Fr. var. <i>cerina</i>		Aln_vir
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th.Fr.		Lar_dec
** <i>Caloplaca herbidella</i> (Hue) H.Magn.		Lar_dec
* <i>Candelariella subdeflexa</i> (Nyl.) Lettau	Lar_dec	
<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau	Lar_dec	Lar_dec
<i>Catillaria nigroclavata</i> (Nyl.) Schuler		Lar_dec
<i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach.		Lar_dec
** <i>Chaenotheca chrysocephala</i> (Ach.) Th.Fr.	Lar_dec	
<i>Chaenotheca furfuracea</i> (L.) Tibell cfr.		3Lar_dec
* <i>Cladonia</i> cfr. <i>macilenta</i> Hoffm. subsp. <i>floerkeana</i> (Fr.) V.Wirth	Pin_unc	
<i>Cladonia coccifera</i> (L.) Willd.		Pic_exc
<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.		Lar_dec
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.		Lar_dec
* <i>Cladonia parasitica</i> (Hoffm.) Hoffm.	Pin_unc	
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.		Lar_dec
** <i>Cladonia sulphurina</i> (Michx.) Fr.	Lar_dec; Pin_unc	
<i>Cyphelium tigillare</i> (Ach.) Ach.		Lar_dec

	<i>Evernia divaricata</i> (L.) Ach.	Pin_unc	Pic_exc
	<i>Evernia mesomorpha</i> Nyl.	Lar_dec; Pin_unc	
	<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	Lar_dec; Pin_unc	
	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	Fra_exc; Lar_dec	
	<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach.) M.Choisy	Lar_dec; Pin_unc	Lar_dec
*	<i>Hypogymnia austerodes</i> (Nyl.) Räsänen		Lar_dec
	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	Lar_dec; Pin_unc; Pin_syl	Lar_dec; Pic_exc
	<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.		Lar_dec
**	<i>Imshaugia aleuritica</i> (Ach.) S.L.F.Meyer	Pin_unc	
*	<i>Lecania cyrtella</i> (Ach.) Th.Fr.	Pin_unc	
*	<i>Lecania fuscella</i> (Schaer.) A.Massal.	Pin_unc; Pru_avi	
*	<i>Lecanora albella</i> (Pers.) Ach.	Pin_unc	
*	<i>Lecanora expallens</i> Ach.	Pin_unc; Pin_syl	
**	<i>Lecanora leptyroides</i> (Nyl.) Degel.	Pin_unc	
**	<i>Lecanora pulicaris</i> (Pers.) Ach.	Fag_syl; Lar_dec; Pin_unc; Pin_syl	Aln_vir
**	<i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach.		Lar_dec; Pic_exc
	<i>Lecanora varia</i> (Hoffm.) Ach.		Lar_dec; Pic_exc
	<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M.Choisy		Aln_vir; Lar_dec
	<i>Letharia vulpina</i> (L.) Hue		Lar_dec; Pic_exc
	<i>Melanelixia fuliginosa</i> (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	Pin_syl	
	<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch		Lar_dec; Pic_exc
	<i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch		Lar_dec; Pic_exc
**	<i>Naetrocymbe punctiformis</i> (Pers.) R.C.Harris	Fag_syl; Pin_unc; Pin_syl; Aln_vir	
**	<i>Ochrolechia alboflavescens</i> (Wulfen) Zahlbr.		Lar_dec
	<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.	Pin_unc	
	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	Pin_unc	Lar_dec; Pic_exc
	<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	Aln_vir	
	<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	Lar_dec; Pin_unc; Pin_syl	Lar_dec; Pic_exc
	<i>Parmeliopsis hyperopta</i> (Ach.) Arnold	Lar_dec; Pin_unc	Lar_dec; Pic_exc
	<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M.Choisy & Werner	Pin_unc; Pin_syl; Aln_vir	
	<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnrh.		Aln_vir
	<i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau		Lar_dec
**	<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg	Pru_avi	
*	<i>Placynthiella icmalea</i> (Ach.) Coppins & P.James		Lar_dec
	<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf var. <i>ceratea</i> (Ach.) D. Hawksw.	Lar_dec; Pin_unc	Pic_exc
	<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf var. <i>furfuracea</i>	Lar_dec; Pin_unc; Pin_syl	Lar_dec; Pic_exc
	<i>Rinodina pyrrena</i> (Ach.) Arnold	Aln_vir; Lar_dec; Pic_exc	
*	<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Stenh.) Vezda		Sor_auc
	<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i> (Willd.) Hale		Lar_dec; Pic_exc
	<i>Usnea glabrata</i> (Ach.) Vain.	Pin_unc	
	<i>Usnea glabrescens</i> (Vain.) Vain.	Pin_unc	
	<i>Usnea hirta</i> (L.) F.H.Wigg.	Lar_dec; Pin_unc	Lar_dec; Pic_exc
**	<i>Usnea scabrata</i> Nyl.		Lar_dec; Pic_exc
*	<i>Usnea subfloridana</i> Stirt.		Lar_dec; Pic_exc
**	<i>Usnea substerilis</i> Motyka	Pin_unc	Lar_dec; Pic_exc
	<i>Vulpicida pinastri</i> (Scop.) J.E.Mattsson & M.J.Lai	Pin_unc	Lar_dec; Pic_exc
	<i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th.Fr.		Lar_dec
	<i>Xanthoria fallax</i> (Hepp) Arnold	Pru_avi	Lar_dec

Il presente studio, sebbene non finalizzato alla redazione di una lista floristica, ha contribuito in modo significativo ad incrementare le conoscenze dei licheni epifiti della Regione, ancora poco noti rispetto alle comunità che crescono su altri substrati. La flora censita comprende infatti 12 *taxa* segnalati per la prima volta per il territorio regionale e altri 10 per i quali la presente è la seconda segnalazione per la Valle d'Aosta. In alcuni casi il lasso di tempo intercorso dalla prima citazione è molto lungo: l'unica segnalazione per *Ochrolechia alboflavescens* fa riferimento al campione 675 dell'Erbario Crittogamico Italiano Serie

I (Nimis, 1993) e dunque antecedente al 1867. Altre due specie, *Imshaugia aleurites* e *Naetrocymbe punctiformis*, non erano più state segnalate dopo il 1910 (Pierivittori e Isocrono, 1999). Quest'ultima entità, fungo epifita probabilmente non lichenizzato, è stata considerata in ragione delle estese coperture osservate nell'area del Parco Naturale Mont Avic e della sua inclusione, comunque, nella checklist dei licheni italiani (Nimis e Martellos, 2008).

La modalità riproduttiva più diffusa è quella asessuale tramite soredi (46%), seguita da quella sessuale (37%). I licheni sorediati presentano una strategia riproduttiva molto efficace cui si deve il loro maggiore successo riproduttivo rispetto alle specie con riproduzione sessuale (Nimis e Martellos, 2001). La flora lichenica dell'area di studio ha caratteristiche di mesofilia: solo poche specie richiedono una più cospicua presenza di umidità nell'aria (*Bryoria capillaris*, *B. fuscescens*, *B. implexa*, *Chaenotheca furfuracea*, *Evernia divaricata*, *Usnea glabrata* e *U. scabrata*). Tutte le specie rinvenute hanno come partner fotosintetico un'alga verde (clorolicheni); l'assenza di cianolicheni, gruppo ecologico indicatore di continuità forestale (Goward e Arsenault, 2000; Campbell e Fredeen 2004), è da imputare alle condizioni di mesofilia delle aree studiate.

Il monitoraggio condotto all'interno dei 21 subplot selezionati ha riguardato 199 alberi per un totale di 796 rilievi. Il numero di alberi analizzati in ciascun subplot varia da 5 a 15 in relazione alla fisionomia dei boschi considerati. La quota media dei subplot varia tra 1560 e 1948 m s.l.m. (Tab. 2).

Tab. 2 – Dati relativi ai subplot esaminati. Macroplot: 1 = *Larix decidua* 2 = *Larix decidua* e *Picea excelsa* 3 = *Pinus uncinata*. DLa = diversità lichenica dell'albero (4 rilievi) DL = diversità lichenica del plot calcolata come media delle DLa.

sub plot	quota media	Macroplot	n. alberi presenti	n. alberi rilevati	DL	DLa min	DLa max	diversità specifica
A	1799	1	13	9	36,11	23	53	14
B	1760	1	7	7	28,00	4	48	18
C	1648	1	10	7	36,80	20	59	16
D	1907	1	15	11	28,45	15	40	6
E	1743	1	19	10	34,50	12	46	7
F	1607	1	12	11	35,55	17	65	14
G	1948	1	14	9	42,11	31	56	16
H	1915	2	10	10	27,20	2	56	16
I	1864	2	14	5	37,20	3	61	18
J	1606	2	12	6	41,83	22	70	19
K	1713	2	9	6	40,50	29	57	15
L	1805	3	16	9	16,56	6	26	6
M	1825	3	20	14	35,00	12	53	8
N	1850	3	17	11	14,73	8	23	6
O	1775	3	20	15	35,53	24	54	15
P	1305	3	12	12	35,08	14	49	8
Q	1800	3	15	9	31,00	18	41	7
R	1915	3	11	9	24,56	12	58	9
S	1895	3	9	9	35,56	10	49	7
T	1833	3	17	12	35,17	14	56	11
U	1560	3	16	10	9,80	0	25	10

I dati ottenuti sono stati analizzati su base quantitativa per indagare le eventuali differenze tra macroplot. L'analisi statistica mostra che la *ricchezza specifica* (numero di specie per subplot) è uguale nei Macroplot 1 e 2 sebbene i valori medi siano leggermente più alti nei boschi misti (Macroplot 1 = 13 e Macroplot 2 = 17) mentre è significativamente differente ( $P = 0.002$ ) nel Macroplot 3 in cui il numero medio di specie è 9. Per quanto riguarda il parametro *diversità lichenica*, i valori riscontrati nei macroplot non sono significativamente diversi ( $P = 0.101$ ): i valori registrati sono pari a DL  $34,5 \pm 4,9$  nelle formazioni a *L. decidua*, DL  $36,7 \pm 6,6$  nel bosco misto, DL  $27,3 \pm 10,1$  nei boschi puri di *P. uncinata*.

All'interno dei subplot la colonizzazione lichenica è influenzata da parametri microclimatici come dimostrato dalla compresenza di alberi con copertura (DLa) molto differente (Tab. 2). La circonferenza degli alberi non rappresenta un parametro significativo per la colonizzazione lichenica infatti a parità di dimensioni i tronchi risultano maggiormente colonizzati in ragione della disponibilità luminosa.

La struttura del bosco, definita dal numero di alberi presenti nei subplot circolari, sembra essere la variabile che maggiormente influenza la diversità specifica dei licheni epifiti in queste aree: nelle formazioni boschive aperte (con 5-7 alberi rilevati nei subplot) infatti sono presenti mediamente circa il doppio delle specie rispetto alle formazioni chiuse.

Nei rilievi sono state censite 48 specie (pari al 67% di quelle rilevate nell'area). L'analisi delle forme di crescita suggerisce un notevole equilibrio nel complesso di specie rilevato: i licheni fogliosi e fruticosi rappresentano, ciascuno, il 33%, i licheni crostosi il 32% e le forme squamulose il 2%, tale situazione è confrontabile con quanto emerso in uno studio, relativo all'intero arco alpino focalizzato sulla presenza lichenica esclusivamente su *Larix* (Nascimbene *et al.*, 2006).

L'analisi qualitativa evidenzia una notevole differenza nella composizione floristica delle comunità licheniche censite nei tre Macroplot (Tab. 3). Solo otto specie (*Hypocenomyce*

Tab. 3 – Specie censite nei 3 macroplot e frequenze relative.

Taxon	Macroplot 1	Macroplot 2	Macroplot 3
<i>Amandinea punctata</i>	0,45	0,56	\
<i>Bryoria fuscescens</i>	0,08	2,22	\
<i>Bryoria implexa</i>	0,52	2,81	\
<i>Bryoria simplicior</i>	\	0,34	\
<i>Catillaria nigroclavata</i>	0,17	\	\
<i>Cetraria islandica</i>	0,02	0,07	\
<i>Chaenotheca furfuracea</i>	0,02	0,1	\
<i>Cladonia digitata</i>	0,06	0,07	\
<i>Cladonia fimbriata</i>	0,06	\	\
<i>Cladonia pyxidata</i>	\	0,04	\
<i>Cyphelium tigillare</i>	0,05	\	\
<i>Evernia divaricata</i>	\	0,3	\
<i>Evernia mesomorpha</i>	0,02	\	\
<i>Evernia prunastri</i>	0,08	\	\
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	1,87	1,11	0,02
<i>Hypogymnia physodes</i>	3,14	2,11	4,44
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	\	0,15	\
<i>Imshaugia aleurites</i>	\	\	0,02
<i>Lecania cyrtella</i>	\	\	0,01
<i>Lecanora albella</i>	\	\	0,01

<i>Lecanora expallens</i>	\	\	0,08
<i>Lecanora leptyroides</i>	\	\	0,13
<i>Lecanora pullicaris</i>	0,37	\	2,53
<i>Lecanora symmicta</i>	0,69	0,04	\
<i>Lecanora varia</i>	0,09	0,18	\
<i>Lecidella elaeochroma</i>	0,45	0,48	\
<i>Letharia vulpina</i>	2,63	1,18	\
<i>Melanobalea elegantula</i>	0,02	1,07	\
<i>Melanobalea exasperatula</i>	0,05	0,04	\
<i>Ochrolechia alboflavescens</i>	0,03	0,07	\
<i>Parmelia saxatilis</i>	\	\	0,05
<i>Parmelia sulcata</i>	0,69	0,96	0,06
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	11	8,18	6,65
<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	3,27	2,85	1,55
<i>Pertusaria albescens</i>	\	\	0,67
<i>Placynthiella icmalea</i>	\	0,18	\
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	4,52	4,96	5,39
<i>Rinodina pyrrena</i>	0,14	0,18	\
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	0,34	0,15	\
<i>Usnea glabrescens</i>	\	\	0,17
<i>Usnea hirta</i>	1,66	1,48	0,49
<i>Usnea scabrata</i>	\	1,26	\
<i>Usnea subfloridana</i>	\	0,67	\
<i>Usnea substerilis</i>	0,06	0,18	\
<i>Vulpicida pinastri</i>	1,64	1,18	0,06
<i>Xanthoria candelaria</i>	0,02	\	\
<i>Xanthoria fallax</i>	0,08	\	\

*scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*, *Parmeliopsis ambigua*, *P. hyperopta*, *Pseudevernia furfuracea*, *Usnea hirta*, *Vulpicida pinastri*) sono comuni a tutte le tipologie di bosco indagate. La specie con frequenza maggiore è, per tutti i Macroplot, *Parmeliopsis ambigua* specie che, nelle Alpi occidentali, è molto diffusa e talora forma popolamenti monospecifici (Nascimbene *et al.*, 2006). La sua peculiare distribuzione oroboreale ha suggerito il suo utilizzo come possibile indicatore nivometrico (Sonesson *et al.*, 1994).

Le condizioni microclimatiche influenzano la distribuzione delle specie, ad esempio *Letharia vulpina*, specie eliofila, tendenzialmente xerofila e abbondante nei boschi della Valle d'Aosta, è assente nei subplot in cui la disponibilità di luce è ridotta. Il 56% delle specie censite nei rilievi può tollerare esclusivamente condizioni di eutrofizzazione molto debole; solo 4 specie (*Amandinea punctata*, *Lecidella elaeochroma*, *Xanthoria candelaria*, *Xanthoria fallax*) crescono anche in presenza di un'eutrofizzazione marcata e sono state censite esclusivamente nei subplot più prossimi alle strade.

## CONCLUSIONI

Lo studio effettuato ha consentito di acquisire una base dati sulla presenza lichenica epifita in aree poco indagate della Valle d'Aosta. I dati derivanti dal monitoraggio descrivono la condizione delle cenosi licheniche negli ambiti forestali indagati e forniscono indicazioni sulle risposte della flora alle condizioni ambientali.

La colonizzazione lichenica è condizionata dalla struttura del bosco, in relazione all'irraggiamento e alla specie substrato. Nelle aree indagate non sembra che la compre-



senza di più essenze arboree influenzi la biodiversità lichenica anche in ragione del fatto che i boschi di conifere presentano in generale una diversità lichenica molto bassa (Brunialti, 2007).

La flora censita evidenzia, se confrontata con dati acquisiti in condizioni analoghe, una situazione ambientale mediamente buona, anche se la presenza di alcune specie in grado di tollerare gradi elevati di eutrofizzazione (situazione riscontrabile nei subplot più vicini alle strade) non deve essere sottovalutata in quanto indica un disturbo antropico già in grado di influenzare la composizione floristica attesa per ambienti alpini analoghi. I risultati conseguiti possono quindi orientare ad azioni volte alla salvaguardia dell'integrità del patrimonio boschivo.

I risultati ottenuti, inoltre, hanno permesso di pianificare un monitoraggio a lungo termine, basato sulla valutazione delle variazioni nelle comunità licheniche in quadrati permanenti (Purvis *et al.*, 2002). A tal fine sono state selezionate, come specie indicatrici, *Letharia vulpina*, *Parmeliopsis ambigua*, *Parmelia sulcata*, *Pseudovernia furfuracea* in relazione alle caratteristiche autoecologiche, alla distribuzione e alla frequenza nel territorio e alla facilità di riconoscimento.

## RINGRAZIAMENTI

Le autrici desiderano ringraziare le dottoresse Francesca Gallerini (Torino) e Alessandra Girod (Aosta) per la preziosa collaborazione fornita. Un particolare ringraziamento anche alla Dott.ssa Santa Tutino (R.A.V.A. - Assessorato Agricoltura e Risorse naturali) e al Dott. Massimo Bocca (Parco Naturale Mont Avic).

## BIBLIOGRAFIA

- Asta J., Erhardt W., Ferretti M., Fornasier F., Kirschbaum U., Nimis P.L., Purvis W., Pirintsos S., Scheidegger C., Van Haluwyn C., Wirth V., 2002. Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: p. 273-279.
- Bates J.W., Farmer A.M., 1992. *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Oxford: Clarendon Press. 404 p.
- Brunialti G., 2007. Influenza della gestione forestale e della tipologia di bosco sulla diversità dei licheni epifiti. Sviluppo di un metodo per il monitoraggio. *Not.Soc.Lich.Ital.*, 20: 81-99.
- Caldiz M.S., Brunet J., 2006. Litterfall of epiphytic macrolichens in *Nothofagus* forests of northern Patagonia, Argentina: Relation to stand age and precipitation. *Austral Ecology*, 31: 301-309.
- Campbell J., Fredeen L., 2004. *Lobaria pulmonaria* abundance as an indicator of macrolichen diversity in Interior Cedar-Hemlock forests of east-central British Columbia. *Can. J. Bot.*, 82: 970-982.
- Clauzade G., Roux C., 1985. Likenoj de okcidenta Europo. Ilustrita determinlibro. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série, Numéro Spécial*, 7: 3-893.
- Dobson F.S., 2000. *Lichens. An illustrated Guide to the British and Irish Species*. England, The Richmond Publishing Co. 431 p.
- Facchini R., 1992/93. *Flora lichenica epifita su Pinus uncinata nel Parco Naturale del Mont Avic (AO)*. Sottotese di Laurea in Scienze Naturali, Università di Torino.
- Ferretti M., Erhardt W., 2002. Key issues in designing biomonitoring programmes. Monitoring scenarios, sampling strategies and quality assurance. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: p. 111-139.
- Foley J.A., De Fries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice C.,

- Ramankutty N., Snyder P.K., 2005. Global consequences of land use. *Science*, 309: 570–574.
- Gauslaa Y., Lie M., Solhaug K.A., Ohlson M., 2006. Growth and ecophysiological acclimation of the foliose lichen *Lobaria pulmonaria* in forests with contrasting light climates. *Oecologia*, 147(3): 406–416.
- Geiger L.H., Neitlich P.N., 2007. Air pollution and climate gradients in western Oregon and Washington indicated by epiphytic macrolichens. *Environmental Pollution*, 145(1): 203–218.
- Giordani P., Brunialti G., Nascimbene J., Gottardini E., Cristofolini F., Isocrono D., Matteucci E., Paoli L., 2006. Aspects of biological diversity in the CONECOFOR plots. III. Epiphytic lichens. *Ann. Ist. Sper. Selv.*, 30: 43–50.
- Goward T., Arsenault A., 2000. Cyanolichens and conifers: implications for global conservation. *For. Snow Landsc. Res.*, 75(3): 303–318.
- Gustafsson L., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Persson, A., Weslien, J.O., 2004. High occurrence of red-listed bryophytes and lichens in mature managed forests in boreal Sweden. *Basic and Applied Ecology*, 5: 123–129.
- Havas P., Kubin E., 1983. Structure, growth and organic matter content in the vegetation cover of an old spruce forest in Northern Finland. *Annales Botanici Fennici*, 20: 115–149.
- Hilmo O., Sastad S.M., 2001. Colonization of old-forest lichens in a young and an old boreal *Picea abies* forest: an experimental approach. *Biological Conservation*, 102: 251–259.
- Insarov G., Schroeter B., 2002. Lichen monitoring and climate change. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: p. 183–201.
- Keddy P.A., 1991. Biological monitoring and ecological prediction: from nature reserve management to national state of the environment indicators. In: Goldsmith F.B. (Ed.), *Monitoring for Conservation and Ecology*. London: Chapman and Hall: p. 249–267.
- Knops J., Nash III T. H., Schlesinger W. H., 1996. The influence of epiphytic lichens on the nutrition cycling of an oak woodland. *Ecological Monographs*, 66: 159–179.
- Kuusinen M., Mikkola K., Jukola-Sulonen E.L., 1990. Epiphytic lichens on conifers in the 1960s to 1980s in Finland. In: Kauppi P., Anttila P., Kenttämies K. (eds) *Acidification in Finland*. Berlin: Springer Verlag: p. 397–420.
- Loppi S., Pirintos S., 2003. Epiphytic lichens as sentinels for heavy metal pollution at forest ecosystems (central Italy). *Environmental Pollution*, 121: 327–332.
- McCune B., 2000. Lichen communities as indicators of forest health. *Bryologist*, 103: 353–356.
- Nascimbene J., Isocrono D., Marini L., Caniglia G., Piervittori R., 2006. Epiphytic lichen vegetation on *Larix* in the Italian Alps. *Plant Biosystems*, 140(2): 132–137.
- Newmaster S. G., Bell W., 2002. The effects of silvicultural disturbances on cryptogam diversity in the boreal-mixedwood forest. *Can. J. For. Res.*, 32: 38–51.
- Nimis P.L., 1993. *The lichens of Italy An annotated catalogue*. Torino, Museo Regionale di Scienze Naturali. 897 p.
- Nimis P.L., Bolognini G., 1993. Chiavi analitiche del genere *Lecanora* Ach. in Italia. *Not. Soc. Lich. Ital.*, 6: 29–46.
- Nimis P.L., Martellos S., 2001. Testing the predictivity of ecological indicator values: a comparison of real and 'virtual' relevés of lichen vegetation. *Plant Ecology*, 157: 165–172.
- Nimis P.L., Martellos S., 2008. ITALIC The Information System on Italian Lichens Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
- Nimis P.L., Purvis O.W., 2002. Monitoring lichens as indicators of pollution. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: p. 7–10.
- Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A., 2002. Monitoring with lichens - monitoring lichens. An introduction. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: p. 1–6.
- Petriccione B., Pompei E., 2002. The CONECOFOR Programme: general presentation, aims and co-ordination. Long-term ecological research in Italian forest ecosystems. *J. Limnol.*, (1): 3–11.
- Piervittori R., 1999. Licheni come Bioindicatori della Qualità dell'Aria: Stato dell'Arte in Italia. In: Piccini C., Salvati S. (eds.) *Atti Workshop Biomonitoraggio della Qualità dell'Aria sul territorio nazionale*, (Roma, 26–27 Novembre 1998). Roma: ANPA. p. 97–122.
- Piervittori R., Isocrono D., 1999. *I licheni della Valle d'Aosta. I. Indagine bibliografica e aspetti storici (1764–1998)*. Saint-Pierre-Valle d'Aosta, Museo Regionale di Scienze Naturali. 264 p.
- Poschold P., Bakker J.P., Kahmen S., 2005. Changing land use and its impact on biodiversity. *Basic and Applied Ecology*, 6: 93–98.
- Purvis O.W., Coppins B.J., Hawksworth D.L., James P.W., Moore D.M., 1992. *The Lichen Flora of Great Britain and Ireland*. London: Natural History Museum Publications.

- Purvis O.W., Erotokritou L., Wolseley P.A., Williamson B., Read H., 2002. A photographic quadrat recording method employing image analysis of lichens as an indicator of environmental change. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: p. 281 – 284.
- Rose F., Coppins S., 2002. Site assessment of epiphytic habitats using lichen indices. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: p. 343-348.
- Sonesson M., Osborne C., Sandberg G., 1994. Epiphytic Lichens as Indicators of Snow Depth. *Arctic and Alpine Research*, 26(2): 159-165.
- Stofer S., Catalayud V., Ferretti M., Fischer R., Giordani P., Keller C., Stapper N., Scheidegger C., 2003. Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/ICP Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots. ForestBIOTA Rapporto tecnico. [http://www.forestbiota.org/docs/bbb-lichens\\_june05.pdf](http://www.forestbiota.org/docs/bbb-lichens_june05.pdf)
- Will-Wolf S., Esseen P.A., Neitlich P., 2002. Monitoring diversity and ecosystem function: forests. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: p. 203-222.
- Wirth V., 1995. *Die Flechten Baden-Württembergs. 2 voll.* Stuttgart: Ulmer. 1006 p.

#### RIASSUNTO

Nel presente lavoro vengono illustrati i risultati di una indagine condotta sulle comunità licheniche epifite in tre differenti tipologie forestali in aree poco o per nulla indagate del territorio regionale. La flora lichenica censita consta di 71 specie di cui 12 segnalate per la prima volta per il territorio regionale e 10 per i quali la presente è la seconda segnalazione per la Valle d'Aosta.

Le comunità licheniche nelle tre cenosi indagate risultano molto diversificate nella composizione floristica risentendo, in modo marcato, della struttura del bosco in relazione all'irraggiamento, della specie substrato e di locali fenomeni di eutrofizzazione.

#### RÉSUMÉ

*Suivi de la biodiversité des lichens corticoles dans des forêts boréales du Val Ferret et du Parc naturel du Mont-Avic (Vallée d'Aoste, Italie).*

Une étude des lichens corticoles a été menée dans trois types de forêts existant dans des zones peu ou pas étudiées du territoire régional. Au total, 71 espèces ont été recensées, dont 12 entièrement nouvelles pour la Région et 10 qui ne sont signalées que pour la deuxième fois. L'analyse des données dénote des différences considérables entre les communautés de lichens des trois forêts. Les variables qui influencent le plus la diversité spécifique sont : la structure de la forêt, pour la luminosité, les types d'arbres et la pollution azotée d'origine routière.