

DOI:10.11937/bfyy.201508019

城市污染对园林景观植物的影响及其对环境的检测

刘佳学¹, 周祥¹, 胡世方²

(1. 海南大学 环境与植物保护学院, 海南 海口 5702282; 2. 重庆市荣昌县农业委员会, 重庆 402406)

摘要:以芒果(*Mangifera indica* L.)、红花羊蹄甲(*Bauhinia blakeana*)、茶花(*Camellia japonica*)、马樱丹(*Lantana camara*)、蜆蝶菊(*Wedelia chinensis*)、美人蕉(*Canna indica*) 6 种常见的园林观赏植物为研究对象,通过检测不同生境中(道路绿化带、公园和山区森林公园)6 种园林植物叶片面积、叶片气孔密度、叶片叶绿素含量以及叶绿素荧光特性等生理生化指标,揭示不同程度污染环境对园林观赏植物的影响。结果表明:长期生长在道路周边的园林植物叶面积、叶绿素含量与公园、森林等地比较差异显著($P < 0.05$),而山区森林较公园大;叶片的气孔密度大体呈现递减的趋势(道路绿化带 > 公园 > 山区森林公园);光合效率也呈现递减趋势,森林植物最大,其次是公园和道路绿化带,植物生理指标比较分析表明,区域污染程度(大气和粉尘)从大到小依次为道路绿化带 > 公园 > 山区森林公园,污染程度越大对植物损害越大,另一方面说明园林植物耐受大气和粉尘等污染能力较强。

关键词:园林观赏植物;叶面积;气孔密度;叶绿素含量;光合效率;污染

中图分类号:TU 986 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)08-0064-06

园林景观是人化的自然,它既是一门科学,也是一门艺术,在城市绿地景观营构中,景观植物是不可或缺的一部分,既要考虑它们的观赏性,也要了解园林植物的生态习性。园林植物种类繁多,主要由木本植物和草

本植物构成,具有遮阳挡雨、减弱噪音吸尘、改善空气绿化环境等效果,现代园林景观也兼具生态、文化艺术和使用等功能^[1-3]。在华南地区极具特色的园林植物被广泛种植。其中该研究中的芒果(*Mangifera indica* L.)、红花羊蹄甲(*Bauhinia blakeana*) 2 种乔木、茶花(*Camellia japonica*)、马樱丹(*Lantana camara*) 2 种灌木、蜆蝶菊(*Wedelia chinensis*)、美人蕉(*Canna indica*) 2 种草本已成为华南地区广为栽培的庭园和行道树种植物,分布于城市道路绿化带、人行道、公园和自然保护区等地域。公路绿化带园林植物在为人们带来益处的同时,还受到来

第一作者简介:刘佳学(1992-),男,重庆荣昌人,本科,研究方向为植物保护和环境保护。E-mail: xuejiali1992@163.com.

责任作者:周祥(1968-),男,海南人,硕士,副教授,研究方向为热带经济作物和树木的害虫及防治。E-mail: zhouxiang1968@163.com.

收稿日期:2014-11-10

afforestation trees in Xinxiang, the foliage content of sulfur, lead and copper were analyzed. The results showed that the sulfur, lead and copper contents of tree leaves increased according to seasonal variation of spring and autumn, except for *Ligustrum lucidum* and *Magnolia grandiflora*. And the increment range of sulfur, lead and copper respectively was 18%—216%, 4%—385% and 27%—334%. In comparison with cleaning area, the sulfur, lead and copper contents of all afforestation trees were relative higher than polluted area, and its increment range respectively was 9%—223%, 37%—390% and 85%—374%. The green tree species were classified on the basis of the comprehensive analysis of leaves contaminant levels. *Cedrus deodara* and *Magnolia grandiflora* was classified to the first category and its leave contaminant level was relative higher. The second category included *Ligustrum lucidum*, *Fraxinus chinensis*, *Buxus megistophylla* and *Platanus hispanica*. Their leaves contaminant contents were at medium levels. The third category included *Juni perus chinensis*, *Sophora japonica* Linn, *Ligustrum quihoui*, *Sabinachinensis*, *Pittporum tobira* and *Photinia serrulata*. Their leaves contaminant contents were at relative lower levels. Comparing comprehensively with the foliage sulfur, lead and copper contents of different type of afforest trees by membership function, it find that evergreen trees were the highest, followed by coniferous species, followed by deciduous trees, evergreen shrubs were the lowest.

Keywords: afforestation trees; sulfur content; lead content; copper content

往车辆的尾气、泄漏物、噪声、光热辐射及机械磨损等胁迫,遮蔽园林植物叶片对光合作用所需光的吸收、阻塞气孔以及破坏叶片组织等,对园林景观植物的新陈代谢、光合作用和生长发育造成较大损害^[4-9];公园里时常人类活动较频繁,产生过量气体污染(主要是 CO₂)和生活垃圾污染,也对园林植物产生一定程度的影响;森林保护区由于人类活动较小,对园林景观植物的生理生长影响较小。

该研究选取华南地区常见的园林植物,测定相关生理生化指标,比较分析不同程度污染对各种园林植物新陈代谢和生长发育造成的影响,并通过园林植物自身生物变化来反应所处环境概况,以期园林植物发展成为“天然的环境检测仪”提供有力的例证。

1 材料与方法

1.1 试验材料

分别于城市主干道公路绿化带、公园、森林公园保护区采集芒果(*Mangifera indica* L.)、红花羊蹄甲(*Bauhinia blakeana*)2种乔木、茶花(*Camellia japonica*)、马樱丹(*Lantana camara*)2种灌木、蟛蜞菊(*Wedelia chinensis*)、美人蕉(*Canna indica*)2种草本共6种生长情况相似常见的园林植物成熟叶片,用样品袋保存。

1.2 项目测定

1.2.1 叶面积测量 采集每种园林植物的24片成熟叶(每棵6片),用LI-3000C便携式光电叶面积仪测量其叶面积大小。

1.2.2 叶片气孔密度测定 每种园林植物随机选取6片成熟叶,在每片叶上随机选取10个观测部位(3 mm×5 mm),用2%的铬酸解离液浸泡直至表皮与叶肉开始脱离,用蒸馏水漂洗,轻轻揭下表皮,用1%的番红染液染色制片,在光学显微镜下观测气孔密度和大小^[10],每个样品观测20个视野并计数气孔数目。

1.2.3 叶绿素(a+b)含量测定 采用改进的DMSO法^[11],取每片样叶直径1 cm的圆形叶片3枚,测鲜重,用5 mL二甲基亚砜溶液处理,并放入65℃水浴30~60 min(暗处),直至叶片褪色,取处理液于649 nm和665 nm波长光下测吸光值^[12]。采用Lichhtenthale等^[13]计算方法计算:Chl a = 13.95A₆₆₅ - 6.88A₆₄₉; Chl b = 24.96A₆₄₉ - 7.32A₆₆₅; Chl a + b = Chl a + Chl b。然后将算得的叶绿素浓度(μg/mL)换算成单位叶重的含量(μg/g)。

1.2.4 光合特性测定 于野外一天中的同一时间段,用PAM-2100叶绿素荧光仪(Walz, Germany)测定相关的光合特性。活体叶片检测时先用测量光(0.5 μmol·m⁻²·s⁻¹)测定初始荧光F₀,饱和光脉冲2 700 μmol·m⁻²·s⁻¹(脉冲时间0.8 s)诱导F_m,光化学强度为186 μmol·m⁻²·

s⁻¹。测量前随机选取生长情况相似的活体叶片置于暗室内适应30 min,然后进行测定大约6 min左右,在电脑的Kinetics窗口检测各光合参数的动力学变化曲线,相应的数据可直接从Report窗口导出并储存。将获得的光合数据参照Gray等^[14]和Schreiber等^[15]公式测定。

1.3 数据分析

采用SPSS 16.0软件进行数据处理,运用最小显著差数法(LSD)进行处理效应的显著性分析。采用SigmaPlot 10.0软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同生境同种园林植物叶面积比较

从图1可以看出,在不同的生境各种园林植物叶面积也会出现相应的变化。在道路绿化带、公园、山区森林保护区检测的2种乔木、2种灌木、2种草本园林观赏植物中,道路绿化带芒果、红花羊蹄甲、茶花、马樱丹和蟛蜞菊等园林植物相对于其它2种生境园林植物叶面积大小差异显著($P < 0.05$),公园与山区森林保护区园林植物叶面积差异不显著($P > 0.05$),3个生境的美人蕉叶面积差异不显著($P > 0.05$)。许多研究表明,叶面积的大小对光能利用、干物质积累及最终经济产量都有显著的影响。在一定的环境胁迫下,比如水分胁迫,细胞生长受到抑制、叶片生长速率降低,老化加速、叶面积减小^[16-17]。从该试验的研究结果推测,道路绿化带车辆人流较大,环境污染较大,从而对路边的园林植物产生胁迫,抑制叶片细胞生长,加速了老化,从而使叶面积减小。

2.2 叶面气孔密度

由图2可知,采样调查的不同生境下6种园林植物叶片气孔密度,其中红花羊蹄甲、茶花、蟛蜞菊和美人蕉在不同的生境中叶片气孔密度差异显著($P < 0.05$),表现出了道路绿化带>公园>山区森林。不同植物叶片的气孔数量、大小等特性各不相同,同一植株不同叶位的气孔解剖特征也具有差异,气孔形状及其生理特征受光照强度、水分条件、营养状况、二氧化碳体积分数和叶龄等多种因素的影响^[18]。目前,气孔密度是表述气孔特征的稳定指标,该研究中,不同生境下同种植物气孔密度存在较大的差异性,能从一定的程度上反映不同生境的环境对植物的影响,道路绿化带区域车来人往,二氧化碳等气体排除较大,此区域园林植物长期处于这样的环境中,产生适应性进化,需要吸收更多的二氧化碳等气体,故叶片单位面积气孔密度增多。道路绿化带、公园和山区森林芒果和马樱丹叶片气孔密度差异不显著($P > 0.05$),而3个生境的园林植物红花羊蹄甲、蟛蜞菊和美人蕉叶片气孔密度差异显著($P < 0.05$),道路绿化带和公园2个生境茶花与山区森林茶花叶片气孔密度差异显著。

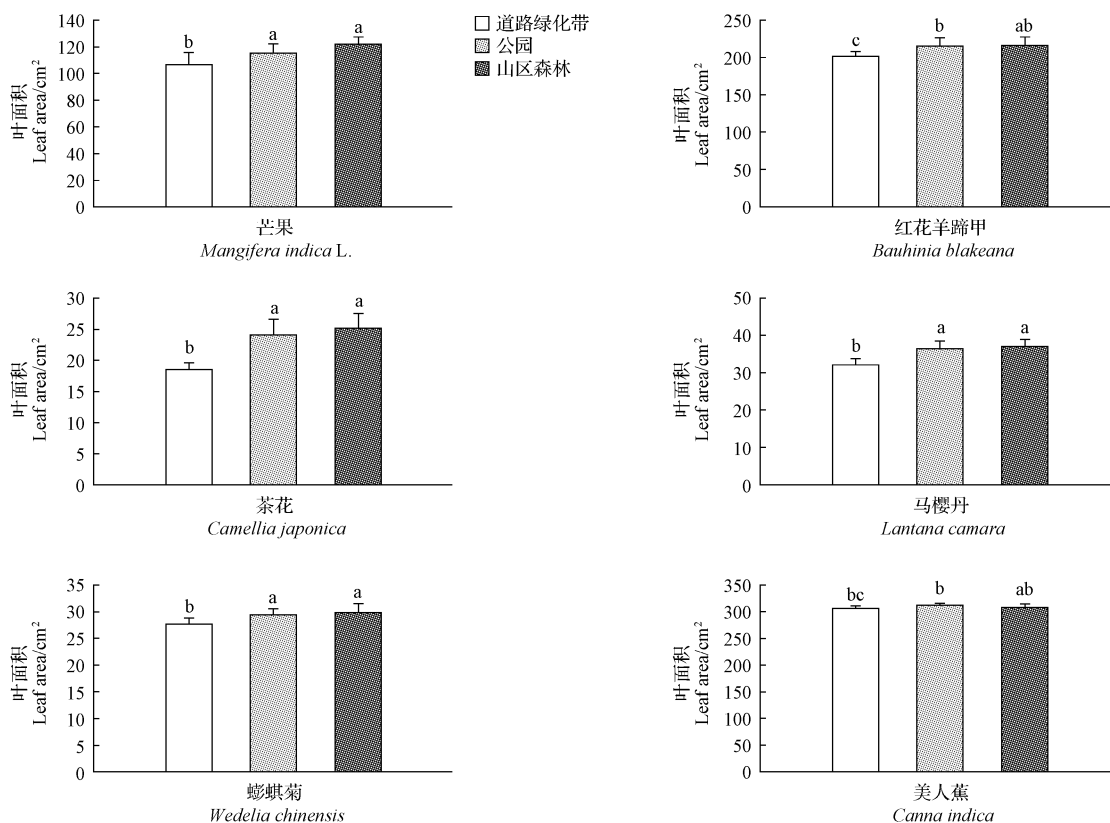


图 1 不同生境园林植物叶面积

Fig. 1 Leaf area of landscape plant in different habitats

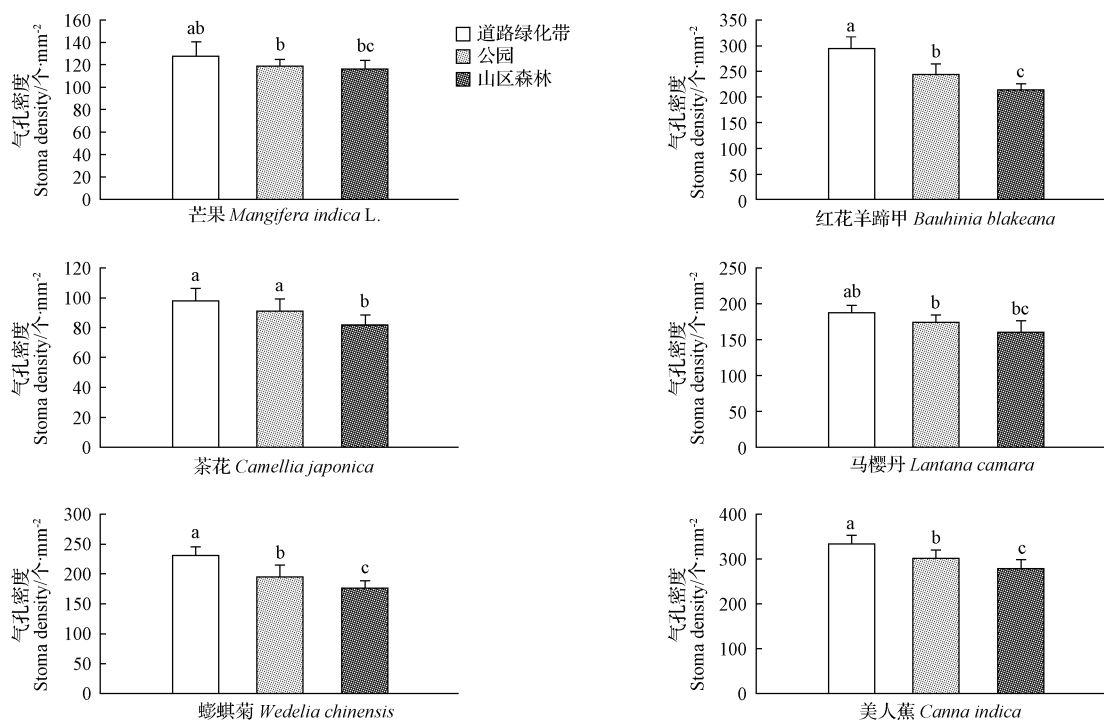


图 2 不同生境园林植物叶片气孔密度

Fig. 2 Stoma density of landscape plant in different habitats

2.3 叶绿素(a+b)含量

叶绿素含量是衡量植物光合生产潜力的一项重要生理指标,对植物光合速率^[19-20]、初级生物生产力^[21]和生物生长量^[22]等具有重要影响,也是鉴别植物受环境胁迫程度的一项有效指标^[23]。当植物受到一定程度的环境胁迫,其叶绿素含量也会相应产生变化(下降)。调查发现,污染程度从大到小依次为道路绿化带区>公园>森林保护区,从图3可以看出,道路绿化带芒果、茶树和马樱丹叶绿素含量比公园和森林保护区植物叶绿素含

量显著性降低,公园和森林保护区差异不显著($P>0.05$);3个生境中的蟛蜞菊叶绿素含量依次是森林保护区>公园>道路绿化带;而3个生境中红花羊蹄甲叶绿素含量差异不显著($P>0.05$),道路绿化带和公园美人蕉叶绿素含量明显低于森林保护区。3个生境环境胁迫依次降低,而植物叶绿素含量呈现负相关,依次递增。

2.4 光合特性

每隔3h测定不同生境植物叶绿素荧光参数(PSII最大光合速率 F_v/F_m)。从图4可以看出,测定的6种

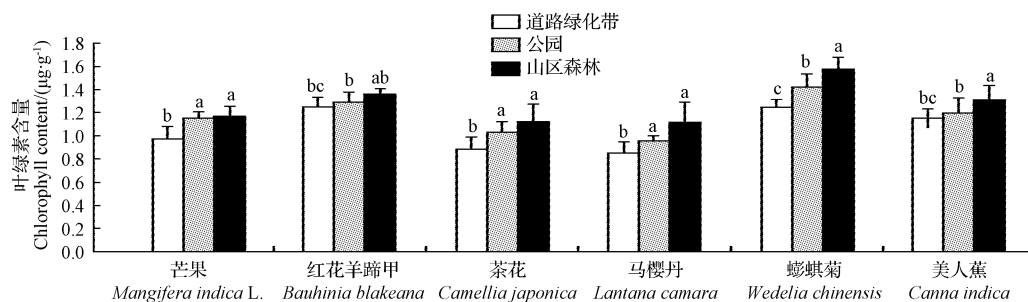


图3 不同生境园林植物叶绿素含量

Fig. 3 Chlorophyll content of landscape plant in different habitats

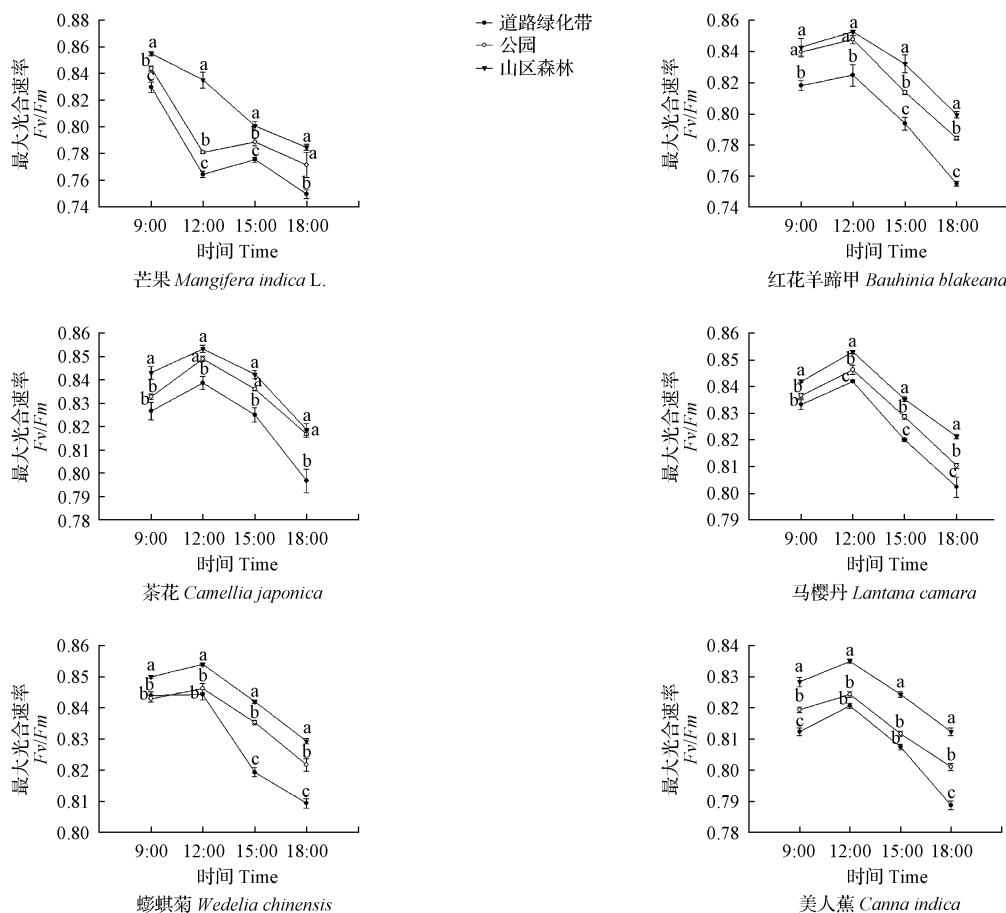


图4 不同生境园林植物最大光合速率

Fig. 4 Photosynthetic characteristic of landscape plant in different habitats

具有代表性的园林植物,整体上都表现出了随着时间延长其最大光合速率呈现递减的趋势。9:00 刚测定芒果叶片最大光合速率较其它时间段大,而其它园林植物叶片最大光合速率时间段为 12:00,道路绿化带植物红花羊蹄甲 F_v/F_m 与公园、森林保护区 F_v/F_m 差异显著 ($P<0.05$),3 个生境中芒果和美人蕉 F_v/F_m 差异显著 ($P<0.05$),道路绿化带和公园的茶花与蟛蜞菊 F_v/F_m 差异不显著 ($P>0.05$),但与森林保护区的茶花和蟛蜞菊 F_v/F_m 差异显著 ($P<0.05$);12:00 光照增加,各生境植物光合作用增强,其中除芒果外,3 个生境中植物 F_v/F_m 均增大,15:00 和 18:00 皆有下降,各生境中植物 F_v/F_m 差异性如图 4 所示。 F_v/F_m 是 PSII 的最大光合速率,是植物在逆境胁迫条件下发生光抑制的敏感指标^[24],其变化代表 PSII 光化学效率发生变化, F_v/F_m 越低,说明植物发生光抑制的程度越高^[25]。通过最大光合速率的比较,同种园林植物处于不同生境其 F_v/F_m 有差异,植物胁迫越大, F_v/F_m 呈现负相关。

3 讨论

芒果、红花羊蹄甲、茶花、马樱丹、蟛蜞菊和美人蕉是南方城市最具代表性的园林观赏植物,主要分布于道路绿化带、公园、森林保护区、校园等。园林植物经过成年累月的生长,适应所处生态生境并随之发生一系列的生理生态的变化,园林观赏植物既能绿化美化改善周围人文环境和空气环境,又能很直接的从宏观和微观方面反映所处生长环境以及城市环境污染状况^[26-28],是“天然的生态环境监测器”,其中植物叶片生理生长是很重要的部分,叶片是植物进行光合作用的主要器官,是众多关于估算植物特征参数模型输入或输出的重要参数,常用在植物生物生化、生理生态等研究和应用方面^[29]。该研究通过检测不同生态环境中园林植物一系列生理生化指标揭示园林植物对不同环境的响应以及对污染的适应性。

单位叶面积是监测环境变化以及胁迫的一项重要指标,在一定的环境胁迫下,植物叶片细胞生长受到抑制、生长速率降低、叶片老化加速。植物气孔是植物体与外界环境进行二氧化碳和水等气体交换的主要通道,对植物的光合、呼吸、蒸腾等生理活动起着重要的调节作用^[25-26]。因此,准确获取所研究对象单位叶面积对监测环境的变化具有指导意义。该研究中 6 种园林植物芒果、红花羊蹄甲、茶花、马樱丹、蟛蜞菊以及美人蕉所生长环境道路绿化带区叶面积显著小于公园和山区森林区,说明道路绿化带区污染较大,并抑制了园林植物生长发育。

叶片气孔密度变化受光照强度、水分条件、营养状况、二氧化碳体积分数和叶龄等多种因素的影响^[18-21],从一定的程度上能够反映园林植物所处环境的状况。

试验所研究道路绿化带人流量大,环境污染较严重,公园亦具有一定的人类活动有少许污染,森林保护区更似自然生境。这 3 个生境园林植物叶片气孔密度差异显著,道路绿化带区和公园植物气孔密度大于山区森林区植物气孔密度,可能是由于植物叶片长期生长于受污染较大区域,大气有害气体排放(特别是 CO_2)促使植物叶片对 CO_2 吸收量增多,气孔密度较大,从而形成耐受机制,从植物生理生态水平上也可以对城市环境的监测有参考价值。

植物进行光合作用时,光合色素对光能的吸收和利用起着重要的作用。对叶绿素含量的测定是测定植物光合特性的一个重要方面,也是一项比较传统的测量内容^[11-13]。植物叶绿素含量能灵敏地反映植物生理状态及其与环境的关系。该研究中道路绿化带区环境污染较严重,其生境中植物叶片叶绿素含量显著低于公园和山区森林区植物叶片叶绿素含量。这也验证了以叶绿素含量来探讨园林植物对大气污染响应的可行性,表明了植物叶绿素含量是城市环境生物监测的一种有效工具。

植物叶绿素荧光信号能快速灵敏地反映植物生理状态及其与环境的关系,是一种理想光系统探针,可直接或间接了解光合作用过程,以其直接、快速、灵敏和无损伤的特点而成为研究光合作用响应环境胁迫的有效方法^[23-25]。该研究中 3 个生境 6 种园林植物叶片光合效率都存在显著差异,道路绿化带植物光合效率低于公园植物光合效率,公园低于山区森林,这与所处环境受污染程度呈正相关性,对叶片光和特性的检测及对比分析也能直观反映城市环境状况。

综上所述,当植物受到外界环境的污染产生胁迫时,其植物叶面积、气孔密度、叶绿素含量及光合特性会产生变化,另外,利用园林植物对城市环境进行检测是一种很重要的环境监测手段,它具有敏感性、直观、环保等特点,并且检测方法简便易行,许多园林植物都可作为大气污染或是其它污染的指示植物,可根据污染环境中植物叶片的生理生态的变化及受损害的程度等来对周围环境污染做出相应的判断。

参考文献

- [1] 胡祯英. 城市园林景观的植物配置[J]. 安徽农业科学, 2007, 5(2): 23-26.
- [2] 王映杰. 城市园林植物配置探讨[J]. 城市建设理论研究, 2011, 6(3): 10-13.
- [3] 苏雪痕. 园林植物应用的进展及存在问题[J]. 广东园林, 2006, 28(5): 1-5.
- [4] Wichmann H E, Spix C, Tuch T, et al. Daily mortality and fine and ultrafine particles in erfurt[M]. Part I: Role of Particle Number and Particle Mass, Health Effects Institute, 2000.
- [5] Schwartz J, Zanobrtti A, Bateton T F. Revised analyses of time-series studies of air pollution and health[C]. In: Revised Analyses of Time-Series

Studies of Air Pollution and Health, Health Effects Institute, 2003; 25-58.

[6] Schwartz J, Zanobrtti A, Bateton T F. Revised analyses of time-series studies of air pollution and health[C]. In: Revised Analyses of Time-Series Studies of Air Pollution and Health, Health Effects Institute, 2003; 25-58.

[7] Anderson H, Atkinson R, Peacock J, et al. Meta-analysis of time-series studies and panel studies of particulate matter(PM) and ozone(O₃)[M]. Geneva, Switzerland; World Health Organization, 2004.

[8] 王宏伟, 黄峰, 王慧觉, 等. 蒙尘胁迫对植物叶片气体交换的影响[J]. 武汉理工大学学报, 2007(4): 32-37.

[9] 彭珂珊. 沙尘暴对西部发展的危害研究[J]. 地质技术经济管理, 2004, 26(3): 19-25.

[10] 杨传友, 史金玉, 杜欣阁, 等. 苹果叶片气孔的研究[J]. 山东农业大学学报, 1998, 29(1): 8-14.

[11] 陈防, 鲁剑巍. SPAD-502 叶绿素计在作物营养快速诊断上的应用初探[J]. 湖北农业科学, 1996(2): 31-34.

[12] 姜丽芬, 石福臣, 王化田, 等. 叶绿素计 SPAD-502 在林业上应用[J]. 生态学杂志, 2005, 24(12): 1543-1548.

[13] Lichtenthaler H K, Wellburn A R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents[J]. Biochemical Society Transactions, 1983, 11: 591-592.

[14] Gray G R, Chauvin L P, Sarhan F, et al. Cold acclimation and freezing tolerance-A comple interaction of light and temperature[J]. Plant Physiology, 1997, 114: 464-474.

[15] Schreiber U, Schliwa U, Bilger W. Continuous recording of photochemical and non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer[J]. Photosynthesis Research, 1986, 10: 51-62.

[16] 刘建利. 土壤水分影响冬小麦叶冠生长的试验与模拟研究[D]. 北京: 中国农业大学, 1997.

[17] Hoogenboom G, Peterson C M, Huck M G. Shoot growth rate of soybean as affected by drought stress[J]. Agronomy Journal, 1987, 79: 598-607.

[18] 赵秋玲, 王军辉. 梓树属植物叶片的气孔特征[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(8): 21-24.

[19] Mae T. Physiological nitrogen efficiency in rice: Nitrogen utilization, photosynthesis and yield potential[J]. Plant and Soil, 1997, 196: 201-210.

[20] Lichtenthaler H K, Babani F, Langsdorf G, et al. Measurement of differences in red chlorophyll fluorescence and photosynthetic activity between sun and shade leaves by fluorescence imaging[J]. Photosynthetica, 2000, 38: 521-529.

[21] Jakob T, Schreiber U, Kirchesch V, et al. Estimation of chlorophyll content and daily primary production of the major algal groups by means of multi wave length-excitation PAM chlorophyll fluorometry: Performance and method ological limits[J]. Photosynthesis Research, 2005, 83: 343-361.

[22] Aponasenko A D, Shchur L A, Lopatin V N. Relationship of the chlorophyll content with the biomass and disperse structure of phytoplankton[J]. Doklady Biological Sciences, 2007, 412: 61-63.

[23] Datt B. A new reflectance index for remote sensing of chlorophyll content in higher plants: Tests using Eucalyptus leaves[J]. Journal of Plant Physiology, 1999, 154: 30-36.

[24] 刘志梅, 蒋文伟, 杨广远, 等. 干旱胁迫对 3 种金银花叶绿素荧光参数的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(4): 533-539.

[25] 刘立云, 李艳, 杨伟波, 等. 不同品种油茶叶绿素荧光参数的比较研究[J]. 热带作物学报, 2012, 33(5): 886-889.

[26] Hetherington A M, Woodward F I. The role of stomata in sensing and driving environmental change[J]. Nature, 2003, 424: 901-908.

[27] 马正春. 园林植物对城市大气环境监测的应用[J]. 管理科学与工程技术, 2012(22): 468-469.

[28] 蒋跃林, 张庆国, 杨书运, 等. 28 种园林植物对大气 CO₂ 浓度增加的生理生态反应[J]. 植物资源与环境学报, 2006, 15(2): 56-58.

[29] 黄俊华, 洪渊, 张东鹏. 深圳 7 种园林植物叶绿素荧光特性及其对大气 SO₂ 浓度的响应[J]. 生态科学, 2007, 26(1): 57-76.

Effect of Urban Pollution on the Landscape Plants and Detection of Environment

LIU Jia-xue¹, ZHOU Xiang¹, HU Shi-fang²

(1. Institute of Environment and Plant Protection, Hainan University, Haikou, Hainan 570228; 2. Chongqing Rongchang Agriculture Committee, Chongqing 402406)

Abstract: Taking six common landscape plants (*Mangifera indica* L., *Bauhinia blakeana*, *Camellia japonica*, *Lantana camara*, *Wedelia chinensis* and *Canna indica*) as research objects, leaf area, stomatal density, chlorophyll content, photosynthesis efficiency of six landscape plants in green belt, park and mountain forest were detected, to reveal the effect of different levels of pollution to the landscape plants. The results showed that difference of leaf area and chlorophyll content of landscape plants in green belt and park, mountain forest was significant, mountain forest was more than park, but stomatal density of landscape plants in these three territories was polar, green belt plants was the largest, following by park, finally mountain forest, photosynthesis efficiency and photosynthesis efficiency was just opposite. These physiological indexes could conform that green belts > park > mountain forest, it also suggested that larger pollution damage more plants, and the landscape plants could tolerate the larger pollution.

Keywords: ornamental plants; leaf area; stomatal density; chlorophyll content; photosynthetic efficiency; pollution