

Verde pubblico e prevenzione pollinosi: quali specie consigliabili?

Green areas and prevention of pollinosis: what is best?

G. FRENGUELLI, R. ROMIZI*, M.P. MONTAGNA**

Dipartimento Biologia Applicata, Università di Perugia; * Presidente Associazione Medici per l'Ambiente, ISDE Italia;

** Responsabile UOS Allergologia Laboratorio Patologia Clinica Ospedale di Castrovillari (CS)

Parole chiave

Verde pubblico • Pollinosi • Pianta ornamentali

Key words

Green areas • Pollinosis • Ornamental trees

Riassunto

La presenza di piante nelle città è fondamentale sia da un punto di vista urbanistico che della salute dell'uomo; è però fondamentale effettuare una adeguata scelta delle specie da utilizzare nel verde pubblico, evitando piante che possano arrecare danni meccanici, produrre parti velenose e liberare pollini allergenici. L'allergia al polline, soprattutto nelle città, è sempre più diffusa e quindi tra le misure per prevenire la pollinosi si consiglia l'utilizzo di specie con bassa o nulla allergenicità, evitando l'utilizzo di cipresso, betulla, olivo, carpino ad altre il cui potenziale allergenico è ben documentato. Inoltre, è importante una corretta gestione e manutenzione delle aree verdi per limitare la diffusione di specie spontanee infestanti e allergeniche come graminacee, composite, urticacee e chenopodiacee.

Le piante rappresentano il primo anello della catena alimentare, essendo in grado di organizzare il carbonio e l'azoto utilizzando l'energia solare. Hanno il compito fondamentale di garantire il processo di ricambio in atmosfera di anidride carbonica e di ossigeno. Forniscono una grande quantità di "metaboliti secondari" utilizzati in tanti settori e svolgono altri importanti ruoli, quali ad esempio frenare il processo di desertificazione e di erosione del suolo, regolare la temperatura atmosferica, conservare l'habitat di molte specie animali mantenendo così un alto livello di biodiversità.

La perdita del patrimonio vegetale, a livello globale, dovuto ad una gestione non sostenibile delle risorse, all'inquinamento, ad eccessiva urbanizzazione, ha ridotto negli ultimi anni la superficie forestale della Terra. La carenza di verde è soprattutto sentita da chi abita in città dove spesso la minaccia di edificazione di vaste aree è caratterizzata dalla totale soppressione della vegetazione e da una insufficiente programmazione di un verde ornamentale, sia pubblico che privato. Il cittadino avverte e manifesta la necessità di spazi verdi godibili e adeguati alle proprie esigenze (parchi, giardini, viali, ecc.).

Summary

The presence of ornamental trees and shrubs in urban areas is essential both for urban planning and for human health, but it is fundamental to make a suitable choice of the species to introduce in public gardens and parks, avoiding those plants which can give mechanical damages, or to develop poisonous parts or release allergenic pollens. Pollinosis is more and more common above all in the cities and, among preventive measures to limit this pathology, it is advisable to select species without or low allergenicity, avoiding the use of cypress, birch, olive, hornbeam or others plants with a well-documented allergenicity. Moreover, it is outstanding a right management and upkeep of the green urban areas to minimize the spread of allergenic weed such as grasses, Compositae, Urticaceae, and Chenopodiaceae.

In città la vegetazione ha principalmente due funzioni: quella architettonica ed estetica, che scherma elementi di degrado, e quella sanitaria, producendo ossigeno, fissando gas e particolati, attenuando rumori, trattenendo polveri, mitigando le temperature, depurando l'ambiente e promuovendo attività sociali e ricreative.

Ma la vegetazione urbana porta con sé aspetti anche meno gradevoli, quali l'invadenza, parassiti fogliari fastidiosi, la fragilità del legno, la superficialità delle radici, la spinescenza, odori sgradevoli, la produzione di frutti pesanti ed imbrattanti. Ma quello che più ci interessa è l'allergenicità della vegetazione.

Le allergie occupano il terzo posto nelle malattie croniche con un'alta prevalenza nella fascia di popolazione pediatrica¹, ma nonostante l'alta diffusione di queste patologie ancora oggi ne constatiamo una scarsa conoscenza e una sua conseguente banalizzazione, una scarsa attenzione alla risoluzione dei problemi causati da queste malattie, un mancato o scarso supporto da parte delle istituzioni sanitarie, ambientali, sociali e scolastiche alla "gestione nel quotidiano" dei pazienti asmatici e allergici e delle loro famiglie.

Il polline per essere allergenico deve avere alcune caratteristiche, primo fra tutti trasportare molecole in grado di agire come allergeni e stimolare nei soggetti atopici la sintesi di anticorpi IgE. Ma è anche indispensabile che i pollini siano prodotti in grande quantità e siano facilmente liberati in atmosfera. La pollinosi può quindi essere causata teoricamente da ogni pianta che produca polline, ma in pratica solo poche rispondono a tutte queste caratteristiche e giocano un ruolo importante.

Le piante ad impollinazione entomofila presentano normalmente fiori vistosi per attrarre gli insetti ai quali affidano il trasporto del loro polline; ne producono normalmente limitate quantità e non lo liberano in atmosfera così, anche se il loro polline contiene allergeni, difficilmente viene in contatto con le vie respiratorie in quantità significative.

Viceversa, le piante ad impollinazione anemofila affidano al vento il trasferimento dei granuli pollinici e per avere un'alta probabilità che almeno alcuni arrivino sui fiori femminili, ne producono quantità molto elevate e li disperdono in atmosfera in dosi spesso sufficienti a far sì che alcuni giungano in contatto con le mucose così da determinare una risposta allergica. La concentrazione dei vari tipi di polline in atmosfera dipende anche da altri fattori come la diffusione delle piante sul territorio, la loro potenzialità riproduttiva, la capacità del polline di essere aerodiffuso. Inoltre, alcuni parametri ambientali come il vento, la temperatura, l'umidità atmosferica e la pioggia influenzano la liberazione del polline dalle piante sorgenti, il successivo trasporto in aria e la sua ricaduta. Normalmente, in giornate calde, asciutte e con vento moderato la presenza di polline in atmosfera è più elevata rispetto a giorni freddi, umidi e con vento assente.

In Italia, tra le più importanti piante anemofile che liberano sensibili quantità di pollini allergenici, inducendo "pollinosi" (rinite, congiuntivite, asma) nei soggetti che si sensibilizzano, sono alcune conifere (cipressi, ginepri, tuje, cedro del Giappone), alberi con infiorescenze riunite in amenti delle famiglie di *Betulaceae* (betulla e ontano) e *Corylaceae* (nocciolo e carpino), alcune piante arboree delle famiglie di *Oleaceae* (olivo, frassino, ligustro) e *Fagaceae* (faggio, castagno, quercia) nonché piante erbacee appartenenti alla *Graminaceae*, principale fonte allergenica in Italia (*Lolium*, *Festuca*, *Poa*, *Phleum*, *Dactylis*, *Anthoxanthum* e *Cynodon*), *Chenopodiaceae* (farinaccio), *Plantaginaceae* (lanciuola), *Urticaceae* (parietaria) e *Compositae* (artemisia e ambrosia)^{2,3}.

Oltre a queste cosiddette "pollinosi maggiori", esistono le "minori", che sono causate da granuli pollinici di piante meno consuete dal punto di vista allergologico, o perché a ridotta diffusione atmosferica o perché a basso potere allergenico. Il criterio che fa considerare una pollinosi come "minore" è un valore di prevalenza inferiore al 3%. Negli anni alcune forme "minori", co-

me quella da *Cupressaceae* sono state ridefinite come "maggiori", o viceversa, come nel caso del platano. Ogni anno si registrano nuove specie nel gruppo delle pollinosi "minori", specie a causa di esposizioni professionali. Nell'ambito di queste forme "minori", si può fare ancora una ulteriore distinzione in pollini ad allergenicità moderata, minima, o solo sospetta.

Le specie allergizzanti sono ampiamente diffuse in tutte le regioni e nei vari ambienti, dalla pianura fino alla collina, sia in contesti rurali che urbanizzati. Comunque, per i soggetti allergici, soprattutto se abitano in centri urbani, la presenza di alcuni alberi e arbusti ornamentali nel verde pubblico e privato, nonché la diffusione di specie erbacee infestanti le aree verdi, può rappresentare una ulteriore e dannosa sorgente di polline allergenico responsabile di patologie respiratorie, anche a causa, come vedremo, del maggiore inquinamento atmosferico presente nelle aree urbane. D'altra parte la presenza nelle città di spazi verdi è indispensabile perché, oltre ad avere una importante funzione estetica, svolge altri fondamentali compiti tutti ricollegabili al miglioramento della qualità di vita del cittadino. Le piante inserite in un contesto urbano hanno, infatti, la capacità di depurare l'aria, fissare gas e particolato aerodisperso, diminuire l'inquinamento acustico e svolgere un'azione termoregolatrice del microclima cittadino, oltre che di conservazione delle specie animali. Da non sottovalutare, inoltre, il ruolo sociale svolto dalle aree verdi che servono da luogo di ritrovo per i giovani e gli anziani, un luogo per esercitare una attività sportiva o ricreativa e svolgere un'azione distensiva sull'uomo offrendo una sensazione di tranquillità e di riconciliazione con la natura.

Le tipologie degli spazi verdi utilizzabili dal pubblico sono numerose e vanno dalle alberature stradali, alle aree attrezzate per il gioco dei bambini, alle semplici aiuole spartitraffico, alle siepi e boschetti, ai più ampi parchi destinati a luogo di ritrovo e relax.

È in ogni caso necessario che nel momento in cui si progetta l'assetto urbanistico di un nuovo insediamento abitativo o si conducono opere di riqualificazione di quartieri, si programmi un'idonea quantità e qualità del verde, tenendo presenti numerose e diverse esigenze.

Alcune Regioni hanno emanato leggi indicando i criteri per la progettazione e realizzazione dei parchi urbani, individuando esigenze sul recupero di aree degradate o in dissesto geologico, tenendo conto della onerosità della gestione e manutenzione, della fruibilità, dell'inserimento nel contesto ambientale, ecc. Sono spesso anche indicati i criteri per la scelta delle specie e le linee guida per il controllo della vegetazione spontanea. Le piante da mettere a dimora in uno spazio pubblico, o privato, devono essere scelte considerando diverse caratteristiche come il portamento, lo sviluppo delle radici e della chioma, la durata della fioritura e delle foglie, la rusticità, la solidità del tronco e delle

Tab. I. Alberi e arbusti con bassa o nulla allergenicità utilizzabili nel verde ornamentale.

A - Gimnosperme arboree	
Abies alba (abete bianco) (Pinaceae)	Ginkgo biloba (ginkgo) (Ginkgoaceae)
Araucaria araucana (araucaria) (Araucariaceae)	Picea spp. (abete) (Pinaceae)
Cedrus spp. (cedro) (Pinaceae)	Pinus spp. (pino) (Pinaceae)*
Cycas revoluta (cicas) (Cycadaceae)	Taxus baccata (tasso) (Taxaceae)
B - Angiosperme arboree	
Aesculus hippocastanum (ippocastano) (Hippocastanaceae)**	Maclura pomifera (moro degli osagi) (Moraceae)**
Acer spp. (acero) (Aceraceae)*	Magnolia grandiflora (magnolia) (Magnoliaceae)*
Ailanthus altissima (ailanto) (Simaroubaceae) *	Malus domestica (melo) (Rosaceae)
Albizia julibrissin (acacia di Costantinopoli) (Leguminose)*	Melia azedarach (albero dei rosari) (Meliaceae)
Catalpa bignonioides (catalpa) (Bignoniaceae)*	Morus alba (gelso) (Moraceae)**
Celtis australis (bagolaro) (Ulmaceae)	Paulownia tomentosa (paulonia) (Scrofulariaceae)
Ceratonia siliqua (carrubo) (Leguminose)	Persica vulgaris (pesco da fiore) (Rosaceae)
Cercis siliquastrum (albero di Giuda) (Leguminose)*	Phoenix canariensis (palma delle Canarie) (Palmae)*
Chamaerops humilis (palma di S.Pietro) (Palmae)*	Platanus spp. (platano) (Platanaceae)**
Chorisia speciosa (albero bottiglia) (Bombacaceae)	Populus spp. (pioppo) (Salicaceae)**
Citrus sinensis (arancio) (Rutaceae)	Prunus spp. (pruno) (Rosaceae)
Cornus mas (corniolo) (Cornaceae)	Punica granatum (melograno) (Punicaceae)
Eryobotrya japonica (nespolo Giappone) (Rosaceae)	Pyrus communis (pero) (Rosaceae)
Eucalyptus globulus (eucalipto) (Myrtaceae)**	Quercus spp. (quercia) (Fagaceae)**
Ficus carica (fico) (Moraceae)	Rhus thyphina (sommacco americano) (Anacardiaceae)
Fraxinus angustifolia (frassino foglie strette) (Oleaceae)	Robinia pseudoacacia (robinia, acacia) (Leguminose)
Gleditsia triacanthos (spinacristi) (Leguminose)	Salix spp. (salice) (Salicaceae)
Ilex aquifolium (agrifoglio) (Aquifoliaceae)	Sophora japonica (sofora) (Leguminose)
Jacaranda mimosaefolia (jacaranda) (Bignoniaceae)	Sorbus aucuparia (sorbo degli uccellatori) (Rosaceae)
Juglans regia (noce) (Juglandaceae)*	Tamarix gallica (tamarice) (Tamaricaceae)*
Koeleruteria paniculata (koeleruteria) (Sapindaceae)	Tilia cordata (tiglio) (Tiliaceae)*
Laburnum anagyroides (maggiociondolo) (Leguminose)	Ulmus minor (olmo) (Ulmaceae)**
Liquidambar styraciflua (liquidambar) (Hamamelidaceae)*	Washingtonia filifera (palma della California) (Palmae)*
Liriodendron tulipifera (albero dei tulipani) (Magnoliaceae)	
C - Angiosperme arbustive	
Abelia x grandiflora (abelia) (Caprifoliaceae)	Nandina domestica (nandina) (Berberidaceae)
Arbutus unedo (corbezzolo) (Ericaceae)	Nerium oleander (oleandro) (Apocinaceae)
Berberis thunbergii (berberis) (Berberidaceae)	Osmanthus fragrans (osmanto) (Oleaceae)
Bougainvillea spectabilis (buganvillea) (Nyctaginaceae)	Parthenocissus tricuspidata (vite del Canada) (Vitaceae)
Buddleja davidii (buddleja) (Buddlejaceae)*	Philadelphus coronarius (fiore d'angelo) (Saxifragaceae)
Buxus sempervirens (bosso) (Buxaceae)	Phillyrea angustifolia (ilatro) (Oleaceae)
Cotinus coggygria (scotano) (Anacardiaceae)	Photinia x fraseri (fotinia) (Rosaceae)
Cotoneaster horizontalis (cotognastro) (Rosaceae)	Pistacia lentiscus (lentisco) (Anacardiaceae)
Crataegus monogyna (biancospino) (Rosaceae)*	Pittosporum tobira (pittosporo) (Pittosporaceae)
Eleagnus angustifolia (eleagno) (Eleagnaceae)	Potentilla fruticosa (potentilla) (Rosaceae)
Erica arborea (erica) (Ericaceae)	Pyracantha coccinea (agazzino) (Rosaceae)
Euonymus europaeus (fusaggine) (Celastraceae)	Rhododendron ponticum (rododendro) (Ericaceae)

(continua)

(segue tab. I)

Forsythia x intermedia (forsizia) (Oleaceae)	Ricinus communis (ricino) (Euphorbiaceae)**
Hedera helix (edera) (Araliaceae)*	Rosa spp. (rosa) (Rosaceae)*
Hibiscus syriacus (ibisco) (Malvaceae)	Sambucus nigra (sambuco) (Caprifoliaceae)*
Jasminum nudiflorum (gelsomino d'inverno) (Oleaceae)	Spartium junceum (ginestra comune) (Leguminose)*
Lagerstroemia indica (lagerstroemia) (Lythraceae)	Spirea x arguta (spirea) (Rosaceae)
Laurus nobilis (alloro) (Lauraceae)	Syringa vulgaris (lillà) (Oleaceae)
Lonicera nitida (lonicera) (Caprifoliaceae)	Viburnum tinus (viburno) (Caprifoliaceae)**
Myrtus communis (mirto) (Myrtaceae)**	Wisteria sinensis (glicine) (Leguminose)

* Allergenicità minima; ** allergenicità moderata.

ramificazioni, i colori e i profumi e, infine, la facile manutenzione. Da considerare anche la resistenza all'inquinamento (sono deboli, ad esempio, ippocastano, olmo, biancospino, agrifoglio).

È logico e normale che la scelta delle essenze da utilizzare per l'arredo urbano debba essere legata al luogo, al clima, alle tradizioni locali, o anche alla necessità di educare il cittadino e di far conoscere le piante di luoghi lontani. In ogni caso, è indispensabile conoscere, per evitarle, quelle essenze che presentano i maggiori rischi per la salute dell'uomo.

Spesso si assiste ad una ampia utilizzazione di essenze allergeniche come olivo, cipressi, betulle, ontani, carpini, nocciolo nonché alla proliferazione di erbe infestanti appartenenti a graminacee, urticacee e composte come conseguenza di una scarsa o mal organizzata opera di manutenzione. Inoltre bisogna aver presente che l'esposizione al polline di piante ornamentali non autoctone può indurre sensibilizzazione, con lo stesso meccanismo che, all'inverso, talvolta si osserva negli immigrati, dopo qualche anno di esposizione ai pollini presenti in Italia. Esempi di piante non autoctone, importate nel nostro paese a scopo ornamentale, e che hanno potere allergizzante, sono costituiti dalla criptomera (*Cryptomeria japonica*), originaria del Giappone, dalla casuarina (*Casuarina equisetifolia*), originaria dell'Australia, dal gelso della Cina (*Broussonetia papyrifera*), originaria dell'Asia orientale, ma anche dalla stessa betulla del Nord Europa.

Gli esperti del settore devono essere informati sul fatto che pianificare il verde pubblico e privato, significa fare non solo una progettazione estetica, ma anche di sanità pubblica, favorendo ovviamente l'impianto di aree verdi nelle città e la manutenzione e cura di quelle esistenti, ma utilizzando specie non nocive e a basso o nullo rischio allergenico. È così necessario suggerire ai progettisti e gestori del verde specie non nocive e che, al tempo stesso, rispondano a criteri di adattabilità al clima e al substrato, che abbiano un alto valore decorativo, resistenza all'inquinamento, resistenza ai patogeni e modeste esigenze di manutenzione. Queste limitazioni lasciano comunque un'ampia scelta di specie, sia naturalizzate ed esotiche sia autoctone, che possono essere utilizzate per l'arredo urbano (Tab. I, Figg. 1-8).

In ogni caso, la sicurezza assoluta di assenza di allergenicità non si può avere in quanto non si possono escludere reazioni da parte di soggetti particolarmente sensibili. In genere, si considera che le piante con fiori evidenti e quindi impollinate dagli insetti siano caratterizzate da minore allergenicità, ma bisogna sempre considerare che, in ambiente urbano, le piante sono situate in stretta vicinanza alle abitazioni, ai luoghi di lavoro o lungo le strade, ed il polline liberato dai fiori è spesso sufficiente a causare una reazione allergica. Un esempio è dato dal tiglio il cui polline presenta una moderata allergenicità (è pianta ad impollinazione entomofila), ma quando si passeggia lungo un viale con tigli, o si staziona all'ombra di questi alberi, un individuo particolarmente predisposto potrebbe sensibilizzarsi e quindi manifestare risposte allergiche (pollinosi da vicinato).

La gestione del verde urbano, poi, deve essere tenuta in grande considerazione per limitare la presenza di flora infestante. Quest'ultima costituisce non solo un problema estetico, ma instaura un rapporto di competizione con le piante coltivate e rappresenta, soprattutto, una importante fonte di allergeni. Bisogna considerare, infatti, che le più comuni erbe infestanti presenti nelle nostre regioni appartengono alle graminacee, urticacee, composte, chenopodiacee, plantaginacee, polygonacee, tutte famiglie con numerose specie che

Fig. 1. *Prunus avium* (ciliegio).

Fig. 2. *Crataegus monogyna* (biancospino).Fig. 3. *Koelreuteria paniculata* (koelreuteria).Fig. 4. *Acer pseudoplatanus* (acero di monte).Fig. 5. *Abies alba* (abeto bianco).Fig. 6. *Syringa vulgaris* (lillà).Fig. 7. *Lagerstroemia indica* (albero di San Bartolomeo).

liberano grandi quantità di pollini con un grado di allergenicità medio-alto.

Bisogna, ancora, tener presente come le piante interagiscano con l'ambiente esterno, esattamente come l'uomo, subendo gli effetti dell'inquinamento ambientale e dei cambiamenti climatici^{4,5}.

Fattori climatici in grado di influenzare l'allergenicità delle piante sono:

- l'allungamento del ciclo vegetativo (l'OMS ha rilevato il suo allungamento di dieci giorni nell'arco di quaranta anni);
- l'aumento della temperatura (che porta ad una maggiore liberazione di pollini);
- i nuovi modelli di circolazione atmosferica sull'Europa (trasporto pollinico a lunga distanza);

Fig. 8. *Aesculus hippocastanum* (ippocastano).

- la propagazione geografica di specie in nuove aree che diventano climaticamente adatte;
- l'aumento di frequenza dei temporali, con sollevamento dei granuli pollinici e loro shock osmotico e formazione di frammenti pollinici (asma da temporale)⁶.

Si è inoltre rilevato come, nelle aree urbane, vi sia una maggiore incidenza di malattie allergiche respiratorie rispetto alle aree rurali. Esistono numerosi studi che dimostrano come alcuni inquinanti (ad es. particolato e ozono) incidano sull'aumento dei sintomi allergici agendo sia a livello delle mucose respiratorie del soggetto allergico (infiammazione con aumento di permeabilità delle mucose e più facile penetrazione

del polline, stress ossidativo e aumento della reattività bronchiale) che aumentando l'allergenicità dei pollini⁷. Riguardo a quest'ultima è dimostrata, ad esempio, una maggiore biodisponibilità di allergene pollinico di *Phleum pratense* (graminacea), in condizioni di inquinamento da traffico, così come è dimostrato che il microparticolato veicola gli aeroallergeni (studi sul DEP, Diesel Exhaust Particles)⁸⁻¹⁰ e, ancora, si è rilevato che l'allergenicità del polline di parietaria è aumentata dal "summer smog", dovuto alla liberazione di ozono, che si forma per reazione fotochimica dalle emissioni del traffico veicolare (ossidi di azoto)¹¹⁻¹³. È, ancora, importante l'acquisizione che le piante, in condizioni di stress (patogeni, lesioni, stress ambientali, ozono), aumentano la produzione di PRP (Pathogenesis Related Proteins), un ampio numero di molecole, di cui numerose sono allergeniche e che, in alcuni casi, presentano omologie con proteine contenute in alimenti vegetali, avendo così una ulteriore potenzialità allergenica: quella di indurre non solo reazioni allergiche respiratorie, ma anche da alimenti¹⁴.

Tutto questo non ci deve indurre a vedere nelle piante, per noi fonte di vita, un potenziale pericolo, ma ci deve ricordare che sono esseri viventi, sensibili ai danni ambientali, e che della loro tutela si giova anche la nostra salute. In particolare, le misure di contrasto all'inquinamento atmosferico, specialmente quello da traffico veicolare, appaiono senz'altro un'arma non meno utile della ricerca di essenze a scarso potere sensibilizzante, al fine di ridurre le manifestazioni di patologie allergiche.

Bibliografia

- D'Amato G, Cecchi L, Bonini S, et al. *Allergic pollen and pollen allergy in Europe*. Review article. *Allergy* 2007;62:976-90.
- Corsico R, D'Amato G, Frenguelli G. *Le piante come fonte di allergia*. Milano: Ed. GPA 1999.
- Ariano R, Bonifazi F. *Aerobiologia ed allergeni stagionali*. Genova: ECIG 2007.
- Huynen M, Menne B. *Phenology and Human Health: Allergic Disorders*. Report of a WHO Meeting, Rome, Italy, 16-17 January 2003. Health and Global Environmental Change. Series No.1 (EUR/03/5036791 and EUR/02/5036813). Geneva: World Health Organization 2003.
- Beggs PJ. *Impacts of climate change on aeroallergens: past and future*. *Clin Exp Allergy* 2004;34:1507-13.
- D'Amato G, Liccardi G, Frenguelli G. *Thunderstorm-asthma and pollen allergy*. *Allergy* 2007;62:11-16.
- D'Amato G, Liccardi G, D'Amato M, et al. *The role of outdoor air pollution and climatic changes on the rising trends of respiratory allergy*. *Respir Med* 2001;95:606-11.
- Behrendt H, Becker WM, Friedrichs KH, et al. *Interaction between aeroallergens and airborne particulate matter*. *Int Arch Allergy Immunol* 1992;99:425-8.
- Knox RB, Suphioglu C, Taylor P, et al. *Major grass pollen allergen Lol p1 binds to diesel exhaust particles: implications of asthma and air pollution*. *Clin Exp Allergy* 1997;27:246-51.
- Namork E, Johansen BV, Lovik M. *Detection of allergens adsorbed to ambient air particles collected in four European cities*. *Toxicol Lett* 2006;16:571-8.
- Peden DB, Setzer RW, Devlin RB. *Ozone exposure has both a priming effect on allergen induced responses as well as an intrinsic inflammatory action in the nasal airways of perennial allergic asthmatics*. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1336-45.
- Bayram H, Sapsford RJ, Abdelaziz MM, et al. *Effect of ozone and nitrogen dioxide on the release of proinflammatory mediators from bronchial epithelial cells on nonatopic, nonasthmatic subjects and atopic asthmatic patients in vitro*. *J Allergy Clin Immunol* 2001;107:287-94.
- Mc Connel R, Berhane K, Gilliland F, et al. *Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study*. *Lancet* 2002;359:386-91.
- Motta AC, Marliere M, Peltre G, et al. *Traffic-related air pollutants induce the release of allergen-containing cytoplasmic granules from grass pollen*. *Int Arch Allergy Immunol* 2006;139:294-8.

■ Corrispondenza: Giuseppe Frenguelli, Dipartimento Biologia Applicata, Università di Perugia, borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia - E-mail: freng@unipg.it