

## **Accumulo di piombo nel terreno e nelle foglie di *Laurus nobilis* L. nell'Orto Botanico di Napoli quale indice di inquinamento urbano**

ANNA ALFANI \*, GIOVANNI BARTOLI \*\*, RAIMONDO SANTACROCE \*

\* Istituto di Botanica dell'Università di Napoli, Via Foria 223, I - 80139 Napoli, Italy.

\*\* ENEL, CRTN, Laboratorio di ricerche ambientali, Cellole, Caserta, Italy.

### *Summary*

The lead content in the leaves of *Laurus nobilis* L. and in soil was measured in the Botanical Garden of Naples University to estimate the incidence of urban pollution. Annual samples were taken during 1980, 1981 and 1982 at ten locations. The level of lead measured in leaves and soil differed significantly among years, indicating a continuous increase of the lead input from 1980 to 1982. The content of lead in the soil ranged from 79 to 118  $\gamma/g$  d.w. during the three years, the measured values being comparable to those reported for various cities throughout the world. The lead amount in the soil did not differ significantly among layers 0-5, 5-10 and 10-20 cm depth. The lead level in the leaves ranged from 6,4 to 10,5  $\gamma/g$  d.w., thereby evidencing lead accumulation. No significant correlation was found between lead amount in leaves and soil samples. The leaf chlorophyll content decreased with increasing lead level in the leaf while the ratio of chlorophyll a to b increased. No significant correlation was found between nitrogen and lead content in the leaves.

### INTRODUZIONE

Il piombo è uno dei principali elementi che caratterizzano l'inquinamento urbano. Più del 90% del piombo nell'aria deriva dalla combustione nei motori delle automobili di additivi della

---

Key words: Lead, Urban pollution, *Laurus nobilis* L., Leaf lead content, Soil lead content.

benzina quali il piombotetraetile e il piombotetrametile (RAVERA, 1974). Le zone ad intenso traffico e le aree urbane sono tra quelle maggiormente soggette all'inquinamento da piombo. Nell'area urbana napoletana, nel periodo settembre 1979 - agosto 1980, sono stati misurati, nelle polveri sospese in aria, tenori di piombo variabili tra 1,05 e 5,12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con una media pari a 2,75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di piombo (MANSI *et al.*, 1981). Questi dati sono confrontabili con quelli riscontrati nelle maggiori città europee e americane.

Il piombo presente nell'aria si deposita per sedimentazione o viene dilavato dalla pioggia; la deposizione del piombo determina l'accumulo di questo inquinante negli strati superiori del terreno e nella vegetazione. Il piombo che si deposita sulle piante viene assorbito prevalentemente per via stomatica (PAGE *et al.*, 1971), quello che raggiunge il terreno viene trattenuto fortemente negli strati più superficiali in particolare se è rilevante la frazione sabbiosa e la presenza di sostanze organiche (LAU & WONG, 1982).

Sono noti numerosi effetti nocivi causati dal piombo sia nelle piante a livello strutturale, biochimico e fisiologico che nel terreno dove il piombo inibisce l'attività biologica, in particolare la decomposizione della materia organica interferendo nei cicli naturali (DOELMAN & HAANSTRA, 1979).

Per determinare in che misura l'inquinamento da piombo incide su di una piccola area verde ubicata in un grosso centro urbano, in questo lavoro sono state confrontate le concentrazioni di piombo rilevate in parallelo durante tre anni nel terreno e in piante di *Laurus nobilis* L. nell'Orto Botanico della Università di Napoli. E' stata anche tentata una valutazione degli effetti del piombo sulla specie studiata in base a parametri, quali il contenuto in clorofilla e in azoto organico, sensibili all'inquinante (HOMER *et al.*, 1981; JANA & CHOUDHURI, 1981).

#### MATERIALI E METODI

L'Orto Botanico dell'Università di Napoli, con una estensione di 12 ha è situato nel centro cittadino ed è particolarmente esposto all'inquinamento urbano confinando con un'arteria ad intenso traffico, via Foria, e con due strade secondarie relativa-

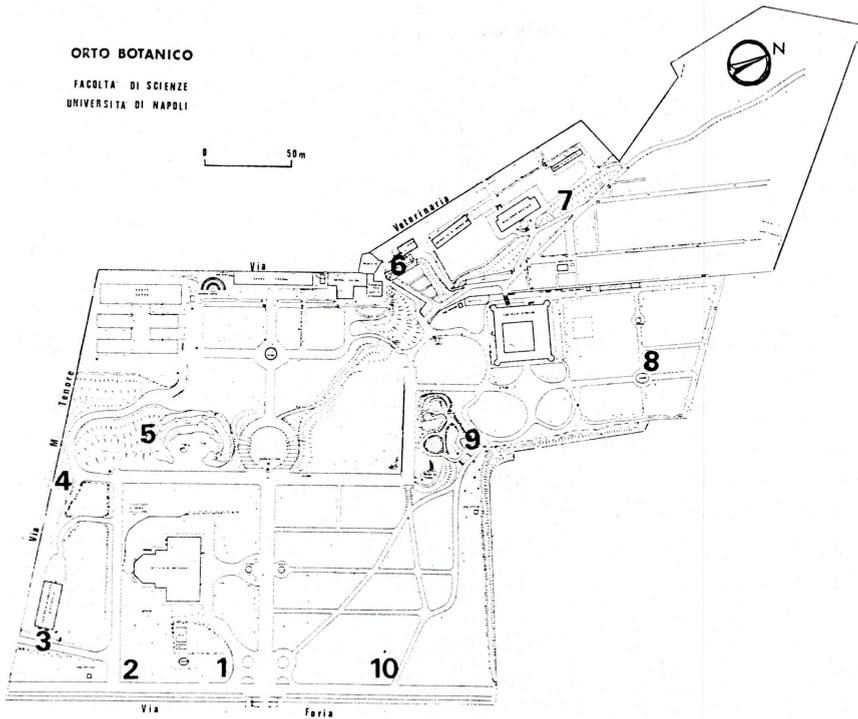


Fig. 1. - Pianta dell'Orto Botanico dell'Università di Napoli con l'indicazione dei dieci siti di campionamento.

mente meno trafficate, via Tenore e via Veterinaria (Fig. 1); inoltre l'Orto Botanico è sorvolato più volte al giorno da aerei a bassa quota, a causa della vicinanza dell'aeroporto napoletano di Capodichino.

Per valutare l'incidenza dell'inquinamento da piombo all'interno dell'Orto Botanico è stato prescelto l'alloro (*Laurus nobilis* L.) che è presente con vari esemplari su tutta l'area dell'Orto Botanico. I prelievi sono stati effettuati negli ultimi giorni di marzo del 1980, 1981 e 1982 nei dieci siti indicati in Fig. 1. In ogni sito cinque rametti di un anno sono stati staccati da una pianta lungo tutto il perimetro della chioma nella parte più bassa. Le foglie del 3°, 5°, 7° e 9° verticillo dall'apice, seccate in stufa a 80°C, sono state utilizzate per la determinazione del piom-

bo e dell'azoto, quelle del 4° verticillo per l'estrazione della clorofilla. Prima di tutte le analisi le foglie sono state lavate con acqua distillata. Contemporaneamente negli stessi dieci siti sono stati prelevati tra 0 e 5 cm di profondità i campioni di terreno da cinque punti diversi per ogni sito. Il terreno accuratamente rimescolato è stato setacciato con un crivello a maglie di 2 mm e seccato all'aria. Per il 1982 il campionamento del terreno è stato effettuato, oltre che nello strato 0-5 cm, anche negli strati 5-10 e 10-20 cm.

Il piombo è stato determinato nelle foglie e nel terreno per assorbimento atomico secondo il metodo descritto da CARISTI *et al.* (1980). Il campione di 0,5 g attaccato con 20 ml di HNO<sub>3</sub> 4 N e 10 ml di HCl 0,7 N è stato portato ad ebollizione e lasciato a digerire per 90' in un pallone munito di refrigerante a ricadere. Dopo filtrazione il campione è stato portato a volume noto e analizzato ad uno spettrofotometro per assorbimento atomico Varian Techtron mod. AA6 con fornello a grafite. Nelle foglie la clorofilla è stata determinata per via spettrofotometrica dopo estrazione in acetone all'80% (BRUINSMA, 1963), l'azoto organico mediante Kjeldhal su campione secco. Tutte le determinazioni sono state effettuate su due prove parallele.

Per saggiare la significatività delle differenze riscontrate tra anni di campionamento e siti di prelievo è stata applicata l'analisi della varianza con due criteri di classificazione e i dati sono stati confrontati mediante la *f* di Snedecor. La significatività delle differenze per il confronto fra coppie di anni è stata saggiata col test di Duncan (STEEL & TORRIE, 1960).

## RISULTATI

Nelle foglie di *Laurus nobilis* L. prelevate da dieci siti diversi all'interno dell'Orto Botanico dell'Università di Napoli per tre anni consecutivi, il contenuto di piombo (Fig. 2) è risultato significativamente diverso ( $P < 1\%$ ) nel confronto tra anni. Nel 1980 sono stati misurati i valori più bassi, negli anni successivi il tenore di piombo nelle foglie è continuamente aumentato (Tab. 1). Le differenze tra gli anni 1980-1981 e 1980-1982 sono risultate significative ( $P < 1\%$ ) al test di Duncan, mentre non

sono significative le differenze fra gli anni 1981-1982 (Tab. 2). Le differenze riscontrate fra i dieci siti di prelievo non sono risultate significative, ciò nonostante sono identificabili siti in cui nell'arco dei tre anni il contenuto di piombo nelle foglie è risultato sempre fra i più rilevanti o fra i più modesti. Così al sito 10 (Fig. 2) in tutti e tre gli anni sono stati rilevati valori fra i più elevati con una media pari a 10,5  $\gamma/g$  p.s., mentre ai siti 7 e 8 sono stati misurati sempre valori fra i più modesti, con una media per i tre anni pari rispettivamente a 7,2 e 7,3  $\gamma/g$  p.s. I valori relativi al sito 5 sono quelli che hanno subito minori variazioni nei tre anni, anche se presentano l'andamento generale di un continuo aumento dal 1980 al 1982.

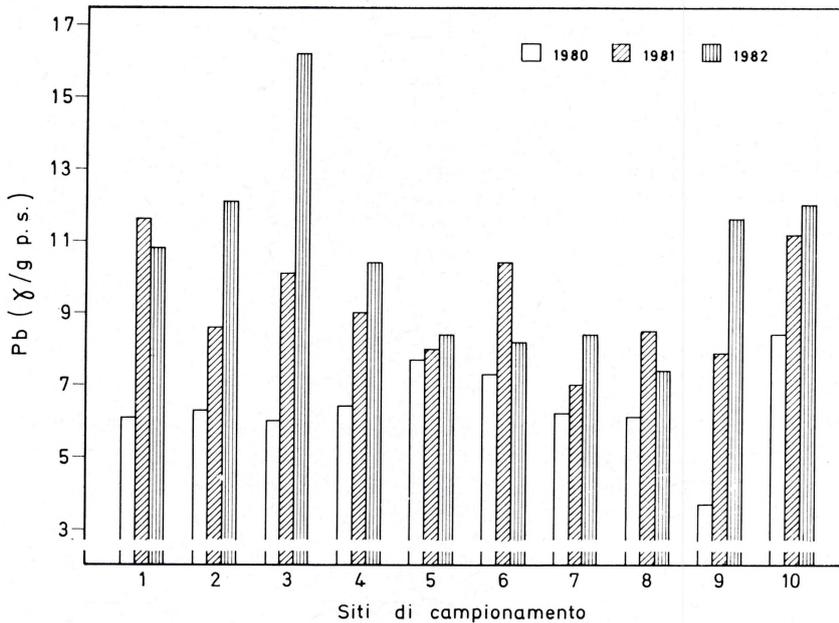


Fig. 2. - Contenuto di piombo nelle foglie di *Laurus nobilis* L., prelevate nel 1980, 1981 e 1982 in dieci siti diversi dell'Orto Botanico di Napoli.

I valori di piombo misurati nel terreno (Fig. 3) sono notevolmente più alti di quelli rilevati nelle foglie e l'ordine di grandezza è di circa dieci volte maggiore. Per i dati relativi al ter-

TAB. 1. - Contenuto di piombo nel terreno dell'Orto Botanico (media  $\pm$  errore standard delle determinazioni effettuate su campioni prelevati in 10 siti) e valori del contenuto di piombo, azoto organico e clorofilla e del rapporto clorofilla a/b in foglie di *Laurus nobilis* L. (media  $\pm$  errore standard delle determinazioni effettuate su 10 piante situate nei 10 siti).

|                        | 1980            | 1981            | 1982             |
|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| TERRENO                |                 |                 |                  |
| Pb ( $\gamma$ /g p.s.) | 79,0 $\pm$ 9,00 | 80,0 $\pm$ 5,87 | 118,0 $\pm$ 7,53 |
| FOGLIE                 |                 |                 |                  |
| Pb ( $\gamma$ /g p.s.) | 6,4 $\pm$ 0,40  | 9,2 $\pm$ 0,48  | 10,5 $\pm$ 0,83  |
| N %                    | 1,9 $\pm$ 0,06  | 2,1 $\pm$ 0,05  | 1,8 $\pm$ 0,09   |
| Clorofilla (mg/g p.f.) | —               | 3,9 $\pm$ 0,13  | 3,3 $\pm$ 0,21   |
| Clorofilla a/b         | —               | 1,7 $\pm$ 0,08  | 2,4 $\pm$ 0,05   |

NOTA: Le differenze per il contenuto in azoto sono significative tra gli anni 1980-1981 ( $P < 5\%$ ) e 1981-1982 ( $P < 1\%$ ). La differenza per il contenuto di clorofilla e per il rapporto clorofilla a/b, tra gli anni 1981-1982 sono significative rispettivamente con  $P < 5\%$  e  $P < 1\%$ .

TAB. 2. - Livelli di significatività (P) delle differenze tra anni per il contenuto di piombo nelle foglie di *Laurus nobilis* L. e nel terreno dell'Orto Botanico di Napoli, determinati mediante il test di Duncan.

|             | FOGLIE | TERRENO |
|-------------|--------|---------|
| 1980 - 1981 | < 0,01 | N. S.   |
| 1980 - 1982 | < 0,01 | < 0,01  |
| 1981 - 1982 | N. S.  | < 0,01  |

N. S. = non significativa.

reno sono risultate significative sia le differenze riscontrate fra gli anni ( $P < 1\%$ ) che le differenze relative ai siti di prelievo ( $P < 5\%$ ). Il valore medio annuo per siti è risultato pari a 79  $\gamma/g$  p.s. nel 1980, a 80  $\gamma/g$  p.s. nel 1981 e a 118  $\gamma/g$  p.s. nel 1982. Il contenuto di piombo nel terreno è aumentato nel corso delle nostre ricerche ed in particolare nel 1982 sono stati misurati valori particolarmente alti in tutti i siti. Infatti al test di

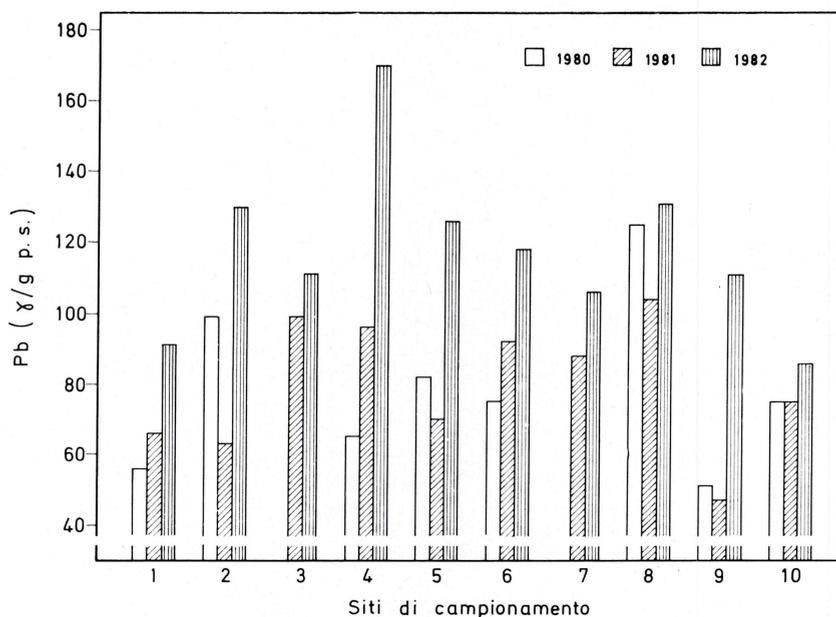


Fig. 3. - Contenuto di piombo nel terreno, prelevato nello strato 0-5 cm di profondità, in dieci siti diversi dell'Orto Botanico di Napoli nel 1980, 1981 e 1982.

Duncan sono risultate significative ( $P < 1\%$ ) le differenze tra gli anni 1980-1982 e 1981-1982 (Tab. 2). Il terreno del sito 10 è quello nel quale il tenore di piombo è risultato più costante, anche se l'andamento nel corso dei tre anni rispecchia l'andamento rilevato per tutti gli altri siti con piccole differenze tra i primi due anni ed un aumento notevole nel terzo anno (Fig. 3). Nel terreno del sito 8 sono stati misurati per tutti e tre gli anni valori

di piombo fra i più alti, con una media pari a 122  $\gamma/g$  p.s., i più bassi valori sono stati invece trovati ai siti 1 e 10 con valori medi per tre anni pari rispettivamente a 71 e 79  $\gamma/g$  p.s.

Per studiare le variazioni della concentrazione di piombo in relazione alla profondità, nel 1982 i prelievi di terreno sono stati effettuati oltre che nello strato compreso tra 0-5 cm anche negli strati 5-10 e 10-20 cm di profondità; i risultati sono riportati

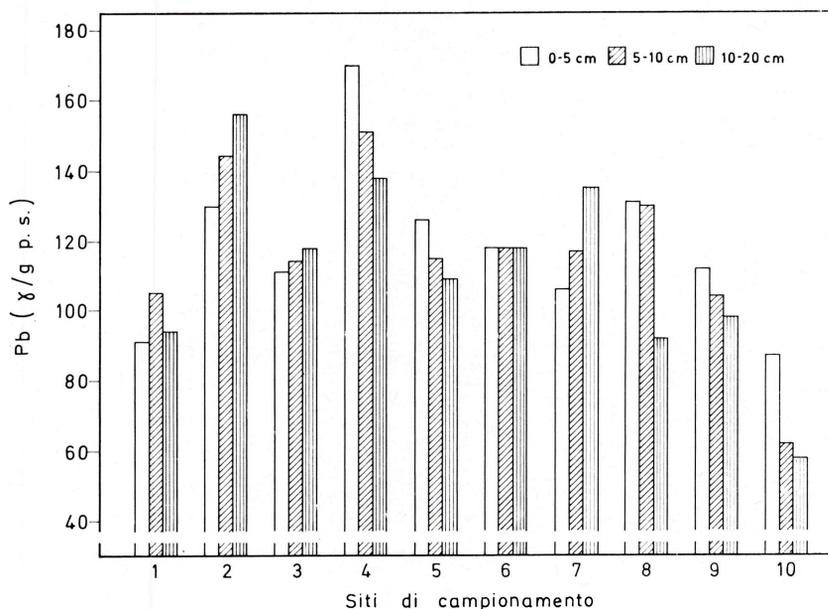


Fig. 4. - Contenuto di piombo nel terreno prelevato dai livelli 0-5, 5-10 e 10-20 cm di profondità da dieci siti diversi dell'Orto Botanico di Napoli (dati relativi al 1982).

nella Fig. 4. All'analisi della varianza le differenze tra i siti sono risultate significative ( $P < 1\%$ ) mentre non sono risultate significative le differenze riscontrate fra i tre livelli studiati.

Non è stata trovata alcuna correlazione diretta tra la concentrazione del piombo presente nelle foglie e quella rilevata nel terreno degli stessi siti, anzi a volte è riscontrabile una relazione inversa. Al sito 8 infatti, ad elevate concentrazioni di piombo nel terreno corrispondono nelle foglie valori di piombo fra i più

piccoli rilevati. Al sito 10 è stata riscontrata la situazione inversa (Figg. 2, 3).

Il contenuto di azoto nelle foglie (Tab. 1) è risultato variare significativamente ( $P < 1\%$ ) fra siti. Le differenze fra anni sono risultate significative per il 1980-1981 ( $P < 5\%$ ) e per il 1981-1982 ( $P < 1\%$ ). Nel confronto fra il 1981 e il 1982, come risulta dalla Tab. 1, ad una maggiore concentrazione di piombo nelle foglie del 1982 fa riscontro un minor contenuto di azoto.

Per la clorofilla (Tab. 1) è risultata significativa ( $P < 5\%$ ) la differenza fra anni: in particolare le foglie del 1982, più ricche di piombo, presentano un più basso contenuto in clorofilla e un rapporto clorofilla a/b significativamente più alto ( $P < 1\%$ ).

#### DISCUSSIONE

Secondo ALLEN *et al.* (1974) il contenuto di piombo nei vegetali varia normalmente nell'intervallo 0,05-3  $\gamma/g$  p.s., mentre nelle piante utilizzate per l'alimentazione e coltivate in prossimità di zone inquinate, una concentrazione di 10 ppm viene indicata dalla commissione CEE per la legislazione in materia di alimenti come la massima tollerabile (RAVERA, 1974). Il contenuto in piombo riscontrato nelle foglie di alloro dell'Orto Botanico è sempre superiore a 3  $\gamma/g$  p.s. e spesso supera anche i 10  $\gamma/g$  p.s. indicando chiaramente che il piombo viene accumulato.

Il piombo è fra i metalli pesanti quello che maggiormente viene trattenuto ed accumulato nelle piante. L'assorbimento del piombo avviene essenzialmente per via stomatica (PAGE *et al.*, 1971). L'accumulo a livello delle foglie varia a seconda della concentrazione del piombo nell'aria e della specie di pianta considerata. La concentrazione del piombo nelle foglie decresce con l'aumentare della distanza dalla fonte inquinante; in due specie erbacee, *Brassica albogabra* e *Brassica parachinensis*, WONG & TAM (1978) hanno riscontrato valori intorno ai 65  $\gamma/g$  p.s. in prossimità di una strada ad elevato traffico e valori intorno a 40  $\gamma/g$  p.s. a circa 200 m di distanza. PARKER *et al.* (1978) hanno riscontrato in foglie di *Populus tremuloides* e di *Quercus velu-*

*tina*, prelevate in area urbana, una concentrazione di piombo pari a 30,6 e 12,8  $\gamma/g$  p.s. rispettivamente; mentre in entrambe le specie le foglie prelevate da piante in un'area rurale a 67 Km di distanza, mostravano valori di piombo inferiori a 0,5  $\gamma/g$  p.s.

Per l'alloro da noi studiato mancano dati relativi a zone non inquinate tuttavia l'elevata concentrazione di piombo riscontrata nelle foglie degli esemplari cresciuti nell'Orto Botanico è senza dubbio indicativa di una rilevante presenza di questo inquinante nell'area urbana napoletana.

L'alloro, elemento tipico della macchia mediterranea alta, durante la siccità estiva riduce fortemente la traspirazione fino ad annullarla completamente in condizioni di forte aridità (WALTER, 1968); la limitazione della traspirazione, secondo BAZZAZ *et al.* (1975) limita drasticamente l'assorbimento di piombo che avviene prevalentemente per via stomatica. Di fatto la concentrazione del piombo nelle foglie di alloro è risultata più bassa che in foglie di un anno di Gimnosperme viventi nello stesso Orto Botanico (ALFANI, dati non pubblicati).

L'aumento dei valori di piombo nelle foglie prelevate negli anni successivi al 1980 dimostra che il grado di inquinamento ha subito un continuo incremento negli anni 1981 e 1982. Ciò è confermato anche dai dati relativi alla concentrazione del piombo nel terreno.

Il tenore di piombo in terreni incontaminati varia tra 2 e 20  $\gamma/g$  p.s. (ALLEN *et al.*, 1974); i valori da noi misurati nel terreno dell'Orto Botanico sono molto più alti e confrontabili con dati rilevati da altri autori in terreni prossimi a strade in varie città: 88 ppm ad Hong Kong (LAU & WONG, 1982), 96,3 ppm a Liverpool (ROBERTS & JOHNSON, 1978), 65 ppm a Detroit (TER HAAR, 1970) e 480 ppm ad Urbana (SOLOMON & HARTFORD, 1976). La ricaduta del piombo sul suolo può essere influenzata da vari fattori fra cui la direzione e la velocità del vento, le precipitazioni, l'asperità della superficie, l'umidità (SOLOMON & HARTFORD, 1976). La concentrazione del piombo nel terreno dipende poi da molti fattori che ne influenzano la solubilità; così valori alti di pH e l'abbondanza di sostanza organica, fosfati e calcio nel suolo ne favoriscono l'immobilizzazione (LAU & WONG, 1982). Nel terreno dell'Orto Botanico prevalentemente sabbioso, ricco di fo-

sfati (CATALANO & SIBILIO, 1972) e a valori di pH compresi mediamente fra 7 e 8, le condizioni sono favorevoli alla immobilizzazione del piombo. Molti autori hanno riscontrato che il piombo depositato sul terreno viene accumulato nei primi 15 cm (BUCHAUER, 1973) o nei primi 25 cm (PARKER *et al.*, 1978). Nel terreno dell'Orto Botanico le variazioni della concentrazione del piombo con la profondità sono state esaminate limitatamente ai primi 20 cm e le differenze rilevate fra 0-5, 5-10 e 10-20 cm non sono risultate significative.

L'assenza di correlazione tra tenore di piombo nel terreno e tenore di piombo nelle foglie di alloro, prelevati negli stessi siti non deve sorprendere. Il piombo accumulato nelle foglie deriva principalmente dall'aria (CRUMP & BALLOW, 1980). E' stato infatti evidenziato che la maggior parte del piombo presente nelle radici si trova sotto forma di precipitato a livello delle pareti cellulari e non è disponibile per il trasporto verso le foglie (MALONE *et al.*, 1974). NAKOS (1979), in esperimenti condotti in condizioni controllate, non ha riscontrato alcuna correlazione tra il contenuto di piombo presente nel terreno e quello misurato negli aghi di *Pinus halepensis* cresciuto su terreni a varie concentrazioni di piombo. Il trasporto del piombo dalle radici alle foglie aumenta sensibilmente quando la crescita della pianta è limitata dalla carenza di zolfo nel terreno (JONES *et al.*, 1973); nel nostro caso, a causa dell'inquinamento da SO<sub>2</sub> (ALFANI *et al.*, in stampa) lo zolfo nel terreno è tutt'altro che carente.

Il piombo nelle piante produce effetti negativi a carico di vari processi: inibisce i movimenti stomatici, incidendo sui processi di traspirazione (BAZZAZ *et al.*, 1974 a), interferisce sui meccanismi della sintesi proteica (JANA & CHOUDHURI, 1981) e sulle catene di trasporto degli elettroni inibendo la traspirazione e la fotosintesi (KOEPE & MILLER, 1970). Nelle foglie di alloro prelevate nel 1982 all'aumento della concentrazione di piombo rispetto al 1981 corrisponde una diminuzione del contenuto in clorofilla ed un aumento del rapporto clorofilla a/b. Una notevole diminuzione del contenuto di clorofilla è stata osservata anche da JANA & CHOUDHURI (1981) in foglie isolate di tre piante acquatiche *Potamogeton pectinatus*, *Vallisneria spiralis* e *Hydrilla verticillata*, immerse in soluzioni contenenti piombo; contemporaneamente, in *Hydrilla*, aumentava il rapporto clorofilla a/b ri-

petto al controllo. Il rapporto clorofilla a/b è risultato più alto anche in una razza non tollerante di *Phalaris arundinacea* rispetto ad una razza tollerante (HOMER *et al.*, 1981) suggerendo che la tolleranza al piombo possa dipendere da una maggiore concentrazione del fotosistema II; infatti in esperimenti su cloroplasti isolati è stato accertato l'effetto inibente del piombo sul fotosistema II (MILES *et al.*, 1972).

Le determinazioni dell'azoto organico nelle foglie dell'alloro non hanno fornito alcuna precisa indicazione circa gli effetti negativi del piombo sul metabolismo dell'azoto. Anche se i più bassi contenuti di azoto organico sono stati osservati nelle foglie raccolte nel 1982 che presentavano i più alti tenori di piombo, non è evidente per i tre anni una chiara relazione inversa tra i due parametri; al contrario nelle foglie della stessa specie è stata osservata una chiara relazione inversa tra la concentrazione dell'azoto e dello zolfo che è indice del grado di inquinamento da SO<sub>2</sub> (ALFANI *et al.*, in stampa). Gli effetti negativi dell'accumulo del piombo nelle foglie sul metabolismo dell'azoto, potrebbero essere mascherati dall'interferenza di altri fattori, quale appunto la SO<sub>2</sub> che insieme al piombo è responsabile del notevole grado di inquinamento atmosferico nell'area urbana napoletana.

#### RIASSUNTO

Per stimare l'incidenza dell'inquinamento urbano nell'Orto Botanico di Napoli, è stato determinato il contenuto di piombo in campioni di *Laurus nobilis* L. e di terreno, prelevati in dieci siti diversi e per tre anni consecutivi (1980, 1981 e 1982).

Sia nelle foglie che nel terreno il contenuto di piombo è aumentato significativamente nel corso dei tre anni rivelando una sempre maggiore incidenza dell'inquinamento da piombo. I livelli di piombo nel terreno, varianti da 79 a 118  $\gamma$ /g p.s. nei tre anni, sono risultati confrontabili a quelli riscontrati nelle grandi metropoli europee ed extraeuropee. Non sono state trovate differenze significative per il tenore di piombo tra i livelli 0-5, 5-10 e 10-20 cm di profondità del terreno. Anche l'accumulo di piombo nelle foglie di *Laurus nobilis* L. è notevole arrivando a superare i 10  $\gamma$ /g p.s. Dal confronto fra i dieci siti non è risultata alcuna significativa correlazione tra il contenuto di piombo nelle foglie e nel terreno. Il contenuto in clorofilla delle foglie risulta più basso quando l'accumulo di piombo è maggiore e contemporaneamente si osserva un aumento del rapporto clorofilla a/b. Il contenuto in azoto totale non è risultato significativamente correlato al contenuto di piombo.

BIBLIOGRAFIA

- ALFANI A., BARTOLI G. & R. SANTACROCE. *Sulphur contamination of soil and Laurus nobilis L. leaves in the Botanical Garden of Naples University*. J. Environ. Sci. Health, in stampa.
- ALLEN S. E., GRIMSHAW H. W., PARKINSON J. A. & C. QUARMBY, 1974. *Chemical analysis of ecological materials*. Blackwell, Oxford.
- BAZZAZ F. A., CARLSON R. W. & G. L. ROLFE, 1974 (a). *The effect of heavy metals on plants: Part. I. Inhibition of gas exchange in sunflower by Pb, Cd, Ni and Ti*. Environ. Pollut., 7: 241-246.
- BAZZAZ F. A., CARLSON R. W. & G. L. ROLFE, 1975. *Inhibition of corn and sunflower photosynthesis by lead*. Physiol. Plant., 34: 326-329.
- BRUINSMA J., 1963. *The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts*. Photochem. and Photobiol., 2: 241-249.
- BUCHAUER M. J., 1973. *Contamination of soil and vegetation near a zinc smelter by Zinc, Cadmium, Copper and Lead*. Environ. Sci. Technol., 7: 131-135.
- CARISTI C., CIMINO G. & M. ZIINO, 1980. *Inquinamento da metalli pesanti VI*. Atti Soc. Pelorit. Sc. Fis. Mat. Natur., 26: 204-213.
- CATALANO M. & E. SIBILIO, 1972. *Aspetti pedologici di alcuni terreni della Stazione Sperimentale per le piante officinali annessa all'Orto Botanico di Napoli*. Agricoltura, 21: 33-38.
- CRUMP D. R. & P. J. BARLOW, 1980. *A field method of assessing lead uptake by plants*. The Sci. of Total Environ., 15: 269-274.
- DOELMAN P. & L. HAANSTRA, 1979. *Effect of lead on soil respiration and dehydrogenase activity*. Soil Biol. Biochem., 11: 475-480.
- DOELMAN P. & L. HAANSTRA, 1979. *Effect of lead on the decomposition of organic matter*. Soil Biol. Biochem., 11: 481-486.
- HOMER J. R., COTTON R. & E. H. EVANS, 1981. *Changes in photosystem II activity associated with plant tolerance to lead*. Plant Sci. Letters, 21: 269-274.
- JANA S. & M. A. CHOUDHURI, 1981. *Senescence in submerged aquatic angiosperms: effects of heavy metals*. New Phytol., 90: 477-484.
- JONES L. H. P., JARVIS S. C. & D. W. COWLING, 1973. *Lead uptake from soils by perennial ryegrass and its relation to the supply of an essential element (Sulphur)*. Plant Soil., 38: 605-619.
- KOEPPE D. E. & R. J. MILLER, 1970. *Lead effects on corn mitochondrial respiration*. Science, 167: 1376-1378.

- LAU W.M., & H.M. WONG, 1982. *An ecological survey of lead contents in roadside dusts and soils in Hong Kong*. Environ. Research, **28**: 39-54.
- MALONE C.D., KOEPPE D.E. & R.J. MILLER, 1974. *Localization of lead accumulated by corn plants*. Plant Physiol., **53**: 388-394.
- MANSI M., ROMANO V. & F. SENATORE, 1981. *Some heavy-metals pollutants in the air of Naples*. APCA Journal, **31**: 881-885.
- MILES C.D., BRANDLE J.R., DANIEL D.J., CHUDER O., SCHNARE P.D. & D.J. UHLIK, 1972. *Inhibition of Photosystem II in isolated chloroplasts by lead*. Plant Physiol., **49**: 820-825.
- NAKOS G., 1979. *Lead pollution. Fate of lead in the soil and its effects on Pinus halepensis*. Plant Soil, **53**: 427-443.
- PAGE A.L., GANJE T.J. & M.S. JOSHI, 1971. *Lead quantities in plants, soil and air near some major highways in southern California*. Hilgardia, **41**: 1-31.
- PARKER G.R., MCFEE W.W. & J.M. KELLY, 1978. *Metal distribution in forested ecosystems in urban and rural northwestern Indiana*. J. Environ. Qual., **7**: 337-342.
- RAVERA O., 1974. *Lead pollution in air and water*. Bull. FEPE **21**: 46-54.
- ROBERTS R.D. & M.S. JOHNSON, 1978. *Lead contamination of small mammals from abandoned metalliferous mine*. Environ Pollut., **18**: 61-69.
- SOLOMON R.L. & J.W. HARTFORD, 1976. *Lead and cadmium in dusts and soils in a small community*. Environ. Sci. Technol., **10**: 773-777.
- STEEL R.G.D. & J.H. TORRIE, 1960. *Principles and procedure of statistics*. Mc Graw - Hill, New York.
- TER HAAR G., 1970. *Air as a source of lead in edible crops*. Environ. Sci. Technol., **4**: 226-229.
- WALTER H., 1968. *Die vegetation der erde II*. Gustav Fisher, Stuttgart.
- WONG M.H. & F.Y. TAM, 1978. *Lead contamination of soil and vegetables grown near motorways in Hong Kong*. J. Environ. Sci. Health, **A 13**: 13-22.