

F. CLAUSER (*), R. GELLINI (**)

MORIA DEL BOSCO: OSSERVAZIONI SULLE LATIFOGLIE NEL TRIENNIO '82-'84 IN TOSCANA

Riassunto — Vengono riportati i risultati delle osservazioni macroscopiche e microscopiche fatte su diverse specie di latifoglie nella foresta di Vallombrosa e in altre parti della Toscana per descrivere e definire specifiche sintomatologie in relazione all'estendersi dei danni di «nuovo tipo».

Abstract — *Tree decline: observations on hardwoods during 1982-1984 in Tuscany.* Microscopic and macroscopic observations are reported on several broadleaves species in Vallombrosa and other forests in Tuscany. On this basis, specific symptoms are defined and described in relation to the spread of «new type» damages.

Key words — Hardwood decline / Tuscany.

PREMESSA

A testimonianza — e, per quanto possibile, per una migliore comprensione dell'estendersi dei danni provocati presumibilmente dall'inquinamento atmosferico ai boschi e in particolare alle latifoglie — riteniamo utile riferire i risultati di osservazioni macroscopiche fatte nella riserva biogenetica di Vallombrosa negli anni '82-'83-'84 e di analisi microscopiche fatte su materiale raccolto a Vallombrosa e S. Rossore nel 1984.

Le osservazioni alle quali si fa riferimento sono limitate alle latifoglie, per concentrare l'attenzione su questo aspetto della sindrome «moria del bosco», in considerazione della importanza essenziale che le latifoglie assumono in Italia per la vegetazione forestale attuale e potenziale.

(*) Ex Amministratore Foresta di Vallombrosa.

(**) Ordinario di Botanica forestale, Università degli Studi di Firenze.

Sono osservazioni avviate con il manifestarsi dei primi danni evidenti su poche piante secolari di faggio nell'estate '82 in uno spazio molto limitato, sulla base di una sintomatologia ancora rudimentale, limitata alle manifestazioni più evidenti, per poi estendersi con l'espandersi dei danni, a tutta la faggeta nell'estate dell'83 e a tutto il bosco di latifoglie nell'estate '84, tenendo conto anche delle nuove indicazioni sintomatologiche frattanto apparse in letteratura (P. SCHÜTT, 1983; M. FLUCKINGER *et Al.*, 1984).

Le osservazioni comprendono anche constatazioni sullo stato di deperimento delle latifoglie fatte in modo non sistematico anche al di fuori della riserva naturale di Vallombrosa.

Le osservazioni possono risultare metodologicamente carenti poiché per il rapido e impreveduto estendersi dei danni, a volte ci siamo trovati nella necessità di saltare determinate fasi analitiche. La ricerca è stata eseguita per descrivere e definire specifiche sintomatologie fruibili dagli operatori che avvieranno analisi di carattere epidemiologico.

Osservazioni fatte nel 1982 e 1983

I primi danni evidenti dovuti a cause non note, presumibilmente all'inquinamento atmosferico, notati su latifoglie, risalgono al luglio 1982. Essi sono stati accertati su 10 faggi centenari in località Grimaldi della riserva biogenetica di Vallombrosa lungo la strada Crocevecchia-Secchieta ad altitudine compresa fra i 1300 ed i 1350 m/sml con esposizione da NW a NE, prevalentemente N.

Nel mese di agosto dello stesso anno Schütt confermò che i sintomi del deperimento erano gli stessi da lui notati in Baviera nel 1981. Sulla base di questa constatazione egli fece allora (Agosto '82) una previsione molto precisa e molto preoccupante: negli anni successivi i danni si sarebbero estesi ed aggravati rapidamente.

Altri danni sul resto della faggeta nel 1982 non sono stati notati, se non un leggero e precoce ingiallimento della parte più in luce delle chiome, nel mese di settembre, nelle zone più alte della faggeta.

Nel 1983 una cinquantina di piante adulte di faggio hanno mostrato sintomi di sofferenza e tutte sono state seguite nelle loro manifestazioni patologiche fino al settembre 1984: a questa ultima data delle dieci piante danneggiate già nel 1982 non una era ancora viva; di 42 piante danneggiate dal 1983 una risultava in apparente ripresa, 17 erano in condizioni stazionarie, 22 peggiorate e 2 morte.

*Osservazioni fatte nel 1984*Faggio (*Fagus sylvatica* L.)

Al momento della ripresa vegetativa, nella prima metà del mese di maggio, si notarono segni di deperimento evidenti solo sulle piante già gravemente ammalate dal 1982: erano rinverdite solo su di una parte della chioma manifestando già dall'inizio sintomi di microfillia e di clorosi.

Il periodo dal 1° maggio al 10 giugno è stato molto piovoso: 11 giorni senza pioggia, su 41, 295 mm di pioggia e con temperature al di sotto della media stagionale, mai tuttavia così basse da poter provocare danni da gelo (minima delle minime +2 il giorno 1° maggio).

Se in questo periodo non erano visibili differenze apprezzabili fra le piante danneggiate nel 1983 e quelle non danneggiate, dalla seconda metà di maggio si cominciarono a notare tuttavia danni diffusi su tutta la faggeta ed in particolare nelle zone più elevate e più esposte (Secchieta 1435 m, Macinaia 1315 m, Bocca di lupo 1120 m, Stefanieri 1150 m). I danni, anche su piante molto giovani e sottoposte, andavano dall'inflaccidimento alla successiva necrosi totale delle foglie prevalentemente sulla porzione apicale dei rami, a semplici abbronzature della foglia intera o più frequentemente dei soli margini. Sempre in giugno, dopo quel periodo eccezionalmente piovoso, si notò un po' ovunque nella faggeta nella parte più esposta delle chiome, ma a volte anche sui rami in ombra, un avvolgimento delle foglie su se stesse, all'inizio leggero e successivamente più accentuato. Il margine delle foglie che avevano subito lievi abbronzature si andava invece increspando dando alla foglia del faggio l'aspetto di foglia di carpino bianco. Le foglie ripiegate su se stesse «a barchetta» non caddero fino a settembre, aumentò invece progressivamente il numero delle foglie ripiegate e l'intensità della ripiegatura sulle singole piante con evidente accentuazione del fenomeno dopo ogni evento piovoso (Fig. 1).

A fine giugno è iniziata — e nel mese di luglio è proseguita attenuandosi — la caduta precoce di foglie in parte ancora verdi apparentemente intatte, in parte ingiallite e in pochi casi con delle macchie nere attribuibili a *Gnomonia*.

Nella seconda metà di luglio sono apparse le prime manifestazioni cromatiche diffuse interpretabili come sintomo di sofferenza, consistenti in lievi ingiallimenti della parte più in luce delle chiome,

in particolare su quelle piante che l'anno precedente avevano perduto la foglia con un certo anticipo (fine settembre) e che manifestavano con varia intensità di forme il caratteristico sintomo delle fruste (rami con struttura deformata) (Fig. 2). In alcuni casi la deformazione era tanto accentuata da dare al faggio l'aspetto del pioppo cipressino.

Nel mese di agosto, l'impressione di un ulteriore aggravamento dei danni ovunque diffusi si è avuta, dopo le prime piogge estive dal 9 al 12 del mese. In particolare si è accentuato e diffuso per intensità l'accartocciamento delle foglie; alcuni faggi, dopo un improvviso totale abbronzamento delle foglie, ne sono rimasti completamente spogli conservando tuttavia le gemme apparentemente ancora in condizioni normali. L'abbronzamento di foglie su intere chiome o su singoli rami è poi proseguito sporadicamente nel mese di settembre colpendo prevalentemente piante sottoposte e giovani (Fig. 3).

Nella parte alta della faggeta dove le piante in luglio avevano in parte rimesso le foglie danneggiate e perdute in giugno sulle porzioni apicali dei rami, anche le foglie nuove subirono nuovi danneggiamenti costituiti prevalentemente da avvolgimenti e abbronzamenti. Lungo gli impianti di risalita e le piste di discesa in località Cervo bianco, le chiome avevano assunto un aspetto rarefatto dovuto alla perdita del 50% circa delle foglie e un colore grigiastro dovuto ad innumerevoli piccole lesioni sulle foglie rimaste, molto simili a quelle descritte da W. FLÜCKIGER ed altri (1984) come lesioni da ozono, ma attribuibili anche, secondo COVASSI (comunicazione personale 1984) ad una minuscola cicala del genere *Fagocyba*.

Dopo le prime piogge di settembre si intensificò la caduta delle foglie, delle quali il 30-40% era ancora verde ed apparentemente sane. Si ingiallirono e caddero con precedenza sulle altre foglie che già in giugno apparivano accartocciate. Nelle zone più danneggiate (Stefanieri - Secchietta) aumentò di giorno in giorno il numero delle piante completamente defogliate.

Ai primi di ottobre la faggeta è apparsa in una inconsueta veste autunnale caratterizzata dalla presenza di frequenti isole verdi (Fig. 4) costituite da piante singole o a piccoli gruppi e da più estesi spazi giallastri diffusi a volte su interi versanti coperti da piante ormai completamente spoglie con notevole anticipo sui tempi normali. Lo stesso fenomeno si è notato sui crinali dell'Appennino tosco-emiliano (Passo dei Mandrioli e passo del Muraglione). Atipiche sono apparse

anche le alterazioni cromatiche delle foglie rimaste ancora sui rami, tendenti in genere ad un colore bruno e molto uniforme, lontano dalle sfumature a fondo aureo e rossastro dei tempi normali. Le foglie con colorazione anomala erano inoltre prevalentemente e fortemente accartocciate. A fine ottobre il ciclo vegetativo si poteva considerare concluso per tutta la faggeta.

Aceri (*Acer* sp. pl.)

Segni evidenti di deperimento in particolare su Acero montano ma anche su opalo e platanoide, si sono notati a partire dal mese di luglio con perdita di foglie ancora verdi o appassite. La perdita è proseguita sia pure in forma leggera durante tutto il residuo periodo vegetativo, accompagnata da deformazioni nella struttura della chioma simili a quelle del faggio e cioè con la formazione di fruste. A differenza del faggio, le foglie rimaste si addensavano prevalentemente verso la porzione apicale dei rami. Era frequente anche l'accartocciamento delle foglie, graduale per numero e per intensità, accompagnato a volte dal rovesciamento della pagina a causa di forti torsioni del picciolo (Fig. 5).

Carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.)

Perdita precoce delle foglie, ingiallimento delle foglie (Fig. 6), accartocciamento delle foglie, si sono notati a partire da luglio anche su *Ostrya carpinifolia*. Un evidente inasprimento del danno si è notato dopo le piogge dal 9 al 12 agosto.

Castagno (*Castanea sativa* Mill.)

Questa latifoglia è notevolmente danneggiata dal cancro (*Endothia parasitica*) e dal mal dell'inchiostro (*Phytophthora cambivora*) ma alcune piante presentano sintomi di deperimento che non sono ascrivibili a nessuna delle malattie menzionate. Si è anche notata la frequente presenza di necrosi marginali più accentuata e più estesa nel caso di contatto fra foglie sovrapposte (Fig. 7). Stranamente la parte più colpita si trovava sulla foglia sottoposta che doveva pur essere quella più protetta. Poiché per il castagno come per il faggio e per le altre latifoglie si è notata la tendenza dei danni in genere e di quelli di questo tipo in particolare ad aggravarsi dopo i giorni di pioggia, si deve presumere che la permanenza di acqua o di forte umidità sulle foglie, possa avere un suo particolare ruolo

nel meccanismo di azione dannosa sul tessuto fogliare solubilizzando la deposizione secca ma impedendone il liscivamento.

Dopo le prime piogge di settembre, dall'esterno, la situazione del bosco appariva tuttavia migliorata perché il vento aveva fatto cadere le foglie più danneggiate e molte chiome spoglie sfuggivano ad un'osservazione non molto attenta.

La perdita delle foglie si è conclusa quasi del tutto nel mese di ottobre con notevole anticipo sulla norma. Prima di cadere, le foglie accartocciate si sono ulteriormente rattrappite ed hanno assunto, come quelle dei faggi danneggiati, una insolita colorazione bruno-scura.

Orniello (*Fraxinus ornus* L.)

In due località fra di loro molto vicine situate nella parte bassa della foresta — alt. 700 m/sm, esposizione NE — un centinaio di piante di orniello sono risultate danneggiate in forma molto forte dopo le piogge dal 9 al 12 agosto, tanto da apparire con le foglioline quasi del tutto annerite (Fig. 8). In settembre, nelle altre località si potevano notare diffusi fenomeni di ripiegamento delle foglie su se stesse. La grande variabilità cromatica dell'orniello è venuta a mancare stabilizzandosi sul giallo chiaro o su di un bruno decisamente scuro che interessava gli spazi internervali.

Ontano nero (*Alnus glutinosa* Gaertner)

Anche gli ontani neri radicati lungo il torrente Vicano ricco d'acqua durante tutta l'estate, hanno subito l'accartocciamento delle foglie nella parte più esposta della chioma ed hanno perso le foglie con varia intensità già a partire dal mese di luglio. Il giorno 31 agosto esse formavano addirittura un tappeto verde ai piedi delle piante di provenienza.

Cerro (*Quercus cerris* L.)

Alcuni esemplari adulti di cerro in località «Tre pini» — alt. 950 m/slm, esp. SW — fin da luglio manifestarono segni gravi di deperimento con forte diradamento della chioma dovuto a perdita parziale dei rami secondari e parziale disseccamento dei principali.

In settembre, a Vallombrosa, prima dell'ingiallimento delle foglie, anche sulle piante e sui polloni in precedenza apparentemente non colpiti, si è manifestato un arricciamento delle foglie reso ben

visibile dall'ostentazione delle pagine inferiori che dava alle chiome un aspetto insolitamente argenteo (Fig. 9). Danni analoghi — rarefazione e disseccamento di parte delle chiome — si sono notati nella Roverella, in particolare in Casentino, su vecchie querce sparse nella campagna.

Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.)

Quasi tutte le robinie esistenti in foresta, prevalentemente lungo le strade hanno avuto una vegetazione ritardata e stentata, caratterizzate da microfillia e clorosi leggera (Fig. 10), difficilmente attribuibili alla stagione primaverile insolitamente fredda ed umida. Anche perché alla normalizzazione dell'andamento stagionale è seguito un peggioramento delle piante con perdita continua di foglie precocemente ingiallite, durante tutto il periodo estivo.

Nei soggetti più danneggiati si sono manifestate nella struttura delle chiome anomalie molto simili a quelle osservate su cerri e querce.

Altre specie

Altre specie danneggiate sono state Tigli, Maggiociondolo, Salici, Noce, Sorbi, Rose, Sambuco nero, Biancospino, Sanguinella e Ailanto; oltre alle conifere (Abete bianco, Abete rosso, Douglasia, Pino nero, Pino silvestre, Pino d'Aleppo, Pino Marittimo e Tasso).

Alla fine del periodo vegetativo 1984 la situazione dei danni in tutto il bosco di latifoglie, a Vallombrosa (ettari 340), può essere

Fig. 1 - Porzione apicale di chioma di faggio con foglie ripiegate. Foto del 10/VIII/84.

Fig. 2 - Rami a «frusta» in chioma di faggio. Foto del 10/VIII/84.

Fig. 3 - Imbrunimento delle foglie di faggio dopo le piogge del 9/VIII/84 a Vallombrosa.

Fig. 4 - Ingiallimento precoce a macchie della faggeta. Foto del 2/X/84.

Fig. 5 - Foglie di acero montano accartocciate e contorte. Foto del 9/X/84.

Fig. 6 - Carpino nero con foglie accartocciate e precocemente ingiallite. Foto del 20/VIII/84.

Fig. 7 - Foglie di castagno con margini necrosati nelle zone di contatto. Foto del 29/VIII/84.

Fig. 8 - Foglioline di orniello in gran parte necrotizzate. Foto del 9/VIII/84.

Fig. 9 - Foglie di cerro contorte e accartocciate. Foto del 9/X/84.

Fig. 10 - Piante di Robinia con ingiallimento precoce delle foglie e microfillia. Foto del 20/VIII/84.



1



3



4



2



5



6



8

7



9

10



riassunta con i dati inviati al Ministero agricoltura e foreste per la prima indagine sul deperimento delle piante forestali: danni leggeri sul 56%, medi sul 19%, gravi sull'8%, dell'intera superficie. Piante morte sull'1% e piante ancora apparentemente sane sul 16%.

Osservazioni al microscopio

Il materiale con le prime manifestazioni dei danni è stato analizzato anche al microscopio ottico ed a quello elettronico a scansione (SEM).

Sono state prelevate foglie il 9.8.1984, fissato in F.A.A., disidratate nella serie degli alcool butilico, incluse in paraffina, sezionate a 12 μ e colorate in safranina e verde luce e blu di toluidina al tampone benzoato. Altri campioni sono stati esaminati al SEM 505 Philips.

Le specie interessate allo studio sono *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Fagus silvatica*, *Castanea sativa*, prelevati a Vallombrosa a *Ailanthus glandulosa* prelevato a S. Rossore.

Particolare attenzione è stata dedicata all'Ailanto perché ormai ritenuto pianta che accumula ingenti quantità di metalli pesanti (KOVACS *et Al.*, 1982).

Per quanto riguarda lo studio istologico si sono notate alterazioni che hanno riguardato il collasso dello strato epidermico con le caratteristiche interdigitazioni delle pareti periclinali (Fig. 11) descritte da EVANS e CURRY (1979) e la plasmolizzazione più o meno intensa, a seconda della specie, delle cellule a palizzata.

Nel faggio si è riscontrato anche lo sfaldamento della cuticola (Fig. 12).

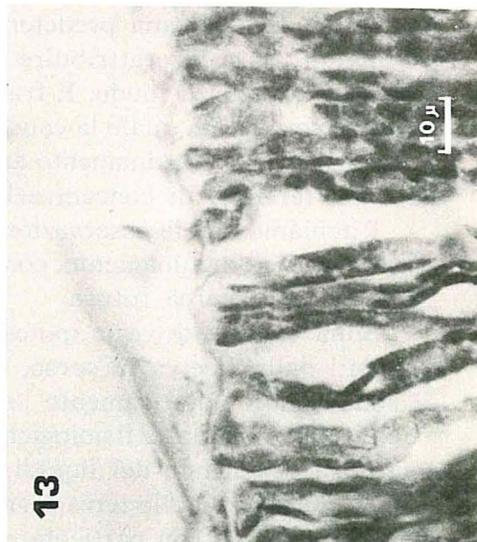
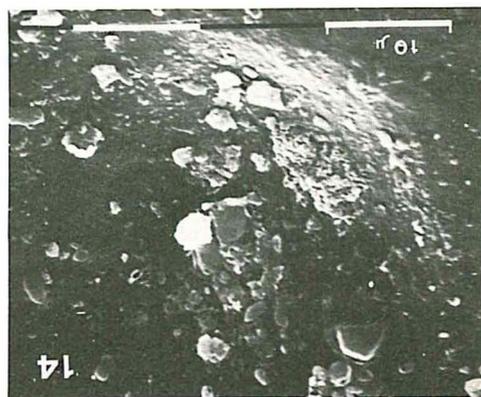
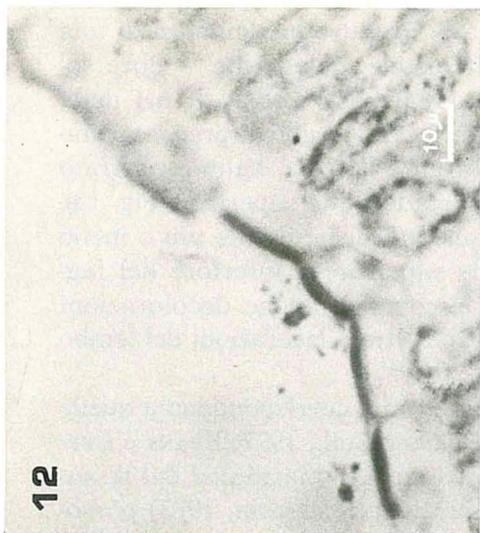
Fig. 11 - Sezione trasversale di foglie di orniello con interdigitazioni delle pareti periclinali (freccie) di cellule epidermiche adassiali.

Fig. 12 - Sezione trasversale di foglia di faggio con sfaldamento della cuticola delle cellule dell'epidermide superiore.

Fig. 13 - Sezione trasversale di foglia di Ailanto con rottura di cellule dell'epidermide superiore.

Fig. 14 - Fotografia al microscopio elettronico a scansione della superficie fogliare abassiale di faggio con una depressione circolare poco profonda.

Fig. 15 - Fotografia al microscopio elettronico a scansione della superficie fogliare assiale di foglia di castagno con lesioni del lembo.



Le foglie dell'ailanto, prelevate a S. Rossore in vicinanza di una stazione di raccolta per l'analisi delle acque meteoriche — dove sono stati rilevati da PANTANI e Coll. (1984) bassi valori di pH delle piogge ed elevate concentrazioni di Pb e Cd — e che si presentavano con evidenti segni di deperimento durante l'estate, hanno mostrato addirittura la scomparsa di tratti dell'epidermide superiore (Fig. 13).

Al microscopio elettronico a scansione, accanto alle più o meno profonde depressioni dell'epidermide superiore o inferiore del faggio o dell'orniello (Fig. 14), si sono riscontrate anche decolorazioni e depressioni nel castagno (Fig. 15) anche oltre a lacerazioni del lembo di *Ostrya carpinifolia*.

Alcune delle alterazioni da noi riscontrate corrispondono a quelle ottenute con piogge acide simulate (EVANS e Coll., 1977; EVANS e CURRY, 1979; PAPAROZZI e TUKEY, 1983), altre invece (plasmolisi del tessuto a palizzata colpito in maniera distintiva) (LORENZINI, 1983) possono far pensare a danni da ozono.

In ogni modo qui, prima che le cause dei danni, che saranno studiate con apposite indagini, ci preme sottolineare lo stato di grave deperimento delle piante che risulta anche dall'analisi strutturale.

CONCLUSIONI

Si è detto nelle premesse che le osservazioni descritte non hanno seguito uno schema predeterminato. Ciò non significa tuttavia che non si possa loro attribuire valore critico di controllo rispetto ad alcune ipotesi di fondo. E fra queste, prima, quella di carattere generale secondo la quale la causa prima dei danni si deve ricercare in varie forme di inquinamento atmosferico diffuse ormai anche lontano dai territori di concentrazione urbana ed industriale.

Riteniamo che le osservazioni fatte, oltre a corroborare l'ipotesi generale dell'inquinamento, contengano anche un significato orientativo per la ricerca futura.

Sulla base delle varie ipotesi già formulate e dai risultati già acquisiti dalla ricerca in corso, esse suggeriscono — ci sembra — di concentrare selettivamente l'attenzione su due distinti settori.

1°) delle anomalie fisiologiche e anatomiche che hanno influenza sulla circolazione dei liquidi;

2°) della probabile terza serie di reazioni aerochimiche nell'ambito delle chiome con particolare riguardo anche in questo caso all'importanza dell'acqua (secondo le ipotesi di KOHLMAIR, 1984).

Per quanto riguarda il primo punto le osservazioni fatte concordano tutte nel confermare l'ipotesi di una sofferenza delle piante danneggiate dovuta a difficoltà nel conservare l'equilibrio idrico su valori normali. Nel corso del periodo vegetativo 1984 alcuni sintomi che potrebbero indicare una tale sofferenza — perdita di foglie, appassimento delle foglie, piegamento delle foglie su se stesse — si sono andati accentuando dopo ogni evento piovoso e quindi secondo una sequenza contraria all'ipotesi di danni da siccità. Anche l'andamento climatico (1219 mm nel 1982, 1195 mm nel 1983, 1466 mm nel 1984 di fronte ad una media di 1308 mm nel lungo periodo) portando ad escludere tale eventualità. E se è vero che i soprassuoli più colpiti sono stati quelli di crinale e quelli radicati su terreni più superficiali e quindi meno provvisti d'acqua, è vero anche che ugualmente colpite sono state piante singole o a gruppi radicate su terreni profondi con elevate riserve idriche.

D'altra parte, come molti Autori osservano, non è certo da escludere che l'aggravamento di un deficit idrico indotto nelle piante dall'inquinamento atmosferico possano concorrere condizioni climatiche e stagionali sfavorevoli.

Questo è ben diverso dal dire che la causa prima della sofferenza si deve trovare nella siccità.

In secondo luogo le osservazioni dirette eseguite in numerose aree boscate dell'Italia confermano da una parte l'ipotesi di una diffusione dell'inquinamento (SMITH, 1984) e dall'altra inducono ad approfondire l'analisi di situazioni caratteristiche di una disuniforme distribuzione dei danni nell'ambito della stessa specie e a volte dello stesso individuo.

All'ipotesi di un inquinamento di fondo porta la constatazione della diffusione del danno su territori molto vasti ed in zone lontane da insediamenti industriali ed abitativi di notevole concentrazione.

In contraddizione apparente con l'ipotesi delle dimensioni regionali dell'inquinamento, le osservazioni fatte confermano la constatazione che i danni nei boschi diffusamente colpiti non sono uniformemente distribuiti. Anche a Vallombrosa, come ovunque altrove, si sono notate piante molto danneggiate vicine a piante del tutto sane e piante con parti della chioma sofferenti e parti apparentemente indenni. La differente intensità del danno viene spiegata nel primo caso con la diversa resistenza individuale, la seconda con la diversa esposizione ai venti (maggiore o minore azione filtrante delle chiome) o alle radiazioni solari (maggiore o minore attività fotosidante) delle diverse parti colpite.

Siamo così arrivati all'ultima considerazione che le osservazioni fatte ci suggeriscono: la complessità degli agenti patogeni abiotici in gioco e dei loro meccanismi di azione aggravata da possibili sinergismi e dalla complessità degli altri fattori ambientali e sommati alla complessità delle manifestazioni patologiche (alle quali, è noto, partecipano frequentemente agenti patogeni biotici conosciuti) richiedono ricerche approfondite ed estremamente difficili che possono portare ad una individuazione certa della catena dei rapporti causali su tutti gli aspetti della questione in tempi molto lunghi. D'altra parte la tendenza della malattia ad estendersi e ad intensificarsi rapidamente ovunque confermata anche dalle osservazioni di Vallombrosa, fa temere che non agendo fin d'ora sulle cause ragionevolmente presunte si arrivi ad una situazione di deperimento irreversibile dei boschi prima che la «Scienza» abbia dato quelle risposte precise ed inequivocabili che ancora da qualche parte si chiedono.

È auspicabile quindi che la ricerca segua il suo corso, ma anche che in Italia vengano prese le misure necessarie e sufficienti a riportare gli inquinamenti atmosferici regionali a livelli tollerabili.

Questa è infatti l'unica misura certa che i boschi, intesi come indicatori biologici, ci possono dare per ora della soglia di inquinamento da non superare perché sia garantita la sopravvivenza loro e, probabilmente alla lunga anche la nostra.

BIBLIOGRAFIA

- EVANS L.S., GMUR N.F., COSTA F.D. (1977) - Leaf surface and histological perturbations of leaves of *Phaseolus vulgaris* and *Helianthus annuus* after exposure to simulated acid rain. *Amer. J. Bot.*, **64**, 903-913.
- EVANS L.S., CURRY T.M. (1979) - Differential responses of plant foliage to simulated acid rain. *Amer. J. Bot.*, **66**, 953-962.
- FLÜCKIGER W., FLÜCKIGER-KELLER H., BRAUN S. (1984) - Untersuchungen über Waldschaden in der Nordwestschweiz. *Schweiz. Z. Forstwes.*, **135**, 4, 389-444.
- KOHLMAIER G.H., BRÖHL H., SIRÈ E.O. (1984) - Über die mögliche lokale Wechselwirkung antropogener Schadstoffe mit der Terpen-Emissionen von Waldekosystemen. *Allg. Forst and J. Ztg.*, **154**, 9/10, 170-174.
- KOVACS M., OPAUSZKY J., KLINCSEK P., PADANI J. (1982) - The leaves of city trees as accumulation indicators. In *Monitoring of air pollutants by plants. Methods and Problems*. Junk Publishers Ed.
- LORENZINI G. (1983) - *Le piante e l'inquinamento dell'aria*. Edagricole Bologna.
- PANTANI F., BARBOLANI E., DEL PANTA S., BUSSOTTI F. (1984) - Rilevamento di piogge acide in comprensori della Toscana. *Rassegna Chimica*, **3**, 135-141.

- PAPAROZZI E.T., TUKEY H.B. (1983) - Developmental and anatomical changes in leaves of yellow birch and red kidney bean exposed to simulated acid precipitation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **108** (6), 890-898.
- SCHÜTT P. (1983) - Waldsterben - Symptome an Buche. *Forstw. Cbl.*, **102**, 3, 201-205.
- SMITH H. (1984) - Auswirkungen von regionalen Luftschadstoffen auf die Walder in USA. *Forstw. Cbl.*, **103**, 48-61.

(ms. pres. il 20 marzo 1985; ult. bozze il 20 giugno 1986)

