

***Pubblicazione realizzata con il contributo
della Regione Veneto - Piano di Sviluppo Rurale 2000-2006***

***I LICHENI DEL CANSIGLIO
BIOMONITORAGGIO
E GESTIONE SELVICOLTURALE.***

..... Pubblicazione edita da
Veneto Agricoltura
Azienda Regionale per i settori agricolo,
forestale ed agroalimentare
Viale dell'Università, 14 - Agripolis
35020 Legnaro (Pd)

..... Ideazione
Centro Forestale di Pian di Cansiglio
A.R. Veneto Agricoltura
Settore Demanio Forestale
Settore Educazione Naturalistica

..... Testi a cura di
Marilena Dalle Vedove
Juri Nascimbene
Elena Piutti

..... Foto
Juri Nascimbene

..... Coordinatrice del progetto
Elena Piutti

..... Realizzazione editoriale
Veneto Agricoltura
Coordinamento editoriale:
Isabella Lavezzo

..... Revisione testi:
Margherita Monastero
Settore Divulgazione Tecnica
e Formazione Professionale
Via Roma, 34 - 35020 Legnaro (Pd)
Tel. 049.8293920 - Fax 049.8293909
e-mail: divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org

È consentita la riproduzione di testi, figure ecc.
previa autorizzazione da parte di Veneto Agricoltura,
citando gli estremi della pubblicazione.

L'importanza assunta dalla gestione ambientale ha portato alla crescente esigenza di esaminare gli effetti delle attività umane (es. taglio del bosco, ovvero selvicoltura) e dei cambiamenti da esse indotti sugli ecosistemi naturali. Pertanto, le attuali direttive di politica forestale mirano alla promozione dello sviluppo sostenibile, quindi alla compatibilità fra le attività selvicolturali, alla salvaguardia e alla valorizzazione delle risorse ambientali, grazie alla definizione di misure di prevenzione e indicazioni di buona gestione.

Le attività di monitoraggio della dinamica e della salute dei boschi possono servire ad indagare le cause di alterazione degli ecosistemi forestali e nel contempo individuare le tecniche più idonee di gestione (selvicoltura) e di conservazione ambientale. Queste attività di monitoraggio ambientale vengono effettuate tramite l'individuazione e l'uso di specifici indicatori ambientali, ad esempio i licheni.

Il riconoscimento e la definizione del ruolo dei licheni come indicatori per il biomonitoraggio ambientale è ormai una meto-



dica collaudata e utilizzata in numerosi studi. Infatti, la presenza di alcuni licheni può essere influenzata dall'esercizio di attività forestali e quindi fungere da base di partenza per verificare relazioni utili alla gestione della "risorsa bosco". Le informazioni sulla distribuzione, sulla biodiversità e sulla vitalità dei popolamenti lichenici messe in relazione alla struttura e alla gestione dei boschi in cui si trovano possono dare indicazioni sulle dinamiche evolutive dei popolamenti forestali e suggerire possibili soluzioni migliorative e conservative, fungendo così da valido strumento complementare alla selvicoltura naturalistica e all'economia forestale.

In un'ottica di tutela e mantenimento della biodiversità dei soprassuoli forestali, l'Azienda Regionale Veneto Agricoltura, grazie al **finanziamento erogato dal Piano di Sviluppo Rurale¹**, ha voluto quindi attivare un monitoraggio di alcuni licheni nell'ambito della Foresta Regionale del Cansiglio, quale presupposto per la definizione di un metodo di indagine finalizzato alla individuazione della relazione tra licheni e la gestione selvicolturale.

In tal modo è stato possibile investigare specificatamente il ruolo svolto da opportuni indicatori ambientali quali i licheni nella evoluzione della superficie boscata con riferimento alla loro funzione ecologica, valutare l'influenza dei fattori stagionali e dell'andamento climatico sulla loro diffusione, approfondire il loro ruolo di bioindicatori nelle diverse tipologie e strutture forestali. Le indagini sono state finalizzate alla individuazione delle caratteristiche degli habitat in cui vivono i popolamenti lichenici particolarmente sensibili al disturbo antropico e per questo da considerarsi ottimi bioindicatori della "sostenibilità" delle azioni selvicolturali intraprese.

¹ Piano di Sviluppo Rurale della Regione Veneto, Misura 9 - Altre misure forestali, Sottomisura 9.8 - Strumenti di prevenzione, Area 2 - Area della selvicoltura "Biomonitoraggio e gestione selvicolturale nella F.D.R. del Cansiglio"

Biologia

I licheni: una simbiosi

I licheni dietro la loro apparente semplicità nascondono una natura complessa e originale. Essi sono infatti il risultato di una **simbiosi** che vede coinvolti organismi tra loro molto differenti, appartenenti a due diversi regni della Natura: i Funghi e le Alghe in senso lato.

La simbiosi, cioè la vita in comune di due o più organismi, è un fenomeno abbastanza diffuso in natura e generalmente rappresenta una strategia adattativa da cui i singoli componenti traggono reciprocamente vantaggio per sopravvivere. Tuttavia, nel caso dei licheni, questa relazione ha caratteristiche peculiari poiché in realtà le alghe presenti nei licheni esistono in natura anche come forme libere (alghe verdi, alghe azzurre) mentre i funghi sono assolutamente incapaci di condurre una vita indipendente. Il fungo svolge quindi un ruolo dominante e trae vantaggio dalla convivenza con l'alga, dal momento che essa è in grado di fornirgli il necessario nutrimento per sopravvivere. L'alga infatti è un organismo fotosintetizzatore, in grado cioè di utilizzare l'energia solare per "confezionare" sostanze nutritive. L'alga trova comunque, in seguito alla simbiosi col fungo, ottime condizioni di illuminazione, di apporto salino, di idratazione ed aerazione per il suo sviluppo.

Questa strategia di sopravvivenza, definita lichenizzazione, è adottata da diversi gruppi di Funghi (es. ascomiceti) che probabilmente a più riprese, nel corso della loro evoluzione, hanno stabilito questo contatto con le alghe verdi e le alghe azzurre. Queste ultime sono inoltre in grado di fissare l'azoto atmosferico e pertanto, negli ecosistemi in cui si sviluppano, svolgono un ruolo essenziale nel ciclo biogeochimico di questo importante elemento, rendendolo utilizzabile dalle piante. Le stime della biodiversità lichenica mondiale indicano la presenza di oltre 15.000 funghi lichenizzati (circa un quinto di tutti i Funghi), mentre in Italia ne sono attualmente noti circa 2.300.

Le forme e i colori dei licheni

L'idea di rusticità e semplicità che i licheni normalmente trasmettono trova un fondamento nella loro struttura che per la gran parte è costituita da elementi fungini che avvolgono il partner fotosintetico (l'alga). Tale struttura non presenta particolari differenziazioni in tessuti ed organi, come accade nei vegetali "superiori", e prende il nome di **tallo**.

Gli aspetti più evidenti del tallo lichenico sono il colore e la forma. Tali caratteristiche sono determinate per lo più dal fungo e possono variare molto, aiutandoci a distinguere sommarariamente diversi tipi di lichene.

Il colore è legato alla presenza di alcune "sostanze licheniche", in genere acidi organici sintetizzati dal fungo. Uno di questi è ad esempio la parietina, responsabile della pigmentazione arancione di molti licheni. Assai diffuso è anche il colore giallo verdastro dato dall'acido usnico. In assenza di tali sostanze licheniche i talli si presentano di color grigio verdastro.

Il colore può essere un carattere variabile anche all'interno della stessa specie ed è pertanto difficile da valutare oggettivamente.

Le forme, spesso bizzarre, sono riconducibili a tre principali categorie:

- licheni a *tallo foglioso*, costituito da una lamina bidimensionale simile ad una foglia che si sviluppa più o meno parallelamente al substrato e che spesso al margine è leggermente sollevata;
- licheni a *tallo crostoso*, costituito da una lamina molto aderente al substrato come una vera e propria "incrostazione";
- licheni a *tallo fruticoso*, costituito da strutture cilindriche, imbutiformi, filiformi che possono conferire ai licheni l'aspetto di piccoli cespugli o di "barbe" lungamente pendenti.

Questo schema rappresenta una approssimazione della realtà che, come sempre, si presenta molto più variegata, con forme intermedie e composite di non immediato riconoscimento.

Modalità riproduttive e di diffusione

Il problema della riproduzione è abbastanza complesso in quanto sono coinvolti i due organismi, alga e fungo, in modo distinto. Soltanto il fungo, mediante lo sviluppo di appositi *corpi fruttiferi*, è caratterizzato da una riproduzione di tipo sessuato, mentre le alghe si riproducono vegetativamente.

Queste strutture si sviluppano sulla superficie del tallo o infossate in esso e le loro caratteristiche costituiscono importanti elementi per il riconoscimento dei licheni. All'interno dei corpi fruttiferi, che a seconda della loro forma prendono il nome di *apotecio* o *peritecio*, come in tutti i funghi si sviluppano le spore che germinando sono in grado di formare nuovi corpi fungini. Se questi incontrano una colonia di alghe si può originare un nuovo tallo lichenico.

La simbiosi lichenica attua comunque efficaci strategie di "diffusione vegetativa" che possono ricondursi a forme di *frammentazione* del tallo. In alcuni casi si assiste ad un vero e proprio distacco di parti del corpo vegetativo causato da pressioni esterne. Questo evento si verifica soprattutto quando i talli sono disidratati e quindi molto fragili. In molti licheni sono presenti strutture superficiali che consentono di disperdere nell'ambiente un gran numero di propaguli. Queste prendono il nome di *isidi* e *sorali*. I primi non sono altro che piccole estroflessioni del tallo, di varia forma, che oltre al compito di diffondere la simbiosi potrebbero svolgere un ruolo diretto nel funzionamento del lichene aumentando la superficie del tallo. I sorali sono aree del tallo da cui vengono liberati i *soredi*, corpuscoli costituiti da poche cellule fungine ed algali. Entrambe queste strutture assicurano la diffusione della simbiosi nello spazio circostante i talli originari. Non è ben chiaro a quale distanza questi propaguli possano essere diffusi, anche se sembra certo che i soredi siano adatti ad una maggior mobilità rispetto agli isidi, relativamente più pesanti e quindi meno trasportabili.

Sulla superficie del tallo...

Sulla superficie del tallo del lichene sono a volte presenti delle strutture che costituiscono importanti elementi per il riconoscimento delle specie. Tra esse le più ricorrenti e facil-

mente individuabili sono: le *rizine*, appendici più o meno filiformi che hanno la funzione di fare aderire i talli fogliosi al substrato; le *cilia*, filamenti disposti al margine del tallo; le *vene*, leggeri rilievi più o meno ramificati presenti sulla pagina inferiore dei talli foliosi; la *pruina*, deposito di piccoli cristalli che formano una patina biancastra sulla superficie del tallo, rendendo il lichene parzialmente impermeabile all'acqua; il *tomento*, costituito da una peluria formata da cellule fungine che conferisce un aspetto feltroso alla superficie dei licheni fogliosi.



Dove vivono

I licheni sono diffusi su tutta la Terra in qualsiasi tipo di ambiente, eccetto quelli propriamente marini. Sono in grado di svilupparsi nelle aride regioni desertiche e nei freddi distretti antartici, ma prediligono le zone con temperature miti e caratterizzate da un'elevata umidità.

Si possono insediare su molti substrati naturali come le cortecce degli alberi (epifiti), le foglie (epifilli), il suolo (terricoli), le rocce (rupicoli), il legno morto (lignicoli); li possiamo però osservare anche su supporti artificiali come calcestruzzo, asfalto, ferro e vetro.

Quanto vivono

Le forme crostose possono raggiungere anche i 300 anni di vita, quelle fogliose e fruticose, invece, hanno mediamente una vita di 70-80 anni. I ritmi di crescita dei licheni sono lentissimi: la velocità di crescita, a seconda delle specie, può variare da 1 mm fino a 10 mm in un anno. La stima della crescita è comunque molto difficile essendo fortemente condizionata dalle caratteristiche ambientali (es. clima).

Adattamento all'ambiente

Possono vivere in ambienti molto diversi, talvolta anche dove la sopravvivenza di qualsiasi organismo vivente è problematica,

grazie alla loro straordinaria capacità di adattamento.

I licheni, considerati spesso dei "vegetali" pionieri, riescono a colonizzare per primi superfici rocciose e suoli primitivi, preparano condizioni perché altri vegetali successivamente si possano insediare in quei luoghi inaccessibili. Sulle superfici rocciose, anche grazie alle sostanze acide elaborate dal fungo, riescono a formare delle piccole fessure o abrasioni entro le quali si depositano minime quantità di terra vegetale, dovuta anche al loro parziale disfacimento. Il loro ciclo vitale contribuisce così a garantire quel sottile strato di humus che consentirà ad altri vegetali, di dimensioni maggiori, di insediarsi e di contribuire a preparare il terreno per formazioni vegetali più complesse.

Negli ambienti alpini e prealpini i licheni sono generalmente abbondanti e contribuiscono sensibilmente a determinarne la diversità biologica. La loro adattabilità deriva principalmente dalla capacità di disidratarsi e rallentare repentinamente il metabolismo entrando in uno stato di vita latente nel momento in cui le condizioni ambientali non sono idonee. Altrettanto rapidamente le funzioni vitali vengono ripristinate e in alcune specie vengono espletate in situazioni proibitive per altri organismi.

Come succede per diverse altre componenti degli ecosistemi, anche i licheni sono una presenza indispensabile per la vita di molti altri organismi. Per esempio essi possono costituire fonte di cibo per caprioli e cervi durante i periodi invernali, oppure possono essere utilizzati da varie specie di uccelli per la costruzione del nido. Alcuni sono particolarmente appetiti dalle lumache che pascolano le colonie di alghe in essi presenti.



I licheni nella vita dell'uomo

Già Teofrasto (III sec. a. C.) nella sua "Historia Plantarum" ne descriveva lo strato superficiale che cresceva sulla corteccia degli ulivi; i licheni tuttavia vennero utilizzati da varie popolazioni sin dall'antichità e notevole è l'uso che l'uomo continua a farne ancora oggi.

Licheni e medicina

Gli antichi Egizi usavano *Pseudevernia furfuracea* nel processo di mummificazione. In quel periodo altri licheni erano usati per scopi medicinali e cosmetici. A partire dal V secolo molte specie licheniche vennero usate nel campo della medicina, sulla base di somiglianze nella forma e nel colore agli organi o ai caratteri sintomatici delle malattie da curare (teoria della "signatura"). Per curare i bronchi si usava *Lobaria pulmonaria*, solo perché le venature della sua superficie ricordavano quelle del polmone; per curare la calvizie si applicavano specie di *Usnea*, per la sua forma fittamente ramificata che ricordava una folta chioma. *Xanthoria parietina*, per il suo colore giallastro, veniva utilizzata come rimedio per le malattie del fegato, mentre *Peltigera aphthosa*, il cui tallo è punteggiato da piccoli glomeruli, era raccomandata ai bambini affetti da un'eruzione simile all'afta.

Nel '500 e nel '600 i medici del tempo citano gli usi espettoranti, stimolanti, tonificanti e antibiotici di alcune specie di *Usnea*, *Cladonia*, *Cetraria*, *Lobaria*, *Evernia* e altre. Oggi l'interesse della medicina è soprattutto legato alle proprietà antibiotiche di alcune sostanze prodotte dai licheni.

Licheni e alimentazione

A volte come una prelibatezza, ma più spesso come unica risorsa alimentare in caso di carestia, l'alimentazione dell'uomo ha considerato i licheni già dai tempi remoti, grazie alla presenza di vitamine (A, B, D, acido ascorbico e B12) e protei-

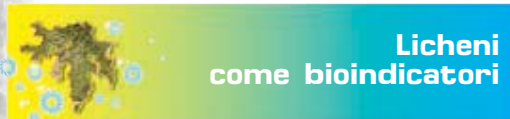
ne (dal 2% al 12% del peso secco). In Giappone alcune specie sono ancora utilizzate per zuppe e insalate. In Egitto, fino al secolo scorso, si condivideva il pane con *Pseudevernia furfuracea* ed *Evernia prunastri*, per migliorarne il gusto e la lievitazione. Nei paesi scandinavi *Cetraria islandica* era usata per preparare zuppe, biscotti salati, gelatine e pane; in Norvegia con la stessa *Cetraria islandica* si produce una bevanda. Secondo alcuni autori, la manna degli ebrei potrebbe corrispondere ai talli di *Lecanora esculenta*, lichene del deserto usato ancora oggi dai persiani per fare il pane.

In India una specie di *Parmelia* viene tuttora venduta nei mercati come componente principale di una miscela di spezie, sia a fini alimentari che come conservante naturale.

Licheni: colori e cosmetici

Prima dell'invenzione dei coloranti sintetici, i licheni sono stati usati per la colorazione della lana e della seta da tintori e tessitori già dagli antichi Greci che conoscevano le loro proprietà coloranti. Mescolando i colori ricavati da specie diverse (gen. *Roccella*, *Parmelia*, *Lecanora* e *Variolaria*) si ottenevano sfumature e tonalità nuove, dal viola, al porpora e all'amaranto, che difficilmente scolorivano. I licheni come tinture conferiscono al tessuto, oltre ad un piacevole aroma, la proprietà di difenderlo dalle tarne grazie agli acidi contenuti. Per le qualità astringenti, *Cetraria islandica* e *Lobaria pulmonaria* sono state sfruttate per la concia delle pelli.

L'industria cosmetica utilizza notevoli quantità di licheni raccolti nei boschi di diverse regioni europee ed extraeuropee per la produzione di essenze, conservanti e fissatori che compongono dentifrici, lozioni, deodoranti, saponi e profumi; queste preparazioni cosmetiche sono caratterizzate da un insolito aroma muschiato, ottenuto in gran parte da un olio profumato estratto da *Evernia prunastri*, *Pseudevernia furfuracea* e *Ramalina* sp.



Licheni come bioindicatori

L'attuale interesse per i licheni è in buona parte dovuto al fatto che essi dimostrano una spiccata sensibilità all'inquinamento atmosferico. Essi infatti possono essere impiegati come organismi **bioindicatori**, per studiare gli effetti dell'inquinamento sugli esseri viventi e per stimare il livello di naturalità/alterazione di un determinato territorio. Questo approccio si basa sulla misurazione della **biodiversità** dei licheni che colonizzano le cortecce degli alberi. Un popolamento ricco di specie e con talli molto abbondanti è generalmente indice di condizioni ambientali non alterate.

Le numerosissime specie di licheni contribuiscono a determinare la biodiversità degli ambienti in cui vivono. Ad esempio nelle aree più inquinate non solo si riduce il numero di licheni ma cala anche il numero delle specie licheniche presenti. Alcuni licheni, abbastanza tolleranti, possono essere utilizzati come organismi **bioaccumulatori**, essendo in grado di assorbire ed accumulare sostanze presenti nell'ambiente. Diventano così, in seguito ad una loro analisi chimica, utili a mappare la distribuzione sul territorio di alcune sostanze inquinanti, come ad esempio i metalli pesanti.

Oltre ad essere molto sensibili agli agenti inquinanti presenti nell'atmosfera, i licheni sono molto **reattivi a fattori ambientali** quali la luce e l'umidità. Le caratteristiche di questi elementi in un bosco sono modificabili dall'uomo attraverso il taglio delle piante, pertanto la presenza dei licheni può essere agevolata o compromessa in relazione al tipo di gestione applicata sul territorio. Lo stretto legame esistente fra alcune particolari specie di licheni e la presenza di foreste indisturbate o ad elevata biodiversità (es. con struttura articolata su più livelli di vegetazione, elevato numero di specie animali e vegetali presenti) ha spinto alcuni studiosi ad utilizzare questi organismi come **indicatori del livello di naturalità** degli ecosistemi forestali e per valutare gli effetti e la compa-

tibilità ecologica delle pratiche di gestione del bosco.

Le attività di monitoraggio della dinamica e della salute dei boschi servono ad indagare le cause di alterazione degli ecosistemi forestali e nel contempo individuare le più idonee tecniche di gestione (selvicoltura) e di controllo ambientale. Queste attività di monitoraggio ambientale vengono effettuate tramite l'individuazione e l'uso di specifici licheni che vengono influenzati dalle attività collegate alla gestione delle foreste. Le informazioni sulla distribuzione, sulla biodiversità e sulla vitalità dei popolamenti lichenici messe in relazione alla struttura e alla gestione dei boschi in cui si trovano possono dare indicazioni sulle dinamiche evolutive dei popolamenti forestali e suggerire possibili soluzioni migliorative e conservative, fungendo così da valido strumento complementare alla selvicoltura naturalistica e all'economia forestale.

In tale maniera le informazioni desunte da questo progetto potranno poi servire a prevedere le tendenze evolutive di ecosistemi monitorati già dal punto di vista fitopatologico e dendroauxometrico e a fornire suggerimenti per le più idonee tecniche di selvicoltura naturalistica.



Aspetti lichenologici della foresta del Cansiglio

Le attuali conoscenze lichenologiche relative all'area del Cansiglio si devono in buona parte a lavori redatti negli anni '80. Questi contributi di base mettono in evidenza l'idoneità del territorio ad ospitare un numeroso popolamento lichenico, in funzione dell'elevata umidità atmosferica e della scarsa antropizzazione dell'altopiano.

Attualmente è disponibile una check-list di oltre 200 entità rinvenute su diversi substrati in ambiente forestale che testimonia **l'elevata biodiversità lichenica** di quest'area. Nella maggior parte dei casi si tratta di licheni corticicoli, mentre in minor misura sono presenti licheni rupicoli e terricoli. Le forme di crescita più rappresentate sono quella crostosa e

fogliosa; meno diffusi sono i licheni a tallo fruticoso.

Alla fine degli anni '90 la Regione Veneto ha promosso uno studio che prevedeva l'impiego dei licheni che si sviluppano sugli alberi come bioindicatori e bioaccumulatori, dal quale emerge un quadro di **elevata naturalità** su tutta l'area del Cansiglio.

Infine, nel periodo 2003-2004, l'Azienda Regionale Veneto Agricoltura ha attivato un progetto mediante il Piano di Sviluppo Rurale, con lo scopo di integrare le conoscenze lichenologiche nella messa a punto di strumenti funzionali alle proprie strategie gestionali del patrimonio forestale.

Le indagini lichenologiche più interessanti per la relazione con la gestione forestale sono quelle che hanno come principale soggetto i licheni epifiti di una particolare comunità lichenica che, per la sua ecologia, risulta idonea a svolgere il delicato ruolo di bioindicatore negli ecosistemi forestali del Cansiglio.

Questo popolamento è composto prevalentemente da grandi specie epifite a tallo foglioso, legate a condizioni di clima oceanico - suboceanico, molte delle quali in Italia sono minacciate d'estinzione. Nella foresta del Cansiglio questo popolamento è molto diffuso, colonizzando di preferenza i tronchi di faggio e di abete bianco. Le specie più rappresentative e peculiari sono ***Lobaria pulmonaria*** e ***Lobarina scrobiculata***, che vengono dettagliatamente descritte nelle schede di approfondimento delle pagine successive.

Da un punto di vista ecologico questa comunità si contraddistingue per l'affinità ad elevati livelli di umidità atmosferica e a substrati subneutri o moderatamente acidi; è anche molto sensibile all'inquinamento atmosferico. Per queste caratteristiche il popolamento è generalmente legato ai piani di vegetazione montano e sub-montano e trova il suo *optimum* nei boschi umidi e ombrosi, dove la piovosità ed il ristagno di nebbie garantiscono un'umidità atmosferica elevata e stabile. All'interno dell'ambiente boschivo, predilige luoghi luminosi ma riparati dalla luce diretta del sole, che consentano ai macrolicheni della comunità di mantenere l'attività fotosintetica su livelli relativamente elevati senza incorrere negli effetti negativi di un'eccessiva traspirazione.

Molte specie di questa comunità vengono influenzate negati-

vamente dal disturbo ambientale e dalle variazioni microclimatiche legate alla gestione delle foreste che in alcune aree rappresenta la minaccia maggiore al loro sviluppo, se effettuata non correttamente. Per tali motivi, nel corso del '900 questi licheni hanno subito un sensibile regresso su tutto il territorio europeo. Anche nell'arco alpino il popolamento si presenta spesso in forme relitte e con distribuzione estremamente frammentaria. La loro **abbondante presenza in Cansiglio** testimonia l'attuazione nei secoli di una gestione forestale di tipo ecologico e sostenibile. Grazie alla continuità gestionale e al mantenimento di una superficie forestale omogenea molto ampia, il Cansiglio costituisce oggi la sede di una delle principali popolazioni di questi licheni presenti nelle Alpi Sud-Orientali.

L'impiego di questi licheni potrebbe quindi rappresentare una metodica economica e facilmente realizzabile per individuare popolamenti forestali con elevato valore ambientale.

Alcuni licheni bioindicatori in Cansiglio

In questo opuscolo parleremo principalmente di licheni corticicoli o epifiti, cioè quelli che vivono sulla corteccia degli alberi in Cansiglio. È doveroso dire che questi non rappresentano le uniche specie presenti nella foresta ma, aguzzando la vista, si possono scovare grandi talli fogliosi al suolo (licheni terricoli), oltre alle specie che vivono sui muschi (specie muscicole) e sul legno delle ceppaie e dei tronchi privi di scorza (specie lignicole). Inoltre si possono osservare piccoli licheni a tallo crostoso sui massi e sulle pareti rocciose; il tallo di queste specie si sviluppa sia sulla superficie della roccia (specie epilittiche) sia, a volte, all'interno della roccia stessa (specie endolitiche): in quest'ultimo caso, scalfendo la parte superficiale del masso è possibile vedere il colore verde della colonia algale.

Scheda di approfondimento:
***Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.**

Lobaria pulmonaria è per il Cansiglio un lichene che simboleggia la presenza in questi boschi di molte altre specie caratterizzate da un'ecologia particolare e da una vulnerabilità legata alla presenza antropica sul territorio a vari livelli.

È sicuramente un lichene ben visibile dal momento che i suoi talli fogliosi possono raggiungere dimensioni ragguardevoli. In certe località questi talli coprono estesamente i tronchi dei grandi faggi, contribuendo a caratterizzare il paesaggio forestale. Si tratta inoltre di un lichene molto fotogenico e per questo è oggetto di attenzione anche da parte di semplici amanti della natura o appassionati fotografi.

Allo stato idratato la pagina superiore del tallo ha un colore verde brillante molto intenso, mentre allo stato secco assume una colorazione brunastra. La pagina inferiore, color biancastro-brunastra, è caratterizzata da evidenti venature e da un tomento che contribuisce a far aderire il lichene al substrato.

Nelle foreste medievali la *Lobaria pulmonaria* era sicuramente molto comune, mentre a seguito dell'era industriale ha visto restringere e frammentare progressivamente il proprio areale. In alcune parti d'Europa è scomparsa ed in altre è molto rara.

In Italia è assente dalle zone pianiziali del nord, mentre trova rifugio nelle foreste prealpine o nelle valli caratterizzate da un'elevata umidità. Tuttavia è al centro e nel meridione del Paese che si possono trovare le popolazioni più abbondanti.

È un lichene prevalentemente epifita che però può colonizzare anche i muschi che vegetano al di sopra di massi rocciosi. I suoi talli contengono normalmente alghe verdi, ma possono avere delle strutture in cui sono presenti cianobatteri (alghe azzurre) in grado di fissare l'azoto atmosferico. Si sviluppa su substrati moderatamente acidi, dotati di un'elevata ritenzione idrica, in siti molto umidi e illuminati di luce diffusa. L'eccessiva intensità luminosa può causare ai talli danni irreparabili.

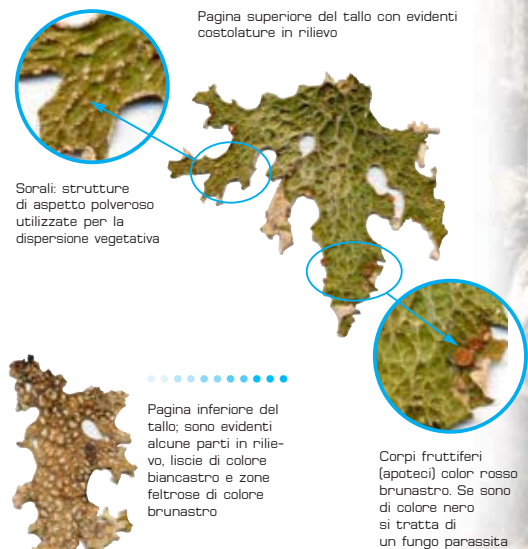
La sua propagazione è affidata prevalentemente ad organi vegetativi (soriali e isidi), mentre di rado sono presenti i corpi fruttiferi del fungo (apotecii).

Il suo sviluppo è molto lento e abbisogna di condizioni ecologiche stabili per molto tempo (continuità ecologica). È stato

osservato che per formare un tallo di 1mm² sono necessari 2 anni e mezzo, mentre ne devono passare circa 4 perché si possano formare i primi propaguli vegetativi. Soltanto dopo 20 anni si possono formare i corpi fruttiferi. Alcuni talli di grandi dimensioni, come quelli che si possono rinvenire nella foresta, possono avere anche 200 anni!

La distribuzione di questo lichene in Cansiglio, la composizione e l'ecologia dei popolamenti che esso forma con altre specie sono stati di recente oggetto di un progetto sperimentale attuato da Veneto Agricoltura mediante lo strumento del Piano di Sviluppo Rurale.

In base alle sue caratteristiche ecologiche questa specie è un ottimo **indicatore della continuità ecologica** degli ambienti forestali e per questo i dati sulla sua presenza in Cansiglio possono essere utili elementi integrativi nei processi di pianificazione e gestione del territorio forestale montano.



Scheda di approfondimento:
***Lobarina scrobiculata* (Scop.) Nyl**

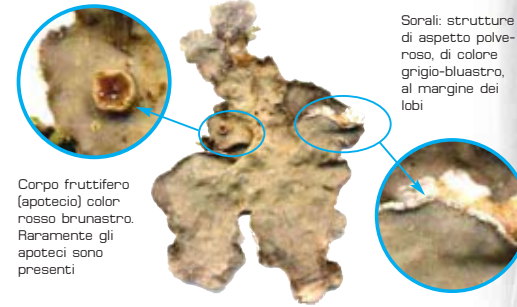
Lobarina scrobiculata ha ecologia molto simile a *Lobaria pulmonaria*, ma la sua vulnerabilità sembra essere ancor maggiore. È un lichene foglioso, i cui lobi raggiungono anche i 10 cm di lunghezza. Meno appariscente di *Lobaria pulmonaria*, nella foresta del Cansiglio è circoscritto ad aree meno estese ed accessibili.

In questa specie il fotobionte (partner fotosintetico) è un cianobatterio (alga azzurra) che conferisce alla superficie superiore del tallo un colore grigio bluastrò da umido, che vira al giallo verde col procedere della disidratazione. I lobi hanno faccia superiore reticolato-costolata, con soredi grigio bluastrò marginali e superficiali, mentre la parte inferiore è tomentosa, di colore bruno chiaro con evidenti chiazze biancastre. La diffusione è affidata principalmente ai soredi. Raramente si formano gli apotecii, di color rosso-brunastro.

Si sviluppa su substrati moderatamente acidi, con elevata ritenzione idrica, in siti luminosi ma al riparo dalla radiazione diretta. La sua presenza è segnalata in quasi tutta la penisola italiana, in boschi maturi della fascia montana caratterizzata da lunga continuità ecologica ed elevata umidità atmosferica. Si dispone su tronchi di vecchi alberi ricoperti da muschi o, più raramente, su muschi epilittici.

Analogamente a *Lobaria pulmonaria*, nel corso degli ultimi secoli questa specie ha visto restringere sempre più il proprio areale di distribuzione. Tale andamento è una conseguenza della sua elevata sensibilità alla presenza di sostanze inquinanti nell'atmosfera e alla alterazione degli habitat forestali.

La pagina superiore del tallo è di colore grigio scuro con tinte bluastrò, da umida, e di colore verde-giallastro, da secca (come in questa immagine)



Corpo fruttifero (apotecio) color rosso brunastro. Raramente gli apotecii sono presenti

Soredi: strutture di aspetto polveroso, di colore grigio-bluastrò, al margine dei lobi



Pagina inferiore del tallo di colore bruno chiaro, reticolata, con aree convesse biancastre a cui corrispondono depressioni nella pagina superiore

I licheni sui faggi in Cansiglio...

Sono molti i licheni che si sviluppano sulla corteccia dei faggi del Cansiglio, specialmente sugli esemplari molto grandi. Alcuni di essi sono particolarmente comuni e tipici, anche se la loro identificazione non è sempre molto facile. Quindi, per agevolare il riconoscimento e per gratificare la curiosità di chi per la prima volta osserva questi organismi durante una escursione in Cansiglio, di seguito vengono illustrate brevemente quattro specie facilmente visibili.



Cetrelia olivetorum (Nyl.) WL. Culb. & C.F. Culb.

Lichene a tallo foglioso. La pagina superiore è grigia con puntinature bianche, mentre quella inferiore è nera. Molto comune in Cansiglio.



Menegazzia terebrata (Hoffm.) A. Massal.

Lichene a tallo foglioso, cavo all'interno. Sono tipiche le perforazioni circolari della pagina superiore dalle quali si possono formare sorali.



Graphis scripta (L.) Ach.

Lichene a tallo crostoso, biancastro, caratterizzato dalla presenza di corpi fruttiferi (apotecii) allungati, sinuosi e ramificati che prendono il nome di lirelle e che conferiscono alla

specie l'aspetto di una scrittura. Caratterizza gli stadi pionieri della colonizzazione lichenica sulla corteccia di faggio.

Pyrenula nitida (Weigel) Ach.

Lichene a tallo crostoso, bruno scuro, caratterizzato dalla presenza di corpi fruttiferi (periteci) a forma di cupola. Caratterizza gli stadi pionieri della colonizzazione lichenica sulla corteccia di faggio, soprattutto nella parte basale del tronco.

Il biomonitoraggio e la gestione selvicolturale nella Foresta Demaniale Regionale del Cansiglio.

Il progetto

L'Azienda Regionale Veneto Agricoltura ha attivato, nell'ambito del Piano di Sviluppo Rurale 2000-2006 (Reg. CE 1257 del Consiglio del 17 Maggio 1999 - Misura 9 - Altre misure forestali - Sottomisura 9.8 - Strumenti di prevenzione), un progetto avente come argomento "Il biomonitoraggio e la gestione selvicolturale nella Foresta Demaniale Regionale del Cansiglio" che riguarda la relazione tra la gestione forestale e la presenza della vegetazione lichenica epifita, caratterizzata dalla specie *Lobaria pulmonaria* (*Lobarion pulmonariae* Ochsner 1928).

Il progetto si è articolato in due fasi: la prima, "intensiva", ha previsto la realizzazione di misure e rilievi complessi e dettagliati sia della componente lichenica, che delle caratteristiche dell'habitat in una particella sperimentale circoscritta. La seconda, che si può definire "estensiva", ha previsto la realizzazione di rilievi speditivi sulle comunità licheniche del *Lobarion* (a cui appartengono *Lobaria pulmonaria* e *Lobarina scorbiculata*) in gran parte della foresta e la comparazione dei dati lichenologici con alcune informazioni sulla struttura e gestione del bosco.



Parte I: la stazione sperimentale in località Canaie – Pian Cansiglio

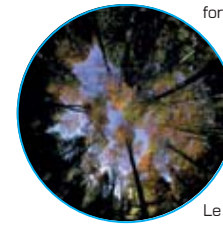
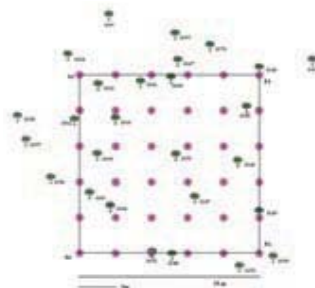
Questa parte del progetto ha interessato un'area sperimentale situata nel settore nord-orientale della Foresta del Cansiglio, in particolare in località Pian Canaie.

L'area di studio (25X25 m) è stata delimitata con picchetti e riportata su una mappa. Ogni albero è stato numerato e mappato.

Lo scopo principale di questa sezione del progetto era quello di verificare quali siano i fattori ambientali che influiscono sulla vitalità e sulla composizione del popolamento a *Lobaria pulmonaria*. L'approccio a questo problema è stato strutturato sia mediante un'analisi dettagliata della vegetazione lichenica che mediante la determinazione dei parametri ecologici più importanti come ad esempio l'umidità dell'aria, l'illuminazione e l'intensità luminosa e la struttura della copertura vegetale data dalle chiome. Si è inoltre monitorata la crescita di alcuni talli di *Lobaria pulmonaria*.

In totale si sono rilevate 53 specie e 8 associazioni licheniche. Si è notata un'elevata presenza di entità piuttosto rare (44%) in ambito montano o di Lista Rossa (13%). Questi dati fanno pensare che in Cansiglio l'alleanza del *Lobarion*, ed in genere la specie *Lobaria pulmonaria*, indicatori di ambienti indisturbati e ad elevata continuità ecologica, siano associati alla presenza di altre specie poco comuni, che contribuiscono ad aumentare la biodiversità del sito e il pregio ambientale.

Tramite specifiche tecniche ed analisi si sono determinati i principali caratteri ecologici dell'area di studio in relazione allo sviluppo dei licheni. Sono state realizzate quindi le foto emisferiche: tecnica indiretta molto usata per gli studi sulla struttura delle chiome e sulla trasmissione della luce in ambiente

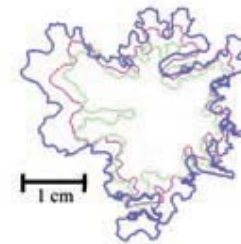


forestale, essendo la luce il fattore ambientale che influenza notevolmente la presenza e lo sviluppo dei licheni. Le foto sono state riprese con l'utilizzo di una fotocamera digitale e di una lente addizionale fish-eye con angolo di campo di 183°.

Le immagini circolari che si ottengono registrano dimensione, forma e posizione degli spazi aperti della struttura del bosco.

A questi dati sono stati affiancati quelli ottenuti mediante l'utilizzo di sensori microclimatici, per la registrazione dei valori di umidità e temperatura, a cui i licheni sono molto sensibili.

La crescita di alcuni talli di *Lobaria pulmonaria* è stata invece documentata paragonando le foto realizzate in successione in tre periodi diversi dell'anno. Queste foto sono state analizzate mediante un software che ha permesso il calcolo della superficie di copertura e delle distanze tra punti prefissati dei talli.



- Foto di aprile 2003
- Foto di luglio 2003
- Foto di ottobre 2003

Parte II: indagine su scala di foresta



Lo scopo principale di questa seconda parte del lavoro è stato quello di stabilire con buona approssimazione la distribuzione e la frequenza dei popolamenti a *Lobaria pulmonaria* nella Foresta del Cansiglio. Si è cercato inoltre di evidenziare le relazioni che questi licheni hanno con alcuni aspetti stagionali e forestali, al fine di fornire indicazioni utilizzabili nelle fasi di pianificazione ambientale e programmazione delle attività forestali.

L'indagine ha riguardato gran parte (circa 2700 ha) della Foresta del Cansiglio.

Il rilevamento eseguito è di tipo speditivo: si sono privilegiati gli aspetti sintetici e l'"estensione" territoriale, rispetto agli elementi analitici, affrontati nella prima parte del progetto.

I parametri rilevati sono:

- n° degli alberi su cui è presente la specie *Lobaria pulmonaria*; per realizzare questo conteggio si sono stabilite 7 classi di presenza che vanno da 0 fino a più di 50 individui arborei recanti la specie. Stando alle indicazioni reperibili in bibliografia si vede che la taglia critica di un popolamento di *Lobarion* è attorno ai 10 individui arborei. Sotto questo livello il popolamento può essere esposto ad una elevata probabilità di estinzione. Questo rilevamento è stato eseguito passando a piedi le sottosezioni in squadre di tre persone;
- specie degli alberi supporto;
- diametro degli alberi supporto rappresentato in 5 classi;
- distribuzione generale degli alberi supporto all'interno della sottosezione (omogenea o a gruppi);
- alcune caratteristiche dei talli di *Lobaria pulmonaria* quali ad esempio la presenza di corpi fruttiferi, la presenza di funghi parassiti, la presenza di talli necrotici;
- la presenza di alcune specie compagne quali: *Lobarina scrobiculata*, *Cetrelia olivetorum* e *Menegazzia terebrata*.

Questa fase del progetto ha consentito di stabilire che in circa il 50% del territorio indagato sono presenti popolamenti con *Lobaria pulmonaria*. Il nucleo principale di *Lobarion* è localizzato nel settore nord-orientale della foresta, dove prevale il bosco misto di faggio e abete bianco. Un altro nucleo è localizzato nella porzione meridionale della foresta dove tuttavia sembra essere confinato in situazioni morfologiche particolari come vallecole e forre, in cui si determina una maggiore umidità.

Lobarina scrobiculata caratterizza i popolamenti più sviluppati del *Lobarion pulmonariae* e in Cansiglio è sicuramente molto più rara di *Lobaria pulmonaria*. È stata rilevata soltanto nel settore nord-orientale. Le altre due specie, caratterizzate da una maggiore ampiezza ecologica, possono essere utili nel segnalare zone in cui l'habitat è potenzialmente idoneo ad ospitare popolazioni di *Lobarion*. Mentre *Cetrelia olivetorum* è da considerare ubiquitaria in Cansiglio, *Menegazzia terebrata* è un miglior indicatore di idoneità di habitat per il *Lobarion*, data la sua "fedeltà" alla specie *Lobaria pulmonaria*.

Sul piano della conservazione della biodiversità e delle specie minacciate sembra opportuno favorire il permanere degli individui arborei recanti questi licheni, mentre da un punto di vista gestionale la loro presenza può essere considerata come un **indicatore di continuità ecologica** e quindi supportare i criteri naturalistici applicati alle utilizzazioni programmate. I nuclei principali, come ad esempio quello identificato nella particella sperimentale di Pian Canaie,

assicurano la presenza sul territorio di un gran numero di propaguli vegetativi atti a nuovi eventi di colonizzazione nelle aree circostanti. Sulla base dell'identificazione di tali centri

di potenziale distribuzione può essere progettata una rete di corridoi ecologici che permettano lo spostamento della popolazione lichenica all'interno della foresta.



Punti di osservazione dei licheni del Cansiglio

La foresta del Cansiglio

Altopiano delle Prealpi venete, il Cansiglio sovrasta a Sud e ad Est la pianura veneto-friulana, nell'ambito amministrativo delle province di Belluno, Treviso e Pordenone. In particolare, a Nord è delimitato dalla conca dell'Alpago e a Nord-Est dal gruppo montuoso del Cavallo mentre ad Ovest la Val Lapisina lo separa dal Col Visentin. Dalla caratteristica forma a catino, è costituito nella sua parte centrale da tre depressioni: Pian Cansiglio (1060 m), Valmenera (976 m) e Cornesega (898 m). L'altitudine media dei rilievi circostanti si aggira sui 1300 m; le quote più elevate sono raggiunte ad Ovest dal M. Millifret (1577 m) e M. Pizzoc (1565 m) mentre ad Est dal M. Croseraz (1694 m). I principali solchi vallivi dai quali si accede alla conca sono quelli di Campon (1050 m) e della Crosetta (1118 m).

Il clima è di tipo oceanico. L'aria fredda che scende dai versanti interni ristagna nella conca dando origine al caratteristico fenomeno dell'inversione termica: la temperatura diminuisce procedendo dai rilievi circostanti alle zone centrali più basse. Gli estremi termici nel corso dell'anno si verificano a luglio (29°C) e gennaio (-20°C) con punte che possono superare i -30°C.

Sebbene le precipitazioni medie annue siano di circa 2000 mm (regime pluviometrico equinoziale), i corsi d'acqua a regime permanente sono inesistenti per la natura carsica del territorio. L'umidità atmosferica assume quasi tutto l'anno valori elevati e spesso la conca è colmata nelle ore notturne da una fitta nebbia la cui formazione è dovuta alla forte escursione termica giornaliera.

Del Cansiglio colpisce la bellezza della sua foresta fortemente caratterizzata dalla presenza del faggio. La faggeta montana risente, come tutta la vegetazione della conca, dell'inversione termica. Infatti la troviamo distribuita in prevalenza sui rilievi che circondano il piano, dove le condizioni climatiche sono più miti; abbassandosi di quota il faggio si mescola all'abete

bianco e in misura minore all'abete rosso. In prossimità delle depressioni vi sono boschi di abete rosso in gran parte di origine artificiale. Infine sul fondo del catino, dove fa più freddo, si estende una zona a vegetazione erbacea di origine naturale che nel tempo è stata modificata dall'uomo per scopi zootecnici. Il patrimonio floristico del Cansiglio, unitamente a quello del M. Cavallo, è tale da aver suscitato forte interesse da parte dei botanici fin dalla prima metà del settecento. Infatti il gruppo del Cansiglio e Col Nudo-Cavallo durante le glaciazioni rimase sgombro dalla spessa coltre di ghiaccio offrendosi come rifugio alla flora e favorendo la sopravvivenza di specie endemiche. Di notevole interesse sono gli ambienti umidi (lame, torbiere) che per la loro fragilità ed importanza scientifica sono tutelati anche a livello europeo.

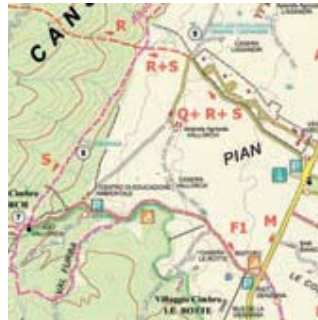
Per chi fosse incuriosito dalla presenza dei licheni nella foresta, vengono proposti di seguito alcuni punti di osservazione dislocati lungo due itinerari naturalistici già segnalati in Cansiglio: il sentiero S e il sentiero D.

Il primo è molto indicato da un punto di vista didattico perché permette facilmente di osservare le principali caratteristiche dei licheni come ad esempio le forme di crescita del tallo.

Il secondo è monotematico, incentrato sulla presenza di *Lobaria pulmonaria* e di altri licheni fogliosi di grandi dimensioni.

Itinerario S: le forme di crescita dei licheni

Il sentiero segnalato è contraddistinto da una lettera S su sfondo arancione e collega il villaggio cimbro di Vallorch all'incrocio con il sentiero R, che si imbuca anche dal centro della piana del Cansiglio. L'itinerario



segnalato può essere una buona "palestra" per le prime osservazioni sui licheni e le loro forme di crescita. Con lievi saliscendi questo itinerario, sito a mezza costa del versante esposto a Sud-Est, si snoda attraverso un bosco misto a prevalenza di faggio con piante anche di ragguardevoli dimensioni, alternato a formazioni più giovani e pioniere con abete rosso e altre specie arboree. In alcuni punti il sentiero permette di avere una ampia visione di tutta la piana del Cansiglio.

Ecco alcuni punti di interesse lichenologico facilmente identificabili:

- Poco oltre l'imbocco del sentiero, a destra, si può individuare un grosso abete bianco, recante l'indicazione color arancio dell'itinerario S, che presenta sul tronco numerosi ed evidenti esemplari di licheni fruticosi (gen. *Evernia* e *Ramalina*) e fogliosi (*Cetrelia olivetorum* e specie del genere *Melanelia*, di colore scuro).
- Poco oltre la stazione 6 del Percorso Vita sulla destra vi è un faggio (quello con l'indicazione color arancio del sentiero) in cui si possono riconoscere diverse specie di licheni a tallo crostoso (*Graphis scripta* e generi *Pertusaria* e *Lecanora*). Accanto a queste è riconoscibile sul muschio anche *Normandina pulchella*, specie il cui tallo è formato da numerose e piccole squamule verdi.
- A monte della stazione 8 del Percorso Vita si possono osservare, alla base di alcuni faggi, fasce di colore scuro dovute alla presenza del tallo di *Pyrenula nitida*.
- Poco oltre il cartello indicativo della stazione 9 del Percorso

Vita si possono individuare, a valle del sentiero, due faggi con il tronco ricoperto da muschio. In questi due alberi sono evidenti i grandi talli di *Lobaria pulmonaria*, accompagnati da diverse altre specie come *Graphis scripta*, *Normandina pulchella* ed esemplari dei generi *Nephroma* e *Pertusaria*.

- Verso il termine del nostro percorso, oltre il pannello informativo "il bosco e la storia", sui faggi che costeggiano il pascolo si possono osservare oltre a *Cetrelia olivetorum* e *Ramalina sp.*, alcune delle specie più frequenti negli ambienti antropizzati come *Parmelina tiliacea* e *Flavoparmelia caperata*.

Itinerario D: i grandi licheni fogliosi

Il percorso segnalato è contraddistinto da una lettera D



nera su sfondo arancione, parte dall'abitato di Campon, presso l'insediamento cimbro, per proseguire in loc. Bus de la Neve e Pian Canaie, fino alla loc. Col Saler; si congiunge e conclude presso la strada statale dell'Alpago, scendendo attraverso la Val Tiriton. Lungo questo sentiero si attraversano formazioni boscate miste a prevalenza di faggio e abete rosso, caratterizzate dalla presenza di alcune vecchie piante di grosso diametro. Il percorso si snoda in una delle aree più interessanti dal punto di vista lichenologico in Cansiglio. È nel settore nord-orientale della foresta infatti che si determinano condizioni ecologiche e forestali particolarmente adatte alla vita di interessanti specie licheniche che abbisognano di una elevata umidità atmosferica durante tutto l'arco dell'anno e di una buona illuminazione diffusa. In questa zona la struttura del bosco è

mista e distribuita su più livelli ed integra il quadro di fattori idonei a definire un habitat adatto allo sviluppo di queste particolari specie.

Una delle aree più dense di emergenze lichenologiche si trova in corrispondenza delle valli piuttosto chiuse, a forra, del torrente Perosa (valle di Palughetto) e della Val Tiriton.

Lungo l'itinerario, quasi "monotematico", ci si può soffermare soprattutto sull'osservazione di alcuni licheni corticicoli a tallo foglioso. In questa zona si riscontra la presenza di popolamenti rigogliosi formati dal lichene *Lobaria pulmonaria*. Questa specie, considerata il simbolo dei licheni minacciati d'estinzione, ci indica la continuità ecologica e il pregio ambientale della formazione forestale. In questa zona, assieme ad altri macrolicheni come *Cetrelia olivetorum* e *Menegazzia terebrata*, si presenta con talli ben evidenti e di notevoli dimensioni sui tronchi dei grossi faggi che costeggiano le strade forestali, in particolare all'inizio e al termine del nostro percorso. Ad una attenta osservazione, si possono rilevare numerosi esemplari provvisti dei corpi fruttiferi di colore arancione (apotecii) e alcuni talli parassitati da un fungo che forma strutture simili agli apotecii, ma di colore nero.

Fonti consultate e letture di approfondimento

- BOVIO A. & JUDICA L., 1996 - Scuola, licheni e ambiente. Itinerario didattico di educazione ambientale. Rotary Club Ivrea, Distretto 2030 Italia.
- CAMOLETTO R., 1994 - Licheni. Collezioni invisibili. 2.1 Botanica. Museo Reg. Scienze Naturali, Torino.
- CANIGLIA G., 1986. *Aspetti generali dei popolamenti lichenici del Cansiglio*. Marginalità e sviluppo dell'Alpago. Atti del Convegno Farra d'Alpago 21 dicembre 1985, pp. 33-38. C.N.R., Comunità Montana dell'Alpago.
- DISSEGNA M., LAZZARIN G. (a cura di), 1997 - Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico con l'utilizzo di licheni epifiti come bioindicatori e bioaccumulatori nel settore veneto dell'altopiano del Cansiglio. Regione del Veneto, Direzione Foreste ed Economia Montana.
- JAHNS H.M., 1992 - Felci, Muschi e Licheni d'Europa. Muzzio Editore.
- MASSARA M. & SCARSELLI S., 1997 - Licheni e inquinamento atmosferico. Regione Piemonte.
- NASCIMBENE J. & CANIGLIA G., 2003 - Licheni del Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino. Quaderni del Parco n.3.
- NIMIS PL., 1992 - Lista rossa dei licheni d'Italia. - In: Libro rosso delle piante d'Italia. WWF Roma, pp. 501-556.
- NIMIS PL., 1993 - The Lichens of Italy. An annotated catalogue. Mus. Reg. Sc. Nat. Torino.
- NIMIS PL. & MARTELOS S., 2003 - A second checklist of the lichens of Italy with a thesaurus of synonyms. Museo Regionale di Scienze Naturali di Saint-Pierre - Valle d'Aosta, Monografie, 4.

PIERALLI P., TRAGUANDI S., 1991 - I Licheni. Guide all'Aria Pura. Tosca, Firenze.

PIERVITTORI R., 1998 - Licheni. Conoscerli e utilizzarli. Minerva - Aosta.

Licheni in rete...

- Sito ufficiale della Società Lichenologica Italiana
www.dbiodbs.univ.trieste.it/sli/home.html
- Sistema informativo sui licheni italiani - ITALIC
www.dbiodbs.univ.trieste.it/
- Sito di didattica sui licheni
www.digilander.iol.it/licheninrete/
- Sito didattico sui licheni curato dall'Università di Genova
www.dister.unige.it/LabLic/start.html
- Licheni del Nord America (ricca iconografia)
www.lichen.com/index.html
- Sito con informazioni generali
www.lichens.biz
- Un archivio ricchissimo e molto ben organizzato con link ad istituti di ricerca, musei, università, associazioni, singoli appassionati
www.sbg.ac.at/pfl/projects/lichen/index.htm
- Dal Giappone una raccolta di siti utili
www.is.kochi-u.ac.jp/Bio/lichens/lich-f-2.html
- Dall'Università dell'Oregon: "Divertiti con i licheni: impara ad identificare questi curiosi organismi"
www.mgd.nacse.org/hyperSQL/lichenland/
- North American Lichen Project
www.lichen.com/
- Stupenda collezione fotografica. Dal Texas
www.wm.com/~jevans/flichens.html
- Air Quality Biomonitoring Program on National Forests of Northwest Oregon and Southwest Washington
www.fs.fed.us/r6/aa/lichen/welcome.htm

Scuole in rete: esperienze di biomonitoraggio con licheni

- Liceo scientifico "Leonardo Cocito" Alba
www.geocities.com/CapeCanaveral/Hangar/3427/lo101002.htm
- Reggio Emilia: il CREA e le scuole medie
www.comune.re.it/crea/reggio/licheni3.htm
- Koblenz, Germania. Biomonitoraggio con i licheni in città (tedesco)
www.uni-koblenz.de/~odsgrae/flecheng.htm
- La scuola Media "Ferrari" di Maranello (Modena)
www.comune.maranello.modena.it/licheni.htm
- Laboratorio territoriale di Alessandria
www.regione.piemonte.it/ambiente/reti/poli/alessand/progsta.htm
- Biomonitoraggio della qualità dell'aria a Firenze
www.provincia.fi.it/ambiente/aria/licheni/ffirenze.htm
- "Lichens et qualité de l'air". Sito creato da un professore di liceo, in Francia
www.2ac-lille.fr/lichen/

